**Колонна сплошного сечения К7**

**1. Назначение и описание конструкции**

Колонны – элементы конструкции, работающие на сжатие или на сжатие с продольным изгибом.

Колонны служат для передачи нагрузки от вышерасположенных конструкций через фундаменты на грунт. Колонна состоит из 3 основных частей:

стержня – основного несущего элемента колонны;

оголовка, представляющего собой опору для вышележащей конструкции и распределяющего нагрузку по сечению стержня;

базы (башмака), распределяющей сосредоточенную нагрузку от стержня по поверхности фундамента и закрепляющей колонну в фундаменте.

Центрально-сжатые колонны работают на продольную силу, приложенную по оси колонны и вызывающую равномерное сжатие поперечного сечения.

Сплошностенчатые колонны применяют при больших нагрузках и небольших высотах.

В центрально-сжатых колоннах нагрузки приложены либо непосредственно к центру сечения колонны, либо симметрично относительно оси стержня.



Рисунок 1 – колонна сплошного сечения

оголовок

стержень

база

2. Выбор и обоснование материала

Колонна сплошного сечения относится к 3 группе сварных конструкций. По таблице 50 приложение 1 СНиП II-23-81\* определяем материал для колонны сплошного сечения при эксплуатации в климатическом районе II3 с расчетной температурой эксплуатации от минус 40°С до минус 50°С.

Для изготовления колонны сплошного сечения принять сталь марки.

С 255 по ГОСТ 27772 – 88,

где, С – сталь строительная.

255 – предел текучести δт = 255 МПа

Из таблицы 51\* СНиП II-23-81\* выписываем в таблицу 1

Таблица 1 – Нормативные и расчетные сопротивления проката

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сталь | Толщина проката, мм | Нормативное сопротивление проката, МПа | | | | Расчетное сопротивление проката, МПа | | | |
| Листового широкополосного универсального | | Фасонного | | Листового широкополосного универсального | | Фасонного | |
| Ryn | Run | Ryn | Run | Ry | Ru | Ry | Ru |
| C 255 | 2-3.9 | 255  (26) | 380  (39) | — | — | 250  (2550) | 370  (3800) | — | — |
| 4-10 | 245  (25) | 380  (39) | 255  (26) | 380  (39) | 240  (2450) | 370  (3800) | 250  (2500) | 370  (3800) |
| 11-20 | 245  (25) | 370  (38) | 245  (25) | 370  (38) | 240  (2450) | 360  (3700) | 240  (2450) | 360  (3700) |
| 21-40 | 235  (24) | 370  (38) | 235  (24) | 370  (38) | 230  (2350) | 360  (3700) | 230  (2350) | 360  (3700) |

По таблице 55 приложение 2 СНиП II-23-81\* выбираем материал для сварки, соответствующей стали и заносим в таблицу 2.

При сварки колонны сплошного сечения ручную дуговую сварку штучно плавящемся электродом с покрытием применить при выполнении сборочных операций в качестве прихватки. Основную сварку выполнить полуавтоматом в среде защитного газа для колонны сплошного сечения. Поясные швы большой протяженности выполнить автоматической дуговой сваркой под слоем флюса. Короткие швы выполнить полуавтоматической сваркой в среде защитного газа.

Таблица 2 – Материалы для сварки, соответствующие маркам стали

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группы конструкций в климатических районах | Марка стали | Материалы для сварки | | | |
| Под флюсом | | В углекислом газе (по ГОСТ 8050-85) или в его смеси с аргоном (по ГОСТ 10157-79\*) | Покрытыми электродами |
| Марки | | | Тип электродов (по ГОСТ 9467-75) |
| Флюсов (по ГОСТ 9087-81) | Сварочной проволоки (по ГОСТ 2246-70\*) | |
| 1 во всех районах; 2, 3 и 4 в районах I1, I2, II2 и II3 | C 255 | АН-348-А | Св-08А | Св-08Г2С | Э42А |

Из таблицы 56 СНиП II-23-81\* определяем нормативные и расчетные сопротивления материалов швов сварных соединений с угловыми швами и заносим в таблицу 3.

Таблица 3 – Нормативные и расчетные сопротивления металла швов сварных соединений с угловыми швами

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сварочные материалы | | Rwun, МПа  (кгс/см2) | Rwf, МПа  (кгс/см2) |
| Тип электрода (по ГОСТ 9467-75) | Марка проволоки |
| Э42, Э42А | Св-08, Св-08А | 410(4200) | 180(1850) |

Из таблицы 1 ГОСТ 27772-88 определяем химический состав проката и заносим в таблицу 4.

Таблица 4 – Химический состав проката

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование стали | Массовая доля элементов % | | | | | | | | | |
| Углерода, не более | Марганца, не более | кремния | Серы,  не более | Фосфора, не более | Хрома,  не более | Никеля,  не более | Меди,  не более | ванадия | Других элементов |
| С 255 | 0,22 | 0,65 | 0,15-0,30 | 0,050 | 0,040 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | — | — |

3. Расчетная часть

Расчет и конструирование стержня колонны

Подбор сечения стержня колонны

Подобрать двутавровое сечение стержня сплошной колонны высотой H=6.0 м. Колонна в обоих направлениях шарнирно закреплена. Колонна нагружена расчетной сжимающей силой N=1500 кН. Материал сталь С 255 по ГОСТ 27772 – 88

Расчетная схема колонны, согласно условию, имеет вид, представлен-ный на рисунке 2



Рисунок 2

Следовательно, расчетная длина lef в обоих направлениях lx и ly с учетом коэффициента μ=1, учитывающего закрепления концов стержня колонны, определяется по формуле



Определяем требуемую площадь сечения Атр

Согласно приложению листовой прокат толщиной от 4 до 10 мм из стали С 255 имеет расчетное сопротивление Ry = 240 МПа = 24 кН/см²

Задаемся в первом приближении значением φ0 = 0.7, чему согласно приложению соответствует гибкость λ0 ≈ 75



Определяем габариты сечения. Находим требуемые радиусы инерции



Используя приближенные зависимости радиусов инерции от конфигура-ции сечения ( для сечения на рисунке 2 )



Определяем требуемые высоту и ширину сечения





Для удобства автоматической приварки поясов к стенке принимаем



Подбор толщины стенки и поясов

Учитывая, что на площадь стенки приходится около 20% общей площади сечения, толщина стенки



Округляя до реальной толщины листового проката, назначаем tw = 0.8 см = 8 мм. Тогда на долю поясов приходится площадь



Отсюда требуемая толщина одного пояса



Округляя, назначаем tf = 0.8см = 8мм. Полученные размеры проставляем на поперечном сечении стержня колонны ( рисунок 3 )



Рисунок 3

Проверка подобранного сечения

Фактическая площадь ( смотри рисунок 3 )



Минимальный момент инерции



Момент инерции площади сечения стенки относительно оси y пренебрегаем ввиду малости

Минимальный радиус инерции



Наибольшая гибкость



Согласно приложению коэффициент продольного изгиба 

Проверим устойчивость подобранного сечения при 



Что указывает на отсутствие излишков материала

Проверка условной обеспечения устойчивости стенки и поясов

Условная гибкость



Местная устойчивость стенки без укрепления продольными ребрами жесткости обеспечена, если выполняется неравенство





Следовательно, укрепление стенки продольными ребрами не требуется

В поперечных ребрах нет необходимости, если выполняется неравенство





Устойчивость поясов обеспечена, если выполняется неравенство





Неравенство не выполняется следовательно необходимо установить поперечные ребра жесткости на расстояние 

Расчет и конструирование оголовка колонны



Рисунок 4 – оголовок

Определение длины ребра оголовка



Определяем толщину ребра



Конструктивно принимаем ширину ребра 

 - это расчетное сопротивление смятию торцевой поверхности равно расчетному сопротивлению по пределу прочности, 



Принимаем 

Подобранное ребро проверить на срез











Подобранное сечение опорного ребра выбрано правильно. Толщину опорной плиты назначаем конструктивно в пределах 10 – 20 мм, принимаем 

Расчет и конструирование базы колонны

Рассчитать и законструировать базу центрально – сжатой колонны сплошного двутаврового сечения ( рисунок 5 ). Сжимающая нагрузка действующая на колонну . Материал фундамента – бетон класса B10 с расчетным сопротивлением осевому сжатию ( призменная прочность ) , материал элементов базы – сталь С 255. Сварка полуавтоматическая сварочной проволокой марки Св – 08Г2С по 

В соответствии с ранее принятой расчетной схемой колонны ( смотри рисунок 5 ) предусматриваем шарнирную базу ( рисунок 6)



Рисунок 5



Рисунок 6

Расчетная сжимающая нагрузка на фундамент с учетом веса колонны



где A – площадь поперечного сечения колонны ( смотри рисунок 5 )



 - объемный вес стали, 

 - коэффициент надежности для собственного веса металлических конструкций, 

Задаваясь  устанавливаем расчетное сопротивление бетона смятию



Требуемая площадь опорной плиты



Ширина плиты зависит от конструкции базы и размеров поперечного сечения стержня колонны. Чтобы плита не получилась слишком толстая, ее консольную часть принимаем  ( рисунок 6 ) Толщину траверсы принимаем 

Ширина плиты



Что удовлетворяет ГОСТ 82 – 70 на универсальную сталь

Требуемая длина плиты



Округляя принимаем 

Определение толщины плиты

Плита работает на изгиб от равномерно распределенной нагрузки ( реактивного давления фундамента )



Рассматривая различные участки плиты определяем наибольший изгибающий момент в полосе шириной 1см

Участок №1 – операние по четырем сторонам. Отношению  в таблице соответствует коэффициент 

Изгибающий момент участка плиты опертой по четырем сторонам



Участок №2 – операние по трем сторонам



В этом случае плита рассчитывается как консоль с вылетом 

Изгибающий момент



Участок №3 – консольный



Таким образом, по большому значению изгибающего момента  определяем толщину плиты



По приложению назначаем , что подтверждает правильность принятого значения расчетного сопротивления  ( приложение для листового проката толщиной от 4 до 20 мм )

Расчет траверсы

Высоту листов траверсы находим из условия полной передачи усилия со стержня на опорную плиту через сварные швы ( при расчете по металлу шва )



Прикрепление траверсы к колонне выполняется полуавтоматической сваркой в углекислом газе сварочной проволокой марки Св – 08Г2С

Расчетные характеристики

 - коэффициент зависящий от условий сварки по приложению, ;

 - катет шва, ;

 - расчетное сопротивление металла шва по приложению для сварочной проволоки Св – 08Г2С, ;

 - непровар и кратер, ;



Проверяем допускаемую длину шва



Округляя принимаем 

Проводим проверку прочности траверсы на изгиб и срез.

Нагрузка на единицу длины одного листы траверсы



Изгибающий момент в месте приварки к колонне



Поперечная сила



Момент сопротивления сечения листа



Нормальное напряжение



Касательное напряжение



Прочность траверсы обеспечена с большим запасом. Расчетное сопротивление  принято по приложению исходя из толщины траверсы

Касательное напряжение



т. е. прочность ребра обеспечена

Проверяем швы, прикрепляющие ребро к колонне. При двух угловых швах толщиной 





то есть, прочность швов обеспечена

Расчет швов, прикрепляющих элементы базы к плите

Необходимая толщина швов, прикрепляющих листы траверсы:





Ребра жесткости



В соответствии с приложением исходя из толщины плиты , конструктивно принимаем , что вполне компенсирует несколько завышенную длину швов.

**Заключение**

Выбор марки стали, для центрально – сжатой колонны сплошного сечения производят с учетом климатического района, в котором конструкция будет монтироваться, эксплуатироваться, а также с учетом характера нагрузки, толщины проката, применяемого в колонне.

Полученные расчетные значения размеров элементов колонны округляем в большую сторону до значения, соответствующего ГОСТ 27772 – 88 и ГОСТ 8240 – 89.

В курсовом проекте проверена устойчивость колонны на прочность и жесткость, рассчитаны оголовок, стержень и база колонны.

**Список литературы**

Блинов А. Н., Лялин Н. В. Сварные конструкции. Учебник строй издат 1990

ГОСТ 27772 – 88 прокат для строительных сварных конструкций. Общие технические условия. Введение 01.01.89 до 01.01.99 – М; Издательство стандартов 1988 – 2БС

СНиП . Нормы проектирования стальных конструкций. ГОСстрой СССР. Введение 01.01.87. Взамен СНиП ; СНиП 

ГОСТ 82 – 70. Прокат стальной, горячекатаной, широкополосный универсальный сортамент.

Методические рекомендации к курсовому проектированию по предмету “Сварные конструкции” для средних специальных учебных заведений.