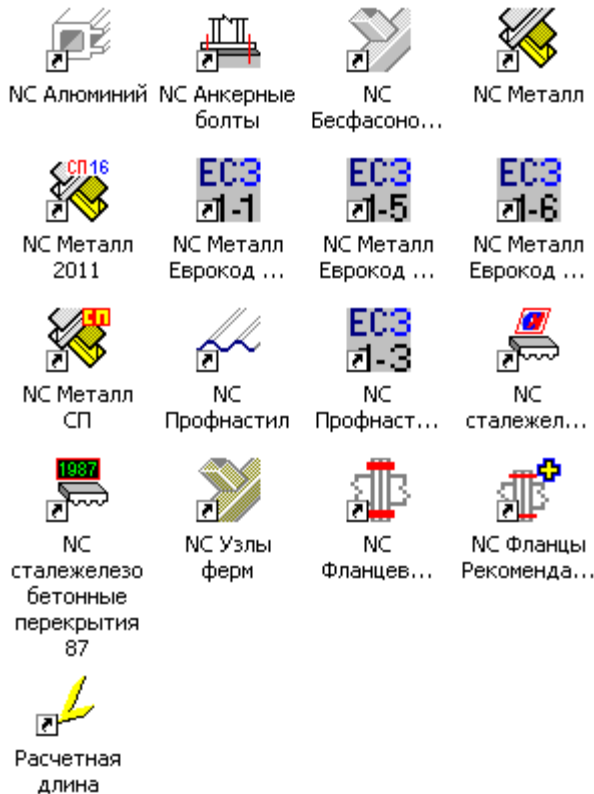




Расчет металлических конструкций



- Расчет по СП 16.13330 "Стальные конструкции"
- Расчет по СНиП II-23-81 "Стальные конструкции"
- Расчет по СП 53-102-2004 "Общие правила проектирования стальных конструкций"
- Расчет профнастила по Пособию к СНиП II-23-81 "Стальные конструкции"
- Расчет бесфасоночных соединений ферм
- Расчет фланцевых соединений
- Расчет анкерных болтов
- Программа для расчета свободных элементов длин стальных конструкций "Расчетная длина"
- Расчет по СНиП 2.03.06-85 "Алюминиевые конструкции"
- Расчет по сталежелезобетонных конструкций
- Расчеты по актуализированным нормам СП 16.13330.2011 "Стальные конструкции"
- Расчеты по Eurocode

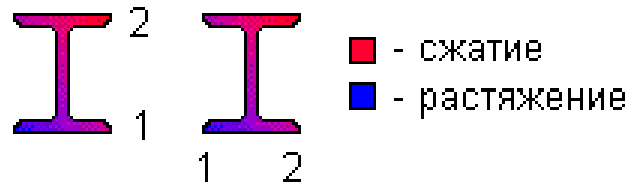


Расчет металлических конструкций

Правила для индексов, используемых в обозначениях характеристик сечений:

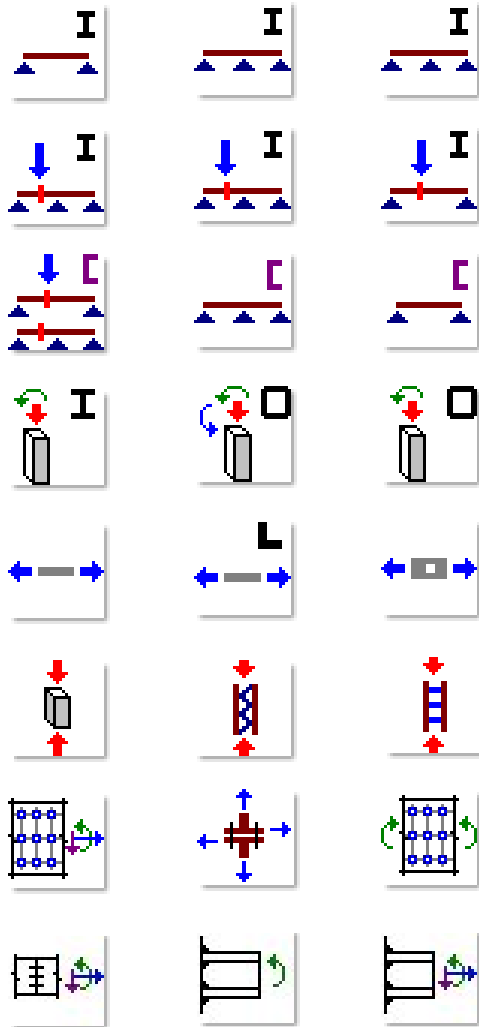
1 - для наиболее растянутого или наименее сжатого волокна

2 - для наиболее сжатого или наименее растянутого волокна





Расчет металлических конструкций



Выполняются расчеты стальных конструкций:

- расчеты на прочность и устойчивость
 - балок
 - колонн
- расчеты элементов по виду сечений:
 - элементов двутаврового сечения
 - элементов швеллерного сечения
 - элементов трубчатого сечения
 - элементов из уголков
 - элементов составного сечения
 - элементов произвольного сечения
- расчеты элементов по способу изготовления:
 - прокатных
 - листовых
 - гнутых
- расчеты элементов по виду действующих усилий:
 - изгибаемых элементов
 - центрально сжатых элементов
 - центрально растянутых элементов
 - сжато-изгибаемых элементов
 - растянуто-изгибаемых элементов
- расчеты соединений:
 - сварных
 - болтовых



Расчет металлических конструкций

Прочность

Вид металла:

Листовой, Широкополосной прокат

Фасонный прокат

Труба

Сталь и толщина металла:

C245 по ГОСТ 27772; От 2 до 20 мм;

Сопrotивление стали изгибу растяжению, сжатию, изгибу:

Нормативное:

По пределу текучести: $R_{yn} = 245$ МПа

По временному сопротивлению: $R_{un} = 370$ МПа

Расчетное:

По пределу текучести: $R_y = 240$ МПа

Расчетное сопротивление стали сдвигу:

$R_s = 139$ МПа

OK

Отмена

Ввод прочностных характеристик металла в зависимости:

- вида профиля (лист, фасон, труба)
- ТУ, ГОСТ
- марки стали
- толщины материала

Сталь и толщина металла

C245 по ГОСТ 27772

От 2 до 20 мм

От 2 до 20 мм

Св. 20 до 30 мм

Предел текучести стали $R_{yn} =$

Временное сопротивление стали разрыву $R_{un} =$

Расчетное сопротивление растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести $R_y =$

Расчетное сопротивление растяжению, сжатию, изгибу по временному сопротивлению $R_u =$

Расчетное сопротивление стали сдвигу $R_s = 139$ МПа

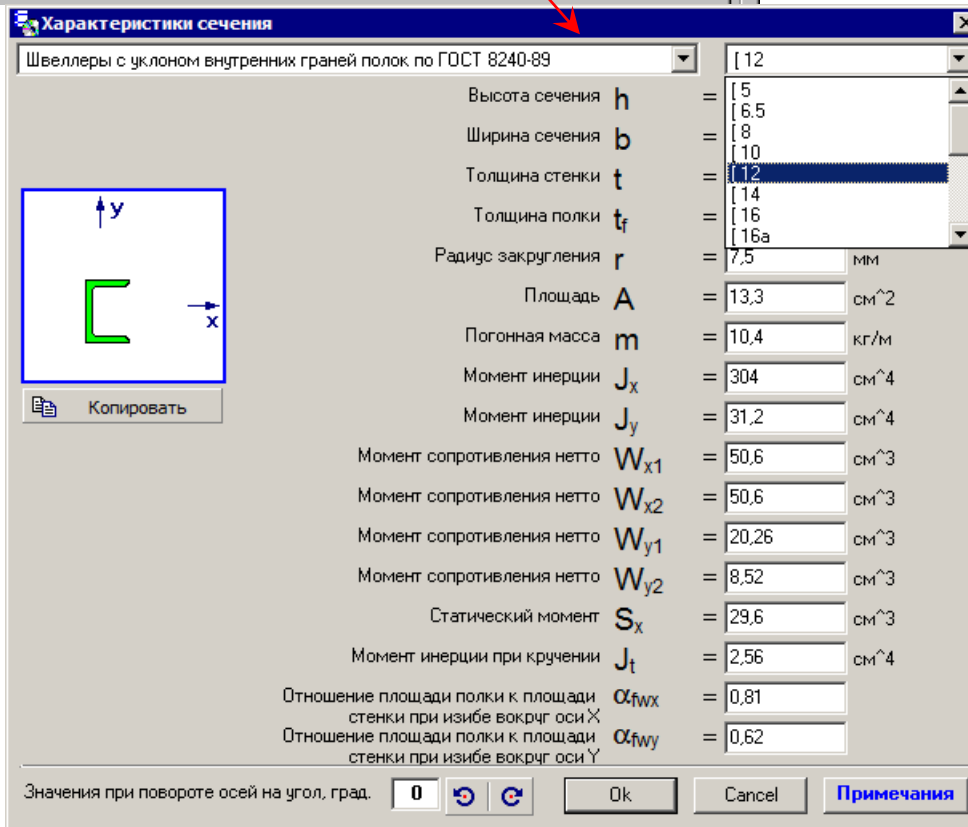
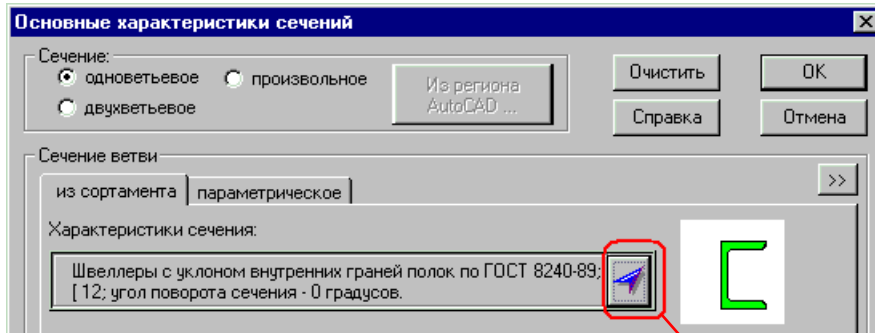
Ok

Cancel

Примечания



Расчет металлических конструкций



Примеры ввода геометрических характеристик

Пример 1. Сечение из швеллера [12 по ГОСТ 8240-89. Направление изгиба вокруг оси X (в плоскости стенки швеллера).

В окне **Основные характеристики сечения** выбираем:

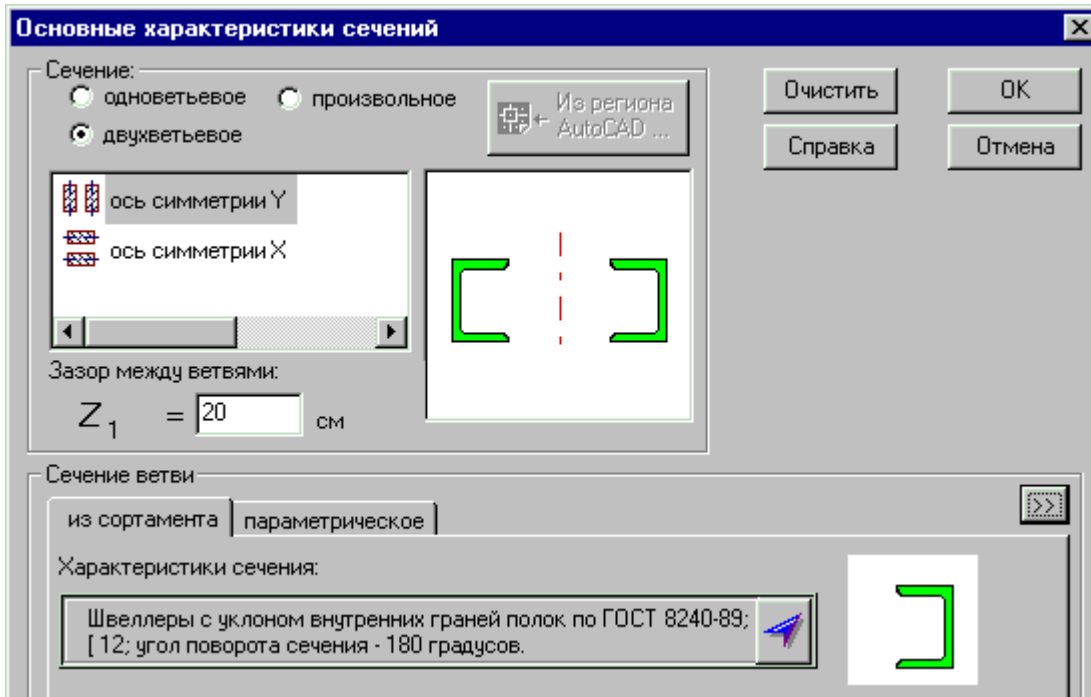
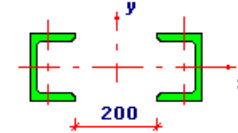
1. Сечение – одноветьеовое.
2. Сечение ветви – из сортамента.
3. Нажимаем на кнопку **Характеристики сечения**.
4. В окне **Характеристики сечения** выбираем:
 - 4.1. В левом верхнем списке: Швеллер с уклоном внутренних граней полок по ГОСТ 8240-89;
 - 4.2. В правом верхнем списке: [12;
 - 4.3. Угол поворота сечения: 0 градусов;
 - 4.4. Нажимаем кнопку **OK**.
5. Выбранные данные можно просмотреть, раскрыв нижнюю часть окна кнопкой **>>**.
6. Нажмем кнопку **OK** и закроем окно.



Расчет металлических конструкций

Примеры ввода геометрических характеристик

Пример 2. Сечение из двух швеллеров [12 по ГОСТ 8240-89. Зазор между ветвями 200 мм. Направление изгиба вокруг оси X (в плоскости стенки швеллера).



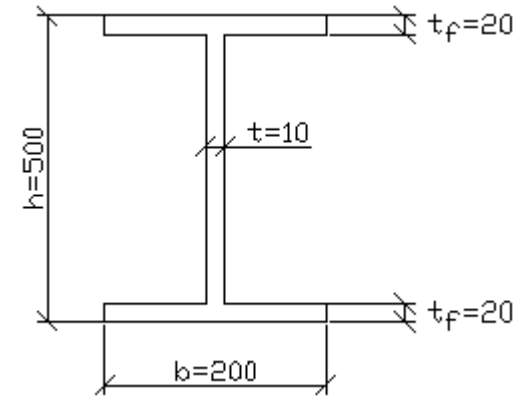
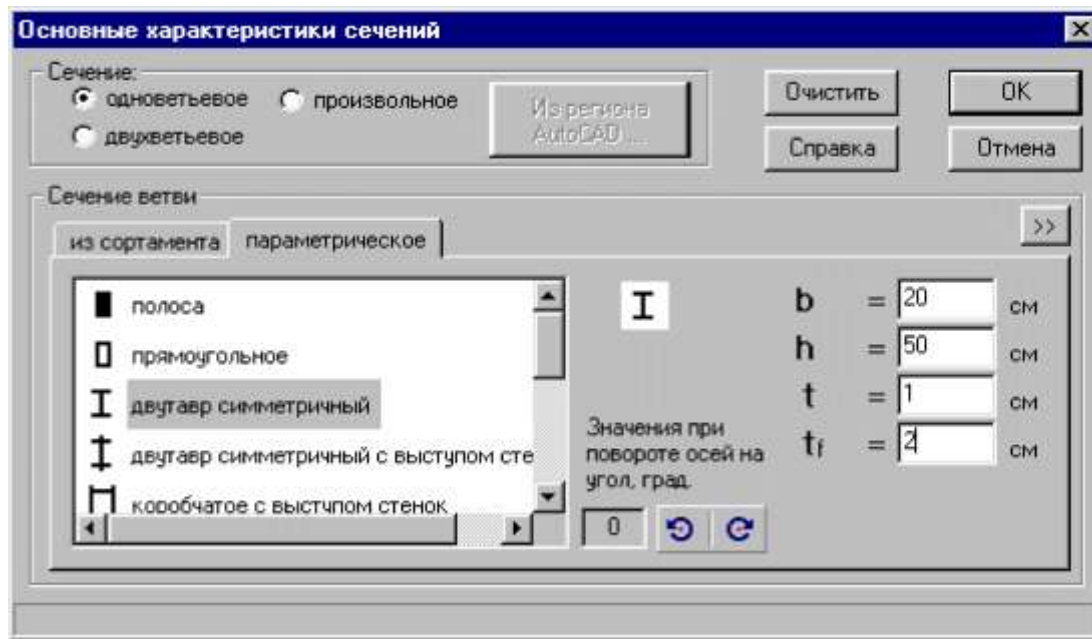
В окне **Основные характеристики сечения** выбираем:

1. Сечение – двухветьевое.
2. Вводим зазор между ветвями 20 см.
3. Сечение ветви – из сортамента.
4. Нажимаем на кнопку **Характеристики сечения**.
5. В окне **Характеристики сечения** выбираем:
 - 5.1. В левом верхнем списке: Швеллер с уклоном внутренних граней полок по ГОСТ 8240-89;
 - 5.2. В правом верхнем списке: [12;
 - 5.3. Угол поворота сечения: 180 градусов;
 - 5.4. Нажимаем кнопку **OK**.
6. Полученные характеристики сечения можно просмотреть, раскрыв нижнюю часть окна кнопкой **>>**.
7. Нажмем кнопку **OK** и закроем окно.



Расчет металлических конструкций

Примеры ввода геометрических характеристик



Пример 3. Сварной двутавр (см. рисунок). Изгибающий момент M_x действует в плоскости стенки.

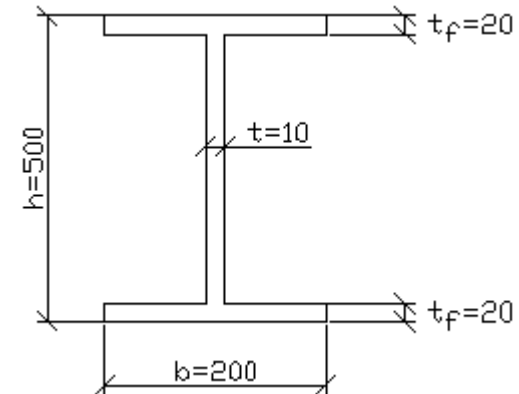
В окне **Основные характеристики сечения** выбираем:

1. Сечение – одноветьеовое.
2. Сечение ветви – параметрическое; двутавр симметричный.
3. Вводим размеры сечения.
4. Угол поворота сечения: 0 градусов.
5. Полученные характеристики сечения можно просмотреть, раскрыв нижнюю часть окна кнопкой **>>**.
6. Нажмем кнопку **OK** и закроем окно.

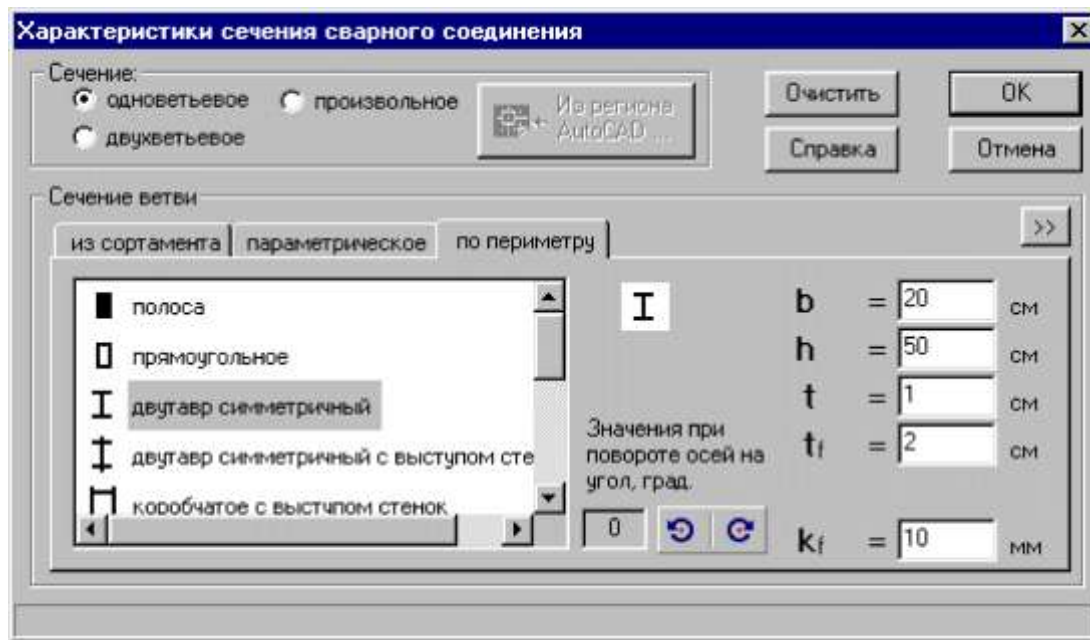


Расчет металлических конструкций

Примеры ввода геометрических характеристик



Пример 4. Сечение сварного шва по контуру сечения двутавра из предыдущего примера. Изгибающий момент M_x действует в плоскости стенки. Катет шва 10 мм.



- В окне **Характеристики сечения сварного соединения** выбираем:
1. Сечение – одноветьевое.
 2. Сечение ветви – по периметру; двутавр симметричный.
 3. Вводим размеры сечения и катет шва 10 мм.
 4. Угол поворота сечения: 0 градусов.
 5. Полученные характеристики сечения можно просмотреть, раскрыв нижнюю часть окна кнопкой **>>**.
 6. Нажмем кнопку **ОК** и закроем окно.



Расчет металлических конструкций

Примеры ввода геометрических характеристик

Пример 5. Сложное сечение.

В окне **Основные характеристики сечения** выбираем:

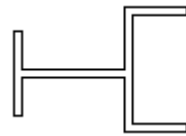
1. В программе AutoCAD или ZwCAD:
 - 1.1. нарисуем замкнутую полилинию (или набор линий и дуг) по контуру сечения (команда **pline**, размеры вводим в см);
 - 1.2. преобразуем эту полилинию или набор линий в регион (команда **region** или **Область**).

Примечание:

Другой способ. Создаем несколько регионов из простых объектов, например, из прямоугольников. Затем объединяем их в один регион командой **union**. Для замкнутых сечений потребуется операция вычитания внутреннего контура из внешнего.

2. В окне **Основные характеристики сечения** выбираем:

- 2.1. Сечение – произвольное;
- 2.2. С помощью кнопки **Регион из AutoCAD...** выбираем в программе AutoCAD / ZwCAD нарисованный нами регион.
- 2.3. Нажмем кнопку **OK** и закроем окно.



Основные характеристики сечений

Сечение:

одноветвьеовое произвольное

двухветвьеовое

Из региона AutoCAD ...

Очистить

Справка

OK

Отмена

Характеристики всего сечения:

A	= 24,7235E	см ²	W _{x1}	= 31,7367E	см ³	S _x	= 27,9054E	см ³
m	= 19,40801	кг/м	W _{x2}	= 31,7367E	см ³	J _t	=	см ⁴
J _x	= 179,146E	см ⁴	W _{y1}	= 81,3923E	см ³	b	= 160,1382	мм
J _y	= 615,862	см ⁴	W _{y2}	= 72,9068E	см ³	h	= 112,8953	мм



Расчет металлических конструкций

Ввод расчетных длин

При вводе значений расчетных можно воспользоваться утилитой **Расчетная длина**



Расчетная длина

Стандартные схемы | Стойки рам | Элементы ферм (в плоскости ферм) | Элементы ферм (из плоскости ферм)

Расчетная длина

Стандартные схемы | Стойки рам | Элементы ферм (в плоскости ферм) | Элементы ферм (из плоскости ферм)

Тип фермы:

- Элемент - сжат
 - Для пояса
 - Для решетки
 - Элементы решетки - не прерываются
 - Поддерживающий элемент - растянут
 - Поддерживающий элемент - не работает
 - Поддерживающий элемент - сжат
 - Элементы решетки - прерываются
 - Для непрерывающегося элемента
 - Поддерживающий элемент - растянут
 - Поддерживающий элемент - не работает
 - Поддерживающий элемент - сжат
 - Для прерывающегося элемента
 - Поддерживающий элемент - растянут

Длина элемента:
 $l_1 = 300$ см

Расчетная длина:
 $l_{ef} = 420$ см

L - геометрическая длина элемента; L_1 - расстояние между узлами, закрепленными от смещения из плоскости фермы (поясами ферм, связями и т.п.)

Табл. 12 $\mu = 1,4$

0 программе

Вычислить | Копировать результат | Закрыть



Расчет фланцевых соединений



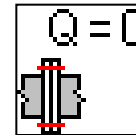
NC
Фланцев...

Расчет фланцевых соединений по Разделу 27 Пособия к СНиП II-23-81*

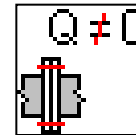
Участки болтов наружной зоны

	w_j	b_j
	Ширина участка j , мм	Расстояние от оси наружной зоны сварного шва на участке j , мм
1		
2		
3		
4		
5		
6		

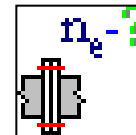
Болты внутренней зоны



- Расчет фланцевого соединения при $Q=0$ (при отсутствии местной поперечной силы)



- Расчет фланцевого соединения при совместном действии нормальной и поперечной силы



- Определение требуемого количества болтов наружной зоны



Расчет фланцевых соединений



Расчет сварных швов фланцевого соединения изгибаемых или ра...



Расчет сварных швов фланцевого соединения центрально растянут...



NC Фланцы
Рекоменда...



Расчет фланцевого соединения изгибаемых или растянуто-изгибаем...



Расчет фланцевого соединения сжатых элементов



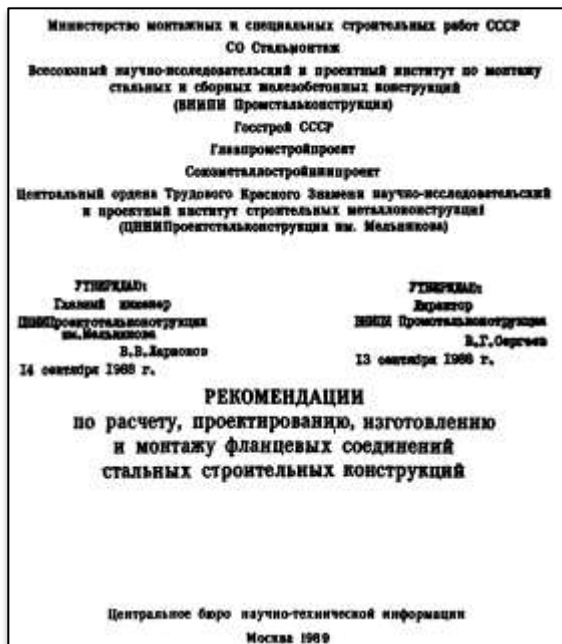
Расчет фланцевого соединения центрально растянутых элемент...



Расчет фланцевого соединения центрально растянутых элемент...

Выполняются расчеты фланцевых соединений по Рекомендациям по расчету фланцевых соединений 1989 г.:

- Расчет фланцевого соединения центрально растянутых элементов открытого профиля
- Расчет фланцевого соединения центрально растянутых элементов замкнутого профиля
- Расчет фланцевого соединения изгибаемых или растянуто-изгибаемых элементов открытого профиля
- Расчет фланцевого соединения сжатых элементов
- Расчет сварных швов фланцевого соединения изгибаемых или растянуто-изгибаемых элементов открытого профиля
- Расчет сварных швов фланцевого соединения центрально растянутых элементов

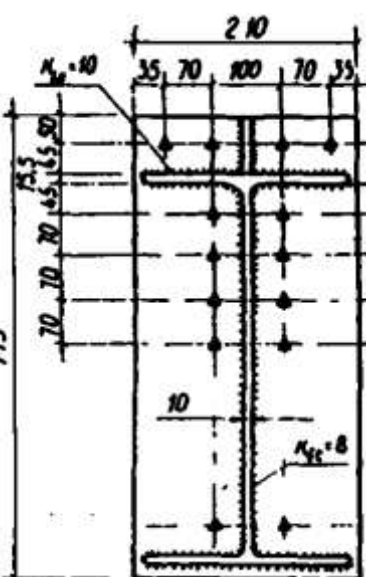




Расчет фланцевых соединений

Пример расчета фланцевых соединений по Рекомендациям по расчету фланцевых соединений 1989 г. (пример 3)

Основное окно для ввода данных **Ряды болтов:**



Technical drawing of a flange connection showing dimensions and bolt patterns. The drawing includes a top view of the flange with a diameter of 210 mm and a height of 715 mm. The bolt pattern is defined by four rows (1f, 2f, 3f, 4f) and a central hole diameter of 10 mm. The drawing also shows the internal bolt patterns for the flange neck (f1) and the flange body (f2).

Ряды болтов

Количество болтов:

- наружной зоны ряда 1f: $n_{H1} = 2$
- наружной зоны ряда 2f: $n_{H2} = 2$
- наружной зоны ряда 3f: $n_{H3} = 0$
- наружной зоны ряда 4f: $n_{H4} = 0$
- стенки: $n_w = 3$

Размеры:

- $b_1 = 45$ мм
- $a_1 = 60$ мм
- $a_2 = 60$ мм
- $b_2 =$ мм
- $b_{1w} = 45$ мм

Шаг болтов:

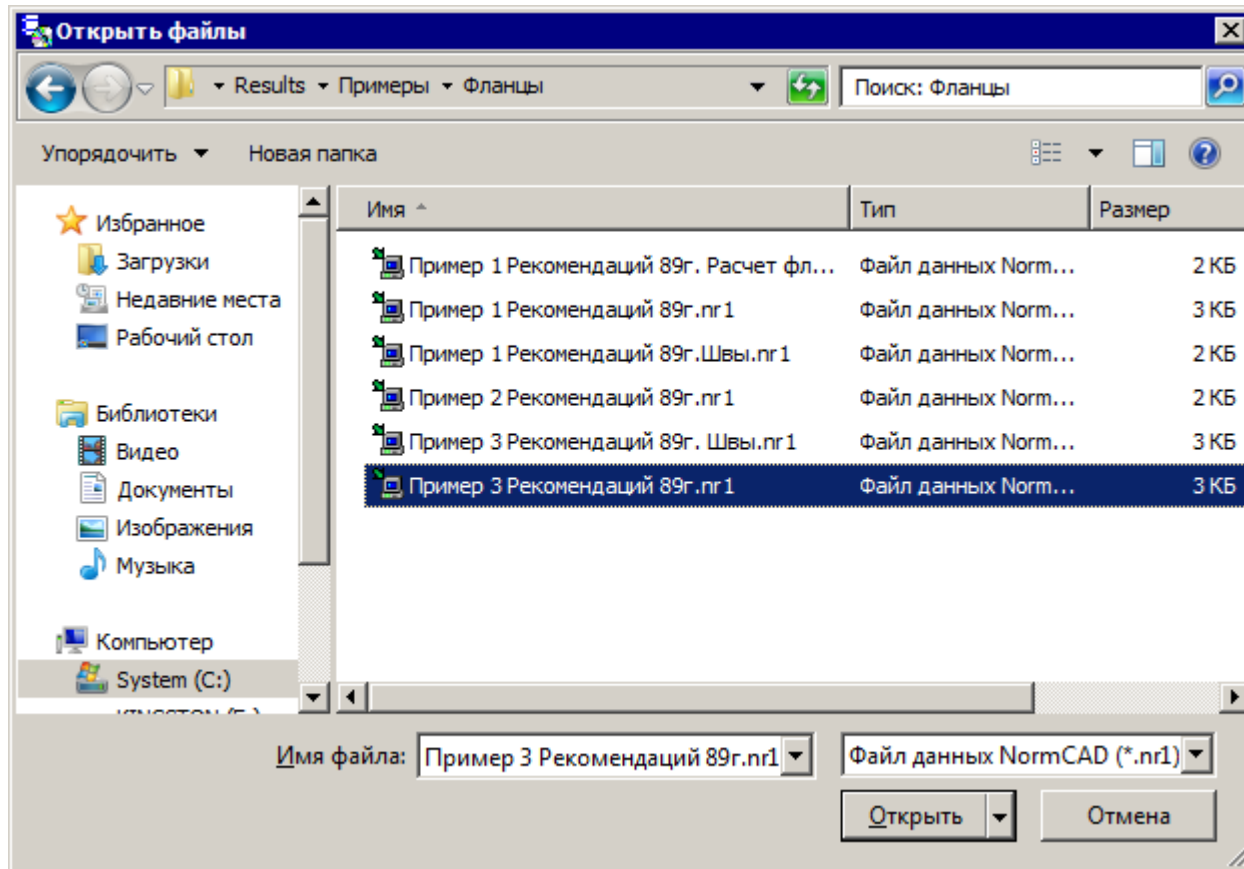
- стенки: $w_j = 70$ мм
- полки: $w_{f1} = 70$ мм

Additional labels in the diagram: σ_{max} , σ_{min} , w_{fj} , w_j , b_1 , a_1 , a_2 , b_2 , b_{1w} , b_{1w} , b_{2w} , b_{2w} , σ_{max} , σ_{min} , w_{fj} , w_j , b_1 , a_1 , a_2 , b_2 , b_{1w} , b_{1w} , b_{2w} , b_{2w} .



Расчет фланцевых соединений

Примеры расчета фланцевых соединений по
Рекомендациям по расчету фланцевых соединений 1989 г.





Расчет бесфасоночных соединений



Расчет бесфасоночных соединений
двутавров



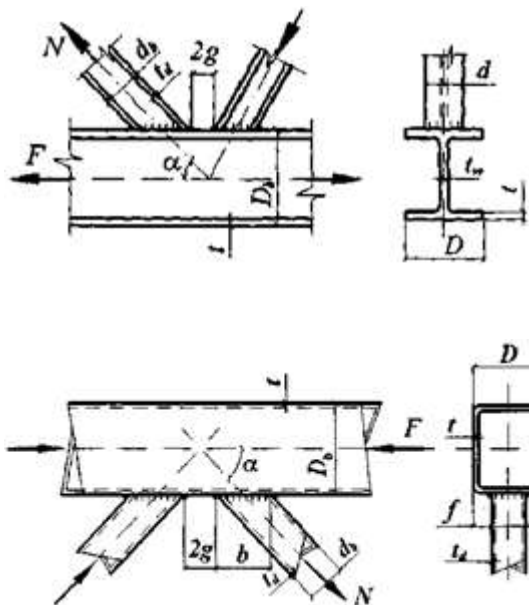
Расчет бесфасоночных соединений
элементов из круглых труб



Расчет бесфасоночных соединений
элементов квадратного сечения

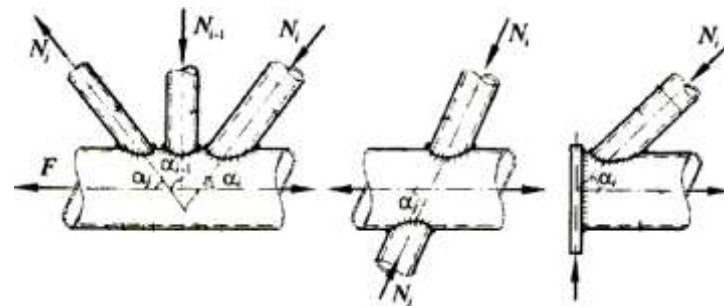


Расчет бесфасоночных соединений
элементов прямоугольного или к...



Выполняются расчеты бесфасоночных соединений по Приложению Л "Узлы ферм с непосредственными креплениями элементов решетки к поясам" СП 16.13330.2011 "Стальные конструкции":

- Расчет бесфасоночных соединений элементов прямоугольного или квадратного сечения
- Расчет бесфасоночных соединений элементов из круглых труб
- Расчет бесфасоночных соединений двутавров



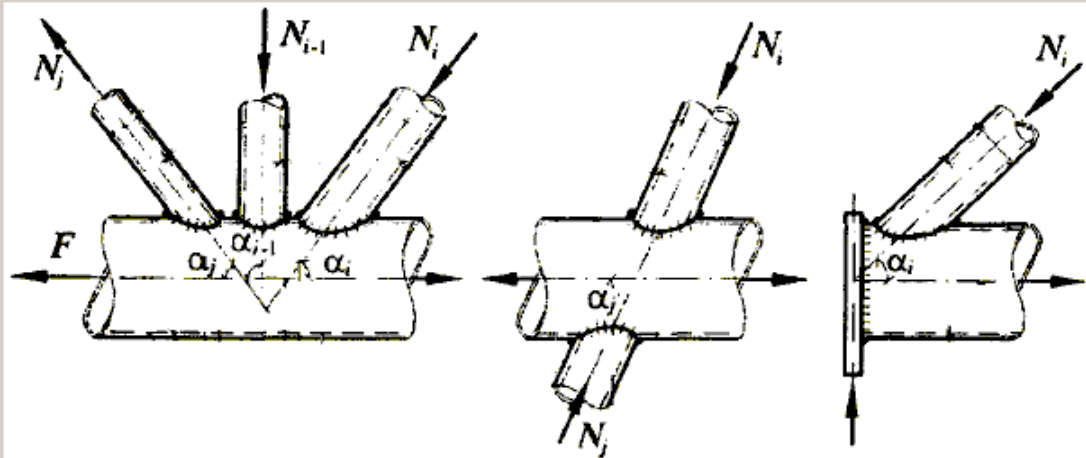


Расчет бесфасоночных соединений

Пример ввода данных в окно **Усилия в узлах ферм из круглых труб**

N_i	M_i	α_i	d_i	t_{di}	
Нормальная сила в примыкающем элементе решетки i , тс	Изгибающий момент в примыкающем элементе решетки i , тс ² м	Угол наклона к поясу примыкающего элемента решетки i , град	Диаметр сечения примыкающего элемента решетки i , см	Толщина сечения примыкающего элемента решетки i , см	
1	20	0	45	102	4
2	-5	0	90	83	4
3	-16,5	0	45	102	4

Ok
Cancel



- значения усилий в данном случае вводятся с учетом знака “плюс” - при растяжении, “минус” - при сжатии
- указываются углы наклона примыкающих к поясу стержней к оси пояса (в градусах; не более 90°)
- данные для каждого стержня вводятся в строках таблицы (заполняются 1 – 3 строки в зависимости от количества примыкающих стержней)



Расчет профнастила

Расчет профнастила можно выполнить в следующих модулях NormCAD:



NC
Профнастил



NC
Профнаст...



NC
сталежелезо
бетонные
перекрытия
87



NC
сталежел...



NC
Огнестойк...

- Модуль для расчета профнастила по Пособию к СНиП II-23-81 "Стальные конструкции"
- Модуль для расчета по Eurocode EN 1993-1-3 "Общие правила. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов."
- Модуль для расчета сталежелезобетонных конструкций по Рекомендациям 1987 г.
- Модуль для расчета по СТО 0047-2005 "Перекрытия сталежелезобетонные"
- Модуль для расчета по СТО 36554501-006-2006 "Правила по обеспечению огнестойкости ... железобетонных конструкций"



Расчет профнастила



Расчет профнастила



Расчет профнастила в пролете



Расчет профнастила с высотой гофра не более 60 мм над средней опорой



Расчет профнастила с уступами на гофрах над средней опорой



НС
Профнастил



Расчет профнастила на равномерно-распределенную нагрузку...



Расчет профнастила (h не более 60 мм) на равномерно-распределенную нагр...



Расчет профнастила (h не более 60 мм) на равномерно-распределенную нагр...



Расчет профнастила (h не более 60 мм) на равномерно-распределенную нагр...



Расчет профнастила с уступами на гофрах на равномерно-распределенн...



Расчет профнастила с уступами на гофрах на равномерно-распределенн...



Расчет профнастила с уступами на гофрах на равномерно-распределенн...

Модуль для расчета профнастила по Пособию к СНиП II-23-81 "Стальные конструкции"

Виды расчетов:

- расчеты:
 - на прочность
 - прогиба
- расчеты профилей:
 - без уступов на стенках
 - с уступом на стенках
- расчеты:
 - в пролете
 - на опорах
- расчеты:
 - при заданных усилиях
 - на равномерно-распределенную нагрузку с вычислением усилий
- расчетная схема:
 - однопролетная
 - двух-пролетная
 - трех-пролетная
 - четырех-пролетная



Расчет профнастила

EC3
1-3
NC
Профнаст...

Расчет профнастила с двумя уступами на стенке можно выполнить в модуле NormCAD по Eurocode EN 1993-1-3 "Общие правила. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов."



Расчет профиля в пролете на совместное действие поперечной силы...



Расчет профиля в пролете на совместное действие растяжени...



Расчет профиля в пролете на совместное действие сжатия, изгиба...



Расчет профиля на опорах на совместное действие поперечной силы...



Расчет профиля на опорах на совместное действие растяжени...



Расчет профиля на опорах на совместное действие сжатия, изгиба...



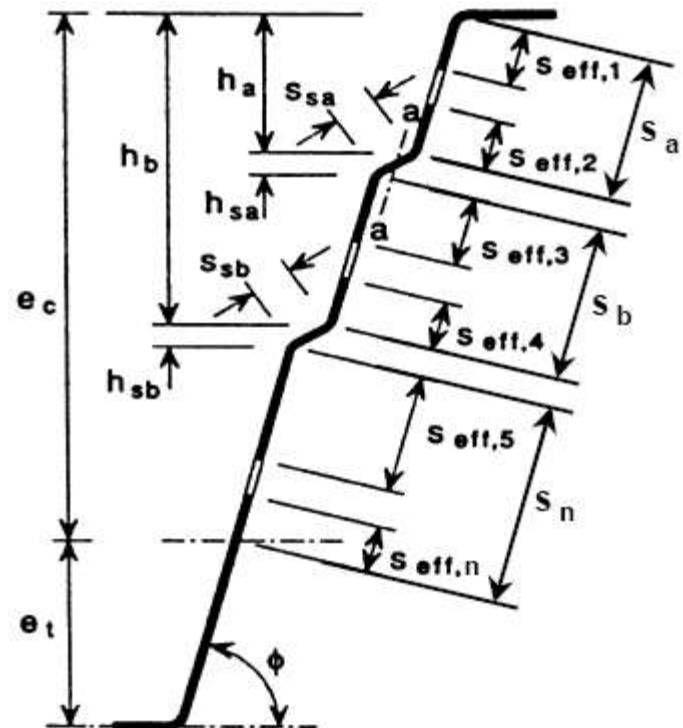
Расчет профиля на совместное действие растяжения и изгиба



Расчет профиля на совместное действие сжатия и изгиба

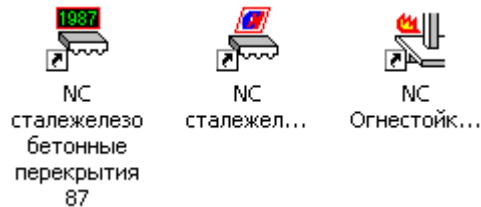


Расчет профиля на центральное растяжение





Расчет профнастила



Расчет в пролете перекрытия по настилу при произвольной нагрузке



Расчет на прочность перекрытия по настилу при произвольной нагрузке



Расчет перекрытия по настилу при действии двух сил на расстоянии ар ...



Расчет перекрытия по настилу при действии сосредоточенной силы...



Расчет перекрытия по настилу при постоянном изгибающем моменте



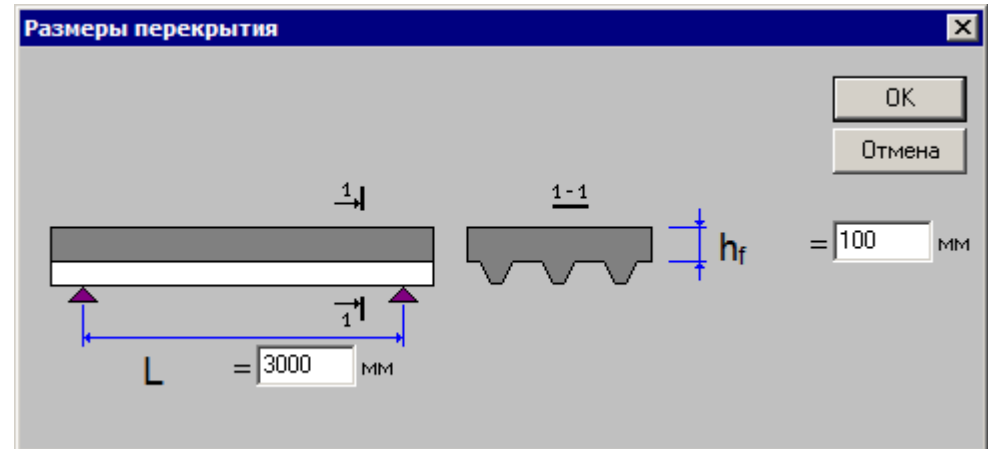
Расчет перекрытия по настилу при равномерно-распределенной нагрузке



Огнестойкость изгибаемой железобетонной плиты по профнастилу

Расчет профнастила в составе сталезежезобетонных покрытий и перекрытий можно выполнить в следующих модулях NormCAD:

- Модуль для расчета сталезежезобетонных конструкций по Рекомендациям 1987 г.
- Модуль для расчета по СТО 0047-2005 "Перекрытия сталезежезобетонные"
- Модуль для расчета по СТО 36554501-006-2006 "Правила по обеспечению огнестойкости ... железобетонных конструкций"





Расчеты по Eurocode

Расчет стальных конструкций по Eurocode можно выполнить в следующих модулях NormCAD:



NC Металл
Еврокод ...



NC Металл
Еврокод ...



NC Металл
Еврокод ...



NC
Профнаст...

- EN 1993-1-1 "Проектирование стальных конструкций. Общие правила."
- EN 1993-1-3 "Общие правила. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов."
- EN 1993-1-5 "Проектирование стальных конструкций. Пластинчатые элементы."
- EN 1993-1-6 "Проектирование стальных конструкций. Прочность и устойчивость оболочек."



Из расчета по EN 1993-1-1 “Проектирование стальных конструкций. Общие правила”

*Параметры сечений
принимаются по
сортаменту:*

Параметры сечения

Элемент:

Параметры сечения:

Сечение:

- двутавровое прокатное
- двутавровое сварное
- прямоугольное замкнутое
- коробчатое
- коробчатое со свесами полок
- трубчатое
- швеллер
- уголок

h = 206,2 мм
b = 204,3 мм
t_f = 12,5 мм
t_w = 7,9 мм
r₁ = 10,2 мм

Характеристики сечения:

A	= 66,3 см ²	W _{el, y, c}	= 510 см ³	W _{pl, y, c}	= 567 см ³	S _y	= 283,5 см ³
		W _{el, y, t}	= 510 см ³	W _{pl, y, t}	= 567 см ³	S _z	= 132 см ³
I _y	= 5259 см ⁴	W _{el, z, c}	= 174 см ³	W _{pl, z, c}	= 264 см ³	I _t	= 31,8 см ⁴
I _z	= 1778 см ⁴	W _{el, z, t}	= 174 см ³	W _{pl, z, t}	= 264 см ³	I _w	= 167000 см ⁶

*Выбирается
класс стали:*

Параметры расчета

Класс стали

- S 235
- S 275
- S 355
- S 420
- S 450



Из расчета по EN 1993-1-1

*Класс поперечного сечения
определяется
в зависимости от толщины
полки и стенки*

*Далее расчет ведется
в зависимости
от класса сечения:
в упругой или пластической
стадии*

Расчет на совместное действие изгибающего момента, поперечной ...

Т.к. $c_f/t_f = 88/12,5 = 7,04 \leq 9 \varepsilon / (\alpha \sqrt{\alpha}) = 9 \cdot 0,81362 / (1 \cdot \sqrt{1}) = 7,32258$:

Класс полки: $C_{sf} = 1$.

Коэффициент напряжения:
$$\psi = (N_{Ed}/A - M_{y, Ed}/W_{el, y, t}) / (N_{Ed}/A + M_{y, Ed}/W_{el, y, c}) =$$
$$= (0/6630 - 29419840,7406/510000) / (0/6630 + 29419840,7406/510000) = -1$$
 .

по табл.5.2

Т.к. $\psi \leq -1$; $c_w/t_w = 160,8/7,9 = 20,35443 \leq 62 \varepsilon (1 - \psi) \sqrt{-\psi} = 62 \cdot 0,81362 \cdot$
 $(1 - (-1)) \cdot \sqrt{-(-1)} = 100,88888$:

$\alpha = 0,5$.

Т.к. $c_w/t_w = 160,8/7,9 = 20,35443 \leq 36 \varepsilon / \alpha = 36 \cdot 0,81362 / 0,5 = 58,58064$:

Класс стенки: $C_{sw} = 1$.

Класс поперечного сечения:
 $C_s = \max(C_{sf}; C_{sw}) = \max(1; 1) = 1$.

Отчет Данные 1 Данные 2