

ТЕХСОФТ

Расчет стальной рамы

Пример расчета стальной рамы с пролетными элементами в виде ферм



Пособие составлено сотрудниками ООО «Техсофт» - производителя системы сквозного архитектурно-строительного проектирования **Ing+**. Данный документ описывает работу с версией 2010 года. Набор инструментов в более ранних версиях может отличаться от представленных.Пособие не является полной документацией и не описывает все возможности программных средств.

Более подробная информация о программных продуктах представлена на сайте www.tech-soft.ru

Коллектив авторов:

Семенов В.А.

Баглаев Н.Н.

Мясумов И.А.

Сафиуллин Д.Р.

Предисловие

Данноепособие облегчит Вам работу с комплексом ING+2010. Более подробную информацию Вы найдете в Online-документации. Мы будем рады видеть Вас и на обучении, которое организуем специально дляВас.

1	Исходные данные				
	1.1	Описание задачи	4		
2	Pro	jektManager	8		
	2.1	Работа с ProjektManager	8		
	2.2	Создание FE-модели.	10		
3	Соз	здание и анализ модели	12		
	3.1	Рабочая область	12		
	3.2	Создание расчетной схемы	12		
	3.2.	1 Ввод элементов по координатам	13		
	3.2.	2 Построение геометрии фермы при помощи шаблона	15		
	3.2.	3 Загрузка dxf-слоя	17		
	3.2.	4 Построение геометрии на основе dxf-слоя	18		
	3.3	Задание краевых условий	19		
	3.4	Установка шарниров	21		
	3.5	Задание материалов	22		
	3.6	Ввод нагрузок	26		
	3.6.	1 Ввод узловых нагрузок	26		
	3.6.	2 Ввод равномерно-распределенных распределенных нагру	/зок27		
	3.6.	3 Ввод трапециевидных нагрузок	28		
	3.6.	4 Расчет	28		
	3.7	Задание расчетных сочетаний усилий	29		
	3.7.	1 Определение характеристик нагружений	29		
	3.7.	2 Несочетаемые нагружения	30		
	3.7.	3 Расчет РСУ	31		
	3.8	Конструктивный расчет	32		
	3.8.	1 Задание данных для конструктивных элементов	32		
	3.8.	2 Просмотр результатов конструктивного расчета	37		
4	Биб	блиографический список	41		

1 Исходные данные

1.1 Описание задачи

Рассмотрим расчет стальной двух пролетной рамы складского здания пролетами 18 и 24 метра. Район строительства город Нижний Новгород:

- 1. Климатический район II₅
- 2. Ветровой район I
- 3. Тип местности В
- 4. Снеговой район IV

Материал конструкции:

	Фасонки ферм	Стержни ферм	Колонны
Группа кон- струкции	1	2	3
Марка стали	C255 FOCT 27772-88	C245 FOCT 27772-88	C235 FOCT 27772-88

Проектирование рамы выполняется в соответствии с указаниями СНиП II-23-81* «Стальные конструкции», СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия»,

Информация о статических нагрузках, которые должны быть заданы пользователем, приведена в таблице.

№ п/ п	Наименование нагрузки		Норматив- ное значе- ние	γf	Расчет- ное зна- чение	№ нагруже- ния	
	Вес конструкции кровли и элементов связей						
1	На средние уз	пы, кН	7.564	сред-	8.494		
2	На крайние узлы, кН		3.880	ний 1.123	4.360	2	
		Oı	граждающие ко	нструкции			
3	Вес стеновых 3 сэндвич панелей, кН/м		Вес стеновых сэндвич панелей, 1.480 1,2 кН/м		1,776	3	
	Снеговая нагрузка						
4	На средние уз	пы, кН	30.240	1/0.7	43.20	4 - 9	
5	На крайние узлы, кН		15.120	1/0.7	21.60	4 - 9	
Ветровая нагрузка							
	С наветрен-	до 5 м	0.092	1.4	0.129		
6	ной стороны,	10 м	0.119	1.4	0.167	10	
	кН/м	11.6 5 м	0.126	1.4	0.176		

Исходные данные

	С подвет-	до 5 м	0.034	1.4	0.047	
7	ренной сто-	10 м	0.090	1.4	0.126	11
	роны, кН/м	11.6 5 м	0.094	1.4	0.132	





2 ProjektManager

2.1 Работа с ProjektManager

При работе над проектом используется большое количество приложений, при этом каждое приложение создает собственные данные. ProjektManager управляет этими данными. Копирование, удаление и перемещение данных для всех приложений происходит благодаря ProjektManager единообразно. Помимо этого, он позволяет объединять отдельные проекты (частичные проекты) в группы. ProjektManager связывает данные с соответствующим приложением.

ProjektManager координирует все необходимые для проекта работы. С его помощью Вы сможете единообразно редактировать все данные отдельных приложений. Окно ProjektManager состоит из трех основных частей.

Советы & рекомендации

ProjektManager можно инсталлировать на любом компьютере без лицензии с сохранением доступа к отчетам и документам.

В просмотре проектов приведены все проекты в форме дерева. Директории (группы), созданные в версии lng+ 2010, выделены синим цветом. Проекты, созданные в версии lng+ 2010, отображаются темнокрасным цветом и отмечаются соответствующей иконкой. Проекты более ранних версий выделены оранжевым цветом.



Шаг за шагом

- ProjektMa... 2010
- 5. Для начала работы запускаем ProjektManager: Пуск> Все программы >Ing+ 2010 >ProjektManager 2010.
- 6. Откроется окно программы ProjektManager 2010.
- Выберете в меню команду Проект > Новый. Откроется диалог, предназначенный для ввода данных проекта и состоящий из нескольких закладок.
- 8. На странице диалога **Проект** нужно указать имя проекта и группу/директорию, в которую должен сохраняться проект со своими данными.





- 9. Выберите **Приложения**, которые должны использоваться при редактировании проекта. Поставьте галочку перед нужными строками.
- 10. Перейдите к другим закладкам, чтобы ввести данные по застройщику, архитектору или проектировщику.
- 11. Сохраните данные, нажав на клавишу **ОК**. Проект появится в окне просмотра. Откроется окно проекта с указанными приложениями. Закладка **Проект** будет активна.

зый проект		Общие данные проек- та задаются центра-
роект Данные	а проекта Застройщик Архитектор Проектировщик несущи (лизованно. Затем они
1мя проекта:	Мой проект	в Ваше распоряжение
Группа / Путь:	Обучение Місго Ге 2010 💌	
Приложения		
Статика - С	COSTRUC Strakon	
ViCADo	Weto	Здесь можно указать,
ProfilMaker		какие приложения должны использо-
Arcon		ваться в данном про-
	Province of the second se	екте
	Тередать информацию о проекте	
	ОК Отменить Помощь	

- □ Проекты, созданные в предыдущих версиях **Ing+**, можно конвертировать в версию 2010. Старый проект сохраняется в виде копии.
- □ Проекты, созданные в **Ing+ 2010**, открыть при помощи предыдущих версий Ing+ невозможно.
- Проекты можно переименовывать и копировать, вызвав правой кнопкой мыши контекстное меню. Вся структура проекта будет сохранена.
- 12. После нажатия клавиши **ОК**, появится окно, в котором необходимо указать **Имя группы** и **Путь** хранения данных на Вашем компьютере. В поле **Информация** можно дать краткое описание группы.

Создать групп	y		
Новая	Обучение МісгоFe 2010		Помощь
Путь	С:\Обучение		<u>П</u> оиск
Информация			
		ОК	Отменить

13. В окне ProjektManager 2010 появится группа Обучение MicroFe 2010, в ней проект под названием «Мой проект».В дальнейшем созданные про-

Советы &

рекомендации

Все используемые в проекте подсистемы приведены в форме

При щелчке правой кнопки мыши на панель закладок открывается контекстное екты будут сохраняться в группе **Обучение MicroFe 2010**. По необходимости можно задать новое имя группе, вызвав контекстное меню и выбрав **Каталог переименовать**, или создать новую группу.

Просмотр проектов	Ψ×	Инфо	Статика - COSTRUC	MicroFe	Шаблон	ы Документы Результаты
👜 🕛 Другие : [С:\Projek	te\Другие]					· · · ·
— Обучение МістоFe	2010 : [С:\Обучение]	FE-моде	ель	Мод	Статус	Обозначение
	:\Projekte\Примеры 2	MODEL		- All	D	Каркас многоэтажного здания
🎚 📃 Рабочий стол		MONO	LIT	÷	D	Каркас многоэтажного здания

2.2 Создание FE-модели.

В конечно-элементном проекте хранятся все данные о конечно-элементной модели конструкции: данные о конечно-элементной сетке (узлы и конечные элементы), данные о жесткостях элементов (материалы), данные о связях (краевые условия, шарниры), данные о нагрузках и т.п. Файлы конечноэлементных проектов имеют расширение *.fea. В дальнейшем, для конечноэлементных проектов может использоваться сокращенное название – FEAпроекты.

В общем случае, для задания сложных конструкций рекомендуется использовать концепцию позиций. Концепция позиций призвана облегчить работу по созданию и редактированию конечно-элементных моделей. При работе с позициями пользователь оперирует абстракциями более высокого уровня, чем конечные элементы, такими как плиты, отверстия, стены, балки, колонны и т.п. Из этих элементов (которые называются позициями) создается позиционный проект, для которого впоследствии генерируется конечноэлементная сетка.

В рассматриваемом примере расчетная модель достаточно простая и состоит из малого количества конечных элементов, поэтому мы сразу перейдем к созданию конечно-элементной модели в Gen_3Dim.

- 1. Выберите в окне проекта в ProjektManager приложение MicroFe. Для этого щелкните мышью на соответствующую закладку.
- Создайте новую FE-модель, выбрав на панели инструментов иконкуСоздать FE-модель (Gen_3Dim) Запустится Gen_3Dim, и появится диалог Новый проект.
- 3. Выберите тип проекта **FEA-проект**. В соответствующих полях укажите имя файла и название FE-модели.

Шаг за шагом



закладок.

ювый проект		<u></u>
Тип проекта		
		ل ت
FEA-проект	3D POS-проект 2	2D-POS Балки-стенки
	†]Ħ
2D-POS Плита	TUBE -проект	Тело вращения
- Информация о прое Путь: с:\обучение	екте •\мой проект\fem	
Имя файла	Rama	
<u>F</u> E-Модель	Rama	
Название проекта		
Разработчик		
	<u>0</u> K	Отмена

4. Подтвердите данные нажатием на кнопку **ОК**. После нажатия запустится Gen_3Dim.

3 Создание и анализ модели

3.1 Рабочая область

Рабочая область Gen_3Dim состоит из нескольких фрагментов, в которых содержатся известные Вам элементы Windows. Благодаря этому Вы сможете работать с программой интуитивно.

Наряду с глав-

ным меню про-

тели. Это окно

матически при

выборе пунктов

меню.

появляется авто-

Окно **ZOOM** предназначено для графического отображения актуального проекта. Актуальный проект изображается в окне просмотра в последнем рассчитанном общем размере, а актуальный Zoom-фрагмент помечается боксом.



- текущие значения данных, заданных пользователем в процессе редактирования проекта (например, значения жесткостей граничных условий, величины нагрузок и т.д.);

- характеристики некоторых величин при их просмотре (например, характеристики материалов, локальных систем координат, собственных форм колебаний и т.д.).

3.2 Создание расчетной схемы

В Gen_3Dim существует несколько способов задания геометрии расчетной модели фермы:

- 1. Ввод элементов по координатам;
- 2. Создание модели при помощи готовых шаблонов;
- 3. Автоматическое построение геометрии модели на основе dxf-слоя.

В качестве примера рассмотрим все три способа формирования геометрии модели. Колонны зададим при помощи координатного ввода, 24-метровую ферму построим при помощи шаблона, а 18-метровую ферму сформируем на основе dxf-слоя. В действительности при построении геометрии модели Вы можете воспользоваться любым удобным для Вас способом.

Прежде чем приступить к построению модели в Gen_3Dim, начертите схему рамы согласно заданию в любом графическом приложении и сохраните ее в формате *.dxf.

3.2.1 Ввод элементов по координатам

一

 Вызовите команду Правка > Геометрия > Элементы > Установка или кликните по соответствующей иконке в левой панели инструментов.

Шаг за шагом

2. В окне **Переключател**и выберите тип элементов **3D-балки**.



В данном примере мы будем рассчитывать пространственную модель, хотя зададим только одну плоскую раму и введем дополнительные краевые условия в узлах крепления элементов связей. Советы & рекомендации

 Для задания начальной точки элемента кликните левой клавишей мыши в рабочем окне, на дисплее появится диалог Координаты. В соответствующих полях введите координаты низа крайней колонны. Ввод данных подтвердите нажатием на кнопку ОК.

Коорд	цинаты 📧
X	0
Y	0
Z	0
<u> </u>	Отмена >> 🗆

 Для задания конечной точки элемента снова кликните области рабочего окна и в появившемся диалоге Координаты укажите координаты верха крайней колонны. Ввод данных подтвердите нажатием на кнопку ОК.

	Координаты 🔤
	X 0
	Y O
×	Z 9
/ .	<u>ОК</u> О <u>т</u> мена >> Г

5. В рабочем окне построится стержень. Обратите внимание, что по умолчанию в Gen_3Dim создается 2D проект, и в начале работы в рабочем окне в качестве вида установлена проекция на плоскость ХҮ. Но как только создается элемент с ненулевой z координатой, проект автоматически преобразуется в 3D-проект. Для отображения модели в изометрии кликните по иконке **3D** в верхней панели инструментов.

6. Кликните по верхнему узлу построенного стержня. Поскольку в верхней панели инструментов включена опция Улавливать геометрию начальная точка автоматически будет установлена в этот узел, не запрашивая координат.



- 7. Снова кликните в области рабочего окна и укажите координаты конечной точки.
- 8. Для включения отображения узлов кликните по соответствующей иконке в верхней панели инструментов.
- Поскольку все колонны имеют одинаковую длину, то для построения остальных колонн воспользуемся функцией копирования. Для этого не выходя из режима задания геометрии, в окне Меню вызовите команду Элементы> Копировать.
- 10. В появившемся диалоге укажите какие свойства элемента должны быть заимствованы от оригинала.



11. В окне Переключатели укажите тип/типы копируемых элементов.

Обол. Бал Связь копий	лки					
Связь копий						
	Связь копий					
Оболочки 3D-сто	ержни					
Узлы Точки О	тменить					
◀ N = 0						

12. Активируйте опцию выделения **Box**, кликнув по соответствующей иконке в верхней панели инструментов. В рабочем окне выделите рамкой построенные стержни.



Box

13. Для задания начальной и конечной точек вектора смещения в окне **Пе**реключатели нажмите на кнопку **Точки**.

Переключатели 🛛 🕂 🗙						
Обол.			Балки			
Связь копий						
Оболочк)-стержни					
Узлы Точки Отменить						
•	N	= 0				

- 14. В качестве начальной точки укажите низ колонны, кликнув по соответствующему узлу.
- 15. Кликните в области рабочего окна и в появившемся диалоге укажите координаты низа средней колонны.

	Координаты 🛛 🔀
	× 18
	Y O
×	Z O
	<u>ОК</u> О <u>т</u> мена >> Г

16. Снова кликните в области рабочего окна и укажите координаты правой крайней колонны. Обратите внимание, что в поля можно вводить не только числовые значения, но и арифметические выражения, которые автоматически будут посчитаны.

Коорд	инаты 💌
×	18+24
Y	0
Ζ	0
<u> </u>	Отмена >> Г

17. Завершите процесс копирования двойным кликом правой клавишей мыши в области окна **Меню**.

3.2.2 Построение геометрии фермы при помощи шаблона

- Вызовите команду Правка > Геометрия > Генерация > Регулярная часть или кликните по иконке Геометрию установить правой клавишей мыши и в появившемся контекстном меню выберите команду Генерация > Регулярная часть.
- 2. В окне **Переключатели** в качестве регулярной части выберите **Фермы** и нажмите на кнопку **Установить**.

Переключатели	Ψ×		
2D-балки	3D-балки		
Рамы	Фермы		
Установить			

Шаг за шагом 3. В рабочем окне последовательно укажите узлы привязки фермы, как показано на рисунке.



4. В появившемся диалоге укажите угол поворота фермы. Ввод данных подтвердите нажатием на кнопку **ОК**.



- 5. В окне **Задание параметров шаблона** перейдите во вкладку с шаблонами ферм с параллельными поясами и выберите **Подтип 3**.
- 23 Задание параметров шаблона. π Подтип 1 Подтип 2 Подтип 3 Ξ Размеры шаблона. Подтип 4 Подтип 5 Подтип 6 L = 24 H = 3.1 h = 0.18 Подтип 7 Подтип 8 Подтип 9 Пролеты 4 OK При<u>м</u>енить Отмена Справка
- 6. Укажите размеры шаблона и нажмите на кнопку ОК.

7. Завершите команду двойным кликом правой клавишей мыши в области окна **Меню**.



3.2.3 Загрузка dxf-слоя

 Вызовите команду Сервис > Растр >DXF Загрузить или нажмите на соответствующую иконку на панели инструментов и в окне Меню выберите команду DXF Загрузить.

Шаг за шагом

- 2. В появившемся окне укажите путь к ранее созданному dxf-файлу.
- 3. Подтвердите выбор файла нажатием на кнопку Открыть.
- 4. В появившемся окне Масштабирование dxf-файла укажите в каких единицах измерения вычерчивалась схема фермы и, при необходимости, в поле Соответствующий множитель задайте коэффициент масштабирования.

Масштабирование DXF-фай 📧				
Имя С)ХҒ-файла:	<u> </u>		
Monolit.DXF О <u>т</u> мена				
	– Размеры об	ъекта		
	min	max		
×	-4.09808	34.1792		
у	-12.1057	40.3671		
z	0	0		
Перевести все размеры из				
м 💌 в метры				
Соответствующий множитель				
	1			

5. Ввод данных подтвердите нажатием на кнопку **ОК**. В рабочем окне отобразится dxf-слой с той же привязкой к началу координат, что и в графическом приложении.



3.2.4 Построение геометрии на основе dxf-слоя

Шаг за шагом

- 1. Вызовите команду **Правка > Геометрия > Элементы > Установка** или кликните по соответствующей иконке в левой панели инструментов.
- 2. В окне Переключатели выберите тип элементов 3D-балки.
- 3. Активируйте опции **Box и Krz**, кликнув по соответствующим иконкам в верхней панели инструментов.
- 4. Секущей рамкой выделите элементы растра, по которым необходимо построить стержни.



- 5. По окончании выделения на основе растра будут сформированы стержни, при этом разбивка на конечные элементы будет осуществлена аналогично тому, как выполнялось построение рамы в графическом приложении, т.е. каждый отрезок будет соответствовать одному конечному элементу.
- 6. Для того чтобы разбить элементы в узлах пересечения вызовите команду **Правка > Геометрия >Деление балок**.
- 7. Рамкой выделите все элементы. По окончании выделения кликните правой клавишей мыши в рабочем окне.
- 8. Снова выделите рамкой все элементы и кликните правой клавишей мыши в рабочем окне.
- 9. В появившемся диалоге на вопрос: «Следует ли разделить балки?» ответьте **Да**.



- 10. Завершите выполнение команды двойным кликом правой клавишей мыши в области окна **Меню**.
- 11. Для просмотра номеров конечных элементов кликните по соответствующей иконке в верхней панели инструментов. Проследите чтобы все элементы прерывались в узлах и не было совпадающих элементов. При

00

Box

Krz

необходимости удалите совпадающие элементы, вызвав команду Правка > Геометрия > Элементы > Удалить.



3.3 Задание краевых условий

Поскольку плоская рама будет решаться как пространственная задача, то необходимо задать связи из плоскости в местах крепления элементов связей. Схема с обозначением краевых условий представлена на рисунке.



 Для удобства дальнейшей работы установите для модели вид спереди, Шаг за кликнув по иконке XZ-проекция в верхней панели инструментов.



2. Вызовите команду Правка > Кр.усл, KOPL, RIGI, RBKF... > Краевые условия > Узловые общ. типа > Установка или кликните по соответствующей иконке в левой панели инструментов.

3. В окне **Переключатели** выберите систему координат и укажите по каким направлениям необходимо ввести связи. Также можно выбрать на какие усилия будет работать связь.



4. Для задания жесткостей связей кликните в области **Информационного** окна или вызовите **Окно редактирования**.

5. В появившемся диалоге укажите все значения равными нулю, что соответствует абсолютно жестким связям.

Жестк	ости 📧
×	0
Y	0
Ζ	0
Яx	0
Ry	0
Rz	0
<u>0</u> K	Отмена >> 🗆

6. При активной опции **Box** рамкой выделите все нижние узлы колонн, чтобы установить в них жесткое защемление.



- 7. В окне **Переключатели** укажите направление действия связей только по оси Y и установите их согласно заданию.
- 8. Завершите выполнение команды, кликнув по иконке **Выход на верхний уровень меню** в верхней панели инструментов.
- 9. Для включения отображения связей кликните по иконке **Краевые условия** в верхней панели инструментов.



3.4 Установка шарниров

При решении задач часто необходимо смоделировать соединение элементов, отличное от жесткой связи. Для моделирования различного рода соединений в MicroFe используются Шарниры. Реализованы три основных типа шарниров по виду установки – элементные, узловые и новые узловые. Информация о типах шарниров и возможностях их использования есть в online-Помощи.

В рабочем окне степени свободы узловых и элементных шарниров изображаются при помощи кодирования числами. Изображаемое число образуется в результате суммирования для каж-

дой степени свободы шарнира числа 2, возведенного в степень:

- 0 для перемещения вдоль ОХ
- 1 для перемещения вдоль ОҮ
- 2 для перемещения вдоль ОZ
- 3 для поворота вокруг ОХ
- 4 для поворота вокруг ОҮ
- 5 для поворота вокруг ОZ

Например, если установлен шарнир для поворота вокруг оси OZ, то будет показано число 32:

2 в степени 5 = 32.

Если установлены шарниры для поворота вокруг оси ОХ и для поворота вокруг оси ОZ, то будет показано число 40:

2 в степени 3 = 8, 2 в степени 5 = 32, 32 + 8 = 40.

Узловые шарниры при этом изображаются желтыми кружочками с красными цифрами, а элементные - красными кружочками и белым цветом.

- 1. Вызовите команду **Правка > Шарниры > Элементные > Установка** или кликните по соответствующей иконке в левой панели инструментов.
- 2. В окне **Переключатели** выберите тип системы координат, в которой задаются шарниры, укажите степени свободы и тип шарниров.

Переключатели Ф				Ψ×			
X/r	Y/s	Z/t	t Rx/r Ry/s Rz/l			Rz/t	
л	окал.	Г	глобал. Элем.			лем.	
	Балки Обол.						
0		+1	-1		+2 -2		
	Обобщенные						

- 3. При активной опции **Einz** кликните по элементу около узла, в который необходимо установить шарнир.
- 4. Аналогичным образом задайте все шарниры согласно заданию.

Шаг за шагом





5. Завершите выполнение команды, кликнув по иконке **Выход на верхний уровень меню** в верхней панели инструментов.

3.5 Задание материалов

При решении задач с использованием метода конечных элементов для выполнения расчета изначально необходимо каждому элементу назначить материал. Под материалом в данном случае понимается совокупность параметров, характеризующих жесткостные свойства конечного элемента. В случае, если действительные жесткости неизвестны, то их можно назначить условно на основе опыта проектирования подобных конструкций, а впоследствии отредактировать по результатам конструктивного расчета.

В GEN_3DIM для задания материалов существует несколько возможностей: для стандартных составных и сварных сечений можно использовать специальный режим Расчет сечений, для более сложных – Расчет сечений расширенный. Расчет сечений расширенный – это использование редактора сечений Profilmaker, предназначенного для формирования и расчета сечений любой формы (в том числе тонкостенных).

Соответствие номеров материалов типам сечений приведено в таблице.

№ материала	Сечение
ne marophana	
1	Сварной двутавр (полки 300*12 стенка 280*8)
2	ПГ100х7 по ГОСТ 8509-93 фасонка t=10 мм
3	_∟100х7 по ГОСТ 8509-93 фасонка t=10 мм
4	L50х5 по ГОСТ 8509-93 фасонка t=10 мм
5	□Г80х6 по ГОСТ 8509-93 фасонка t=10 мм

Схема рамы с указанием номеров материалов приведена на рисунке.



Шаг за шагом

 Прежде чем присваивать какой-либо материал элементам его нужно создать. Для этого вызовите команду Правка > Материал > Расчет сечений. 2. В появившемся диалоге укажите номер нового материала и его тип.



3. После нажатия ОК появится окно задания сечения. Выберите тип сечения, сортамент и номер профиля.

Простой прокатны	ый профиль	Þ	
Сложный прокатный профиль	c	Сварной профи	ИЛЬ
Тип сечения	Двута	sp 💌	
	н [30)4	
10	в (им) 30	00	
t S	t (MM) 12	2	
цихахса	s (мм) 8		
Угол (гра	дусы) 90	÷	
Hw	0		
Tw	0		

 Аналогично с использованием закладки Сложный прокатный профиль задайте материалы для других стержней. Проконтролируйте положение сечения относительно элементных систем координат (направление осей указаны на пояснительном рисунке.

	Простой прокат	ный профиль	
Сложный пр	юкатный профиль	Сварной	профиль
	Тип сечения:	2 уголка (тавр 2)	•
	Сортамент:	UGR	•
	Профиль:	L 100x7	•
	Поворот (граду Расстояние	сы) 0	
	Горизонтальн	ре отражение	
—Описа Угол	ние сортамента ок равнополочный Г	OCT 8509-93	

Рассмотрим также вариант задание сечение с использованием программы **Profilmaker**. Здесь Вы можете создавать любые сечения, используя прокатные профили и простейшие геометрические фигуры.

- 5. Для этого вызовите команду **Правка > Материал > Расчет сечений**. Выберите номер материала и тип материала.
- 6. Для добавления в сечение прокатного профиля кликните по иконке **Стандартные** в верхней панели инструментов.
- 7. В появившемся окне выберите сортамент и марку профиля, затем нажмите на кнопку **Выбрать**.

	марка профиля	
Специальные профили, не стандартные, Salzg Специальные профили, не стандартные, Salzg Узкий двутавр с наклонными внутренними пс двутавр балочный, СТО АСЧМ 20-93 [DVTB1] двутавр широкополочный, ГОСТ 26020-83 [DV двутавр широкополочный, СТО АСЧМ 20-93 [[двутавр широкополочный, СТО АСЧМ 20-93 [[двутавр средней ширины с параллельными п двутавр средней ширины с параллельными п двутавр колонный, ГОСТ 26020-83 [DVTB2] Двутавр средней ширины с параллельными п двутавр прокатный	1 20Ш1 1 23Ш1 1 26Ш2 1 30Ш2 1 30Ш3 1 35Ш1 1 35Ш2 1 35Ш2 1 35Ш2 1 35Ш2 1 35Ш2 1 35Ш2 1 40Ш1 1 40Ш2	Подобрать Выйти Помощь

8. В рабочем окне **Profilmaker** появится выбранное Вами сечение, в левой части рабочего окна можно просмотреть характеристики задаваемого сечения.

Прочи	е Описание			
Геомет	рия Жесткости			
Пара	Знач	Разм		
Α	68.30	см2		
Iy	1040	см4		
Iz	1470	см4	Ξ	
Wy	714.77	смЗ		
Wz	146.99	смЗ		
It	29.02	см4	-	
Cm	2830	смб		
Ay	40.35	см2		
Az	22.56	см2	-	

- Прежде чем передать созданный материал в Gen_3Dim необходимо выполнить его расчет. Для этого кликните по соответствующей иконке в верхней панели инструментов.
- 10. По окончании расчета кликните по иконке **Передать профиль** в верхней панели инструментов.
- □ В левой части рабочего окна **Profilmaker** после проведения расчета указана ориентация осей S и T.
- Для включения отображения локальных систем координат кликните по иконке Локальные координаты в верхней панели инструментов.
- Чтобы присвоить материал элементу вызовите команду Правка > Материал > Установка или кликните по соответствующей иконке в левой панели инструментов.
- 12. Кликните левой клавишей мыши в области **Информационного окна**, в появившемся диалоге укажите номер материала, который Вы хотите присвоить элементам.
- 13. В рабочем окне укажите каким элементам необходимо присвоить материал, выделив их любым удобным для Вас способом.
- 14. Завершите выполнение команды, кликнув по иконке **Выход на верхний уровень меню** в верхней панели инструментов.
- 15. Для включения цветового отображения материалов кликните по иконке **Материалы** в верхней панели инструментов и в появившемся диалоге выберите тип отображения **Цветовое**.



При задании сечения из одиночного уголка следует помнить, что все проверки в нормах относятся к главным осям. Для корректности выполнения расчетов при определении характеристик сечения в Profilmaker уголок автоматически поворачивается. P



Советы & рекомендации







3.6 Ввод нагрузок

Для удобства последующего формирования РСУ все нагрузки необходимо задать в различных нагружениях. Собственный вес несущих конструкций задается автоматически при назначении материалов и хранится в нагружении 1.

Соответствие номеров нагружений нагрузкам и схему приложения нагрузок к раме см. в задании.

3.6.1 Ввод узловых нагрузок

В соответствии с заданием в узлы ферм необходимо приложить следующие нагрузки: вес конструкций кровли и элементов связей и различные варианты снеговых нагрузок.

- 1. Вызовите команду **Правка > Нагрузки > Узловые > Установка** или кликните по соответствующей иконке в левой панели инструментов.
- 2. В окне **Переключатели** выберите направление действия нагрузки, нажмите на кнопку **Нагруж.=0** и в появившемся диалоге укажите номер нагружения, в который хотите добавить нагрузки.

 Переключатели
 Ф ×

 Рх
 Ру
 Рг

 Мх
 Му
 Мг

 Мовое значение [2]
 ОК
 Отмена

 При нажатии на кнопку **ОК** появится следующий диалог, в котором необходимо задать значение узловой нагрузки. Обратите внимание, что положительные значения нагрузок сонаправлены с положительными направлениями осей глобальной системы координат. Нагрузки задаются в кН.

Значение	e	
Pz .8	.494	
<u>0</u> K	Отмена	>>

4. При активной опции **Box** рамкой выделите узлы, к которым необходимо приложить нагрузку.



5. Для того чтобы изменить значения нагрузки кликните в области **Информационного окна** и в появившемся диалоге укажите новое значение.



Инс	формационно	еокно 🗜 🗙	
Px = Py = Pz =	0 Mx =0 0 My =0 -8.49 Mz =0	Значение	×
		Рг -4.360 <u>О</u> К О <u>т</u> ме	на >> 🗆

6. Аналогичным образом приложите все узловые нагрузки на раму в соответствии с заданием.

3.6.2 Ввод равномерно-распределенных распределенных нагрузок

В соответствии с заданием в виде равномерно-распределенных нагрузок необходимо приложить нагрузки от собственного веса ограждающих конструкций (стеновых панелей).

- Вызовите команду Правка > Нагрузки> По элементам> Равномернораспределенные > Установка или кликните по соответствующей иконке в левой панели инструментов.
- 2. В окне **Переключатели** выберите систему координат и укажите направление действия нагрузки. В линейке прокрутки установите номер нагружения, в который необходимо добавить нагрузки.



3. Кликните левой клавишей мыши в области **Информационного окна** и в появившемся диалоге введите значение нагрузки.



4. Любым удобным для Вас способом выделите элементы, к которым необходимо приложить нагрузку.



5. Завершите выполнение команды, кликнув по иконке **Выход на верхний уровень меню** в верхней панели инструментов.

m

Шаг за шагом

3.6.3 Ввод трапециевидных нагрузок



- 1. Для задания трапециевидных нагрузок вызовите команду **Правка >** Нагрузки> По элементам > Трапециевидные > Установка или кликните по соответствующей иконке в левой панели инструментов.
- 2. В окне **Переключатели** укажите направление действия нагрузки. В линейке прокрутки установите номер нагружения, в который необходимо добавить нагрузки.



3. Кликните левой клавишей мыши в области **Информационного окна** и в появившемся диалоге введите значение нагрузки.



4. Любым удобным для Вас способом выделите элементы, к которым необходимо приложить нагрузку.





- 3.6.4 Расчет
- 1. Сохраните модель, выбрав команду Проекты> Сохранить.

Ы

2. Вызовите команду Расчет > Общий. В диалоге Выбор типа расчета выберите расчет Статический и нажатием кнопки ОК запустите расчет. После выполнения расчета модель загрузится автоматически.

Выбор типа расчета	×
Зыбор типа расчета Вирасчета С Вирасчета С Статический расчет С Особственные колебания С Слектральный садии С Слектральный садии С "Нелинейныя" с спектральный садии С "Нелинейныя" с попессания С "Нелинейныя" с сракть Прогрессирующее разрушение П определять Игерации Нагрузки от разрушение С определять Игерация П оставлять) С станоять, 1- оставлять)	Гоцин Теория II порядка Отрицательные окенеты Односторонные опоры Односторонные опоры Односторонные шериры Односторонные шериры Точность 0.0001
Поэтапное возведение	
 ✓ Усилия ✓ Реакции ✓ Невязки Решение задачи Голько расчет С Теплопрово 	Промежугочные результаты для поэталного возведения «теплопроводности адность С Теплопроводность+расчет
Файл гата FE-Модель Олисание Олисание Разработчик NB <u>0</u> K 0 <u>т</u> менить 0	Помощь Стандарты

При запуске на расчет проконтролируйте Стандарты расчета. Для вызова диалога стандартов нажмите кнопку Стандарты...

3.7 Задание расчетных сочетаний усилий

3.7.1 Определение характеристик нагружений

В соответствии с нормами для выполнения конструктивного расчета необходимо сформировать расчетные сочетания усилий.

Для определения расчетных сочетаний усилий проделайте следующие операции:

 Вызовите команду Расчет > Конструктивный >РСУ (балки)>РСУ (СНиП) или кликните по соответствующей иконке в левой панели инструментов.

Ша	Г	за
ша	Г	ом

PCY

балки	ОК	Вес конструкций и грунтов		
Зетровые и сейсмические нагружения	Отменить	V	K.,	V.
Комбинированные сейсмические нагружения	Помощь	Конструкции сооружении и видтрунтов (тао. 1) Металлические конструкции, в которых усилия от собственного веса не превышают 50% общих усилий	1.05	1
четаемость сейсмических нагружений арактеристики нагружений	- Группы нагружений -	Металлические конструкций, в которых усилия от собственного веса превышают 50% общих усилий	1.1	1
Номер нагружения: 1 💽 омер в КЭ-модели : 1	Несочетаемые	Бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м3), железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные конструкции	1.1	1
ип постоянное	Объединяемые	Бетонные (со средней плотностью 1600 кг/ и менее), изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, материалы в рулонах, засыпки, стяжки и т.п.), выподявемые в завоских условиях	1.2	1
Лпределить Кни Кд. Кд : 1	Расчет Результат		. 1	Cr
С Word © Viewer			<u> </u>	U
Свойства	Табличный экспорт			

- 2. В диалоге Определение расчетных сочетаний усилий задайте параметры для нагружений, переключая номера нагружений, укажите Тип нагрузки и укажите коэффициенты Кн (коэффициент надежности по нагрузке) и Кд (коэффициент длительной части), нажав на кнопку Определить Кн и Кд... В появившемся диалоге выберите нужные значения коэффициентов для каждого нагружения соответственно. При этом нагрузки длительнодействующие нагрузки с пониженным значением интерпретируются как кратковременные.
- 3. Необходимые для ввода параметры сведены в нижеследующую таблицу. Сверьте правильность заданных параметров.

Номер нагру- жения	Номер в КЭ мо- дели	Тип нагру- жения	Источник	Знако- пере- менные	Кн	Кд
1	1	Пост.	-	-	1.05	1
2	2	Пост.	-	-	1.123	1
3	3	Пост.	-	-	1.2	1
4	4	Кратковр.	Прочее	-	1.43	0.5
5	5	Кратковр.	Прочее	-	1.43	0.5
6	6	Кратковр.	Прочее	-	1.43	0.5
7	7	Кратковр.	Прочее	-	1.43	0.5
8	8	Кратковр.	Прочее	-	1.43	0.5
9	9	Кратковр.	Прочее	-	1.43	0.5
10	10	Кратковр.	Прочее	-	1.4	0
11	11	Кратковр.	Прочее	-	1.4	0

3.7.2 Несочетаемые нагружения

При определении РСУ возможно учесть ситуации, когда два или более нагружений не могут вместе встречаться в одной комбинации или, наоборот, одно нагружение присутствует только тогда, когда присутствует другое. Эти случаи учитываются при помощи задания групп несочетаемых и сопутствующих нагружений.

Шаг за шагом

- 1. Нажмите кнопку Несочетаемые в активном диалоге.
- 2. В появившемся диалоге сначала необходимо создать группу, а затем в созданную группу добавлять номера несочетаемых нагружений данной группы. Нажмите **Добавить** новую группу. Автоматически будет присвоен порядковый номер.
- 3. Далее введите номера несочетаемых нагружений нажимая после каждого номера нагружения **Добавить** для добавления его в группу.



4. Задайте группы несочетаемых нагружений согласно нижеприведенной таблице.

Группа	Номера нагружений
1	4, 5, 6, 7, 8, 9
2	10, 11

3.7.3 Расчет РСУ

1. В активном диалоге **Определение расчетных сочетаний** усилий нажмите на кнопку **Расчет**.

Шаг за шагом

2. В появившемся диалоге укажите параметры выдачи результатов.



- 3. В окне Задание элементов для определения РСУ нажмите на кнопку-Добавить группу и в появившемся диалоге нажмите на кнопку Выбор в графике.
- 4. В рабочем окне выделите все элементы рамы, для которых необходимо определить РСУ. По окончании выделения нажмите на кнопку **Расчет** в окне **Переключатели**.
- 5. В окне **Редактирование групп элементов и коэффициентов сочетаний** в таблице появятся номера добавленных элементов. Для завершения добавления элементов в группу нажмите на кнопку**Продолжить**.

первый	последний	â	шаг		BE	ибор в
1	56	5 1			графике	
		Очистить				
Удалить						
Казффициент	ы сочетаний —					
Нагружения: По умолчанию						
2		Kfc1	Kfc2	Kfc3	Kfc4	Kfc5
3	полные	1	1	1	1	0.9
5 6 +	длительные	1	1	1	1	0.9
		~				
· данные для р Идеально уп	асчета сеисм. ругая система	усилии г (коэф. р	то норма едукции	ам 9 зоеі (r = 1)	кистана.	
Предельная относительная неупругая 1						

 Задайте в диалоге Задание элементов для определения РСУ количество сечений по конечному элементу, в которых будут определяться РСУ. Оно будет общим для всех элементов группы независимо от размера элемента. Для того чтобы запустить расчет, нажмите на кнопку OK.



 По окончании расчета во Viewer будет сформирован отчет, который отобразится на дисплее.



3.8 Конструктивный расчет

Для выполнения конструктивных расчетов стальных конструкций в GEN_3DIM реализовано 2 подхода. Первый – с использованием имеющейся информации о конечных элементах. В этом случае рассматриваются указанные группы конечных элементов в виде списка. Данный подход является устаревшим, в настоящее время не развивается, и в данном примере рассматриваться не будет. Второй – через создание специальных групп конечных элементов – конструктивных элементов. Конструктивный элемент позволяет оптимизировать задание данных для конструктивного расчета (например, автоматически определить длину элемента), упростить документирование и обладает рядом дополнительных достоинств. В данном примере мы рассмотрим выполнение конструктивных расчетов с использованием конструктивных элементов.

3.8.1 Задание данных для конструктивных элементов

 Вызовите команду меню Сталь> Конструктивные стальные элементы > Задание данных или кликните по соответствующей иконке в левой панели инструментов.

В появившемся окне **Конструктивные элементы** укажите нормы, согласно которым будет выполняться расчет, и параметры расчета. Выполнение расчета возможно по следующим нормативным документам:

P#

СНиП II-23-81* «Стальные конструкции», СП 53-102-2004 «Общие правила проектирования стальных конструкций» и СТО 02494680-0049-2005 "Конструкции стальные строительные. Основные принципы расчета на прочность, устойчивость, усталостную долговечность и сопротивление хрупкому разрушению". Выберите СНиП 2-23-81*. Возможен подбор сечения - в этом случае результатом расчета является сечение, или проверка – в этом случае выдаются результаты проверок для заданного сечения. Установим Тип расчета Подбор сечения.

Нормы: СНиП 2-23-81* ▼	
	СНиП 2-23-81*
	CII 53-102-2004
	CTO 02494680-0049-2005
Расчет	Помощь

Параметры расчета	X
Тип расчета О Проверка	ОК
• Подбор сечения	Отмена
Макс, итераций 10	Помощь
Вывод	
🔽 Полный	
Свойства вывода	

2. В поле отображения дерева конструктивных элементов кликните правой клавишей мыши по надписи Все группы и в появившемся списке выберите Задать группу. Задайте имя группы, тип элементов и подтип.

Констр. эле	менты - металл 👎 🗙	Новая группа	
Bce rp	Создать группу Удалить все Задать по позициям Задать по позициям (с учётом этажей) Экспорт в Tekla (ascii) Свойства групп	Иня группы : Тип эленентов Подтип	Колонны Колонны Сварные сечения ОК Отменить

- Группа конструктивных элементов должна включать в себя конструктивные элементы с абсолютно одинаковыми расчетными характеристиками (например, для колонн это коэффициент расчетной длины, тип и размеры поперечного сечения и пр.). Если конструктивные элементы различаются хотя бы по одному параметру, то их необходимо отнести к разным группам.
- Доступны следующие типы элементов: колонны, балки, пояс фермы, стойка фермы, раскос фермы. Типы элементов в группе можно менять после определения.
- После создания группы необходимо определить, какие элементы будут отнесены к данной группе. Кликните по названию группы правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите Создать элемент. В появившемся окне задайте имя первого элемента.

Советы & рекомендации

Констр. э.	лементы - металл 🛛 🛱 🗙	Новый эл	емент	
Все груп	пы			
: <mark>Кол</mark> -	Свойства	Имя элеме	ента : Колонна	
	Переименовать			
	Создать элемент		OK	Отменить
	Удалить			
	Локальные нагрузки 🕨			
	Изменить тип			
	Разделить группу			
	Перенести элементы			

4. В рабочем окне выделите конечные элементы, которые необходимо отнести к колоннам. Обратите внимание, что конечные элементы, входящие в состав других конструктивных элементов не могут быть выделены. Для того чтобы добавить конечные элементы в выделение или, наоборот, вычесть из выделения, используйте соответственно переключатели + и – в левом верхнем углу окна Задание элементов. Для завершения задания конструктивного элемента нажмите на кнопку ОК.



Советы & рекомендации

- При генерации элементов может быть использован фильтр по материалу для исключения ошибочного создания элементов с различными характеристиками в одной группе. Характеристики сечения могут быть автоматически перенесены из данных по материалу.
- 5. Аналогичным образом определите остальные группы.

Состав групп конструктивных элементов приведен в таблице.

Группа конструктивных элементов	Состав группы
Колонны	Основные колонны сечением
Верх_пояс	Верхний пояс
Ниж_пояс	Нижний пояс
Раскосы_основ	Раскосы, за исключением опорных
Раскосы_опор	Опорные раскосы
шпренгель	Дополнительные опорные раскосы
Стойки	Стойки

6. В поле отображения дерева конструктивных элементов кликните правой клавишей мыши по названию первой группы и в появившемся списке выберите команду **Свойства**.

- 7. В появившемся окне изображается сечение элементов, приведены все характеристики, заданные для стержней на этапе формирования модели, которые необходимы для выполнения конструктивного расчета.
- Особое внимание должно быть уделено заданию данных для расчета на устойчивость – коэффициентам расчетной длины. Они должны назначаться в зависимости от закреплений. Особенно это важно для поясов, так как весь пояс является единым конструктивным элементом.

Советы & рекомендации

Констр. элеме	енты - металл 📮 🗙	Колонны - Колонна - металл	
 Все группы Колон верх_г верх_г ниж_п Раскос Раскос Раскос типрен стойки 	Свойства Переименовать Создать элемент Удалить Локальные нагрузки Изменить тип Разделить группу Перенести элементы	Арактеристики сечения Двутаер Взять сечение из FEA-нодели h 304 ин b 200 ин t 12 ин s 8 ин Ориентация локальных осей: y=s, z=t Характеристики материала Козффициент условий работы- gamma_c 1 Определять длину определять длину определять длину определять длину определять длину	ОК Отмена Помощь 180-60а V Учитывать 180-60а Сечений
		Длина 1 и Коэффициенты расчетной длины Плоскость хг 1 Плоскость ху 1 Для проверки устойчивости плоской формы изгиба 1	

- В поле Характеристики материала выберите марку стали. В поле Предельная гибкость выберите ограничение по гибкости для данной группы (в данном случае 180-60*α, так как группа – основные колонны). Параметр α будет вычислен программой.
- В соответствующей зоне диалога укажите коэффициенты для определения расчетной длины элементов группы. Установите опцию Определять длину элемента автоматически. Также можно задать длину элемента вручную.
- Всегда контролируйте правильность ориентации сечения (область диалога Сечение) и соответствие коэффициентов расчетной длины по осям. Неверная ориентация сечения может привести к некорректным результатам.
- 10. Вызвав контекстное меню для группы, можно задать группу узлов, в которых приложена локальная нагрузка (например, для расчета локальных напряжений при расчете сварной балки). При задании локальной нагрузки указывается зона приложения нагрузки. В данном примере указанный элемент не используется.

Советы & рекомендации

Boo courses					-
E.Komer				+	OK
F BEDX DDRC					Отмена
EI-HKK_TORC					
Packocu	05			Ширина зоны действия	0.1
E Peoros prant	Canifornia			нагрузки	10.1
н шпренгел	CRONCIER				
E. crown	Переименовать				
	Создать элемент				
	Удалить				
	Локальные нагрузки		Создать группу		
	Изменить тип		Сасойства		
	Разделить группу	T		-	
	Перенести в реконную				

- 11. Аналогичным образом задайте свойства для всех групп.
- 12. Для составных сечений информация о сечении также может быть взята из данных материала или их можно задать вручную. Для расчета доступны составные сечения различных типов. Задание сечения осуществляется с помощью кнопки в поле **Сечение** диалога свойств группы.





13. Для группы Верхн_пояс проконтролируйте тип сечения, ряд профилей и профиль, а также толщину фасонки в поле Мин. расстояние между профилями. Задайте остальные свойства группы: Характеристики материала, Гибкость, Расчетные длины и др.

	Ориентация локальных осей y=s, z=t	: •	ОК Отмена Помощь
Взять сечение и	оси Z	ели	
рофиль ип: UGR 💌	Сортамент:	Мин. расст профилями	ояние между (по оси Y) мм
Уголок равнопол	очный ГОСТ 8509-93	1	A.
арактеристики ма 2245 соэффициент услов датта_с Предельная гибкос	териала 🔽	Разрешать г Определять элемента автоматичес лина	ластику длину ски 6 м
180-60a 🔻			
оэффициенты рас	четной длины 1 Пл йчивости плоской ф	оскость ху ормы изгиба	1

- 14. Аналогичным образом задайте свойства оставшихся групп.
- 15. Нажмите кнопку Расчет. Вы можете выбрать группы, для которых будет выполнен расчет.

3.8.2 Просмотр результатов конструктивного расчета

- После выполнения расчета появится диалог с указанием подобранного сечения и его характеристик для каждой из групп. Данные по выбранному сечению можно перенести в Свойства групп для проверки и, в случае необходимости, передать в Материалы для выполнения уточненного статического расчета с учетом изменившихся жесткостных характеристик.
- 2. В появившемся окне установите опцию Запомнить для групп и выберите каким образом нужно запомнить подобранные сечения: Сохранить подобранные сечения в данных для групп элементов и Сохранить характеристики сечений в материалах FE-модели. Вторая опция установлена вследствие необходимости пересчета конструкции при существенном изменении характеристик сечения.

*	Группа	Сечение	Профиль	A, CM2	Ay, cui2	Az, cm2	ly, cust	lz, coul	Започниты
Ľ,	верх_лояс	состав	UGR L 100x7	27.5	16.2	16.2	261.2	544.6	V
t	HIR DORC	COC188	UGR L 100x7	27.5	16.2	16.2	261.2	544.6	N N N N N N N N N N N N N N N N N N N
Ł	Раскосы.,	составы	UGR L 100x10	38.5	22.9	22.9	358.0	784,7	C
	Раскос_о	COCT88	UGR L 125xB	39.4	22.9	22.9	588.8	1175.5	2
	шпренге	утолок	UGR L 50x5	4.8	2.8	2.8	11.2	11.2	C .
0	стойки	COCTAB	UGR L 80x6	18.8	11.0	11.0	113.9	249.7	1

Шаг за шагом 3. После нажатия кнопки OK в результате замены профилей (по результатам подбора) изменилось распределение жесткостей в системе (например, сечения нижнего и верхнего поясов различаются), поэтому проведите заново статический расчет и расчет РСУ(см. п.3.6.4 и 3.7). Проконтролировать данные о материале можно в диалоге свойств материала Правка > Материал > Редактировать.

30	-fanka	Прач	юугольный	Tpo	0	TPOC2
Номе	рмат. 3		Новый			
A	0.00275	G	7.92308e+00			
As 1	0.001616	Rho	7.85	1		
AS	0.001616	Npoq.	LLT UGAL 1	00x7		
+	5.04e-008	Yran	-90.000000			
10	2.612e-006	dy	0.010000			
+	5.44563e-006	dz	0.000000			
E	2.06e+008		C Orpanie	6 7		
	Стандарт		2			
Ссы	юк 21		5			

- 4. Перейдите в режим **Задания данных** для конструктивного расчета стальных конструкций. Все данные для конструктивных элементов заданы, после выполнения подбора автоматически устанавливается режим расчета **Проверка**.
- 5. Нажмите кнопку Расчет.
- 6. В результате расчета будет сформирован документ, содержащий результаты проверок групп конструктивных элементов. Результат проверок представлен в виде набора коэффициентов использования.

(1986) (Selection Association (2006) (Selection (2006) (Selection)	Milera 7.# 2010 2#** 02.08.10	Illes (parts Morafe 1940;24 - 1992 - 244 Obs m(41)	2010 02.00.10 2004.00 2004.00 2004.00 2004.00 2004.00
Supervise parents of Chill 2-12-41. Maintaipinest difficultume: Bit(- eithforenise minimationes divises et pinteme ejiptenesis (see enterficies enterin) (bijece		Nucleasana J. Spicespes yorthundian a nationitie wheters He	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
$ \begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$	ralbensten maker) (bijneyns 7,53); infrantien rafficians stansmith (bijneyns 7,55); coldwardten ope Colastinete (bijneyns 62);	Nucleasance 1. Specages yestimesons ups constructs sufficient V, Hy, Hz $\frac{\Gamma_{L,Q} \gamma_{0}}{2.342} - \frac{E_{L,Q}}{2.342}$	Natedbu piteten Reinsen Antonian Die sanasten Richten Gegene Reven Antonian: Spontanus Gestenn
na - antigenetar antisabilitas defanas of yichard y antisabilită defana sirektă (defanya) de 161) în 1970 - antigenetar antisabilitase defanas do yichara at addirent defanazilerarea alegenizat (defanya Ria - aleğinasiler alektralarea alegenizat) (defanya)	a dDemallen a 20); edlemillen 20);	$\label{eq:linearized_linearized_linearized} \begin{array}{ccc} L & 0 & Labola & Fan \\ \hline & 0 & -1.001 & -5.901 & -1.14 \\ \hline & 0.4 & -1.001 & 0.591 & 0.114 \\ \hline \end{array}$	unessans - Universitä 2 (ask yrkiskä ?) Bildens - L IJAA (Vienis päässäntäinessä TOOT 2810-63) Gestations dokumus y = 8, s = 1 - Hisdynai Bisäyden = feine 2845
Rectaunt and Construction of the Constructiono	addreydedd airjydne	$ \begin{array}{cccc} \text{Restantions 2. Splonipsi yittikeesitte a maitteitte stekkeri Hy} \\ \underline{L & n \text{ of } \Gamma_{1,0} \text{ Labola } \Gamma_{2,0} & \Gamma_{2,0} \\ \hline 8.4 & -0.50 \text{ C.128 } 1.023 \text{ 1.023 } 0.023 \\ \hline \end{array} $	Roddaunsier ydninell pabras: 1,00 - Kaddaunens patretenift annae (annae anaetaris oppannatick martastaretene) (b. 7 Ma. 5
The balance is the state of th	-83)	Eudenium 2. Spinipal yosifemation of account waters in <u>a st r. st r. st r. st r. states</u> <u>8. 1. 1.74 1.244 1.218 1.328 1.428</u> Hudmaines 2. Spinipal yosifemation of sizedorule addisons 9, Ny, Ny	1.08 1.08 Datastrjeveloval skjäseräjetuvan Datastrjeveloval skjäseräjetuvan
Häreljocke Häreljocke - träns 0245 Ersblausser utorand mäftras: 1.00		128-28-	- 11 1 12 1 12 12 1 11 11 11
- Liddheurise päteinell anne (anne beleinis Gefänligts lerislevettes) <u>B. J. B. 1. 19</u>		Redentune 2. Spragan yrotheasten antist hopes skrede L 4 Labba Kan 8.5 1.000 0.001 0.428	- <u>total</u> <u>total</u> <u>total</u> <u>total</u> <u>total</u> <u>total</u> <u>total</u>
Televelower explored news		$\frac{\text{Keelberkingen 3. Tylmidjek yteribernöten a neidenöten sinskerk Hy}{5.8 + 0.502 + 0.025 +$	Wig Wig <thwig< th=""> <thwig< th=""> <thwig< th=""></thwig<></thwig<></thwig<>
Ly Li Li Li My 14147.0 4207.0 420.2 2177000.1 1771.4	Va Ly La (a) (a) (a) (a) (b) (b) (b) (b) (b) (b) (b) (b) (b) (b	Rodinskuns 3. Sponepak vorsibesoorse a anstandre understa Na <u>1. m.ef. Fr.a Labbda Ira Ku</u> <u>8.0.0.375.0.384</u> 4.278 0.044 0.123	$\frac{\text{Euclosease 1. Spranpat year/beacaus a successes atomics by}}{\frac{1}{4.2} \frac{n_{1}67}{1.42} \frac{21}{1.424} \frac{1}{2.4212} \frac{1}{1.414} \frac{1}{2.142} \frac{1}{1.414} \frac{1}{1.144}}$
Nativations y/month <u>Hit Bis Cao Hitelti Gytelli Gytelli Hyte</u> <u>1 2 8.0 -222 1 -2</u>	the to the	Radmainer I. Spinipal yirillandire ojo timulirale pillemer T. By. He $\frac{T_{1,2}}{T_{1,2}} = \frac{E_{22}}{1.014}$ Vedenice J. Spinipal pillements and the second time start.	$\frac{\text{Reflections 1: Tytesfleet yrtetBeestives a satistive updated its}{\frac{1}{4.3}, \frac{1}{1.103}, \frac{1}{1.002}, \frac{1}{2.33}, \frac{1}{1.002}, \frac{1}{1.002}, \frac{1}{1.002}, \frac{1}{1.002}, \frac{1}{1.002}}$
1 1 0.0 140 1 1	i i ana Ny	<u>5 6 2495/6 Ros</u> 9.4 3.000 0.890 0.123	Redentation 1. Spindpat yieldwaltion ope constitute additions 1 7.101 - 2.432
8.1 -0.701 1.103 1.433 1.441 1.141		-Pakyanakan Jalvana	Redentors 1. Spinipal piniferation estimit diper elevela

7. В результате замены профилей (по результатам подбора) изменилось распределение жесткостей в системе (например, сечения нижнего и

верхнего поясов различаются), поэтому проведите заново статический расчет и расчет РСУ.

8. Для облегчения восприятия информации и общей оценки прочности конструкции удобен режим графического представления результатов конструктивного расчета. Вызовите команду меню Сталь> Конструктивного расчета. Вызовите команду меню Сталь> Конструктивные стальные элементы >Результаты расчета. В рабочем окне распределение коэффициентов использования будет показано в виде заливки. Стержни, для которых коэффициент использования превышает 1, будут выделены красным цветом. Для остальных стержней применяются цвета от зеленого (наименьший коэффициент использования) до оранжевого (коэффициент использования 1).Максимальный коэффициент использования будет указан в статусной строке.



 В окне Результаты расчета выберите Группу и Коэффициент использования. При проверках по СНиП вычисляются следующие коэффициенты использования:

Ksig – коэффициент использования сечения по условиям прочности на действие продольной силы и изгибающих моментов (формула 28, 38, 39, 40, 49, 50);

Ку – коэффициент использования сечения по условию устойчивости в плоскости момента Му (формула 7,51);

Кz – коэффициент использования сечения по условию устойчивости в плоскости момента Мz (формула7,51);

Куг – коэффициент использования сечения по условию устойчивости при совместном действии продольной силы N и моментов My и Mz (формула62);

Кqy – коэффициент использования сечения по условиям прочности по касательным напряжениям от действия поперечной силы Qy (формула 29);

Кqz – коэффициент использования сечения по условиям прочности по касательным напряжениям от действия поперечной силы Qz (формула29);

Кик – коэффициент использования сечения по условию устойчивости

плоской формы изгиба (формула 34, 56);

Ksigv – коэффициент использования сечения по условиям прочности на действие эквивалентных напряжений (формула 33);

Кtau – коэффициент использования сечения по условиям прочности на действие касательных напряжений (формула 29);

Пояснение: коэффициент использования - это отношение действующей нагрузки к предельной.

4 Библиографический список

1. СП 53-102-2004 «Общие правила проектирования стальных конструкций». М. : ФГУП ЦПП, 2005.

2. *СНиП II-23-81* «Стальные конструкции».* М.: ЦИТП Госстроя России, 1990.

3. СТО 02494680-0049-2005 "Конструкции стальные строительные. Основные принципы расчета на прочность, устойчивость, усталостную долговечность и сопротивление хрупкому разрушению". М.: ЦНИИПСК им. Мельникова, 2005.

4. СНиП 2.01.07-85* "Нагрузки и воздействия". М. : ФГУП ЦПП, 2003.