

**Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации
Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное
учреждение высшего образования
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
ФЗиОО
Кафедра «Строительные конструкции»**

Курсовой проект

по дисциплине: «Теоретические основы работы металлических и
деревянных конструкций»:

**«Проектирование и моделирование металлического каркаса
промышленного здания»**

Автор работы: Хабарова Е.М.

Специальность: 08.04.01

Группа: 20СТ1мз

Обозначение: КП – 2069059 – 08.04.01 – 202181– 2021

Руководитель: доцент, к.т.н. Аriskин М.В.

Проект защищен _____ Оценка _____

Оглавление

1. Общие данные	4
1.1 Сбор нагрузок	4
2. Краткая характеристика методики расчета	5
2.1 Системы координат.....	6
2.2 Тип схемы	7
2.3 Выбранный режим статического расчета	7
2.4 Условия примыкания элементов к узлам	7
2.5 Характеристики использованных типов конечных элементов	7
3. Правило знаков для перемещений.....	8
3.1 Усилия и напряжения	8
3.2 Правило знаков для усилий (напряжений)	8
4. Суммарные значения приложенных нагрузок по нагружениям.	10
5. Расчетные сочетания.....	12
6. Результаты расчета.....	20
7. Библиографический список	42

1. Общие данные

Расчет выполнен с помощью проектно-вычислительного комплекса SCAD. Комплекс реализует конечно-элементное моделирование статических и динамических расчетных схем, проверку устойчивости, выбор невыгодных сочетаний усилий, подбор арматуры железобетонных конструкций, проверку несущей способности стальных конструкций. В представленной ниже пояснительной записке описаны лишь фактически использованные при расчетах названного объекта возможности комплекса SCAD.

Здание прямоугольное в плане с размерами 42х36 м. Город строительства – Сим.

1.1 Сбор нагрузок

- Собственный вес конструкций покрытия:

Конструкция покрытия выполнена из сэндвич-панелей толщиной 180мм. Расчетная нагрузка от веса панелей: $g_p = g_n \cdot 1,2 = 35,78 \cdot 1,2 = 42,94 \text{ кг/м}^2 = 0,429 \text{ кН/м}^2$

- Снеговая нагрузка:

Для V снегового района значение снеговой нагрузки $S_g = 2,5 \text{ кН/м}^2$.

Расчетная снеговая нагрузка: $S_g \cdot 1,4 = 2,5 \cdot 1,4 = 3,5 \text{ кН/м}^2$.

- Расчетная нагрузка на перекрытие второго этажа:

- Нагрузка от пола: $500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} = 5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$;

- Полезная нагрузка: $200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} = 2 \text{ кН/м}^2$.

Ветровая нагрузка не учитывается.

2. Краткая характеристика методики расчета

В основу расчета положен метод конечных элементов с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы. В связи с этим идеализация конструкции выполнена в форме, приспособленной к использованию этого метода, а именно: система представлена в виде набора тел стандартного типа (стержней, пластин, оболочек и т.д.), называемых конечными элементами и присоединенных к узлам.

Тип конечного элемента определяется его геометрической формой, правилами, определяющими зависимость между перемещениями узлов конечного элемента и узлов системы, физическим законом, определяющим зависимость между внутренними усилиями и внутренними перемещениями, и набором параметров (жесткостей), входящих в описание этого закона и др.

Узел в расчетной схеме метода перемещений представляется в виде абсолютно жесткого тела исчезающе малых размеров. Положение узла в пространстве при деформациях системы определяется координатами центра и углами поворота трех осей, жестко связанных с узлом. Узел представлен как объект, обладающий шестью степенями свободы - тремя линейными смещениями и тремя углами поворота.

Все узлы и элементы расчетной схемы нумеруются. Номера, присвоенные им, следует трактовать только, как имена, которые позволяют делать необходимые ссылки.

Основная система метода перемещений выбирается путем наложения в каждом узле всех связей, запрещающих любые узловые перемещения. Условия равенства нулю усилий в этих связях представляют собой разрешающие уравнения равновесия, а смещения указанных связей - основные неизвестные метода перемещений.

В общем случае в пространственных конструкциях в узле могут присутствовать все шесть перемещений:

- 1 - линейное перемещение вдоль оси X;
- 2 - линейное перемещение вдоль оси Y;
- 3 - линейное перемещение вдоль оси Z;
- 4 - угол поворота с вектором вдоль оси X (поворот вокруг оси X);
- 5 - угол поворота с вектором вдоль оси Y (поворот вокруг оси Y);
- 6 - угол поворота с вектором вдоль оси Z (поворот вокруг оси Z).

Нумерация перемещений в узле (степеней свободы), представленная выше, используется далее всюду без специальных оговорок, а также используются соответственно обозначения X, Y, Z, UX, UY и UZ для обозначения величин соответствующих линейных перемещений и углов поворота.

В соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма поля перемещений внутри элемента (за исключением элементов стержневого типа) приближенно представлена различными упрощенными зависимостями. При этом погрешность в определении напряжений и деформаций имеет порядок $(h/L)^k$, где h — максимальный шаг сетки; L — характерный размер области. Скорость уменьшения ошибки приближенного результата (скорость сходимости) определяется показателем степени k , который имеет разное значение для перемещений и различных компонент внутренних усилий (напряжений).

2.1 Системы координат

Для задания данных о расчетной схеме могут быть использованы различные системы координат, которые в дальнейшем преобразуются в декартовы. В дальнейшем для описания расчетной схемы используются следующие декартовы системы координат:

Глобальная правосторонняя система координат XYZ, связанная с расчетной схемой

Локальные правосторонние системы координат, связанные с каждым конечным элементом.

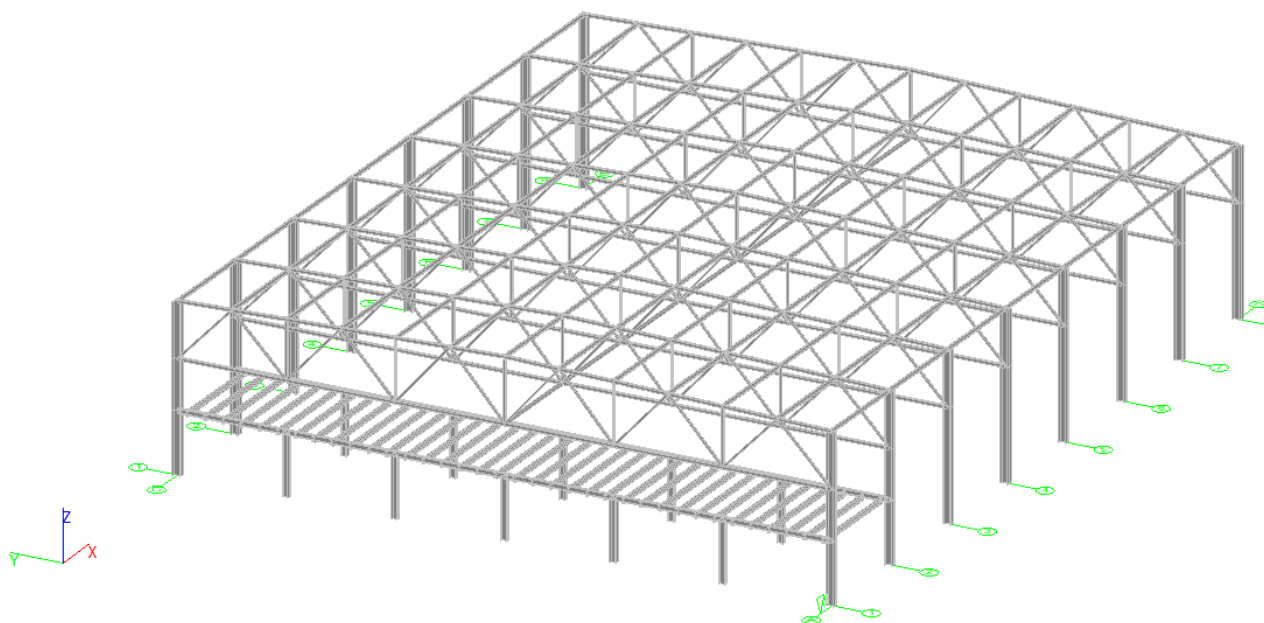


Рис 2.1. Общий вид расчетной схемы

2.2 Тип схемы

Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X , Y , Z и поворотами вокруг этих осей.

2.3 Выбранный режим статического расчета

Статический расчет системы выполнен в линейной постановке.

2.4 Условия примыкания элементов к узлам

Точки примыкания конечного элемента к узлам (концевые сечения элементов) имеют одинаковые перемещения с указанными узлами.

2.5 Характеристики использованных типов конечных элементов

В расчетную схему включены конечные элементы следующих типов.

Стержневые конечные элементы, для которых предусмотрена работа по обычным правилам сопротивления материалов. Описание их напряженного состояния связано с местной системой координат, у которой ось X_1 ориентирована вдоль стержня, а оси Y_1 и Z_1 — вдоль главных осей инерции поперечного сечения.

К стержневым конечным элементам рассматриваемой расчетной схемы относятся следующие типы элементов:

Элемент типа 5, который работает по пространственной схеме и воспринимает продольную силу N , изгибающие моменты M_y и M_z , поперечные силы Q_z и Q_y , а также крутящий момент M_k .

Конечные элементы оболочек, геометрическая форма которых на малом участке элемента является плоской (она образуют многогранник, вписанный в действительную криволинейную форму срединной поверхности оболочки). Для этих элементов, в соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма перемещений внутри элемента приближенно представлена упрощенными зависимостями. Описание их напряженного состояния связано с местной системой координат, у которой оси X_1 и Y_1 расположены в плоскости элемента и ось X_1 направлена от первого узла ко второму, а ось Z_1 ортогональна поверхности элемента.

Четырехугольный элемент типа 44, который имеет четыре узловые точки, не является совместным и моделирует поле нормальных перемещений внутри элемента полиномом 3 степени, а поле тангенциальных перемещений неполным полиномом 2 степени. Располагается в пространстве произвольным образом.

3. Правило знаков для перемещений

Правило знаков для перемещений принято таким, что линейные перемещения положительны, если они направлены в сторону возрастания соответствующей координаты, а углы поворота положительны, если они соответствуют правилу правого винта (при взгляде от конца соответствующей оси к ее началу движение происходит против часовой стрелки).

3.1 Усилия и напряжения

Вычисленные значения усилий и напряжений в элементах от нагрузок представлены в таблице результатов расчета «Усилия/напряжения элементов».

Для стержневых элементов усилия по умолчанию выводятся в концевых сечениях упругой части (начальном и конечном) и в центре упругой части, а при наличии запроса пользователя и в промежуточных сечениях по длине упругой части стержня. Для пластинчатых, объемных, осесимметричных и оболочечных элементов напряжения выводятся в центре тяжести элемента и при наличии запроса пользователя в узлах элемента.

3.2 Правило знаков для усилий (напряжений)

Правила знаков для усилий (напряжений) приняты следующими:

Для стержневых элементов возможно наличие следующих усилий:

N - продольная сила;

$M_{кр}$ - крутящий момент;

M_y - изгибающий момент с вектором вдоль оси Y_1 ;

Q_z - перерезывающая сила в направлении оси Z_1 соответствующая моменту M_y ;

M_z - изгибающий момент относительно оси Z_1 ;

Q_y - перерезывающая сила в направлении оси Y_1 соответствующая моменту M_z ;

R_z - отпор упругого основания.

Положительные направления усилий в стержнях приняты следующими:

для перерезывающих сил Q_z и Q_y - по направлениям соответствующих осей Z_1 и Y_1 ;

для моментов M_x , M_y , M_z - против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси X_1 , Y_1 , Z_1 ;

положительная продольная сила N всегда растягивает стержень.

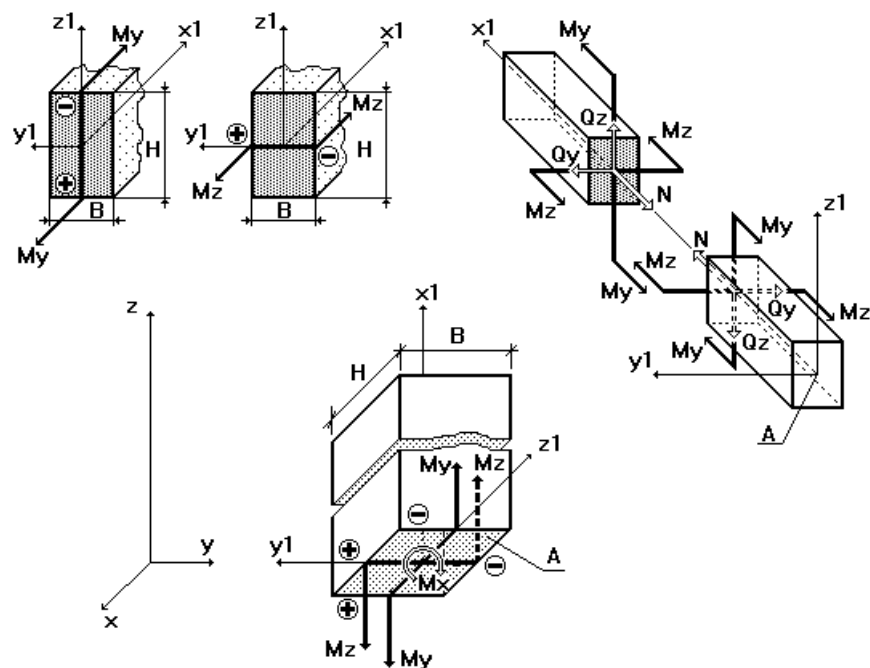


Рис 3.2 положительные направления внутренних усилий

На рисунке 3.2 показаны положительные направления внутренних усилий и моментов в сечении горизонтальных и наклонных (а), а также вертикальных (б) стержней.

Знаком “+” (плюс) помечены растянутые, а знаком “-” (минус) - сжатые волокна поперечного сечения от воздействия положительных моментов M_y и M_z .

4. Суммарные значения приложенных нагрузок по нагружениям.

В протоколе решения задачи для каждого из нагружений указываются значения суммарной узловой нагрузки, действующей на систему. Протокол решения задачи приведен.

19:48:30 06.06.2021

ПРОТОКОЛ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТА

Полный расчет. Версия 21.1.9.5. Сборка: Jun 23 2020

файл - "C:\Users\Elena\Desktop\КП \КП.SPR",

шифр - "Курсовая1".

19:48:30 Автоматическое определение числа потоков. Используется : 9

19:48:30 Вычисляются расчетные значения перемещений и усилий

19:48:30 Ввод исходных данных схемы

19:48:31 Подготовка данных многофронтального метода

19:48:31 Автоматический выбор метода оптимизации.

19:48:31 Использование оперативной памяти: 70 процентов

19:48:31 Высокопроизводительный режим факторизации

19:48:31 Упорядочение матрицы алгоритмом минимальной степени

19:48:31 Информация о расчетной схеме:

- шифр схемы Курсовая1

- порядок системы уравнений 1476

- ширина ленты 1314

- количество элементов 544, удаленных 0

- количество узлов 272, удаленных 0

- количество загружений 4

- плотность матрицы 60%

19:48:31 Необходимая для выполнения расчета дисковая память:

матрица жесткости - 0.529 Mb

динамика - 0.000 Mb

перемещения - 0.052 Mb

усилия - 0.313 Mb

рабочие файлы - 0.062 Mb

всего - 1.088 Mb

19:48:31 На диске свободно 37626.832 Mb

19:48:31 Подготовка данных многофронтального метода

19:48:31 Разложение матрицы жесткости многофронтальным методом.

19:48:31 Накопление нагрузок.

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	0	0	69.7855	-0.00566667	0	0
2-	0	0	529.2	0.00153066	3.53334e-006	0
3-	0	0	75.6	0.000218666	0	0
4-	0	0	108	0	0	0

19:48:31 ВНИМАНИЕ: Дана сумма внешних нагрузок

без учета приложенных непосредственно на связи

19:48:31 ВНИМАНИЕ: Не учитывается нагрузка на жесткие вставки при задании равномерно-распределенных нагрузок на стержневые элементы

19:48:31 Вычисление перемещений.

19:48:31 Потенциальная энергия (Тм)

19:48:31 1 - 0.0895392

19:48:31 2 - 18.2187

19:48:31 3 - 0.37181
 19:48:31 4 - 0.309311
 19:48:31 Сортировка перемещений
 19:48:32 Контроль решения
 19:48:32 Вычисление усилий
 19:48:32 Сортировка усилий и напряжений
 19:48:32 Вычисление сочетаний нагружений.
 19:48:32 Вычисление усилий от комбинаций нагружений
 19:48:32 Сортировка усилий и напряжений от комбинаций нагружений
 19:48:32 Вычисление перемещений от комбинаций нагружений
 19:48:32 Выбор расчетных сочетаний усилий по СП 20.13330.2011
 19:48:32 В расчетных сочетаниях не учитываются комбинации нагружений
 19:48:32 Выбор расчетных сочетаний перемещений по СП 20.13330.2011
 19:48:32 В расчетных сочетаниях не учитываются комбинации нагружений
 19:48:32 Выбор расчетных сочетаний прогибов в стержнях по СП 20.13330.2011
 19:48:32 В расчетных сочетаниях не учитываются комбинации нагружений
 19:48:33 ЗАДАНИЕ ВЫПОЛНЕНО

Затраченное время : 0:00:03 (1 min)

5. Расчетные сочетания

Основой выбора невыгодных расчетных сочетаний усилий в SCAD служит принцип суперпозиции. С целью ограничения количества рассматриваемых сочетаний усилий (PCY) для каждого вида напряженного состояния используется свой подход. Из 2^n сочетаний (где n – количество загружений), отбираются те PCY, которые соответствуют максимальному значению некоторой величины, избранной в качестве критерия и зависящей от всех компонентов напряженного состояния.

При определении PCY учитываются логические связи между загружениями, которые отражают физический смысл загружений и требования, регламентируемые различными нормативными документами (рис. 5.1).

Выделяются три типа загружений:

- независимые (собственный вес, вес оборудования и т.п.);
- взаимоисключающие (ветер слева и ветер справа, сейсмическое воздействие вдоль разных осей координат и т.п.);
- сопутствующие (тормозные при наличии вертикальных крановых нагрузок и т.п.).

Расчетные сочетания усилий и перемещений

Загружения										Коэф. надежности	Доля длительности
Активное загружение	Активное загружение в РСП	Наименование	Тип загружения	Вид нагрузки	Знакопременные	Участвуют в групповых операциях	Объединения	Взаимоисключения	Сопутствия		
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	СВ	Постоянные на	Вес металлических	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,05	1
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Снег	Кратковремен	Полные снеговые	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,4	0,7
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Панели	Постоянные на	Другие	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,2	1
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Пол	Постоянные на	Вес металлических	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,05	1

Деактивировать загружение Дерево PCY Загружения ■ не могут входить в сочетания без загружений ■ Удаление PCY
 Шаг ориентации площадок при анализе пластин 15 град Отчет

Параметры:

Связи загружений:

Типы сооружений (при учете сейсмики):
☒ Гражданские и промышленные 2011
☐ Транспортные

☒ ОК ☒ Отмена Справка

Рис. 5.1 Таблица PCY

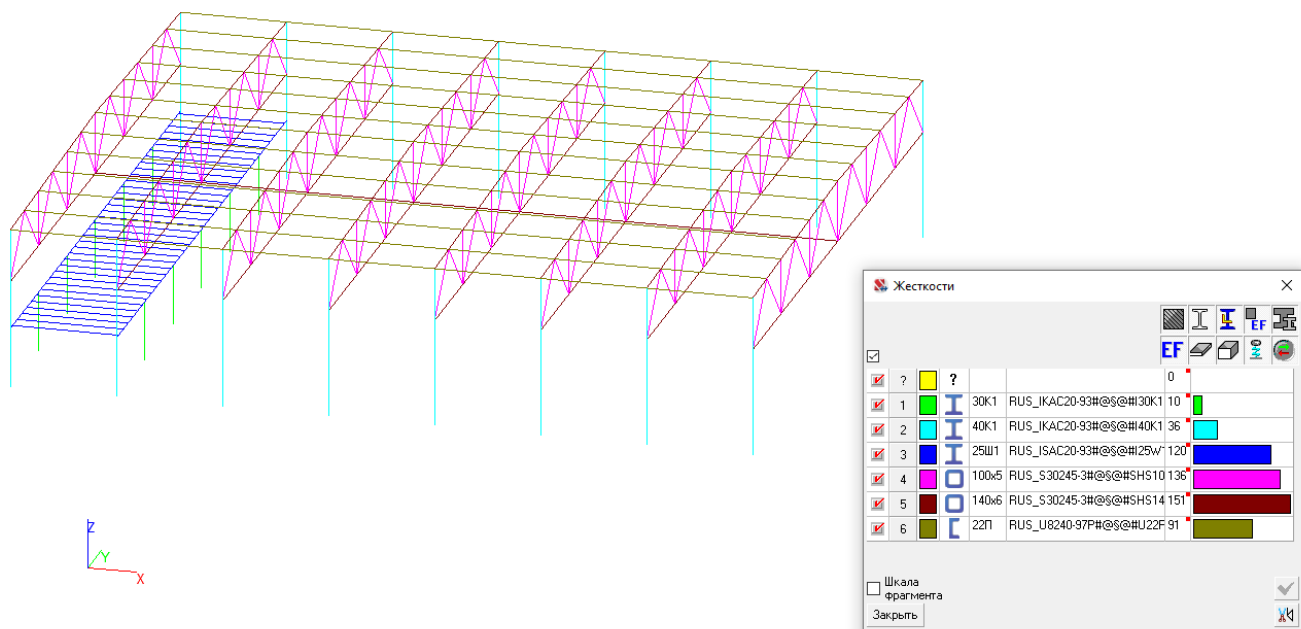


Рис. 5.2 Предварительные жесткости элементов

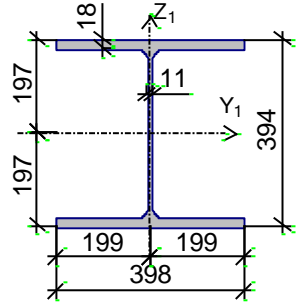
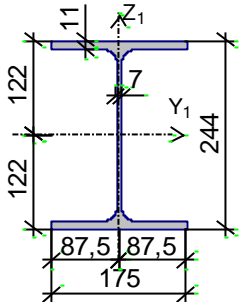
Жесткости

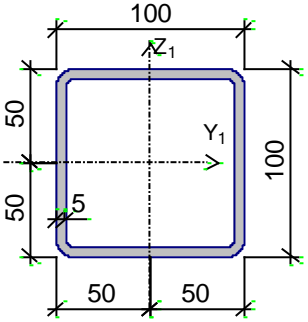
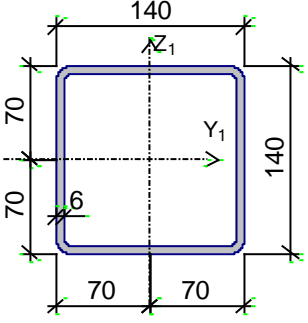
Единицы измерения:

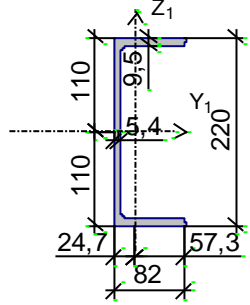
- Линейные размеры: м
- Размеры сечений: мм
- Силы: Т

Толщина пластин представлена в единицах измерения линейных размеров.

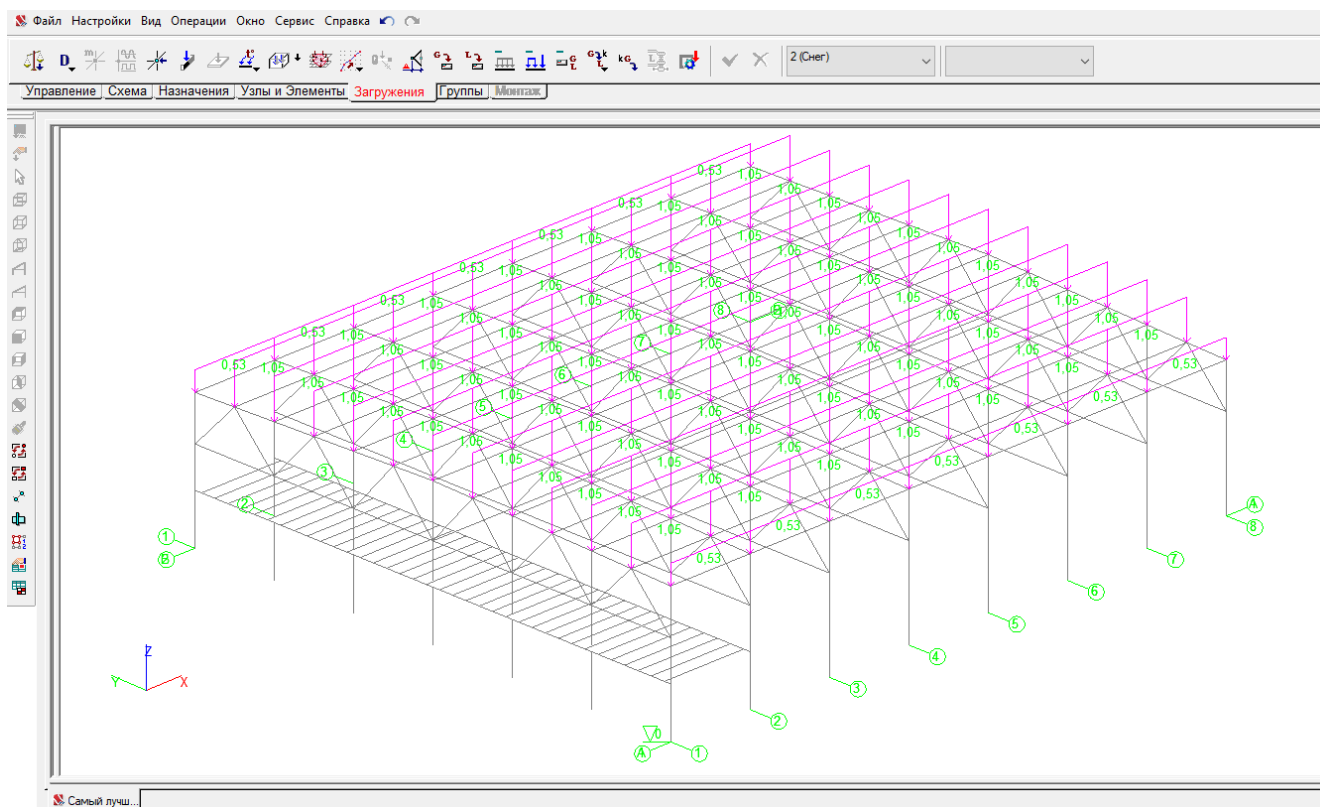
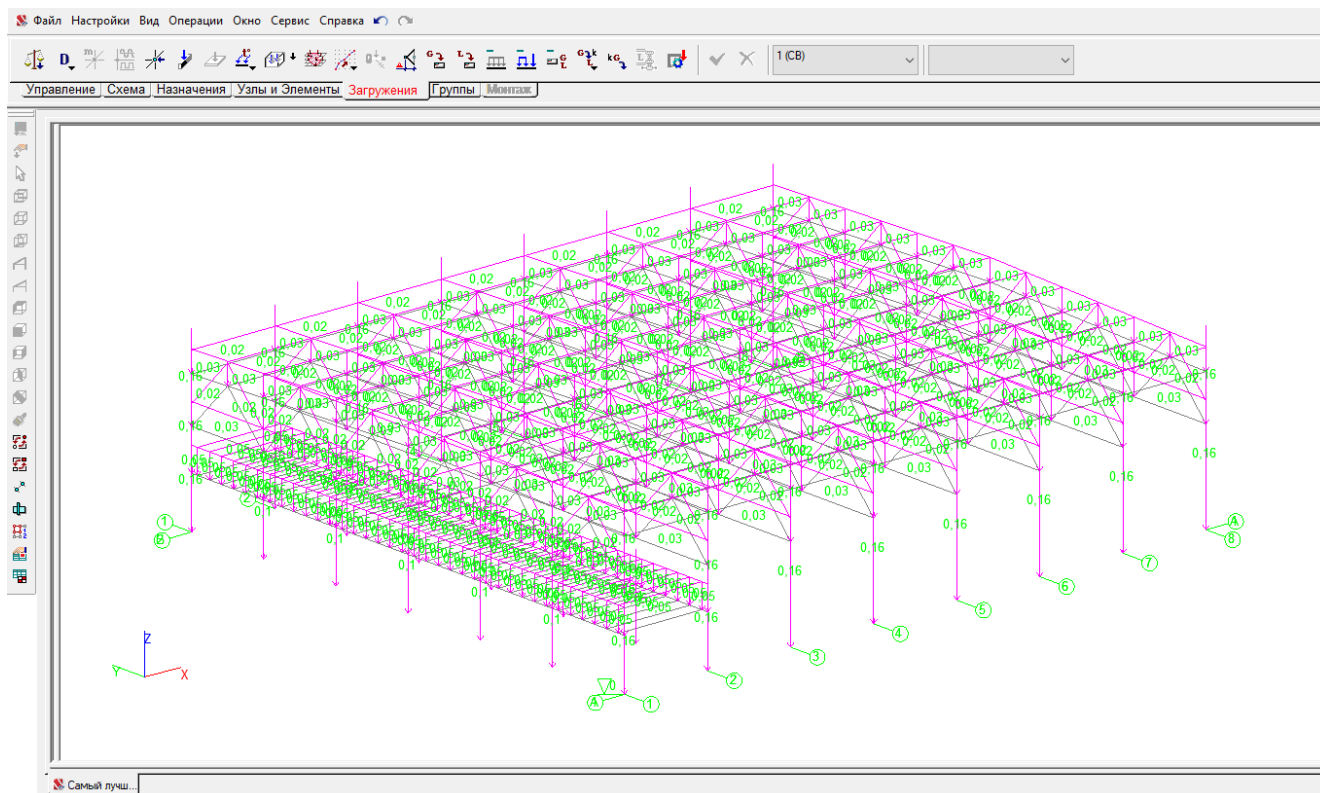
Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
1	<p>Имя типа жесткости: RUS_IKAC20-93#@#@#30K1</p> <p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката</p> <p>Каталог: СТО АСЧМ 20-93</p> <p>Семейство: Двутавр колонный (К) по СТО АСЧМ 20-93</p> <p>Профиль: 30K1</p> <p>Модуль упругости $E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2$</p> <p>Коэффициент Пуассона $\nu = 0,25$</p> <p>Объемный вес $\rho = 7,85 \text{ Т/м}^3$</p> <p>Коэффициент температурного расширения $\alpha = 1, \text{e-}005$</p> <p>Продольная жесткость $EF = 232680,02 \text{ Т}$</p> <p>Изгибная жесткость (ось Y) $EI_y = 3958,29 \text{ Т*м}^2$</p> <p>Изгибная жесткость (ось Z) $EI_z = 1310,59 \text{ Т*м}^2$</p> <p>Сдвиговая жесткость (ось Y) $GF_y = 39878,8 \text{ Т}$</p> <p>Сдвиговая жесткость (ось Z) $GF_z = 74457,61 \text{ Т}$</p> <p>Крутильная жесткость $GI_{кр} = 5,1 \text{ Т*м}^2$</p> <p>Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) $a_{u+} = 3,77 \text{ см}$</p> <p>Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) $a_{u-} = 3,77 \text{ см}$</p> <p>Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) $a_{v+} = 11,42 \text{ см}$</p> <p>Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) $a_{v-} = 11,42 \text{ см}$</p>	

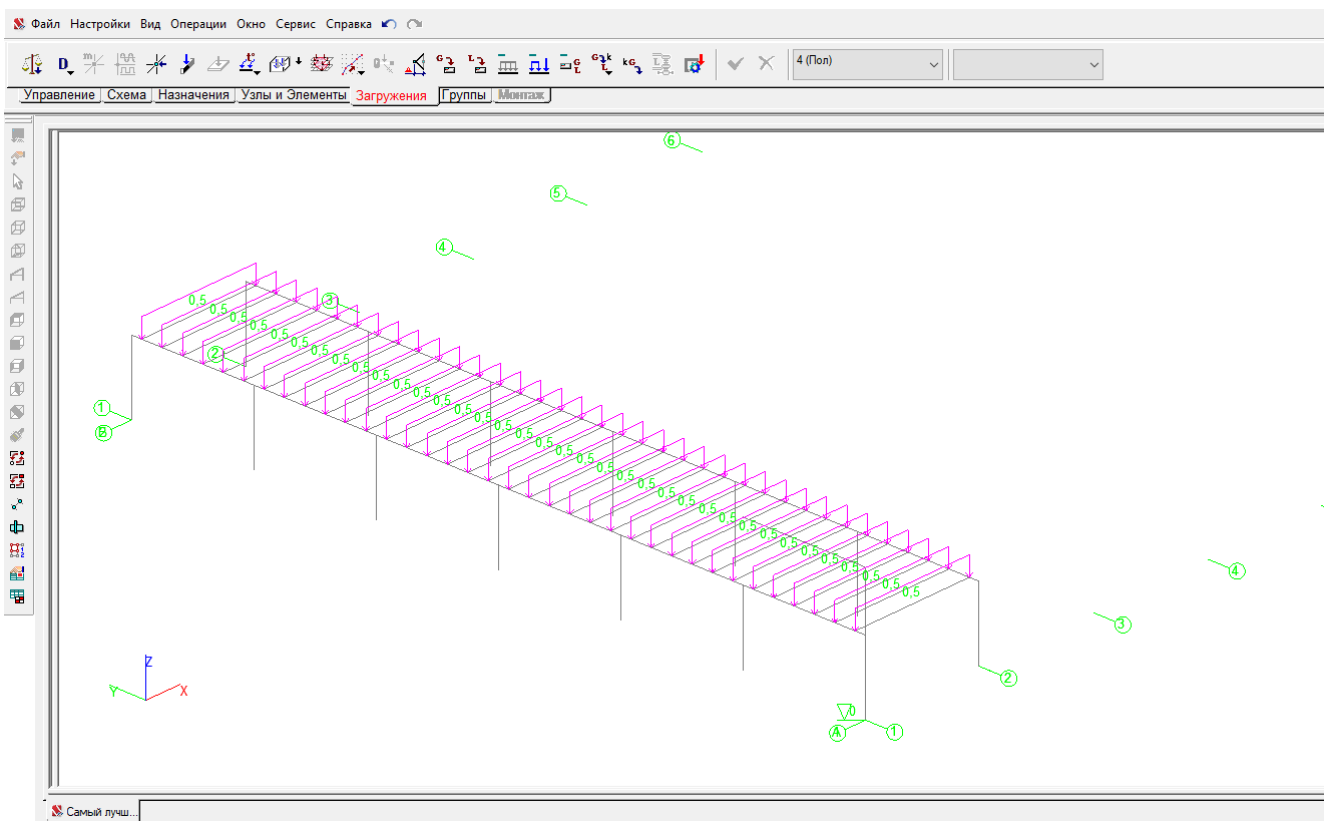
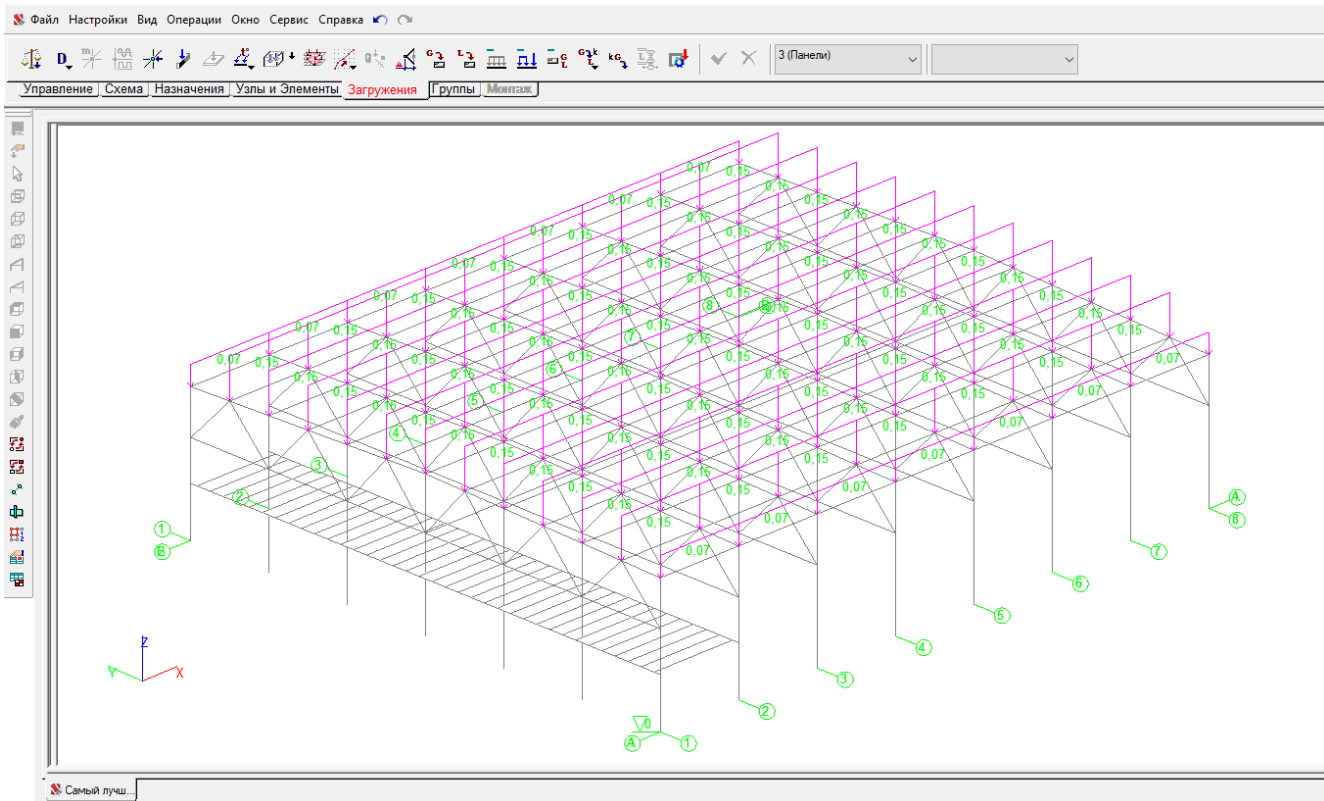
Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
2	<p>Имя типа жесткости: RUS_IKAC20-93#@\$\$@#I40K1 Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: СТО АСЧМ 20-93 Семейство: Двутавр колонный (К) по СТО АСЧМ 20-93 Профиль: 40К1</p> <p>Модуль упругости $E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2$ Коэффициент Пуассона $\nu = 0,25$ Объемный вес $\rho = 7,85 \text{ Т/м}^3$ Коэффициент температурного расширения $\alpha = 1, \text{e-}005$ Продольная жесткость $EF = 392300,99 \text{ Т}$ Изгибная жесткость (ось Y) $EI_y = 11790,87 \text{ Т*м}^2$ Изгибная жесткость (ось Z) $EI_z = 3973,6 \text{ Т*м}^2$ Сдвиговая жесткость (ось Y) $GF_y = 65440,75 \text{ Т}$ Сдвиговая жесткость (ось Z) $GF_z = 125536,31 \text{ Т}$ Крутильная жесткость $GI_{кр} = 14,19 \text{ Т*м}^2$ Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) $a_{u+} = 5,09 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) $a_{u-} = 5,09 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) $a_{v+} = 15,26 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) $a_{v-} = 15,26 \text{ см}$</p>	
3	<p>Имя типа жесткости: RUS_ISAC20-93#@\$\$@#I25W1 Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: СТО АСЧМ 20-93 Семейство: Двутавр широкополочный по СТО АСЧМ 20-93 Профиль: 25Ш1</p> <p>Модуль упругости $E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2$ Коэффициент Пуассона $\nu = 0,25$ Объемный вес $\rho = 7,85 \text{ Т/м}^3$ Коэффициент температурного расширения $\alpha = 1, \text{e-}005$ Продольная жесткость $EF = 118104 \text{ Т}$ Изгибная жесткость (ось Y) $EI_y = 1285,62 \text{ Т*м}^2$ Изгибная жесткость (ось Z) $EI_z = 206,7 \text{ Т*м}^2$ Сдвиговая жесткость (ось Y) $GF_y = 23241,12 \text{ Т}$ Сдвиговая жесткость (ось Z) $GF_z = 37793,28 \text{ Т}$ Крутильная жесткость $GI_{кр} = 1,5 \text{ Т*м}^2$ Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) $a_{u+} = 2 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) $a_{u-} = 2 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) $a_{v+} = 8,92 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) $a_{v-} = 8,92 \text{ см}$</p>	

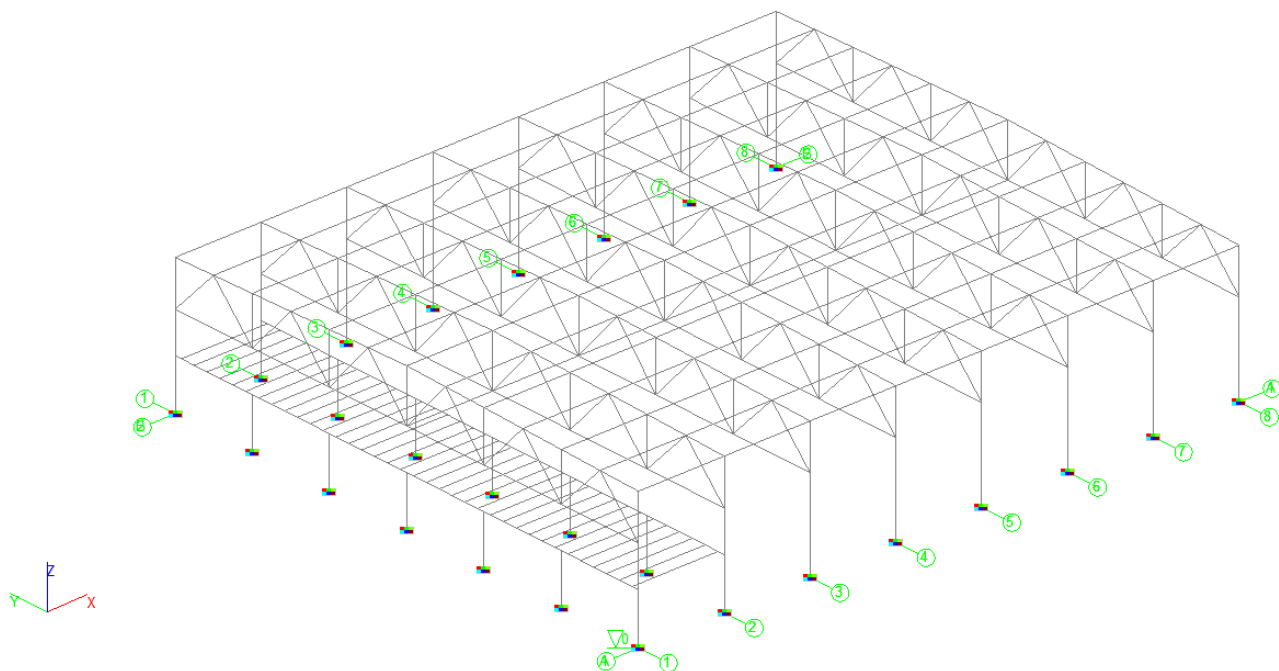
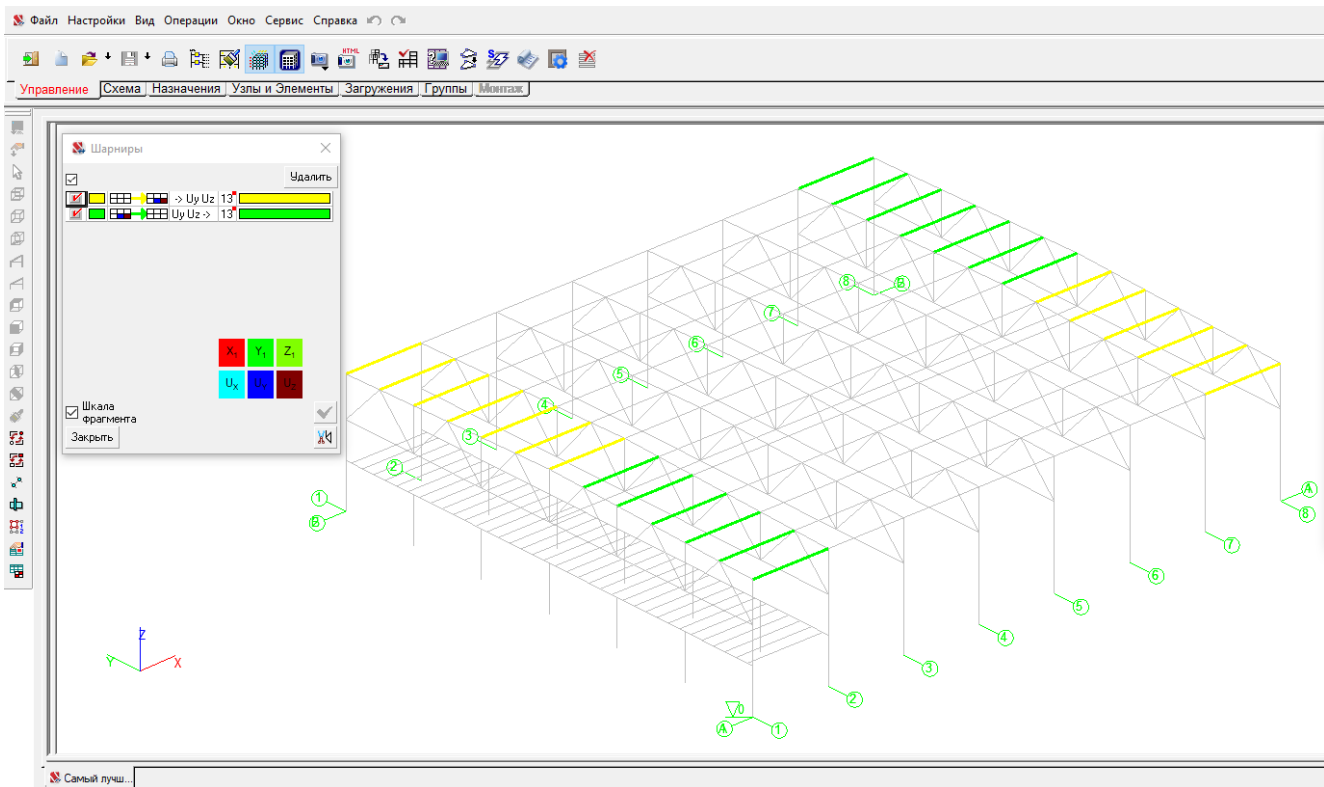
Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
4	<p>Имя типа жесткости: RUS_S30245-3#@#@SHS100x5 Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 Профиль: 100x5</p> <p>Модуль упругости $E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2$ Коэффициент Пуассона $\nu = 0,25$ Объемный вес $\rho = 7,85 \text{ Т/м}^3$ Коэффициент температурного расширения $\alpha = 1, \text{e-}005$ Продольная жесткость $EF = 38556 \text{ Т}$ Изгибная жесткость (ось Y) $EI_y = 56,89 \text{ Т*м}^2$ Изгибная жесткость (ось Z) $EI_z = 56,89 \text{ Т*м}^2$ Сдвиговая жесткость (ось Y) $GF_y = 9655,76 \text{ Т}$ Сдвиговая жесткость (ось Z) $GF_z = 9655,76 \text{ Т}$ Крутильная жесткость $GI_{кр} = 33,4 \text{ Т*м}^2$ Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) $a_{u+} = 2,95 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) $a_{u-} = 2,95 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) $a_{v+} = 2,95 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) $a_{v-} = 2,95 \text{ см}$</p>	
5	<p>Имя типа жесткости: RUS_S30245-3#@#@SHS140x6 Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ.. Семейство: Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 Профиль: 140x6</p> <p>Модуль упругости $E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2$ Коэффициент Пуассона $\nu = 0,25$ Объемный вес $\rho = 7,85 \text{ Т/м}^3$ Коэффициент температурного расширения $\alpha = 1, \text{e-}005$ Продольная жесткость $EF = 65583 \text{ Т}$ Изгибная жесткость (ось Y) $EI_y = 193,2 \text{ Т*м}^2$ Изгибная жесткость (ось Z) $EI_z = 193,2 \text{ Т*м}^2$ Сдвиговая жесткость (ось Y) $GF_y = 16424,27 \text{ Т}$ Сдвиговая жесткость (ось Z) $GF_z = 16424,27 \text{ Т}$ Крутильная жесткость $GI_{кр} = 113,05 \text{ Т*м}^2$ Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) $a_{u+} = 4,21 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) $a_{u-} = 4,21 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) $a_{v+} = 4,21 \text{ см}$ Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) $a_{v-} = 4,21 \text{ см}$</p>	

Жесткости		
Тип	Жесткость	Изображение
6	<p>Имя типа жесткости: RUS_U8240-97P#@#@#U22P</p> <p>Жесткость стержневых элементов - профиль металлопроката</p> <p>Каталог: Полный каталог профилей ГОСТ..</p> <p>Семейство: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97</p> <p>Профиль: 22П</p> <p>Модуль упругости $E = 21000000,77 \text{ Т/м}^2$</p> <p>Коэффициент Пуассона $\nu = 0,25$</p> <p>Объемный вес $\rho = 7,85 \text{ Т/м}^3$</p> <p>Коэффициент температурного расширения $\alpha = 1, \text{e-}005$</p> <p>Продольная жесткость $EF = 56070 \text{ Т}$</p> <p>Изгибная жесткость (ось Y) $EI_y = 445,2 \text{ Т*м}^2$</p> <p>Изгибная жесткость (ось Z) $EI_z = 37,38 \text{ Т*м}^2$</p> <p>Сдвиговая жесткость (ось Y) $GF_y = 13151,45 \text{ Т}$</p> <p>Сдвиговая жесткость (ось Z) $GF_z = 14806,28 \text{ Т}$</p> <p>Крутильная жесткость $GI_{кр} = 0,21 \text{ Т*м}^2$</p> <p>Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U) $a_{u+} = 1,16 \text{ см}$</p> <p>Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U) $a_{u-} = 2,7 \text{ см}$</p> <p>Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V) $a_{v+} = 7,22 \text{ см}$</p> <p>Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V) $a_{v-} = 7,22 \text{ см}$</p>	

Далее в графическом виде приведены нагрузки, действующие на здание.







6. Результаты расчета.

Результаты расчетов приведены ниже.

Результаты подбора сечений

Тип	Выбор	Произведен выбор	Название группы	Состояние подбора	Жесткость элементов	Сечение для экспертизы	Результат подбора
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Группа унификации прогоны	✓	Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 22П	Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 22П	Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 22П
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Группа унификации элементы решетки	✓	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 100х5	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 160х5	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 160х5
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Группа унификации пояса фермы	✓	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 140х6	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 200х6	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 200х6
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Группа унификации внешние колонны	✓	Двутавр колонный (К) по СТО АС-М 20-93 40К1	Двутавр колонный (К) по СТО АС-М 20-93 40К2	Двутавр колонный (К) по СТО АС-М 20-93 40К2
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Группа унификации внутренние колонны	✓	Двутавр колонный (К) по СТО АС-М 20-93 30К1	Двутавр колонный (К) по СТО АС-М 20-93 20К1	Двутавр колонный (К) по СТО АС-М 20-93 20К1
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Группа унификации балки	✓	Двутавр широкополочный по СТО АС-М 20-93 25Ш1	Двутавр широкополочный по СТО АС-М 20-93 25Ш1	Двутавр широкополочный по СТО АС-М 20-93 25Ш1

☐ Наследовать имена жесткостей

☒ Выбор

Занести исходные сечения для экспертизы

Восстановить исходные сечения для экспертизы

Создать новую задачу с подобранными жесткостями

Отчет OK Отмена Справка

Жесткости

?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
1	30К1	RUS_IKAC20-93#0\$@#130К1	10						
2	40К1	RUS_IKAC20-93#0\$@#40К1	36						
3	25Ш1	RUS_ISAC20-93#0\$@#25Ш1	120						
4	100х5	RUS_S30245-3#0\$@#SHS10	136						
5	140х6	RUS_S30245-3#0\$@#SHS14	151						
6	22П	RUS_U8240-97P#0\$@#U22P	91						

Шкала фрагмента

Закрыть

Узел 272(0) Элемент

Результаты подбора сечений

Тип	Выбор	Произведен выбор	Название группы	Состояние подбора	Жесткость элементов	Сечение для экспертизы	Результат подбора
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Группа унификации прогоны	✓	Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 22П	Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 22П	Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 22П
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации элементы решетки	✓	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 160х5	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 160х5	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 160х5.5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации пояса фермы	✓	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 200х6	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 200х6	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 200х6.5
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Группа унификации внешние колонны	✓	Двутавр колонный (К) по СТО АС-М 20-93 40К2	Двутавр колонный (К) по СТО АС-М 20-93 40К2	Двутавр колонный (К) по СТО АС-М 20-93 40К2
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Группа унификации внутренние колонны	✓	Двутавр колонный (К) по СТО АС-М 20-93 20К1	Двутавр колонный (К) по СТО АС-М 20-93 20К1	Двутавр колонный (К) по СТО АС-М 20-93 20К1
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Группа унификации балки	✓	Двутавр широкополочный по СТО АС-М 20-93 25Ш1	Двутавр широкополочный по СТО АС-М 20-93 25Ш1	Двутавр широкополочный по СТО АС-М 20-93 25Ш1

☐ Наследовать имена жесткостей

☐ Выбор

Занести исходные сечения для экспертизы

Восстановить исходные сечения для экспертизы

Создать новую задачу с подобранными жесткостями

Отчет OK Отмена Справка

Жесткости

?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
1	22П	RUS_IKAC20-93#0\$@#22П	91						
2	160х5	RUS_S30245-3#0\$@#SHS10	136						
3	200х6	RUS_S30245-3#0\$@#SHS14	151						
4	40К2	RUS_IKAC20-93#0\$@#40К1	36						
5	20К1	RUS_IKAC20-93#0\$@#20К1	10						
6	25Ш1	RUS_U8240-97P#0\$@#U22P	120						

Шкала фрагмента

Закрыть

Результаты подбора сечений

Тип	Выбор	Произведен выбор	Название группы	Состояние подбора	Жесткость элементов	Сечение для экспертизы	Результат подбора
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Группа унификации прогоны	✓	Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 22П	Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 22П	Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 22П
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации элементы решетки	✓	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 160x5.5	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 160x4
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации пояса фермы	✓	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 200x6.5	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003	Стальные гнутые закатные сварные квадратные профили по ГОСТ 30245-2003 180x5.5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации внешние колонны	✓	Двутавр колонный (К) по СТО АСЧМ 20-93 40К2	Двутавр колонный (К) по СТО АСЧМ 20-93 40К2	Двутавр колонный (К) по СТО АСЧМ 20-93 40К1
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Группа унификации внутренние колонны	✓	Двутавр колонный (К) по СТО АСЧМ 20-93 20К1	Двутавр колонный (К) по СТО АСЧМ 20-93 20К1	Двутавр колонный (К) по СТО АСЧМ 20-93 20К1
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Группа унификации балки	✓	Двутавр широкополочный по СТО АСЧМ 20-93 25Ш1	Двутавр широкополочный по СТО АСЧМ 20-93 25Ш1	Двутавр широкополочный по СТО АСЧМ 20-93 25Ш1

☐ Наследовать имена жесткостей

☐ Выбор

Занести жесткости элементов

Восстановить исходные жесткости

Занести исходные сечения для экспертизы

Восстановить исходные сечения для экспертизы

Создать новую задачу с подобранными жесткостями

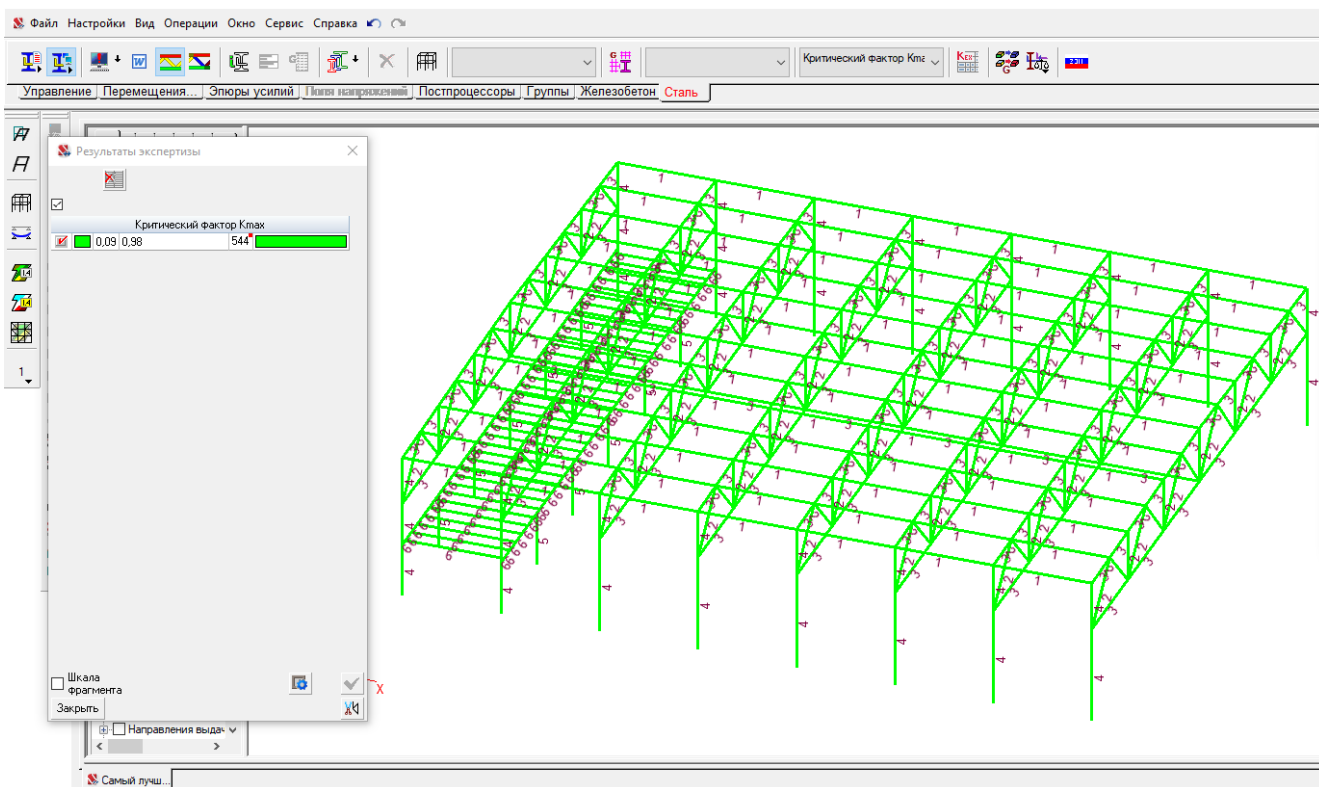
Отчет OK Отмена Справка

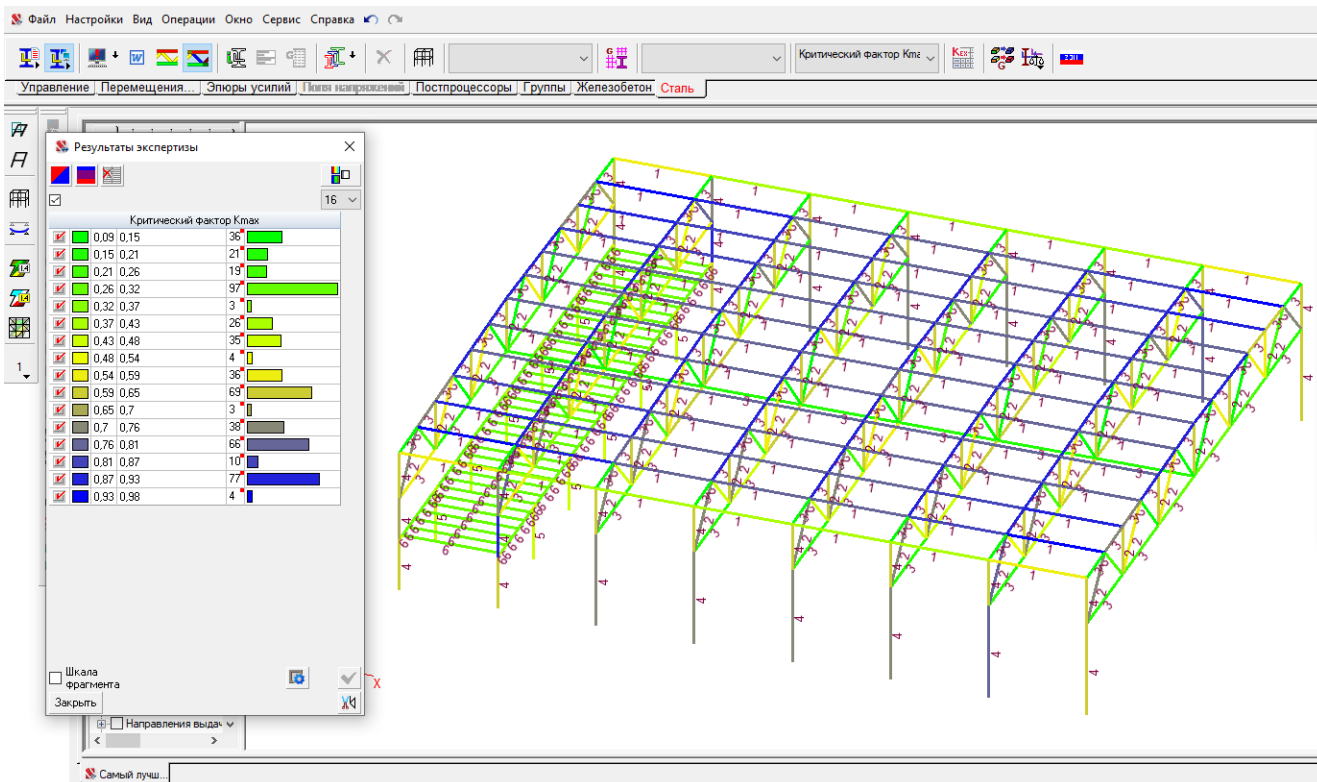
Жесткости

№	Профиль	Сечение	Жесткость
1	22П	91	
2	160x5.5	136	
3	200x6.5	151	
4	40К2	36	
5	20К1	10	
6	25Ш1	120	

Шкала фрагмента

Заккрыть





Конструктивная группа прогоны

Была произведена замена жесткостей пользователем.


Элементы: 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 447 448 449 450 451 452
453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478
479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 500 501 502 503 504
505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520

Конструктивная группа прогоны. Элемент № 471

Была произведена замена жесткостей пользователем.

Сталь: С245

Длина элемента 6 м

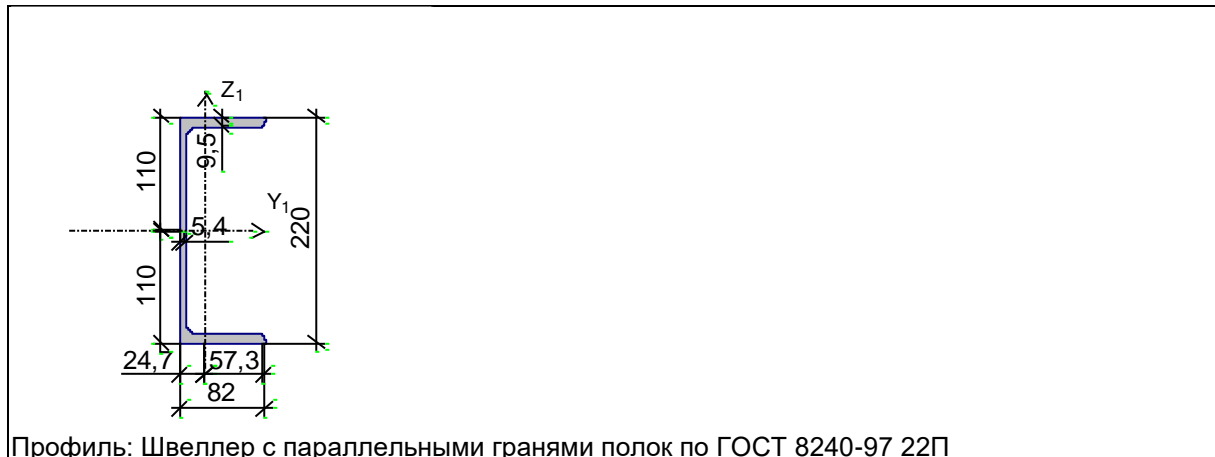
Количество закрепле- ний сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределен- ная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 0,5 м

Сечение



Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 22П

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент ис- пользования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии по- перечной силы	0,3	L1+L2+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность при действии из- гибающего момента	0,98	L1+L2+L3+L4
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,98	L1+L2+L3+L4

КП-2069059-08.04.01-202181-2021

Лист

23

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,73	L1+L2+L3+L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,33	L1+L3+L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,47	L1+L2+L3+L4

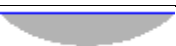
Коэффициент использования 0,98 - Прочность при действии изгибающего момента

Конструктивная группа прогоны. Элемент № 516

Была произведена замена жесткостей пользователем.

Сталь: С245

Длина элемента 6 м

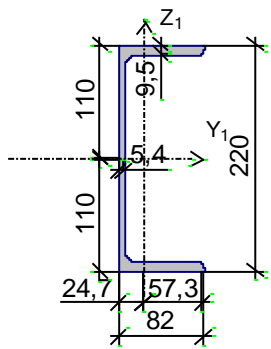
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 0,5 м

Сечение


Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 22П

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,13	L1+L2+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,4	L1+L2+L3+L4
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,4	L1+L2+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,3	L1+L2+L3+L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,33	L1+L3+L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,3	L1+L2+L3+L4

Коэффициент использования 0,4 - Прочность при действии изгибающего момента

Экстремальные значения факторов. Группа прогоны							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	516	0,13	L1+L2+L3+L4~Сечение 3	471	0,3	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	516	0,4	L1+L2+L3+L4~Сечение 3	471	0,98	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	516	0,4	L1+L2+L3+L4~Сечение 3	471	0,98	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	516	0,3	L1+L2+L3+L4~Сечение 3	471	0,73	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	430	0,33	L1+L2+L3+L4~Сечение 2	430	0,33	L1+L2+L3+L4~Сечение 2
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	516	0,3	L1+L2+L3+L4~Сечение 3	471	0,47	L1+L2+L3+L4~Сечение 1

Конструктивная группа стойки и раскосы

Была произведена замена жесткостей пользователем.


Элементы: 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 160 161 162 163 164 165 166 168 169 170 424 425

Конструктивная группа стойки и раскосы. Элемент № 26

Была произведена замена жесткостей пользователем.

Сталь: С345

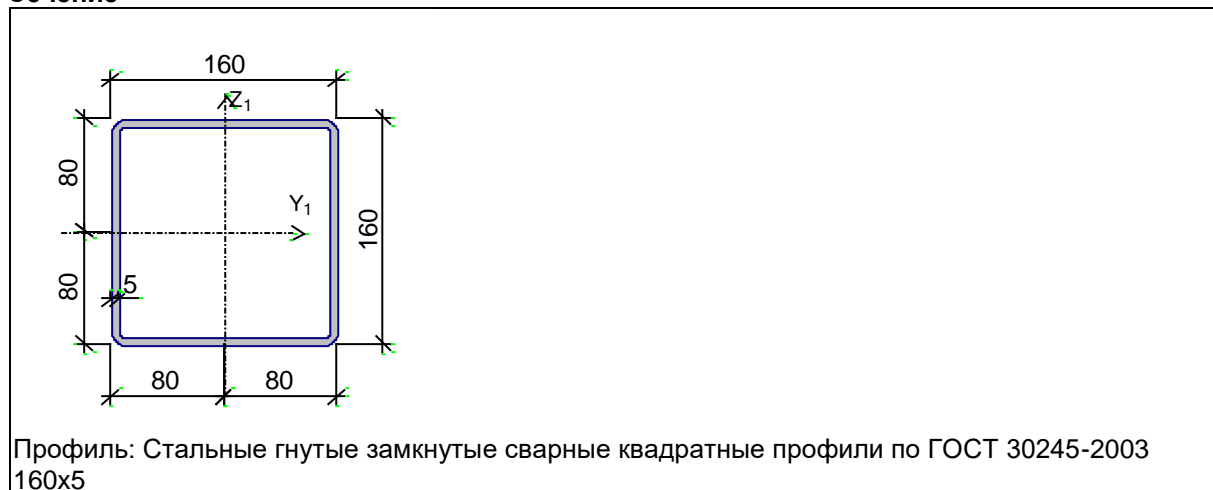
Длина элемента 4,1 м

Количество закрепле- ний сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределен- ная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2011

Сечение

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент ис- пользования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,64	L1+L2+L3+L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,74	L1+L2+L3+L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,81	L1+L2+L3+L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устой- чивости	0,73	L1+L2+L3+L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18,	Предельная гибкость свеса	0,73	L1+L2+L3+L4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
9.4.7, 9.4.9	полки (поясного листа) из условия местной устойчивости		
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0,4	L1+L2+L3+L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,31	L1+L2+L3+L4


Коэффициент использования 0,81 - Устойчивость элемента из плоскости фермы

Конструктивная группа стойки и раскосы. Элемент № 522

Была произведена замена жесткостей пользователем.

Сталь: С345

Длина элемента 4,23 м

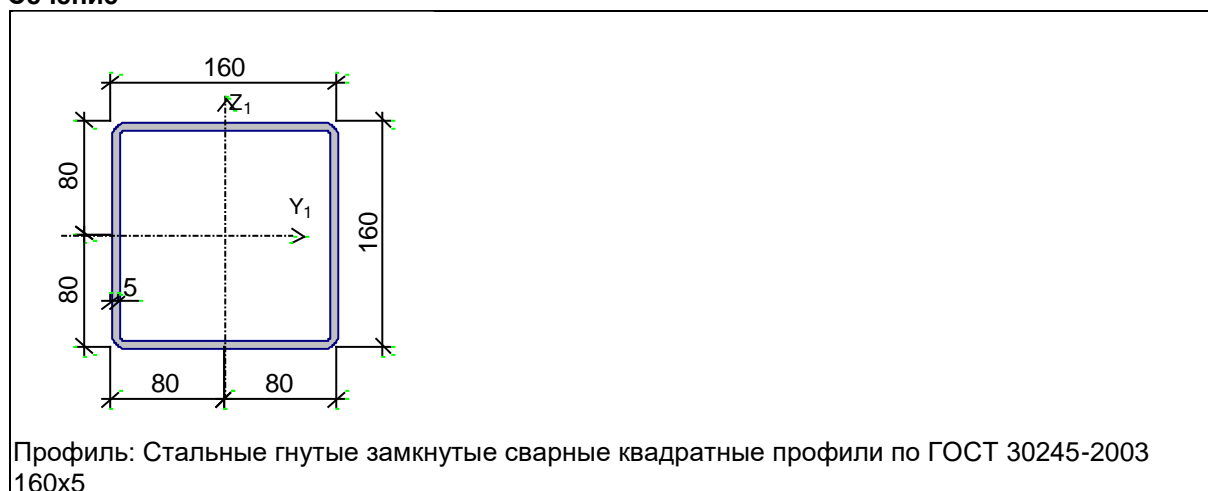
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2011

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,11	L1+L2+L3+L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,13	L1+L2+L3+L4

Коэффициент использования 0,13 - Предельная гибкость в плоскости фермы

Экстремальные значения факторов. Группа стойки и раскосы							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	112	0,01	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	26	0,64	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	112	0,01	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	26	0,74	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	112	0,01	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	26	0,81	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	47	0,57	L1+L3+L4~Сечение 1	122	0,73	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	47	0,57	L1+L3+L4~Сечение 1	122	0,73	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	12	0,26	L1+L3+L4~Сечение 1	26	0,4	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	523	0,13	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	26	0,31	L1+L2+L3+L4~Сечение 3

Конструктивная группа верхний и нижний пояс (+затяжка)

Была произведена замена жесткостей пользователем.


Элементы: 216 217 218 219 220 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 233 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 284 285 286 287 288 289 291 292 293 294 295 296 297 298 300 301 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 350 351 352 353 354 355 356 357 358 405 406 407 408 409 410 411 415 416 418 419 420 421 422 423 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544

Конструктивная группа верхний и нижний пояс (+затяжка). Элемент № 350

Была произведена замена жесткостей пользователем.

Сталь: С345

Длина элемента 2,98 м

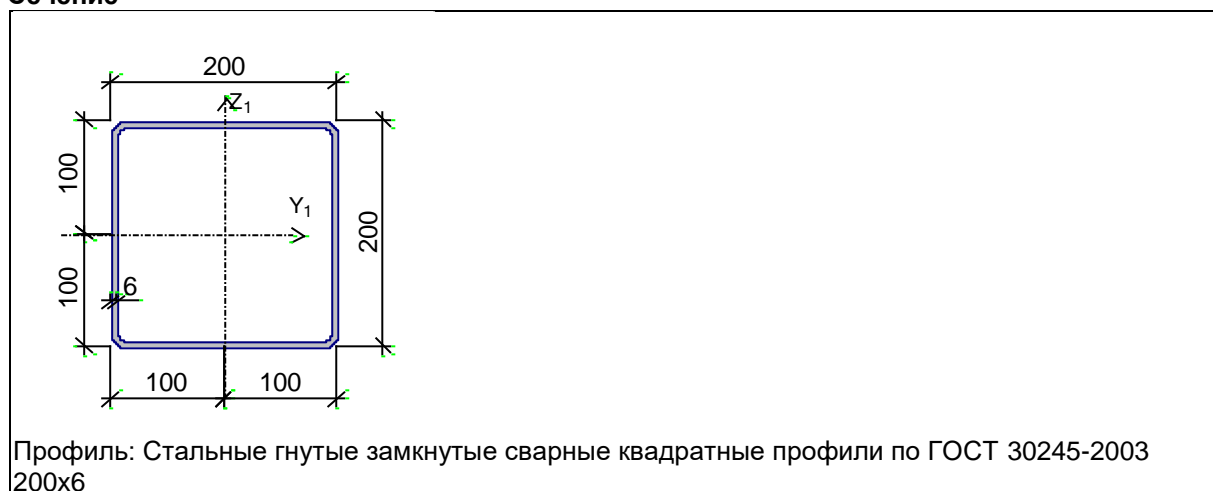
Количество закреп- ний сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределен- ная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2011

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент ис- пользования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,05	L1+L2+L3+L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,09	L1+L2+L3+L4


Коэффициент использования 0,09 - Предельная гибкость в плоскости фермы

Конструктивная группа верхний и нижний пояс (+затяжка). Элемент № 538

Была произведена замена жесткостей пользователем.

Сталь: С345

Длина элемента 3 м

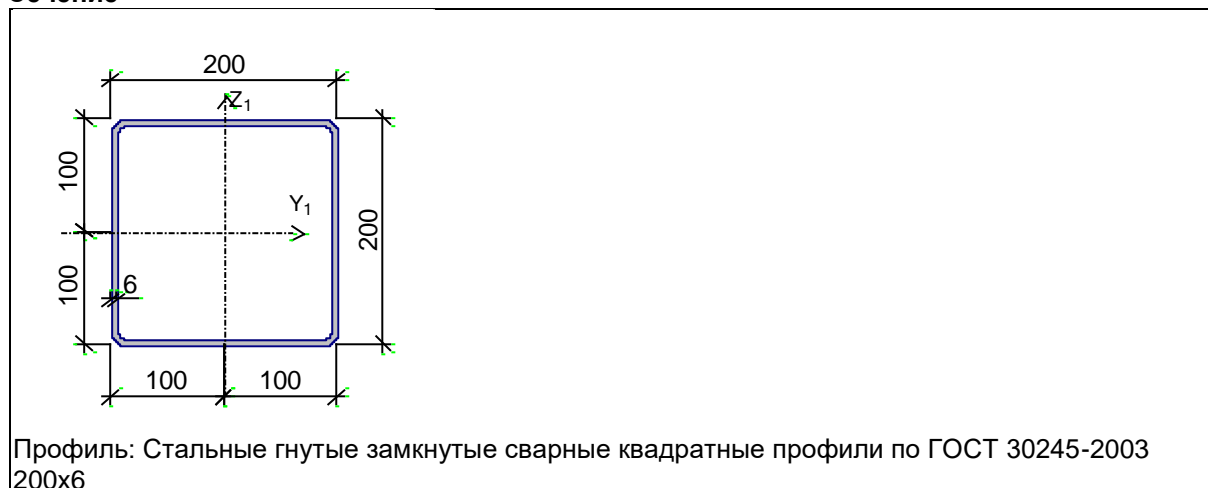
Количество закреп- ний сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределен- ная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициенты расчетной длины по СП 16.13330.2011

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,29	L1+L2+L3+L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,32	L1+L2+L3+L4
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,29	L1+L2+L3+L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,89	L1+L2+L3+L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,89	L1+L2+L3+L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,25	L1+L3+L4

Коэффициент использования 0,89 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости

Экстремальные значения факторов. Группа верхний и нижний пояс (+затяжка)							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 7.1.1	Прочность элемента	405	0,01	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	334	0,74	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости	423	0,02	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	334	0,8	L1+L2+L3+L4~Сечение 3

Экстремальные значения факторов. Группа верхний и нижний пояс (+затяжка)							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	фермы			чение 1			чение 3
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	423	0,01	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	334	0,74	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	228	0,58	L1+L3+L4~Сечение 1	538	0,89	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	228	0,58	L1+L3+L4~Сечение 1	538	0,89	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	227	0,09	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	228	0,51	L1+L3+L4~Сечение 1

Конструктивная группа внешние колонны

Была произведена замена жесткостей пользователем.

Элементы: 171 172 173 234 235 236 237 238 258 259 260 261 280 281 282 283 302 303 304 305 324 325 326 327 346 347 348 349 359 360 361 362 412 413 414

Конструктивная группа внешние колонны. Элемент № 235

Была произведена замена жесткостей пользователем.

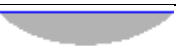
Сталь: С245

Длина элемента 2,71 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180 - 60α

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

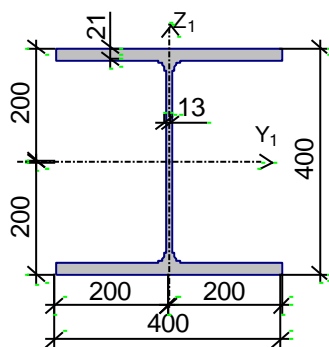
Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1
 Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2,71 м

Сечение



Профиль: Двутавр колонный (К) по СТО АСЧМ 20-93 40К2

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,76	L1+L2+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,02	L1+L2+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$1,79 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,43	L1+L2+L3+L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,87	L1+L2+L3+L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,11	L1+L2+L3+L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,1	L1+L2+L3+L4
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,7	L1+L2+L3+L4
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,19	L1+L2+L3+L4
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,76	L1+L2+L3+L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,18	L1+L3+L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,11	L1+L2+L3+L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,57	L1+L2+L3+L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,72	L1+L2+L3+L4

Коэффициент использования 0,87 - Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики

Конструктивная группа внешние колонны. Элемент № 360

Была произведена замена жесткостей пользователем.


Сталь: С245

Длина элемента 3,02 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: $180 - 60\alpha$

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закрепле- ний сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределен- ная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

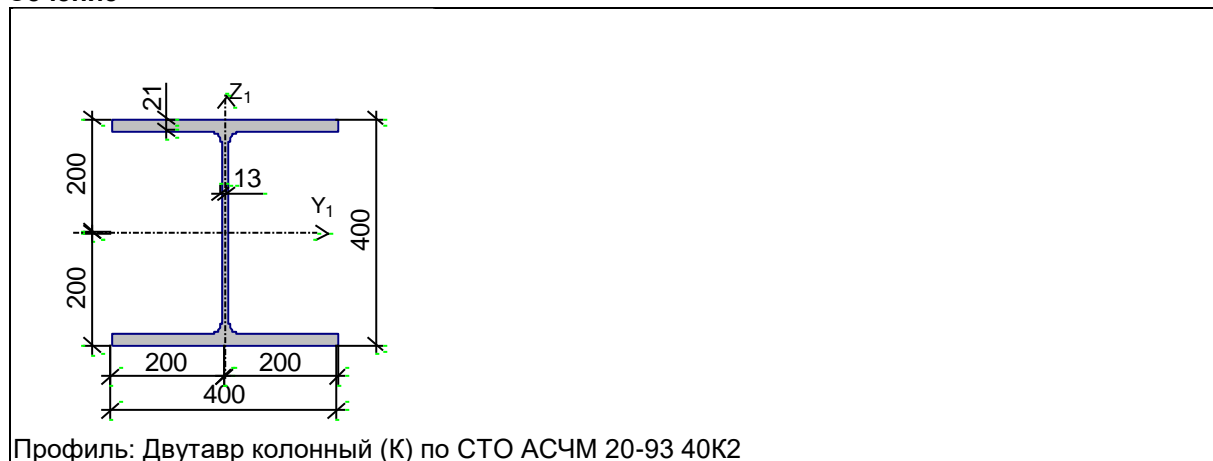
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3,02 м

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент ис- пользования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии из- гибающего момента M_y	0,27	L1+L2+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность при действии из- гибающего момента M_z	$1,76 \cdot 10^{-004}$	L1+L2+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность при действии по- перечной силы Q_y	$1,09 \cdot 10^{-005}$	L1+L2+L3+L4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qz	0,11	L1+L2+L3+L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0,26	L1+L2+L3+L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	$3,34 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	$3,83 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	$3,67 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L4
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	$2,96 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L4
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	$3,83 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L4
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	$2,79 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L4
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	$3,13 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L4
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	$3,67 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L4
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	0,27	L1+L2+L3+L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,2	L1+L2+L3+L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,12	L1+L2+L3+L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,56	L1+L2+L3+L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,59	L1+L2+L3+L4

Коэффициент использования 0,59 - Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости

Экстремальные значения факторов. Группа внешние колонны							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mu	412	0,07	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	235	0,76	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента Mz	360	$1,76 \cdot 10^{-004}$	L1+L2+L3+L4~Сечение 3	236	0,04	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Qu	280	$7,6 \cdot 10^{-006}$	L1+L3+L4~Сечение 1	171	$1,94 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной	237	0,02	L1+L3+L4	235	0,43	L1+L2+L3+L4~Сечение 3

Экстремальные значения факторов. Группа внешние колонны							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	силы Qz			4~Сечение 1			чение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	360	0,26	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	236	0,68	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	360	3,34e-003	L1+L2+L3+L4~Сечение 3	235	0,87	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	414	3,66e-003	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	346	0,12	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	414	3,51e-003	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	234	0,12	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	173	2,64e-003	L1+L2+L3+L4~Сечение 3	235	0,7	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
пп. 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость в плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	360	3,83e-003	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	349	0,02	L1+L2+L3+L4~Сечение 2
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	173	2,72e-003	L1+L2+L3+L4~Сечение 3	346	0,22	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента Mu при внецентренном сжатии	327	1,56e-003	L1+L3+L4~Сечение 3	346	0,77	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость из плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	414	3,51e-003	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	349	0,01	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	360	0,27	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	236	0,72	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	172	0,18	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	258	0,4	L1+L3+L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	172	0,1	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	346	0,25	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	346	0,34	L1+L3+L4~Сечение 2	173	0,6	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из	360	0,59	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	238	0,72	L1+L2+L3+L4~Сечение 3

Экстремальные значения факторов. Группа внешние колонны							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
	условия местной устойчивости						

Конструктивная группа внутренние колонны

Была произведена замена жесткостей пользователем.

Элементы: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 158

Конструктивная группа внутренние колонны. Элемент № 1

Была произведена замена жесткостей пользователем.


Сталь: С245

Длина элемента 3,39 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: $180 - 60\alpha$

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

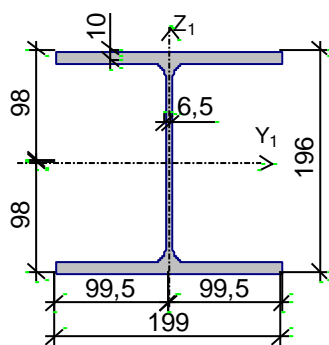
Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1 1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3,39 м

Сечение



Профиль: Двутавр колонный (К) по СТО АСЧМ 20-93 20К1

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,02	L1+L2+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	0,03	L1+L2+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	$4,61 \cdot 10^{-004}$	L1+L2+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,01	L1+L2+L3+L4
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,13	L1+L2+L3+L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0,1	L1+L3+L4
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0,09	L1+L3+L4
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,11	L1+L2+L3+L4
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,12	L1+L2+L3+L4
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,12	L1+L2+L3+L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	0,45	L1+L3+L4
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,26	L1+L3+L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,4	L1+L2+L3+L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,39	L1+L2+L3+L4

Коэффициент использования 0,45 - Предельная гибкость в плоскости XOY

Экстремальные значения факторов. Группа внутренние колонны							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_y	7	7,46e-005	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	5	0,12	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента M_z	9	0,01	L1+L2+L3+L4~Сечение 3	2	0,03	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_y	4	3,43e-004	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	7	5,71e-004	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы Q_z	7	2,35e-005	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	5	0,04	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	7	0,09	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	5	0,2	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	5	0,1	L1+L3+L4~Сечение 1	3	0,1	L1+L3+L4~Сечение 1
пп. 7.1.3, 7.2.2	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	5	0,09	L1+L3+L4~Сечение 1	3	0,09	L1+L3+L4~Сечение 1
пп. 9.2.2, 9.2.10	Устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	7	0,09	L1+L3+L4~Сечение 1	5	0,19	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
пп. 9.2.9, 9.2.10, 9.3.1, 9.3.2	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	7	0,11	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	5	0,12	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	Устойчивость из плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	1	0,12	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	5	0,21	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	1	0,45	L1+L3+L4~Сечение 1	1	0,45	L1+L3+L4~Сечение 1
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	1	0,26	L1+L3+L4~Сечение 1	1	0,26	L1+L3+L4~Сечение 1
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	2	0,31	L1+L3+L4~Сечение 1	1	0,4	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	2	0,39	L1+L3+L4~Сечение 1	5	0,41	L1+L2+L3+L4~Сечение 3

Конструктивная группа балки

Была произведена замена жесткостей пользователем.

Элементы: 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 159 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 203 204 205 206 207 208 209 210

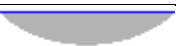
211 212 213 214 215 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382
383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404

Конструктивная группа балки. Элемент № 123

Была произведена замена жесткостей пользователем.

Сталь: С245

Длина элемента 6 м

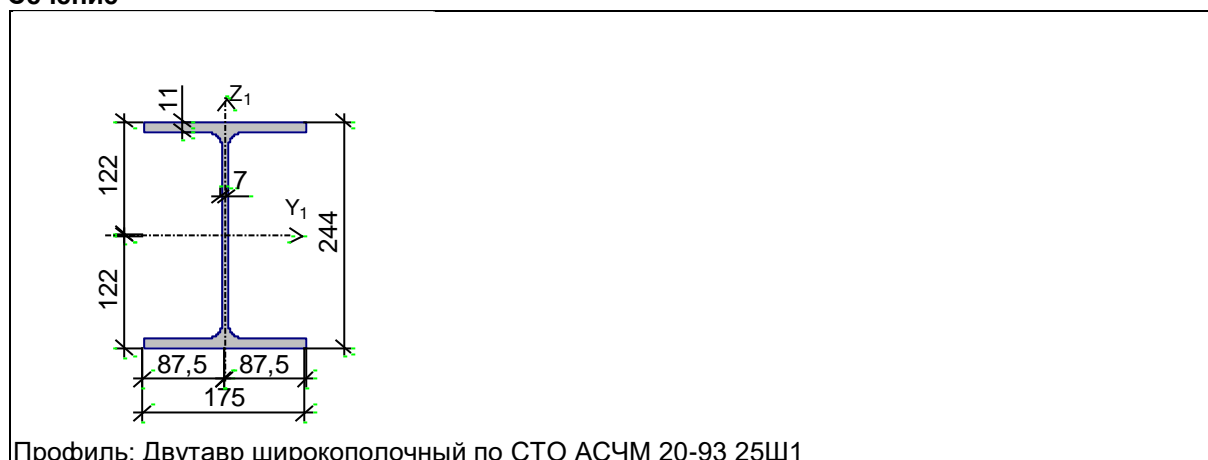
Количество закрепле- ний сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределен- ная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 6 м

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент ис- пользования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии по- перечной силы	0,07	L1+L2+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность при действии из- гибающего момента	0,2	L1+L3+L4
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,24	L1+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновре- менном действии изгибаю- щего момента и поперечной	0,14	L1+L3+L4

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
	силы		
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,26	L1+L2+L3+L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,19	L1+L3+L4


Коэффициент использования 0,26 - Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости

Конструктивная группа балки. Элемент № 215

Была произведена замена жесткостей пользователем.

Сталь: С245

Длина элемента 0,48 м

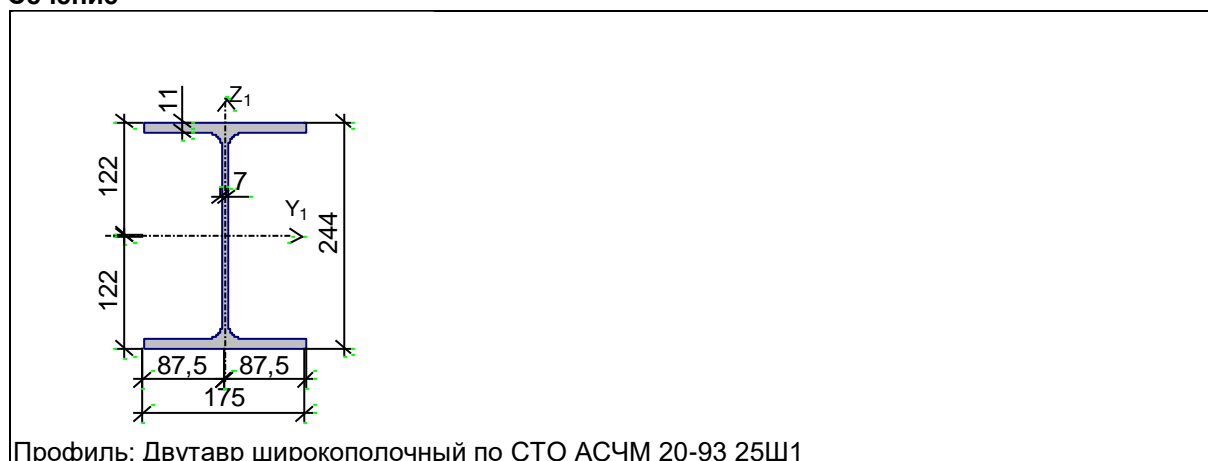
Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра М	Пояс, к которому приложена нагрузка
Без закреплений	Равномерно распределенная		Сжатый

Коэффициент надежности по ответственности 1

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопротивление	1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 0,48 м

Сечение



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	0,25	L1+L2+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	0,58	L1+L2+L3+L4
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,58	L1+L2+L3+L4
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0,44	L1+L2+L3+L4
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,26	L1+L2+L3+L4
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,32	L1+L2+L3+L4

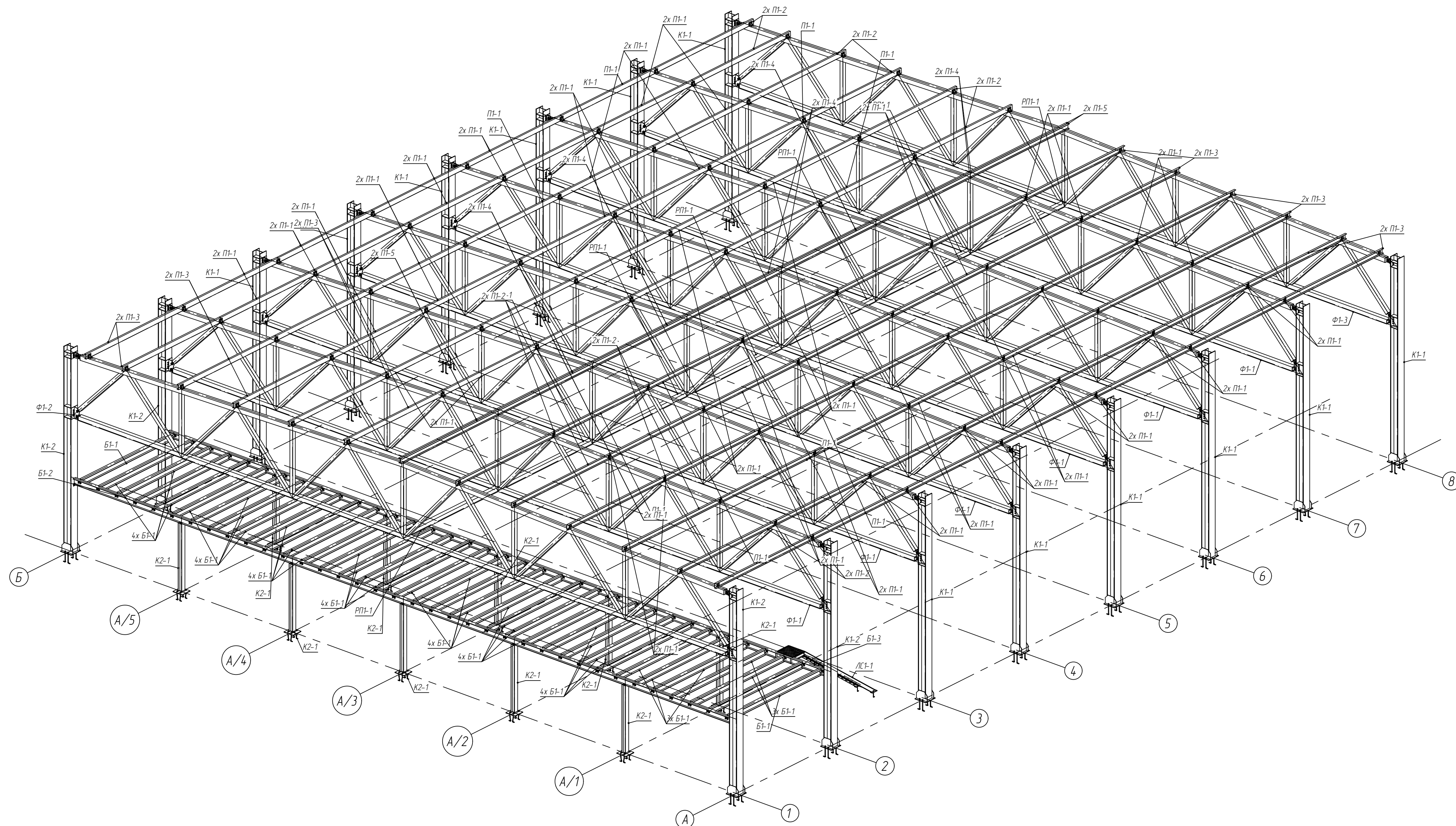
Коэффициент использования 0,58 - Прочность при действии изгибающего момента

Экстремальные значения факторов. Группа балки							
Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы	394	1,9e-003	L1+L2+L3+L4~Сечение 3	215	0,25	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента	213	0,19	L1+L3+L4~Сечение 1	215	0,58	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	213	0,19	L1+L3+L4~Сечение 1	215	0,58	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	153	0,13	L1+L3+L4~Сечение 2	215	0,44	L1+L2+L3+L4~Сечение 3
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	123	0,26	L1+L2+L3+L4~Сечение 1	123	0,26	L1+L2+L3+L4~Сечение 1
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	213	0,18	L1+L3+L4~Сечение 1	215	0,32	L1+L2+L3+L4~Сечение 3

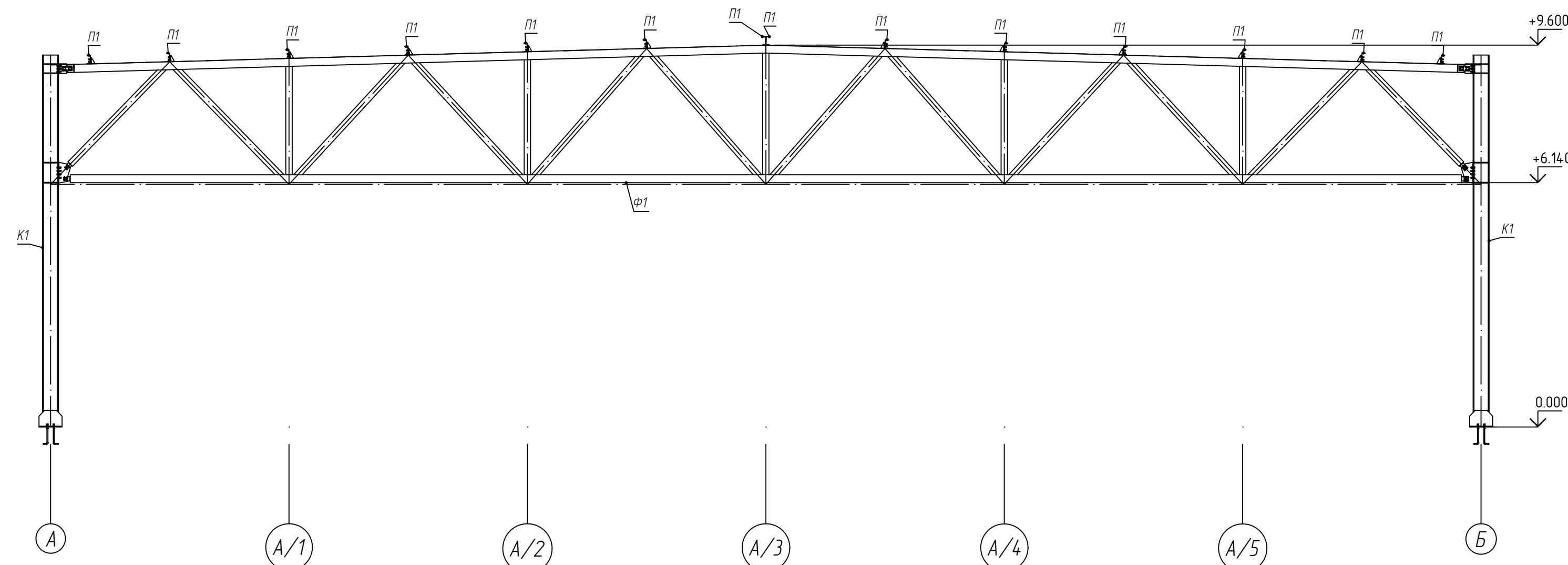
7. Библиографический список

1. СП 53-102-2004. Общие правила проектирования стальных конструкций. Свод правил по проектированию и строительству. М.: 2005 – 132 с.
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями N 1, 2).
3. СП 16.13330.2017 "Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*" (с Поправкой, с Изменением N 1). Дата введения 2017-08-28
4. ГОСТ 21.502-2007. Правила выполнения проектной и рабочей документации металлических конструкций, М.: Стандартиформ. 2008 – 20 с.

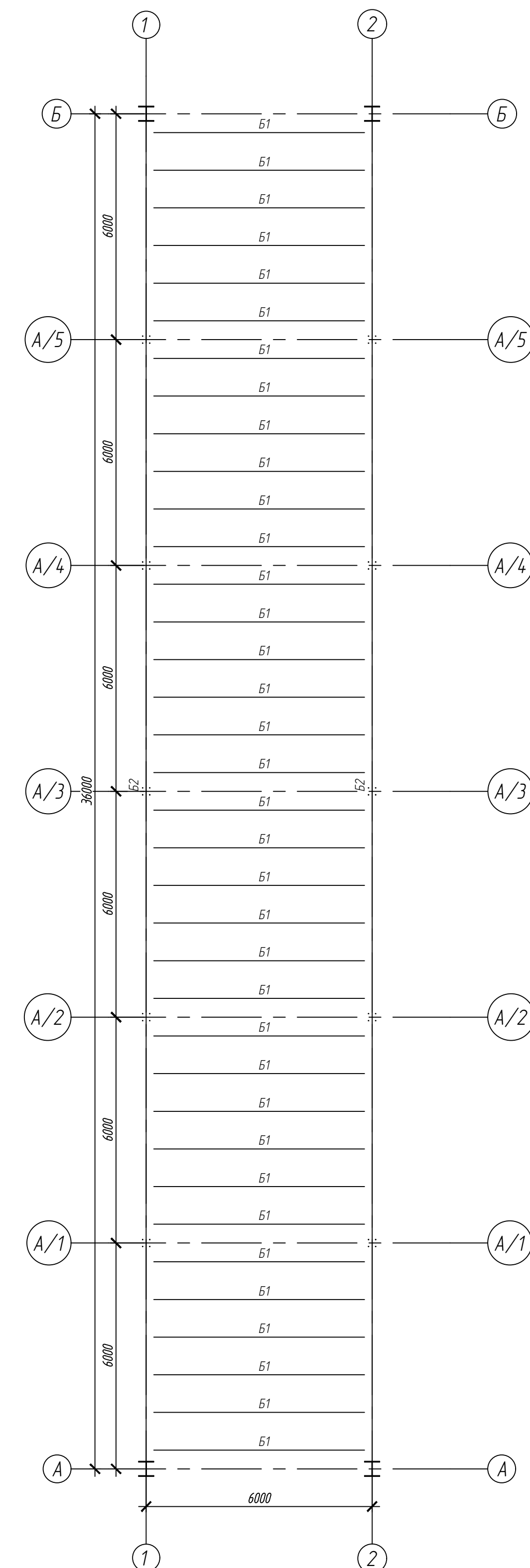
3D вид каркаса



Разрез (М1:100)



План балок



Autodesk®

КП-2069059-08.04.01-202181-2021

Теоретические основы работы металлических и деревянных конструкций

5.2021	Проектирование и моделирование металлического	Стадия	Лист	Листов
--------	---	--------	------	--------

6.2021	каркаса промышленного здания	У	01	3
6.2021				

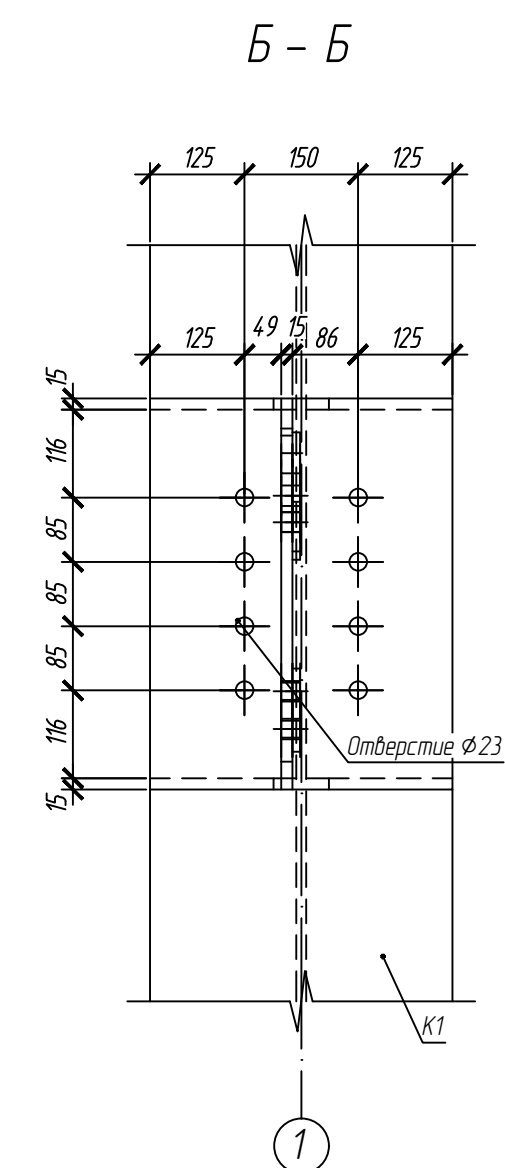
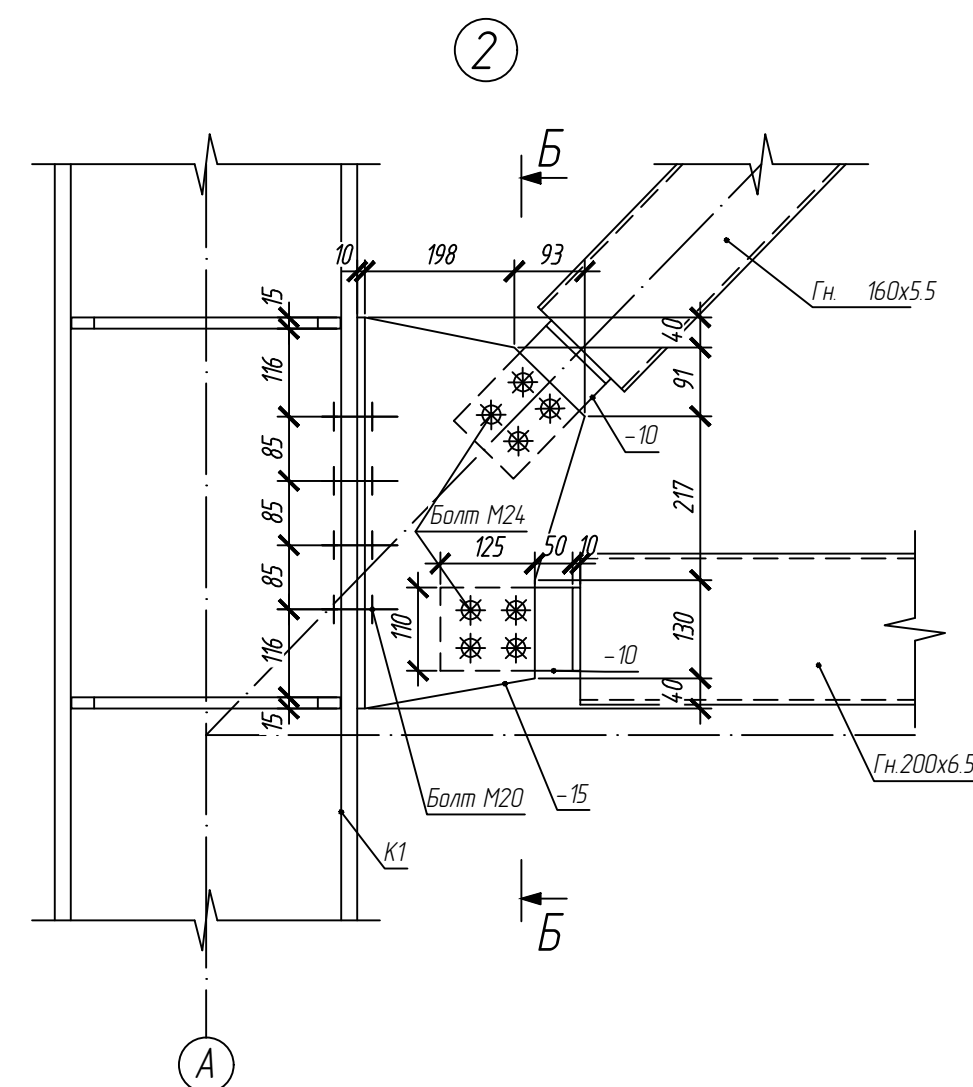
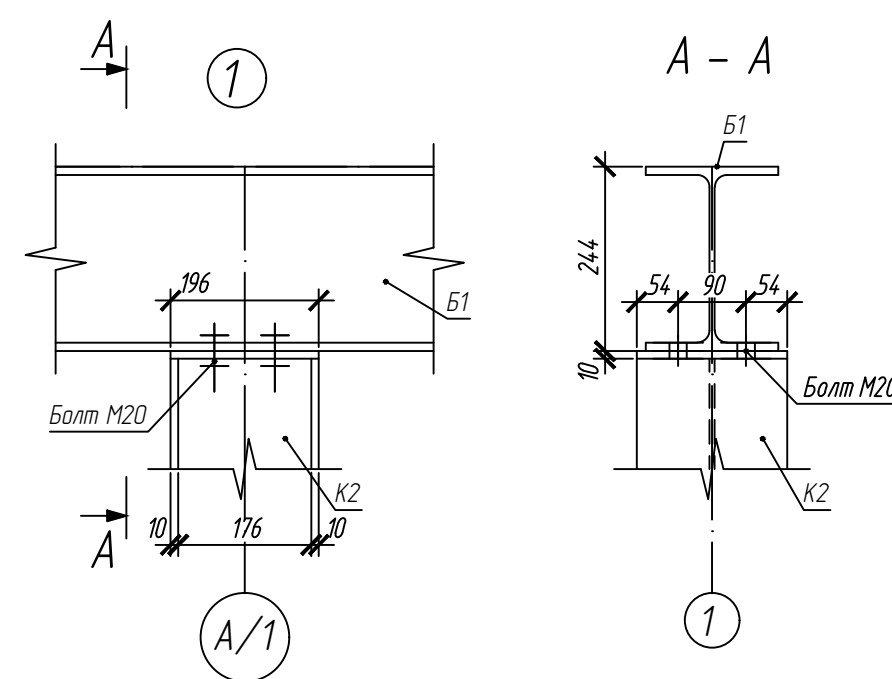
3D вид, план балок, разрез 1-1

6.2021	
--------	--

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам инв. N
--------------	----------------	-------------

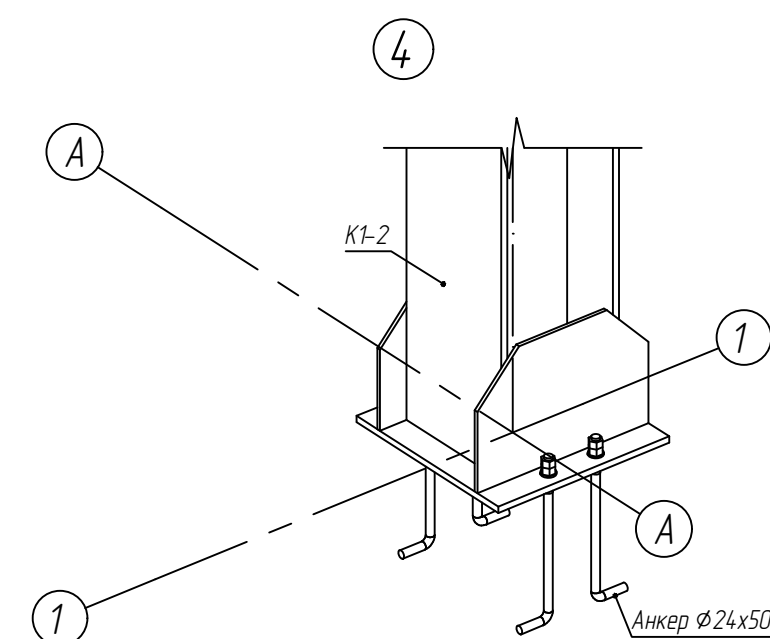
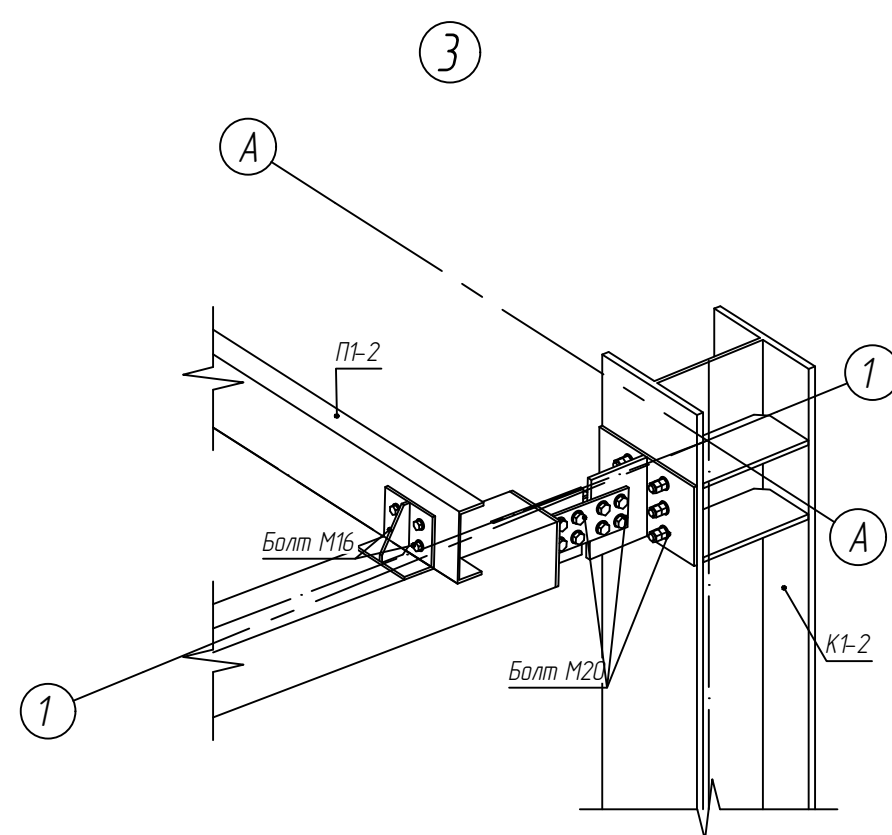
Подпись и дата

Ззам. УНВ. N



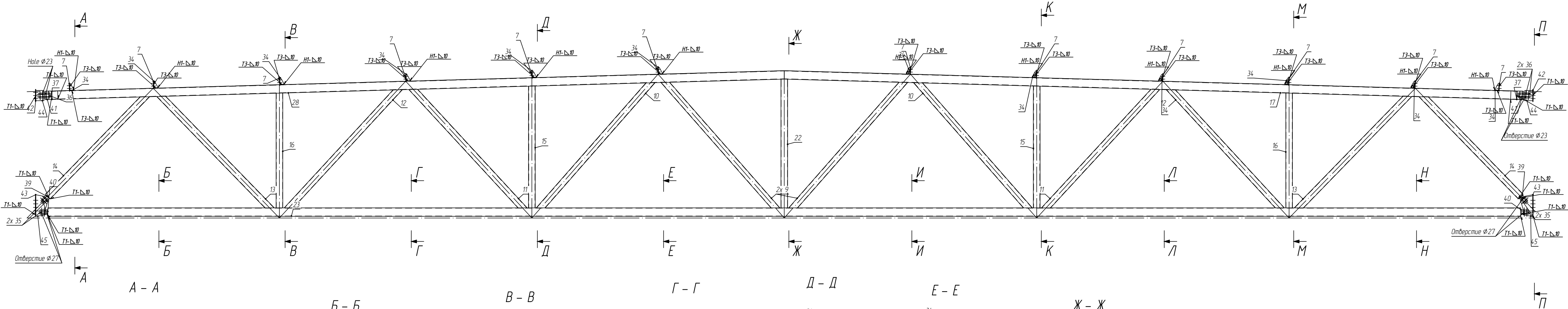
The drawing shows a rectangular grid with the following dimensions and labels:

- Horizontal Dimensions (Bottom):**
 - Segment lengths: 6000 (between columns 1-2), 6000 (2-3), 6000 (3-4), 6000 (4-5), 6000 (5-6), 6000 (6-7), 6000 (7-8).
 - Total length: 42000 (from column 1 to 8).
- Vertical Dimensions (Left):**
 - Segment lengths: 6000 (between rows A-1/2), 6000 (A/2-3), 6000 (A/3-4), 6000 (A/4-5), 6000 (A/5-B).
 - Total height: 30000 (from row A to B).
- Grid Labels:**
 - Columns (Bottom):** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.
 - Columns (Top):** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.
 - Rows (Left):** A, A/1, A/2, A/3, A/4, A/5, B.
 - Rows (Right):** A, A/1, A/2, A/3, A/4, A/5, B.
- Internal Labels:**
 - Along the horizontal line A/3: PT11, 101, PT11, 101, PT11, 101, PT11, 101, PT11, 101, PT11, 101.
 - Along the vertical line B: 101, 101, 101, 101, 101, 101, 101, 101.

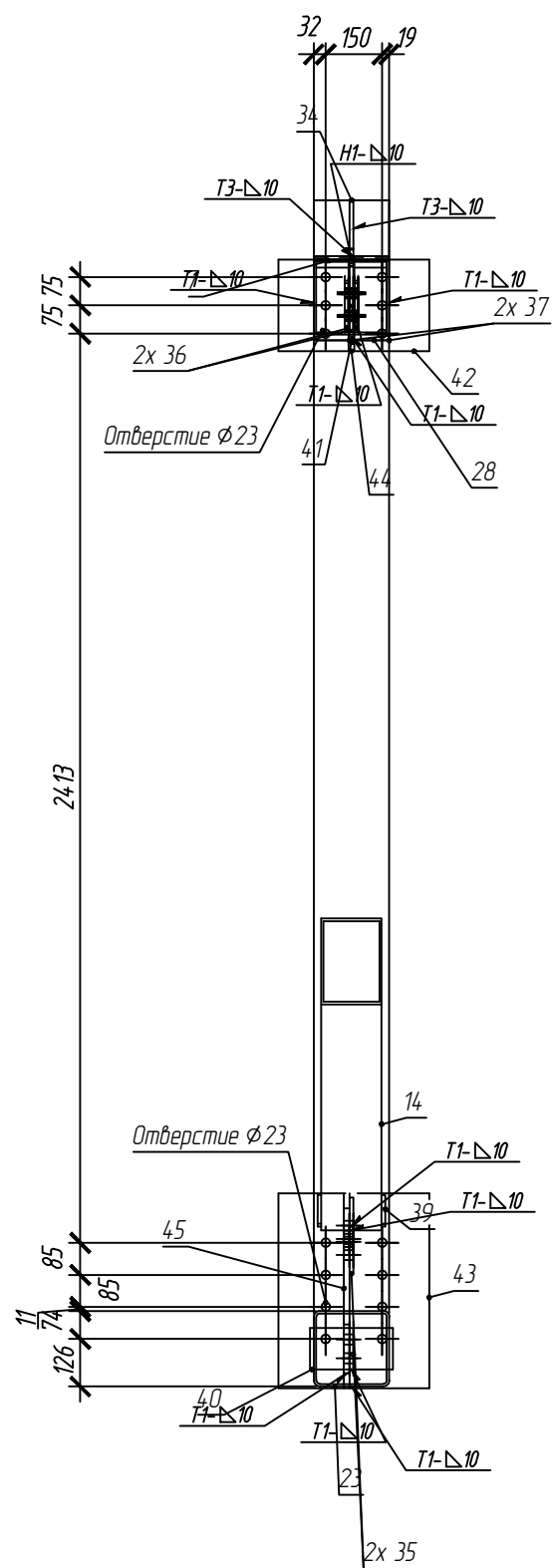


Autodesk®								
						КП-2069059-08.04.01-202181-2021		
						Теоретические основы работы металлических и деревянных конструкций		
Изм.	Колуч	Лист	Идок.	Подпись	Дата			
ГИП		Арсикн			07.06.2021			
Гл. Спец.					07.06.2021	Проектирование и моделирование металлического каркаса промышленного здания		
На ч. Стад.					07.06.2021	Студия	Лист	Листов
Н. Конпр.					07.06.2021	У	02	3
Пров.					07.06.2021	Плн колонн, план покрытия, узел 1, узел 2		
Разобд.	Хайдарова				07.06.2021	ПГЧАС каф. СК, гр. 20СТ1мз		

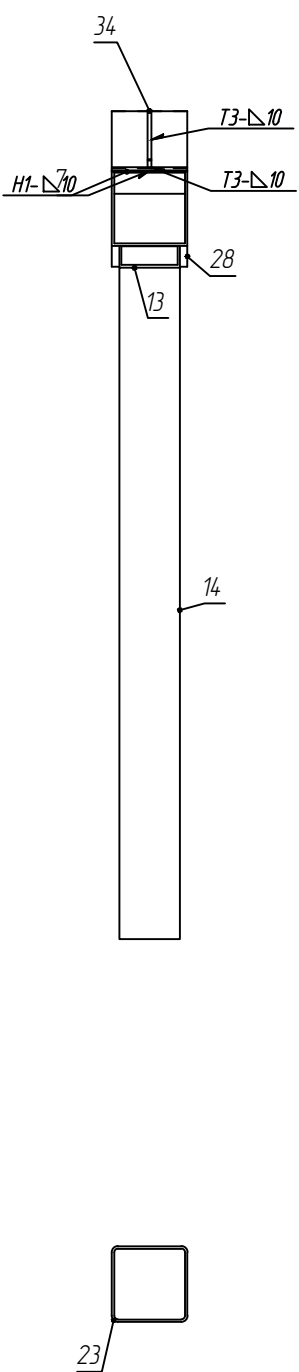
Марка Ф1-2 (1 шт.)



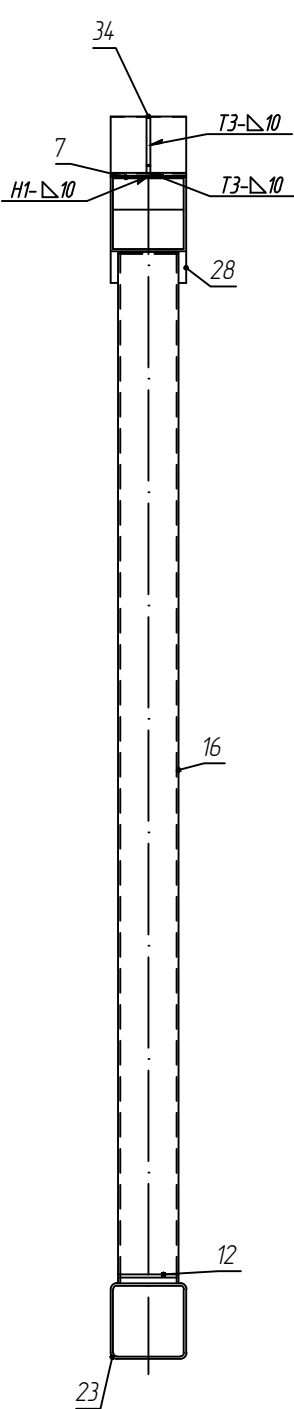
A - A



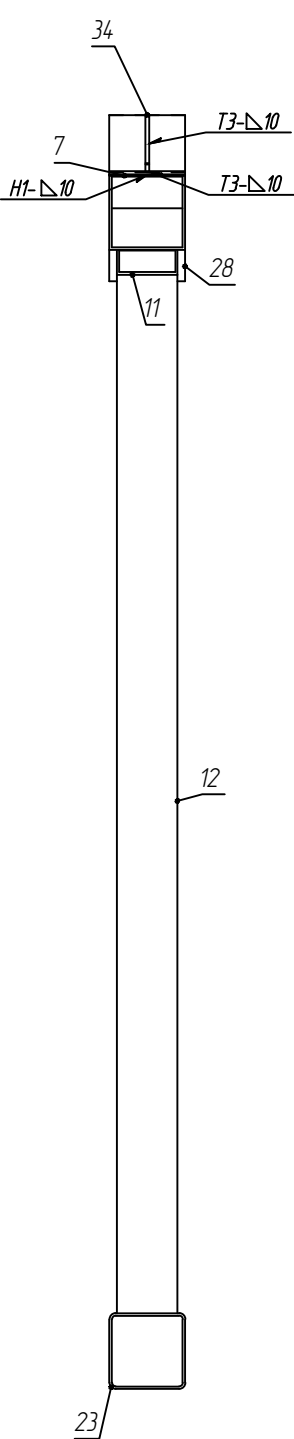
Б - Б



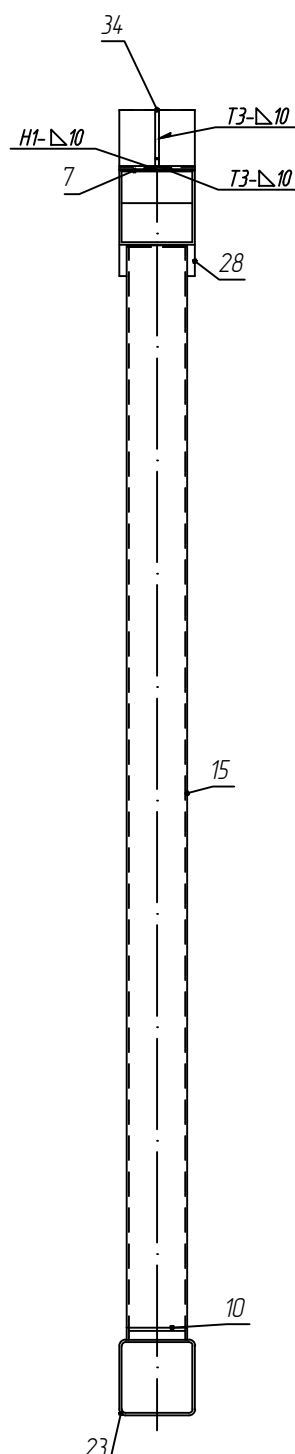
В - В



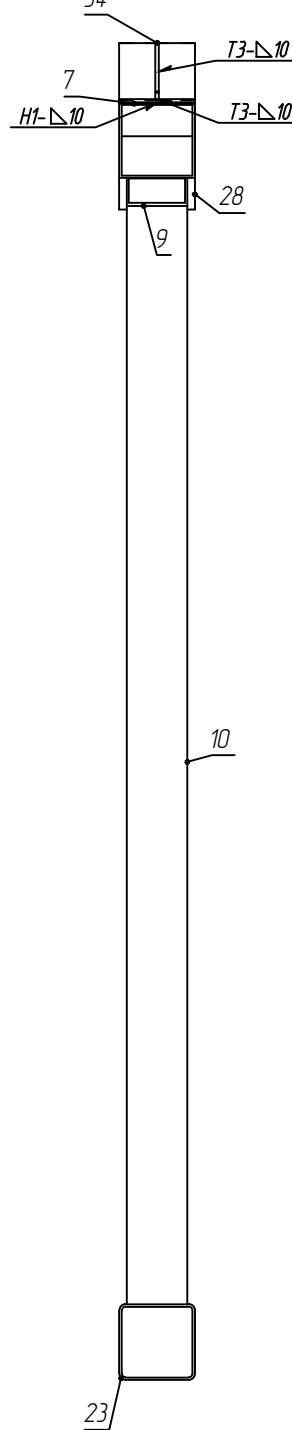
Г - Г



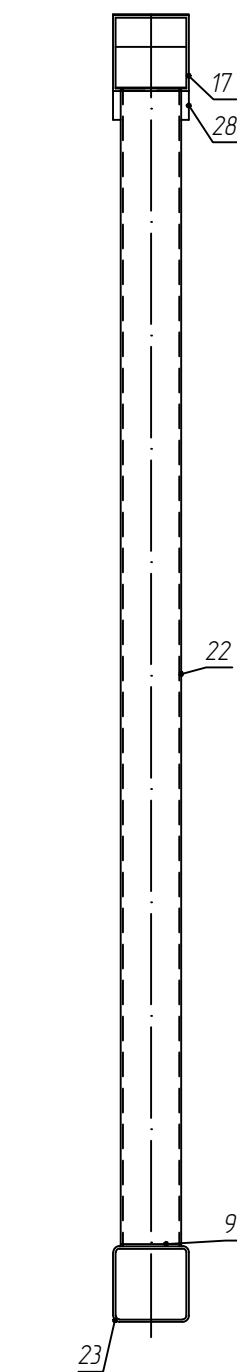
Д - Д



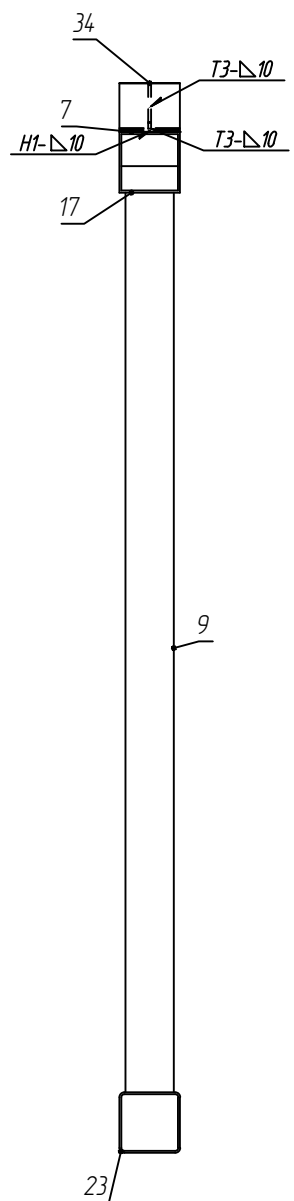
Е - Е



Ж - Ж



И - И



К - К

