

ГЛАВА 9. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ


9.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ РАСЧЕТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Подбор и проверка элементов стальных конструкций производится на основании следующих норм:

- СНиП II-23-81* «Стальные конструкции»;
- СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции»;
- ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування»;
- При необходимости используется также «Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81*)».

В данной версии ПК ЛИРА предусмотрены стали, включенные в указанные нормы проектирования.

Сечения элементов стальных конструкций, доступные для проверки или подбора в данной версии, указаны в разделе 9.3.

В режиме **Результаты по металлическим конструкциям**  предоставлено подробное описание расчета и подбора сечений стальных конструкций по усилиям, РСУ или РСН. Это упрощает пользователю контроль правильности расчета и подбора сечений.

Следует отметить, что из-за различного обозначения главных осей сечения в нормативных документах и в ПК ЛИРА, формулы, приведенные в отчете, могут отличаться индексами (Рис. 0.1).

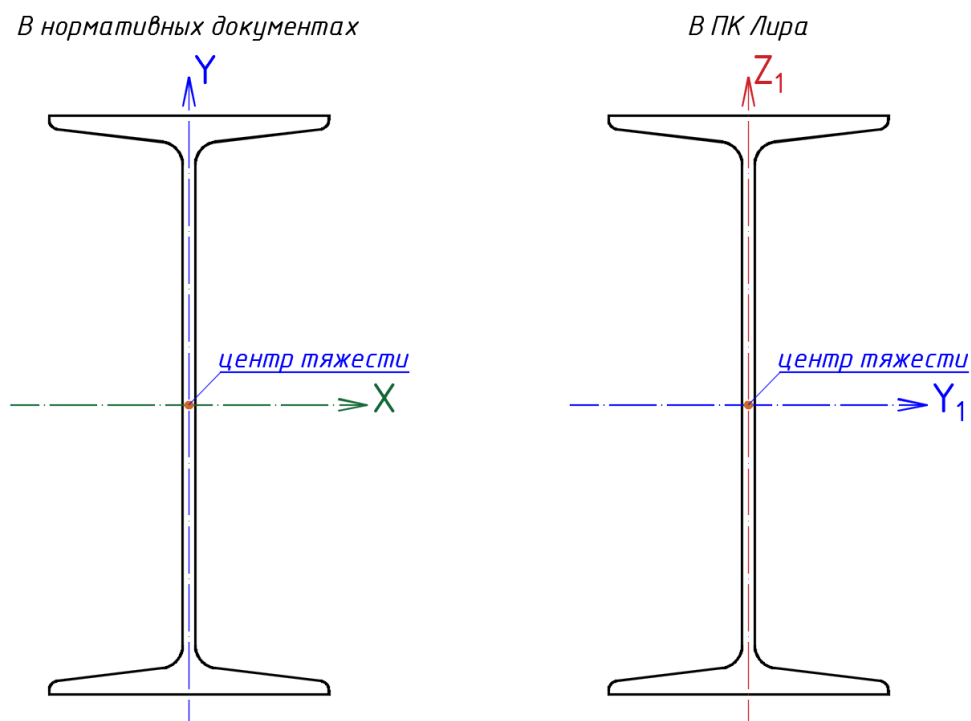


Рис. 0.1. Наименование местных осей в нормативных документах и в ПК ЛИРА

В процессе расчета производится внутрипрограммный выбор характера работы элементов стальных конструкций (центральное растяжение-сжатие; сжатие-растяжение с изгибом вокруг одной или двух главных осей; изгиб в одном или в двух главных направлениях). Дан-

ная функция программы освобождает пользователя от анализа работы элемента и таким образом снижает вероятность ошибки, поскольку один и тот же элемент при различных комбинациях загружений может работать по-разному. Выбор производится в зависимости от соотношения действующих в рассматриваемом сечении усилий, которое определяется величиной относительного или приведенного относительного эксцентриситета (Таблица 0.1).

Таблица 0.1

N < 0 (присутствует сжатие)		N > 0 (присутствует растяжение)	
Приведенный относительный эксцентриситет для сжатой грани $m_{ef y(z)}$	Характер работы относительно рассматриваемой оси	Относительный эксцентриситет для растянутой грани $m_{y(z)}$	Характер работы относительно рассматриваемой оси
$m_{ef y(z)} < 0.1$	Сжатие	$m_{y(z)} < 0.1$	Растяжение
$0.1 \leq m_{ef y(z)} \leq 20$	Сжатие с изгибом	$0.1 \leq m_{y(z)} \leq 20$	Растяжение с изгибом
$m_{ef y(z)} > 20$	Изгиб	$m_{y(z)} > 20$	Изгиб

В настоящей версии программы выполняются следующие проверки стальных конструкций.

Первое предельное состояние

Прочность

Таблица 0.2

Проверки прочности	Обозначение	Формулы проверок		
		СНиП П-23-81*	СП 16.13330.2011	ДБН В.2.6-163:2010
Прочность по нормальным напряжениям:				
– без учета развития пластических деформаций	σ_x	(50)	(106) — без учета стесненного кручения.	(10.1)
– с учетом развития пластических деформаций	σ_x	(49)	(105) — без учета стесненного кручения.	(10.3)
Прочность несимметричных сечений из высокопрочной стали по нормальным напряжениям растяжения	σ_x	(54)	(107)	(10.4)
Прочность по касательным напряжениям	τ_{yz}	(29)	(42)	(9.2)
Прочность по приведенным напряжениям (совместное действие нормальных и касательных напряжений)	σ_{equ}	(33)	(44)	(9.4)

• **Прочность по нормальным напряжениям** может проверяться с учетом или без учета развития пластических деформаций. Возможность учета развития пластических деформаций задает пользователь в параметрах конструирования (см. Главу 9, п. 9.4.2). При этом он может руководствоваться п. 5.19*, п. 5.25 [9.10], разд. 8.1, п. 9.1.1 [9.11] или разд. 9.1, п. 10.1.1 [9.6]. Следует отметить, что в настоящей версии, при расчете по нормам [9.11] и [9.6], конструкции 3 класса по виду напряженного состояния (полный пластический

шарнир) считаются так же, как и конструкции 2 класса (ограниченное развитие пластики) в связи с отсутствием в нормах коэффициентов учета пластики для полного пластического шарнира.

В случае допустимости расчета с учетом развития пластических деформаций программой выполняется проверка фактического наличия пластики. Для этого выполняются две проверки:

- проверка 1 — с учетом развития пластических деформаций;
- проверка 2 — без учета развития пластических деформаций.

Если прочность по проверке 1 обеспечивается, а по проверке 2 — нет, то элемент в данном сечении действительно работает с учетом развития пластических деформаций. И только в этом случае производится учет пластики в дальнейших проверках устойчивости и местной устойчивости.

Для несимметричных двутавров общего вида с произвольным соотношением размеров поясов, а также для сплошных круглых сечений в нормах отсутствуют значения коэффициента учета развития пластических деформаций. Для указанных сечений в программе этот коэффициент определяется по указаниям п. 5.26 [9.8]. Для несимметричных двутавров его значения приведены в таблице Таблица 0.3, для круга $c = 1.645$.

Таблица 0.3

Коэффициент c_y для несимметричных двутавров												
$\alpha_f = \frac{A_{f1}}{A_w}$	$\psi_f = \frac{A_{f2}}{A_{f1}}$											
	0 (тавр)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
0	1.46875	1.46875	1.46875	1.46875	1.46875	1.46875	1.46875	1.46875	1.46875	1.46875	1.46875	<i>1.46875</i>
0.05	1.47748	1.46412	1.45119	1.43866	1.42651	1.41472	1.40327	1.39215	1.38134	1.37082	1.36058	
0.1	1.49759	1.47167	1.44730	1.42432	1.40260	1.38202	1.36248	1.34388	1.32614	1.30919	1.29297	
0.15	1.52337	1.48526	1.45037	1.41827	1.38857	1.36097	1.33522	1.31109	1.28839	1.26698	1.24671	
0.2	1.55167	1.50158	1.45689	1.41666	1.38014	1.34675	1.31602	1.28757	1.26109	1.23633	1.21307	
0.25	1.58057	1.51874	1.46489	1.41738	1.37496	1.33670	1.30190	1.26998	1.24050	1.21310	<i>1.18750</i>	
0.3	1.60886	1.53558	1.47322	1.41919	1.37166	1.32930	1.29112	1.25636	1.22445	1.19492	1.16741	
0.4	1.66067	1.56573	1.48835	1.42346	1.36776	1.31904	1.27572	1.23668	1.20109	1.16831	1.13787	
0.5	1.70313	1.58888	1.49938	1.42635	1.36488	<i>1.31179*</i>	1.26500	1.22305	1.18491	1.14981	<i>1.11719</i>	
0.6	1.73412	1.60380	1.50529	1.42675	1.36156	1.30574	1.25676	1.21290	1.17300	1.13621	1.10190	
0.7	1.71397	1.59912	1.50587	1.42429	1.35722	1.30004	1.24988	1.20488	1.16381	1.12577	1.09014	
0.8	1.69644	1.57182	1.48940	1.41898	1.35167	1.29427	1.24376	1.19824	1.15645	1.11752	1.08082	
0.9	1.68109	1.54740	1.46240	1.40346	1.34486	1.28824	1.23807	1.19252	1.15037	1.11080	1.07324	
1	1.66758	1.52541	1.43837	1.37946	1.33684	<i>1.28185</i>	1.23262	1.18744	1.14522	1.10524	<i>1.06696</i>	
1.1	1.65561	1.50548	1.41683	1.35818	1.31641	1.27508	1.22728	1.18281	1.14077	1.10053	1.06168	
1.2	1.64496	1.48730	1.39742	1.33920	1.29831	1.26793	1.22198	1.17852	1.13684	1.09650	1.05716	
1.3	1.63541	1.47064	1.37983	1.32215	1.28217	1.25274	1.21668	1.17446	1.13333	1.09299	1.05327	

Продолжение таблицы Таблица 0.3

Коэффициент c_y для несимметричных двутавров (продолжение)											
$\alpha_f = \frac{A_{f1}}{A_w}$	$\psi_f = \frac{A_{f2}}{A_{f1}}$										
	0 (тавр)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1.4	1.62682	1.45529	1.36380	1.30676	1.26768	1.23917	1.21134	1.17059	1.13014	1.08992	1.04987
1.5	1.61905	1.44109	1.34913	1.29278	1.25462	1.22697	1.20597	1.16685	1.12721	1.08718	1.04688
1.6	1.61199	1.42791	1.33564	1.28005	1.24277	1.21596	1.19569	1.16322	1.12449	1.08474	1.04422
1.7	1.60555	1.41562	1.32321	1.26838	1.23198	1.20596	1.18639	1.15968	1.12195	1.08254	1.04185
1.8	1.59966	1.40412	1.31170	1.25766	1.22210	1.19685	1.17793	1.15620	1.11956	1.08053	1.03972
1.9	1.59424	1.39335	1.30101	1.24778	1.21304	1.18851	1.17020	1.15277	1.11729	1.07870	1.03780
2	1.58925	1.38321	1.29105	1.23863	1.20469	<i>1.18084</i>	1.16311	1.14938	1.11513	1.07702	<i>1.03606</i>
2.2	1.58036	1.36463	1.27306	1.22224	1.18981	1.16724	1.15057	1.13772	1.11105	1.07402	1.03301
2.4	1.57268	1.34798	1.25723	1.20798	1.17695	1.15554	1.13981	1.12774	1.10724	1.07141	1.03044
2.6	1.56597	1.33294	1.24318	1.19545	1.16573	1.14537	1.13049	1.11911	1.10364	1.06910	1.02824
2.8	1.56008	1.31928	1.23062	1.18436	1.15585	1.13644	1.12233	1.11157	1.10020	1.06704	1.02633
3	1.55485	1.30679	1.21932	1.17447	1.14708	1.12855	1.11513	1.10493	1.09688	1.06517	1.02467
3.2	1.55019	1.29533	1.20911	1.16559	1.13925	1.12152	1.10873	1.09903	1.09139	1.06346	1.02321
3.4	1.54600	1.28475	1.19981	1.15758	1.13221	1.11522	1.10300	1.09376	1.08649	1.06188	1.02190
3.6	1.54222	1.27496	1.19133	1.15031	1.12585	1.10954	1.09785	1.08902	1.08209	1.06041	1.02074
3.8	1.53879	1.26586	1.18354	1.14368	1.12007	1.10439	1.09318	1.08473	1.07812	1.05903	1.01970
4	1.53567	1.25738	1.17638	1.13762	1.11480	1.09971	1.08894	1.08084	1.07451	1.05773	1.01875
Обозначения в таблице: $\alpha_f = A_{f1} / A_w$ — отношение площади большей полки к площади стенки. $\psi_f = A_{f2} / A_{f1}$ — отношение площади меньшей полки к площади большей полки. Курсивом отмечены данные, приведенные в нормах. Данные в таблице совпадают с данными, приведенными в нормах, за исключением несимметричного двутавра с $\alpha_f = A_{f1} / A_w = 0.5$ и $\psi_f = A_{f2} / A_{f1} = 0.5$.											

Формулы для проверки прочности по нормальным напряжениям, указанные в таблице Таблица 0.2 и используемые в программе, учитывают все составляющие усилий в рассматриваемом сечении. Например, формула общего вида (50) [9.10] при $N = 0$ (для изгибаемых элементов) превращается в формулу (38) [9.10], а при нулевых изгибающих моментах (центральное растяжение-сжатие) приводит к формуле (5) [9.10]. Аналогично, формула (40) [9.10] является частным случаем формулы (49) [9.10].

Для сечений из круглой трубы или сплошного круглого сечения при проверке прочности по нормальным напряжениям используется результирующий момент, равный геометри-

ческой сумме моментов в двух взаимно перпендикулярных направлениях $M_{res} = \sqrt{M_y^2 + M_z^2}$.

Это соответствует формуле (10.2) [9.6].

В программе не реализован учет пластических деформаций для центрально растянутых элементов по формуле (6) [9.10].

- **Прочность по касательным напряжениям** проверяется по формулам (29) [9.10], (42) [9.11], (9.2) [9.6], в основе которых лежит формула Журавского. В программе не реализован учет пластических деформаций для касательных напряжений по формуле (41) [9.10].

- **Прочность по приведенным напряжениям (совместное действие нормальных и касательных напряжений)** проверяется по формулам теории прочности (33) [9.10], (44) [9.11], (9.4) [9.6].

Общая устойчивость

Таблица 0.4

Проверки общей устойчивости	Обозначение	Формулы проверок			
		СНиП и «Пособие»		СП 16.13330.2011	ДБН В.2.6- 198:2014
		СНиП П- 23-81*	«Пособие» [9.8]		
Устойчивость плоской формы изгиба	φ_b	(34)	(40)	(70) — без учета стесненного кручения.	(9.29)
Устойчивость по изгибной форме	$\varphi_{(e)y}, \varphi_{(e)z}$	(51)	(48)	(109), (120), (121)	(10.6), (10.15), (10.16)
Устойчивость по изгибно-крутильной форме	$c\varphi_z$	(56)	—	(111)	(10.8)
Устойчивость стержней, подверженных сжатию и изгибу в двух главных плоскостях	φ_{eyz}	(62)	—	(116)	(10.12)

• Устойчивость плоской формы изгиба

Проверка устойчивости плоской формы изгиба (по φ_b) производится для открытых профилей следующих типов: двутавр симметричный, двутавр несимметричный, тавр, швеллер, а также для полосы. При определении коэффициента устойчивости при изгибе φ_b используется расчетная длина l_{efb} , которая задается пользователем по указаниям пунктов 5.15 [9.10], 8.4.2 [9.11], 9.4.2 [9.6] и часто равна расчетной длине элемента в плоскости минимальной жесткости. Коэффициент φ_b определяется в соответствии с указаниями приложения 7* [9.10], приложения Ж [9.11] или приложения Н [9.6]. Все задаваемые исходные данные соответствуют таблицам указанных приложений. Если заранее известно, что для рассматриваемого конструктивного элемента такая проверка не понадобится или вид нагрузки и загруженный пояс определить невозможно (например, колонна каркаса здания), рекомендуется для симметричных двутавров и швеллеров задать балочную схему работы, два и более боковых закрепления, а для несимметричных двутавров и тавров задать вид нагрузки, вызывающий чистый изгиб.

Для сечений из несимметричных двутавров или тавров в программе отсутствует проверка устойчивости плоской формы изгиба для консолей, по причине отсутствия указаний для такой проверки консолей в действующих нормах.

Поскольку для сечений из полосы в нормах отсутствуют указания для проверки устойчивости плоской формы изгиба, в программе определение коэффициента устойчивости при изгибе φ_b производится по формулам последнего абзаца п. 1* приложения 7* [9.10], а также по формулам (Ж.1), (Ж.2) [9.11] или (Н.1), (Н.2) [9.6]. Параметр φ_1 , входящий в эти формулы, определяется по указаниям литературы [9.3], [9.4], [9.2].

• **Устойчивость по изгибной форме**

Важным вопросом при выполнении этой проверки является определение расчетных длин элементов. Расчетные длины задаются пользователем. При этом он может руководствоваться разделом 6 [9.10], разделом 10 [9.11], разделом 13 [9.6], а также разделом 6 [9.8] или специальной литературой (например, С. Д. Лейтес «Справочник по определению свободных длин элементов стальных конструкций», Москва, 1963 г).

Для сечений из одиночного уголка пользователь должен задать радиус инерции, используемый для данной проверки. При этом следует руководствоваться п. 6.4, 6.5* и 6.6 [9.10], п. 10.1.4, 10.2.2 и 10.2.3 [9.11], п. 13.1.4, 13.1.5, 13.2.2 [9.6].

Следует отметить, что в соответствии со всеми рассматриваемыми нормами коэффициент продольного изгиба при внецентренном сжатии φ_e не может быть больше коэффициента продольного изгиба при центральном сжатии φ (см. примечание п. 2 к таблице коэффициентов φ в рассматриваемых нормах). Поэтому проверка устойчивости центрально сжатых элементов рассматривается как частный случай проверки устойчивости по изгибной форме сжато-изогнутых элементов.

Для коробчатых сечений и для сечений из сплошного прямоугольника (полосы) обозначение $\varphi_{(e)y}$ соответствует проверке по формулам (121) [9.11], (10.16) [9.6] и по второй формуле (48) [9.8], соответственно обозначение $\varphi_{(e)z}$ — по формулам (120) [9.11], (10.15) [9.6] и по первой формуле (48) [9.8].

Для сечения из одиночного швеллера при наличии изгиба в плоскости большей жесткости значения коэффициента формы сечения η принимаются как для симметричного двутавра, о чем выводится соответствующее предупреждение.

Для несимметричных двутавров общего вида с произвольным соотношением площадей большей и меньшей полок в нормах отсутствуют значения коэффициента формы сечения η . В программе коэффициент η определяется с помощью кубической интерполяции между приведенными в нормах типами сечений. Параметром для интерполяции служит коэффициент $a_k = \frac{A_{fc}}{A_{fc} + A_{ft}}$ (осевой коэффициент асимметрии несимметричного двутавра), где A_{fc} и A_{ft} , соответственно, площадь сжатой и растянутой полки.

Для типа сечения 9 по таблице 73 [9.10] и по таблице Д.2 [9.11] или типа сечения 106 по таблице Ж.2 [9.6] $a_k = 0$ (тавр с растянутой полкой).

Для типа сечения 5 по указанным таблицам [9.10], [9.11], [9.6] $a_k = 0.5$.

Для типа сечения 10 [9.10] и [9.11], типа сечения 8 [9.6] $a_k = 0.6667$.

Для типа сечения 11 [9.10] и [9.11], типа сечения 10а [9.6] $a_k = 1.0$ (тавр со сжатой полкой).

В программе определяется значение коэффициента η для каждого из перечисленных типов сечений, после чего между этими данными производится кубическая интерполяция по фактическому значению a_k рассматриваемого профиля. Об этом выводится соответствующее предупреждение.

Для сечений из круглой трубы или сплошного круглого сечения при проверке устойчивости по изгибной форме:

- если расчетные длины элемента в обеих плоскостях равны, т.е. если $l_{efy} = l_{efz}$, используется результирующий момент, равный геометрической сумме моментов в двух взаимно перпендикулярных направлениях: $M_{res} = \sqrt{M_y^2 + M_z^2}$;
- если $l_{efy} \neq l_{efz}$, выполняются две независимые проверки: относительно оси Y_I с использованием момента M_y и расчетной длины l_{efy} , и относительно оси Z_I с использованием момента M_z и расчетной длины l_{efz} .

• **Устойчивость по изгибно-крутильной форме**

Проверка производится по формулам (56) [9.10], (111) [9.11] и (10.8) [9.6].

Для сечения из одиночного швеллера при наличии изгиба в плоскости большей жесткости значения коэффициентов α и β по таблице 10 [9.10] принимаются как для симметричного двутавра, о чем выводится соответствующее предупреждение (в нормах [9.11] и [9.6] это сделано именно так).

При относительных эксцентриситетах в плоскости большей жесткости $10 < m_y < 20$ параметр c определяется по формуле (58) [9.10], (43) [9.11], (10.10) [9.6], полученной из усло-

вия $\frac{N}{\varphi_z A} + \frac{M_y}{\varphi_b W_{y\text{сж}}} = \frac{N}{c \varphi_z A}$ (имеется в виду, что плоскость большей жесткости $X_I O Z_I$). При

этом, в соответствии с указаниями п. 5.31 [9.10], п. 9.2.4 [9.11], п. 10.2.5 [9.6], коэффициент φ_b , входящий в эту формулу, определяется как для балки с двумя и более боковыми закреплениями, независимо от заданных пользователем.

Программой предусмотрена проверка устойчивости также и для растянуто-изогнутых элементов. Проверка производится на основании формулы

$$\frac{\gamma_n}{R_y \gamma_c} \left(-\frac{N}{A} + \frac{M_y}{\varphi_b W_{y\text{сж}}} + \frac{M_z}{W_z} \right) \leq 1 \quad (9.1)$$

Сила растяжения в этом случае оказывает разгружающее действие, но это не гарантирует устойчивость сжатого пояса элемента.

Для сечения из полосы ($I_y > I_z$) в нормах нет указаний для проверки устойчивости по изгибно-крутильной форме. Коэффициент c к формулам (56) [9.10], (111) [9.11] и (10.8) [9.6] определяется по формуле (9.2), полученной из условия (9.3)

$$c = \frac{1}{1 + m_y \frac{\varphi_z}{\varphi_b} + m_z \varphi_z} \quad (9.2)$$

$$\frac{|N|}{\varphi_z A} + \frac{|M_y|}{\varphi_b W_y} + \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|N|}{c \varphi_z A} \quad (9.3)$$

Местная устойчивость

Таблица 0.5

Проверки местной устойчивости	Обозначение	Формулы проверок			
		СНиП и «Пособие»		СП 16.13330.2011	ДБН В.2.6-198:2014
		СНиП П-23-81*	«Пособие»		
Местная устойчивость стенок (без учета локальных напряжений):	h_{ef}				
Стенки изгибаемых элементов без ребер жесткости		п. 7.10 $(\bar{\lambda}_w \leq 3.2)$		п. 8.5.9 $(\bar{\lambda}_w \leq 3.2)$	п. 9.5.9 $(\bar{\lambda}_w \leq 3.2)$
Стенки изгибаемых элементов, подкрепленные поперечными ребрами жесткости при фактическом отсутствии пластики		(74), (90)		(80), (85)	(9.39), (9.44)
Стенки изгибаемых элементов, подкрепленные поперечными ребрами жесткости при наличии пластики		(78)	(42)	(86), (87)	п. 9.5.8
Стенки центрально сжатых элементов		п. 7.14*, п. 7.27*, п. 7.18*		п. 7.3.2, п. 7.3.11	п. 8.3.2
Стенки внецентренно сжатых элементов		п. 7.14*, п. 7.18*, п. 7.16*		п. 9.4.3, п. 9.4.2, п. 9.4.9	п. 10.4.2, п. 10.4.5
Местная устойчивость замкнутых круговых цилиндрических оболочек (стенок круглых труб)		п. 8.5, п. 8.6		п. 11.2.1, п. 11.2.2	п. 14.2.1, п. 14.2.2
Местная устойчивость поясов:	b_{ef}				
Пояса изгибаемых элементов		п. 7.24, п. 7.26*, п. 7.27		п. 8.5.18, п. 8.5.19	п. 9.5.14, п. 9.5.15
Пояса центрально, и внецентренно сжатых элементов		п. 7.23, п. 7.26*, п. 7.27	п. 7.3.8, п. 7.3.9, п. 7.3.11, п. 9.4.7, п. 9.4.9	п. 8.3.7, п. 8.3.8, п. 10.4.6, п. 10.4.7	

При проверке местной устойчивости стенок учет локальных напряжений не предусмотрен. Предполагается также отсутствие продольных ребер жесткости. Наличие и шаг поперечных ребер жесткости задает пользователь, руководствуясь п. 7.10, п. 7.21* [9.10], п. 8.5.9, п. 9.4.4 [9.11], п.1.5.5.9, п. 10.4.3 [9.6]. Для изгибаемых элементов отсутствие поперечных ребер жесткости приводит к увеличению толщины стенки, которая в этом случае проверяется из условия $\bar{\lambda}_w \leq 3.2$. по требованию п. 7.10 [9.10], п. 8.5.9 [9.11], п.9.5.9 [9.6]. В то же время программа не контролирует необходимость постановки поперечных ребер жесткости для сжатых и сжато-изогнутых элементов по п. 7.21* [9.10], п. 9.4.4 [9.11], п. 10.4.3 [9.6], поскольку эти требования являются конструктивными и не влияют на расчет.

При проверке местной устойчивости коробчатых сечений, в общем случае, при наличии изгибающих моментов в обоих главных направлениях ($M_y \neq 0, M_z \neq 0$), необходимо определить, какие из граней коробки считать стенками, а какие полками. В данной версии

этот вопрос решается в соответствии с правилами, указанными в таблице Таблица 0.5. При этом пункт 10.4.8 [9.6] не учитывается.

Таблица 0.6

$m_{ef\ y}$ \ $m_{ef\ z}$	$m_{ef\ y} < 0,1$	$0,1 \leq m_{ef\ y} \leq 20$	$m_{ef\ y} > 20$
$m_{ef\ z} < 0,1$	Центральное сжатие. Стенками считаются все 4 стороны	Внецентренное сжатие вокруг оси Y_I . Стенками считаются стороны, параллельные Z_I	Изгиб вокруг оси Y_I . Стенками считаются стороны, параллельные оси Z_I
$0,1 \leq m_{ef\ z} \leq 20$	Внецентренное сжатие вокруг оси Z_I . Стенками считаются стороны, параллельные оси Y_I	Внецентренное сжатие в двух направлениях. Стенками считаются стороны, параллельные оси Z_I	Стенками считаются стороны, параллельные оси Z_I
$m_{ef\ z} > 20$	Изгиб вокруг оси Z_I . Стенками считаются стороны, параллельные оси Y_I	Стенками считаются стороны, параллельные оси Y_I	Изгиб в двух направлениях. Стенками считаются стороны, параллельные оси Z_I

В данной версии не реализован расчет изгибаемых элементов с гибкой стенкой и использование редуцированной (уменьшенной) площади для сжато-изогнутых элементов.

Второе предельное состояние

Прогибы

Прогибы элементов или конструктивных элементов проверяются в направлении их локальных осей Y_I и Z_I . Необходимость такой проверки при подборе или проверке стальных конструкций задается пользователем на основании раздела 10 [9.9], стандарта [9.7], приложения Е [9.12] или других нормативных документов. При этом используются нормативные (эксплуатационные) значения постоянных нагрузок и длительные нагрузки, или длительно действующая часть кратковременных нагрузок со своими коэффициентами сочетаний. Такой подход справедлив для конструкций, нагруженных постоянными, полезными, снеговыми и другими нагрузками, имеющими длительно действующую часть. К таким конструкциям относятся, например, стропильные балки, ригели покрытия, прогоны покрытия, балки и ригели перекрытий, балки рабочих и обслуживающих площадок, лестничные косоуры и марши, балки балконов и лоджий. Опоры конструктивных элементов (места, где прогибы принимаются равными нулю) задаются с помощью раскреплений (см. раздел 9.3). Если заданы раскрепления конструктивного элемента, то его прогиб считается относительно прямой линии, соединяющей эти раскрепления. При отсутствии раскреплений принимается полное перемещение сечений конструктивного элемента в составе расчетной схемы. Необходимость задания раскреплений определяет пользователь. Следует обратить внимание, что в режиме подбора сечения конструктивного элемента принято, что величина его прогиба изменяется обратно пропорционально изгибной жесткости EI рассматриваемого конструктивного элемента и не учитывает перемещение других элементов расчетной схемы. Если при наличии раскреплений это предположение справедливо, то при их отсутствии такой подход может при-

вести к неправильному результату. Поэтому в случае обоснованного отсутствия раскрепленных окончательный расчет сечений должен быть выполнен в режиме проверки.

Предельно допустимые прогибы задаются пользователем. При этом в каждом из направлений он может задать как величину прогиба в миллиметрах или в долях пролета, так и автоматический выбор предельного прогиба по п. 2 таблицы 19 [9.9], таблицы Е.1 [9.12] или таблицы 1 [9.7].

Для конструкций, у которых ограничены горизонтальные прогибы и перемещения от ветра по п. 10.12, 10.16, 10.17 [9.9], п. Е.2.4.1, Е.2.4.3, Е.2.4.4 [9.12], п. 7.1, 7.4, 7.5 [9.12], следует выполнить дополнительную проверку таких прогибов по локальным эпюрам перемещений либо проверку горизонтальных перемещений соответствующих узлов от нормативных (эксплуатационных) значений ветровых нагрузок. К таким конструкциям относятся, например, колонны каркаса, стойки фахверка, ригели фахверка, опоры конвейерных галерей.

Проверку прогибов сложных стержневых систем, например, стропильных ферм или структурных блоков покрытия, следует выполнять по перемещениям характерных узлов в различных комбинациях загрузений (с помощью РСН).

Гибкость

Необходимость такой проверки задается пользователем. Проверка гибкости конструктивных элементов производится на основании п. 6.15*, 6.19* [9.10], п. 10.4.1, 10.4.2 [9.11], п. 13.4.1, 13.4.2 [9.6]. Величину предельно допустимой гибкости указывает пользователь. При этом он может задать требуемую величину сам либо воспользоваться подсказкой программы, выбрав нужную строку из предлагаемых таблиц действующих норм.

9.2 ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА УНИВЕРСАЛЬНОГО ДВУХВЕТВЕВОГО СЕЧЕНИЯ

В настоящей версии ПК ЛИРА реализовано универсальное двухветвевое сечение, состоящее из двух параллельных ветвей и соединительных элементов между ними.

В качестве ветвей могут задаваться прокатные двутавры, прокатные или гнутые швеллеры (полками внутрь, или наружу), а также квадратные или прямоугольные гнутосварные замкнутые коробки. Соединительные элементы реализованы в виде геометрически неизменяемой решетки или в виде планок. При этом:

- а) Ветви могут быть как одинакового, так и разного вида профиля.
- б) Ветви могут быть как одинакового, так и разного размера. Если размеры ветвей значительно отличаются друг от друга по высоте, то программа выдает предупреждение об этом. Кроме того, в программе заложено условие, ограничивающее разницу между ветвями:

$$\text{ду ветвями: } \left\{ \begin{array}{l} 0.0625 \leq \frac{I_{y1}}{I_{y2}} \leq 16 \\ 0.0625 \leq \frac{I_{z1}}{I_{z2}} \leq 16 \end{array} \right\}. \text{ Приблизительный смысл этого условия заключа}$$

ется в том, что одна из ветвей по всем линейным размерам не может превышать другую более, чем в два раза.

Двухветвевые сечения

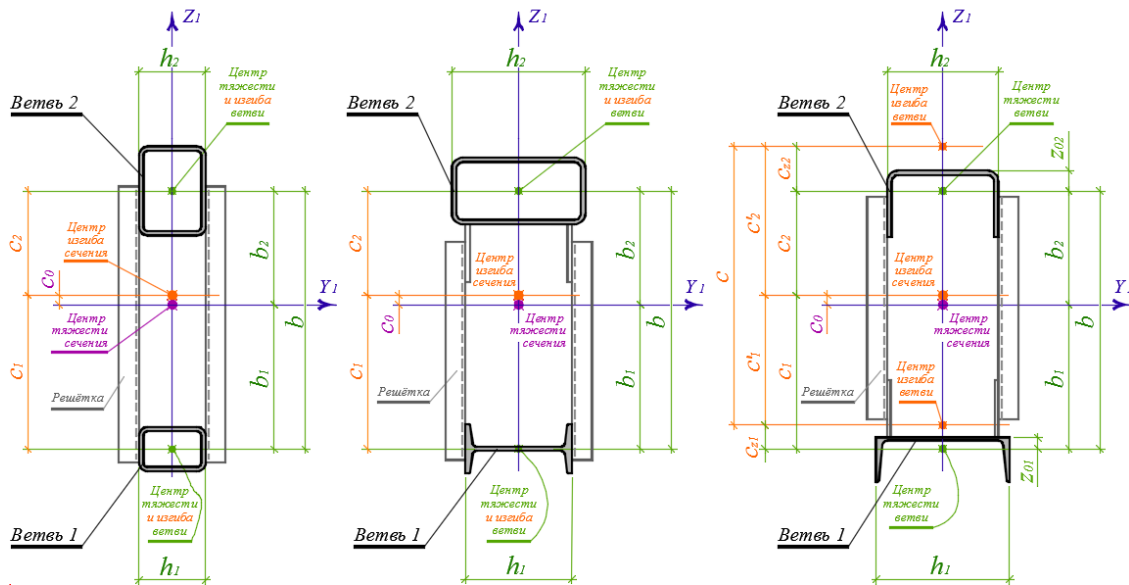


Рис. 0.2. Различные варианты универсального двухветвевое сечения.

- в) Для соединительных элементов в виде решетки может быть принято различное расположение раскосов и стоек в соответствии с таблицей 8 [9.13] или таблицей 13 [9.8].
- г) Для соединительных элементов в виде решетки может быть принята одна или две плоскости соединительных элементов. Частным случаем двухплоскостной решетки является смешанная решетка, в которой раскосы расположены в двух плоскостях, а распорки (стойки) располагаются по оси сечения. При этом они достаточно жесткие из плоскости решетки. Для распорок (стоек) решетки смешанного типа доступны сечения швеллера (плашмя) или двутавра (плашмя). Остальные элементы всех типов решетки могут задаваться из одиночного равнополочного уголка, тавра, кругляка, сплошного квадрата. Планки могут быть из полосы или швеллера. Для задания соединительных планок из полосы рекомендуется использовать специальный сортмент «Планки сквозных сечений». Для соединительных элементов из планок одноплоскостное расположение не предусмотрено.
- д) Ветви и соединительные элементы могут быть заданы из разных сталей, например, ветви из стали С355, решетка из стали С245. В то же время обе ветви задаются из одной марки стали.

В данной версии ПК ЛИРА реализована возможность приближенно, но с достаточной степенью точности оценить работу элемента двухветвевое сечения на кручение. Следует отметить, что в нормах [9.6], [9.10], [9.11] кручение элементов не рассматривается, за исключением стесненного кручения при проверке прочности по нормальным напряжениям в нормах [9.11]. Работа на кручение не характерна для элементов двухветвевое сечения, и при проектировании стараются его избегать. Однако на практике такие случаи встречаются (например, опоры рекламных щитов), и мы старались, чтобы программа адекватно реагировала на подобные случаи. Именно с этим связана возможность задания одно-, или двухплоскостной решетки соединительных элементов. Они по-разному работают на кручение. Кручение может вызвать изгиб каждой из ветвей из плоскости соединительных элементов в двух

противоположных направлениях. Если рассматривать всё двухветвевое сечение в целом, то в нем возникает депланация, характерная для стесненного кручения. Особенно это проявляется для одноплоскостной решетки. Поэтому, если при работе элемента двухветвевое сечение может возникнуть его кручение, этот элемент следует задавать конечным элементом типа КЭ 7.

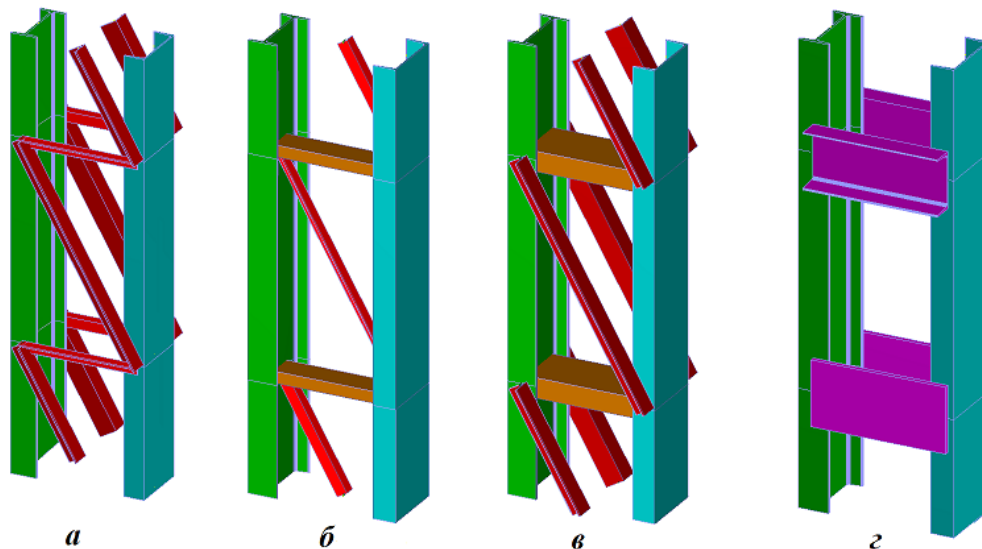


Рис. 0.3. Различные типы решетки универсального двухветвевое сечения:

- а** — двухплоскостная решетка; **б** — одноплоскостная решетка;
- в** — смешанная решетка; **г** — планки из полосы или из швеллера.

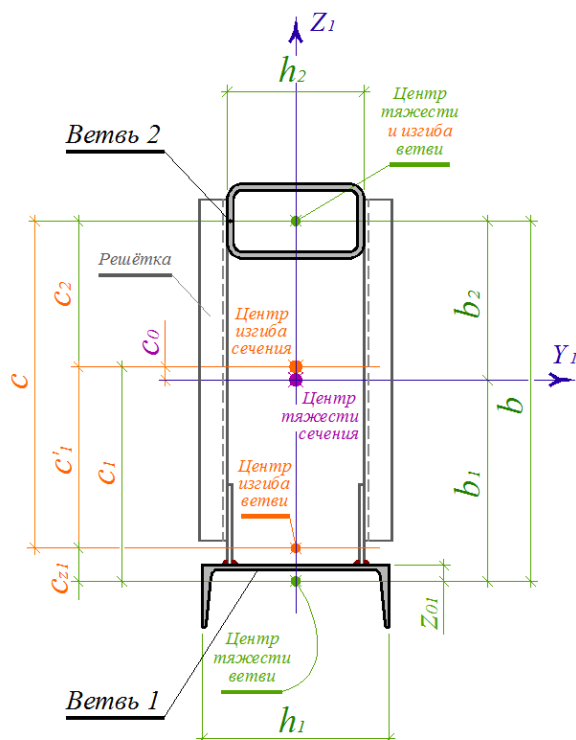
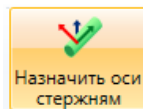


Рис. 0.4. Общий вид универсального двухветвевое сечения

Для универсальных двухветвевых сечений принято, что его локальная ось Y_1 — это ось, параллельная ветвям (свободная ось), а локальная ось Z_1 — ось, пересекающая ветви (материальная ось). Поворот сечения относительно локальных осей в данной версии не предусмотрен. Для установки элемента в проектное положение на схеме нужно поворачивать его вместе с локальными осями (с помо-



щью кнопки: **Назначить оси стержням**). Также в программе принято, что ветвь 1 расположена в зоне отрицательной полуоси Z_1 .


В дальнейшем, при задании конструирования стержней двухветвевое сечения, встречаются понятия местных осей отдельных элементов, составляющих двухветвевое сечение. Эти оси в программе не отображаются.

Принимается, что:

- а) Местные оси ветвей совпадают с местными осями всего сечения.
- б) Местная ось Z_I раскосов и распорок (стоек) соединительной решетки перпендикулярна оси стержня и направлена в верхнее полупространство. Соответственно, ось Y_I перпендикулярна оси стержня и оси Z_I . Ее положительное направление не определяется и не играет никакой роли.
- в) Местная ось Y_I соединительных планок лежит в плоскости их наибольшей жесткости ($I_{y1} > I_{z1}$).


В заключение следует отметить, что моделирование элемента двухветвевое сечения как единого стержня допустимо при количестве панелей не менее шести, в соответствии с указаниями п.5.11 [9.8], п.7.2.2 [9.11], п.8.2.2 [9.6].


9.3 СЕЧЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ, ДОСТУПНЫЕ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ИЛИ ПОДБОРА СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В данной версии ПК ЛИРА предусмотрены стали, включенные в указанные выше нормы проектирования. Сортамент сталей находится в **Редакторе Материалов** (вызывается с помощью команды **Редакторы** ⇨ **Редактор материалов** либо одноименной командой на вкладке ленты **Редакторы и конструирование**, либо щелчком на кнопке  на панели инструментов). Для выбора нужной стали нужно в данном редакторе щелкнуть на кнопке **Материал из базы данных**, а затем в раскрывающемся списке выбрать элемент **Стальной прокат из базы данных**. После этого с помощью соответствующих раскрывающихся списков уточняются: нормативный документ, тип проката (листовой или фасонный) и марка (класс) стали.

Для проверки или подбора стальных конструкций доступны: одиночные прокатные сечения различных сортаментов, сварные сечения из листовой стали, а также сплошные составные сечения из двух или четырех прокатных профилей.

Чтобы вызвать **Редактор сечений/жесткостей**, воспользуйтесь командой **Редакторы** ⇨ **Редактор сечений/жесткостей** либо одноименной командой на вкладке ленты **Редакто-**

ры и конструирование, либо кнопкой  на панели инструментов). В результате в окне главного вида отобразится вкладка **Сечения** (Рис. 0.5).

Для доступа к списку стальных сечений нужно в редакторе сечений/жесткостей щелкнуть на кнопке **Стальные сечения** ( **Стальные сечения** ▾).

В списке **Стальные сечения** приведены раскрывающиеся списки одиночных прокатных, сварных, составных и спаренных сечений (Рис. 0.6).

В правой части редактора сечений/жесткостей расположено окно **Параметров сечения**, в котором в соответствующих доступных полях ввода можно задавать и корректировать требуемый профиль и его ориентацию в расчетной схеме.

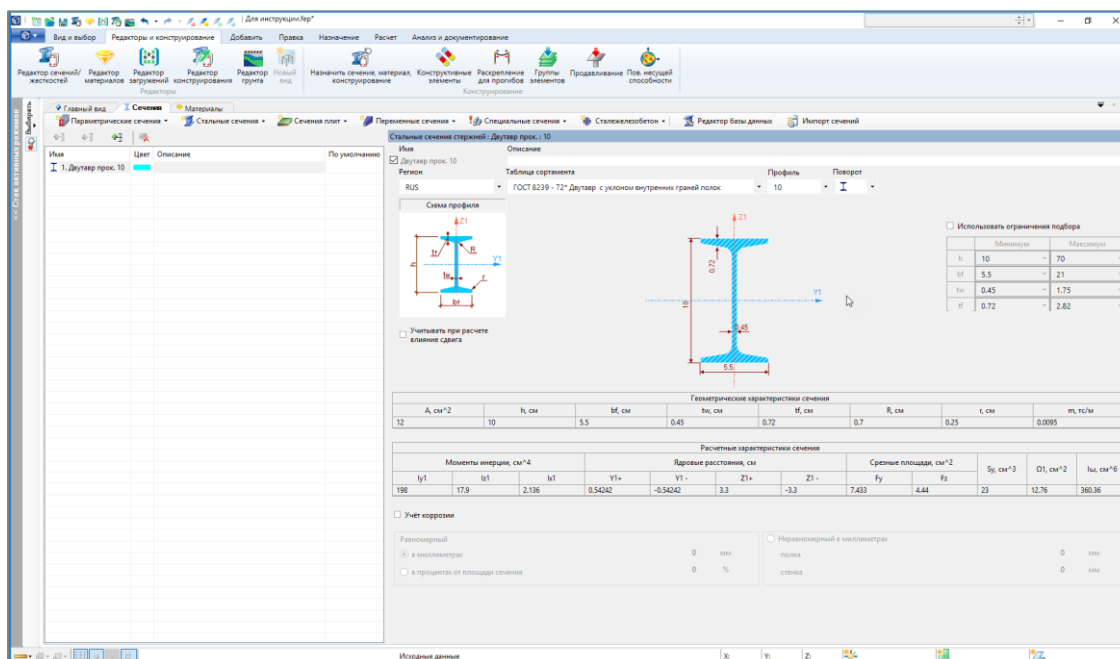


Рис. 0.5. Редактор сечений/жесткостей

В окне **Параметров сечения** приведены таблицы с геометрическими и расчетными характеристиками сечения (заполняются программно и не подлежат корректировке). После выбора пользователем требуемого профиля и его ориентации в расчетной схеме выводится схематический эскиз сечения с указанием заданных размеров и расчетных характеристик сечения (Рис. 0.5).

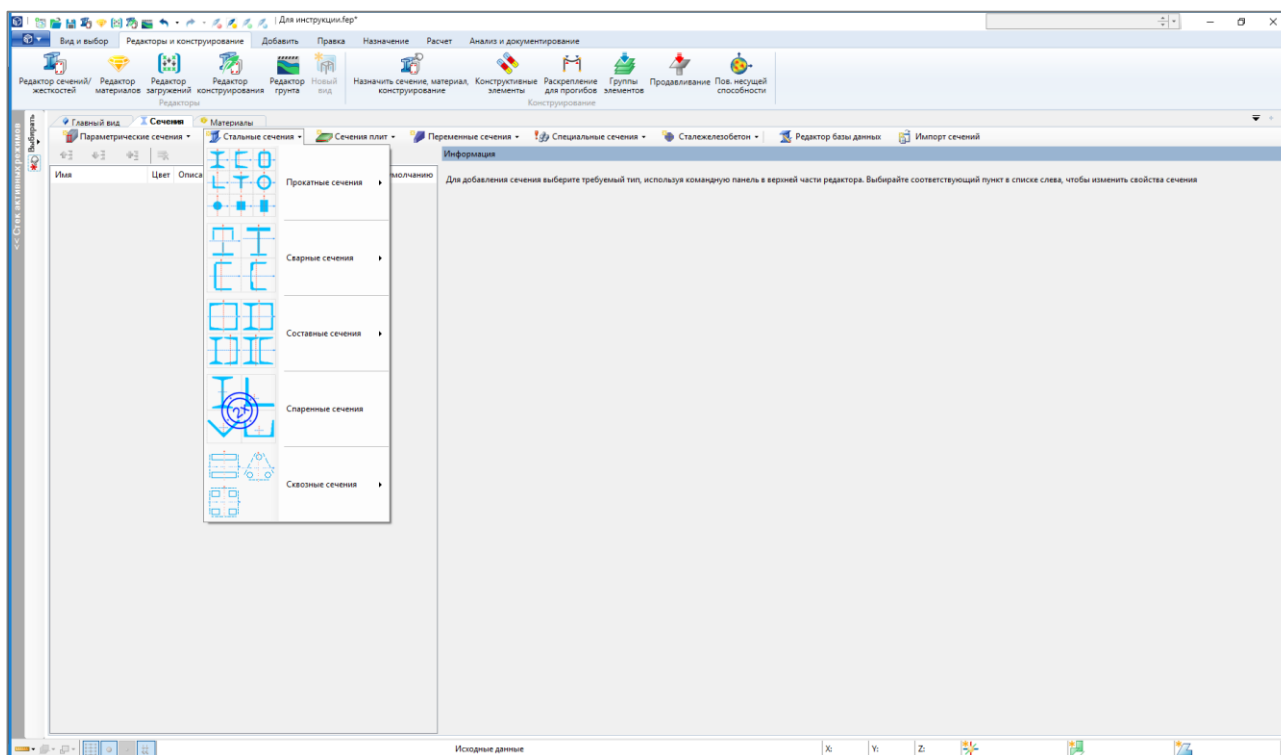


Рис. 0.6. Список стандартных стальных сечений

Одиночные прокатные сечения различных сортовментов

Одиночные прокатные сечения представлены стандартными типами сечений: двутавр, швеллер, коробка, уголок, тавр, труба, круг, квадрат, прямоугольник. Доступ к необходимому типу прокатного сечения осуществляется через раскрывающийся список кнопки **Стальные сечения** (Рис. 0.7).

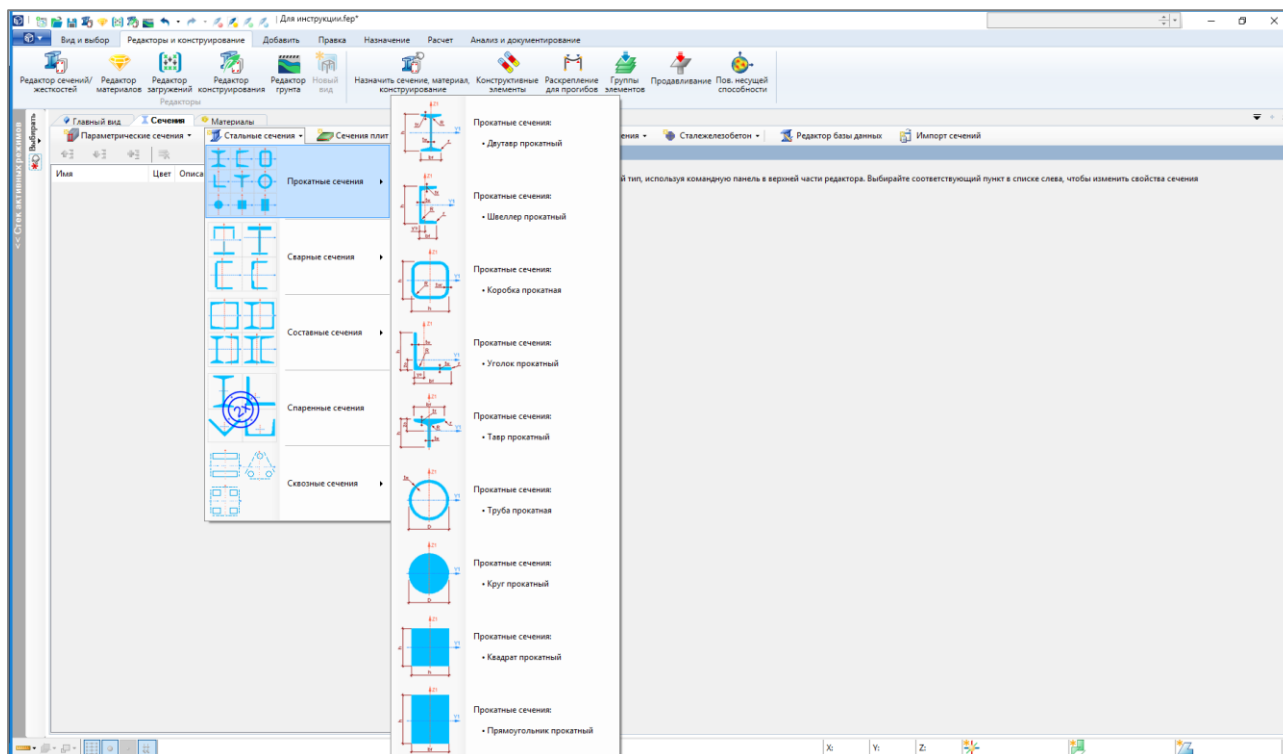


Рис. 0.7. Одиночные прокатные сечения

При щелчке мыши по выбранному типу прокатного сечения в левой части редактора сечений/жесткостей в **Таблице жесткостей** элементов появится новая запись, содержащая схематическое изображение, стандартное наименование, цвет и описание добавленного сечения. В правой части редактора сечений/жесткостей в окне **Параметров сечения** отобразятся стандартные параметры геометрии сечения, таблица с геометрическими и расчетными характеристиками, а также схематический эскиз сечения.

Для создания нового сечения из одиночного проката необходимо:

1. Выбрать нужный тип проката из раскрывающегося меню **Стальные сечения** (Рис. 0.6), например, прокатный двутавр (Рис. 0.8).
2. Выбрать требуемый сортамент из **Таблицы сортовментов**.
3. Указать нужный **Профиль**.
4. Выбрать требуемую ориентацию профиля с помощью **Поворота сечения**.
5. При необходимости установить флажок **Учитывать при расчете влияние сдвига**.
6. При необходимости установить флажок **Использовать ограничения подбора** и задать соответствующие параметры.
7. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**, поместив туда необходимую информацию.

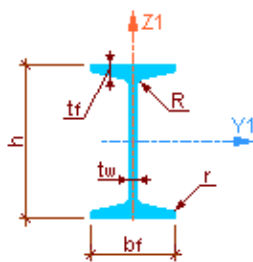


Рис. 0.8. Схема профиля Двутавр прокатный

После внесения пользователем указанных данных выводится схематический эскиз и таблицы с геометрическими и расчетными характеристиками выбранного сечения (Рис. 0.9).

Стальные сечения стержней : Двутавр прок. : 10

Имя: Двутавр прок. 10

Регион: **RUS** | Таблица сортамента: ГОСТ 8239 - 72* Двутавр с уклоном внутренних граней полок | Профиль: 10 | Поворот: I

Схема профиля:

Учитывать при расчете влияние сдвига

Использовать ограничения подбора

	Минимум	Максимум
h	10	70
bf	5.5	21
tw	0.45	1.75
tf	0.72	2.82

Геометрические характеристики сечения							
A, см ²	h, см	bf, см	tw, см	tf, см	R, см	r, см	m, тс/м
12.048	10	5.5	0.45	0.72	0.7	0.25	0.0094578

Расчетные характеристики сечения											
Моменты инерции, см ⁴			Ядровые расстояния, см				Срезные площади, см ²		Sy, см ³	Ω1, см ²	Iω, см ⁶
Iy1	Iz1	Ix1	Y1+	Y1-	Z1+	Z1-	Fy	Fz			
198.33	17.865	2.2072	0.53919	-0.53919	3.2923	-3.2923	5.9795	4.3933	23.021	12.519	380.42

Учёт коррозии

Равномерный

в миллиметрах | 0 мм

в процентах от площади сечения | 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка | 0 мм

стенка | 0 мм

Рис. 0.9. Окно параметров сечения Двутавр прокатный

Для типа сечения **Тавр прокатный** (Рис. 0.10) предусмотрена возможность задания как стандартного таврового сечения, используя сортамент тавров, так и тавра любой допустимой высоты, получаемого путем разрезки исходного двутаврового профиля (Рис. 0.11). Во втором случае высота тавра задается в процентном отношении к высоте исходного двутавра.

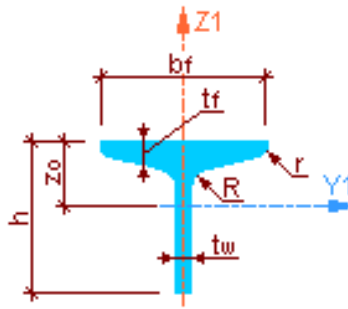


Рис. 0.10. Схема профиля Тавр прокатный

Стальные сечения стержней : Тавр прок. : 1/2 от двут. 10

Имя: Тавр прок. 1/2 от двут. 10

Описание: Таблица сортамента

Регион: RUS

Профиль: 1/2 от двут. 10

Поворот: T

Использовать сортамент тавров

Использовать ограничения подбора

	Минимум	Максимум
h	5	27.5
bf	5.5	18
tw	0.45	1.1
tf	0.72	1.65

Учитывать при расчете влияние сдвига

Геометрические характеристики сечения

A, см ²	h, см	bf, см	tw, см	tf, см	R, см	r, см	m, тс/м	z'0, см
6.0441	5	5.5	0.45	0.72	0.7	0.025	0.0047446	1.1764

Расчетные характеристики сечения

Моменты инерции, см ⁴			Ядровые расстояния, см				Срезные площади, см ²		Sy, см ³	Wy верх, см ³	Wу низ, см ³	Wz, см ³
Iy1	Iz1	Ix1	Y1+	Y1-	Z1+	Z1-	Fy	Fz				
11.2	9.0783	0.97715	0.54619	-0.54619	0.49226	-1.4997	6.6	0	3.267	9.5207	2.9291	3.3012

Учёт коррозии

Равномерный

в миллиметрах: 0 мм

в процентах от площади сечения: 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка: 0 мм

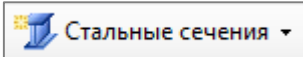
стенка: 0 мм

Рис. 0.11. Окно параметров сечения Тавр прокатный

Для типа сечения **Уголок прокатный** предусмотрена возможность ориентации профиля как в осях, параллельных полкам, так и в главных осях (только для равнополочных уголков), см. Рис. 0.12.

Сварные сечения из листовой стали

Сварные сечения из листовой стали представлены такими типами сечений: двутавр сварной симметричный, коробка сварная симметричная, двутавр сварной несимметричный, швеллер сварной, швеллер сварной из листа и уголков.

Для доступа к списку сварных сечений из листовой стали нужно в редакторе сечений/жесткостей щелкнуть на кнопке **Стальные сечения** (), а затем в раскрывающемся меню **Сварные сечения** выбрать требуемый элемент (Рис. 0.13).

Стальные сечения стержней : Уголок прок. : 20 x 20 x 3

Имя: Уголок прок. 20 x 20 x 3

Описание: Уголок прок. 20 x 20 x 3

Регион: **RUS** Таблица сортамента: **ГОСТ 8509 - 86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные** Профиль: **20 x 20 x 3** Поворот: **L** Ориентация уголка: **L**

Использовать ограничения подбора

	Минимум	Максимум
h	2	25
tw	0.3	3

Учитывать при расчете влияние сдвига

Геометрические характеристики сечения

A, см ²	h, см	bf, см	tw, см	R, см	r, см	y ₀ , см	z ₀ , см	tg α	m, тс/м
1.1301	2	2	0.3	0.35	0.12	0.60127	0.60127	0.0	0.00088714

Расчетные характеристики сечения

Моменты инерции, см ⁴				Ядровые расстояния, см				Срезные площади, см ²	
ly1	lz1	lx1	ly	Y1+	Y1-	Z1+	Z1-	Fy	Fz
0.39834	0.39834	0.0333	0.16812	0.58663	-0.25193	0.58663	-0.25193	0.52487	0.52487

Учёт коррозии

Глубина коррозии в миллиметрах

по наружной поверхности: 0 мм

по внутренней поверхности: 0 мм

Глубина коррозии в процентах

процент коррозионного износа: 0 %

соотношение между коррозией внутри и снаружи: 0

Рис. 0.12. Окно параметров сечения **Уголок прокатный**. Ориентация в главных осях

Стальные сечения

- Прокатные сечения
- Сварные сечения**
 - Сварные сечения:
 - Двутавр сварной симметричный
 - Коробка сварная симметричная
 - Сварные сечения:
 - Двутавр сварной несимметричный
 - Сварные сечения:
 - Швеллер сварной
 - Сварные сечения:
 - Швеллер сварной из листа и уголков
 - Сварные сечения:
 - Тавр сварной
- Составные сечения
- Спаренные сечения
- Сквозные сечения

Рис. 0.13. Список сварных сечений из листовой стали

Двутавр сварной симметричный

Для создания нового сечения **Двутавр сварной симметричный** (Рис. 0.14) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Свар-**

ные сечения, а затем щелчком мыши выберите элемент **Сварные сечения: Двутавр сварной симметричный/Коробка сварная симметричная** (Рис. 0.13).

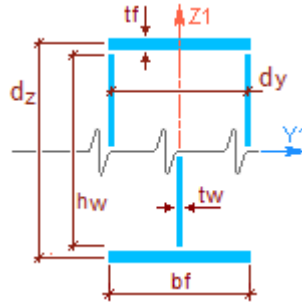


Рис. 0.14. Схема профиля **Двутавр сварной симметричный/Коробка сварная симметричная**

В окне параметров сечения **Двутавр сварной симметричный** в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Задать геометрические параметры полки:

- **bf** (см) — ширина полки;
- **tf** (см) — толщина полки;
- **dz** (см) — расстояние между осями симметрии полок (значение можно задавать как в численном виде, так и формулой).

2. Задать геометрические параметры стенки:

- **hw** (см) — высота стенки;
- **tw** (см) — толщина стенки;
- **dy** — расстояние между осями симметрии стенок. Для двутавра, стенка которого идет вдоль местной оси Z_1 , эта величина задается равной нулю.

3. Выбрать ориентацию сечения — реализуется с помощью изменения значений **dy** и **dz** (если задать **dz** = 0, а **dy** ≠ 0, двутавр будет ориентирован вдоль оси Y_1).


4. Задать параметры подбора сечения — ряд значений, которые может принимать рассматриваемый размер **bfo;...; tfo;...; hwo;...; two;...**. Программа проанализирует все возможные комбинации заданных размеров и выполнит подбор минимального допустимого сечения (Рис. 0.15).

5. При необходимости установить флажок **Учитывать при расчете влияние сдвига**.

6. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**, поместив туда необходимую пользователю информацию.

Параметры подбора			
bfo: ... :	18,5; 19; 19,5; 20; 20,5; 21;	hwo: .	28,5; 29; 29,5; 30; 30,5; 31;
tfo: ... :	1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8;	two: ... :	0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2;


Рис. 0.15. Параметры подбора

 Редактировать значение **dz** и **dy** можно нажатием сочетания клавиш **CTRL** + **пробел**, после чего открывается список (Рис. 0.16).

bf	Ширина полки, см
tf	Толщина полки, см
hw	Высота стенки, см
tw	Толщина стенки, см

Рис. 0.16. Список параметров сечения

После задания пользователем всех указанных параметров сечения выводится его схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными характеристиками сварного симметричного двутавра (Рис. 0.17).

 В случае ввода пользователем некорректных исходных данных или геометрических характеристик сечения (существование разрывов между листами стали, нарушение ограничений и т.п.) система выполнит проверку и выведет предупреждение о недопустимых геометрических параметрах и ограничениях.

Стальные сечения стержней : I 33 x 20

Имя: I 33 x 20

Описание: I 33 x 20

Параметры сечения						
Схема профиля	Полка			Стенка		
	bf, см	tf, см	dz, см	hw, см	tw, см	dy, см
	20	1.5	hw + tf	30	1	0
Параметры подбора						
	bfo : ... : bfn		hwo : ... : hwn			
	tfo : ... : tfn		two : ... : twn			
<input type="checkbox"/> Учитывать при расчете влияние сдвига						

Учёт коррозии

Равномерный

в миллиметрах 0 мм

в процентах от площади сечения 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка 0 мм

стенка 0 мм

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	90
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	17145
Iz1, см ⁴	2002.5
Ix1, см ⁴	55
Ядровые расстояния	
Y1+, см	2.225
Y1-, см	2.225
Z1+, см	11.545
Z1-, см	11.545
Срезные площади	
Fz, см ²	32.566
Fy, см ²	50
Секториальный момент инерции	
Iw, см ⁶	4.9613E+05
Секториальная площадь	
Ω1, см ²	157.5

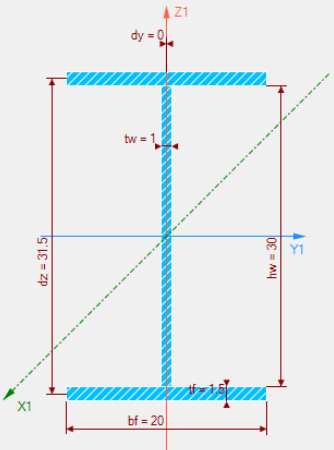



Рис. 0.17. Окно параметров сечения Двутавр сварной симметричный

Коробка сварная симметричная

Для создания нового сечения **Коробка сварная симметричная** (Рис. 0.148) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Сварные сечения**, а затем щелчком мыши выберите элемент **Сварные сечения: Двутавр свар-**

ной симметричный/Коробка сварная симметричная (Рис. 0.133) аналогично указаниям, изложенным выше (для двутавра сварного симметричного).

Для коробки сварной симметричной необходимо указать как значение **dz**, так и **dy** — расстояние между осями симметрии стенок коробки (значение можно задавать как в численном виде, так и формулой).

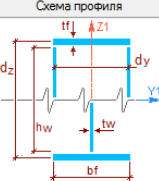
 В случае ввода пользователем некорректных исходных данных или геометрических характеристик сечения (существование разрывов между листами стали, нарушение ограничений и т.п.) система выполнит проверку и выведет предупреждение о недопустимых геометрических параметрах и ограничениях.

Стальные сечения стержней : : 133 x 20

Имя Описание

133 x 20

Параметры сечения

Схема профиля	Полка			Стенка		
	bf, см	tf, см	dz, см	hw, см	tw, см	dy, см
	20	1.5	hw + tf	30	1	15

Параметры подбора

bfo: ... : bfn

tfo: ... : tfn

hwo: ... : hwn

two: ... : twn

Учитывать при расчете влияние сдвига

Учет коррозии

Равномерный

в миллиметрах 0 мм

в процентах от площади сечения 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка 0 мм

стенка 0 мм

Расчетные свойства сечения

A, см ²	120
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	19395
Iz1, см ⁴	5380
Ix1, см ⁴	10759
Ядровые расстояния	
Y1+, см	4.4833
Y1-, см	4.4833
Z1+, см	9.7955
Z1-, см	9.7955
Срезные площади	
Fz, см ²	55
Fy, см ²	50
Секториальный момент инерции	
Iω, см ⁶	1.3542E+05
Секториальная площадь	
Ω1, см ²	0

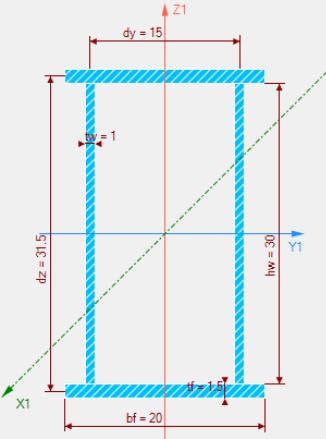


Рис. 0.18. Окно параметров сечения **Коробка сварная симметричная**

Двутавр сварной несимметричный

Для создания нового сечения двутавр сварной несимметричный (Рис. 0.19) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇨ **Сварные сечения**, а затем щелчком мыши выберите элемент **Сварные сечения: Двутавр сварной несимметричный** (Рис. 0.133).

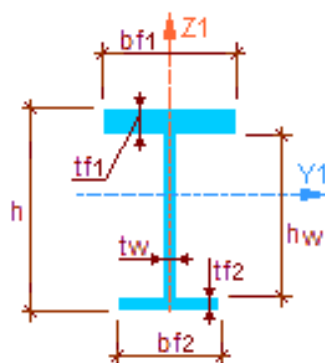


Рис. 0.19. Схема профиля Двутавр сварной несимметричный

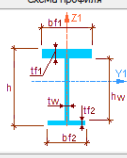
В окне параметров сечения **Двутавр сварной несимметричный** в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Задать геометрические параметры полок:
 - **bf1** (см) — ширина верхней полки;
 - **tf1** (см) — толщина верхней полки;
 - **bf2** (см) — ширина нижней полки;
 - **tf2** (см) — толщина нижней полки.
2. Задать геометрические параметры стенки:
 - **hw** (см) — высота стенки;
 - **tw** (см) — толщина стенки.
3. Выбрать ориентацию с помощью **Поворота** сечения.
4. При необходимости задать параметры подбора для дальнейшего конструирования сечения (расчета конструкций) — задается ряд значений **bf1o;...; tf1o;...; bf2o;...; tf2o;...; hwo;...; two;...;** из которого программа выполнит подбор (Рис. 0.20).
5. При необходимости установить флажок **Учитывать при расчете влияние сдвига**.
6. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

Параметры подбора					
bf1o ; ... ; bf1n	20.5;21;21.5;22;	bf2o ; ... ; bf2n	15.5;16;16.5;17;	hwo ; ... ; hwn	25.5;26;26.5;
tf1o ; ... ; tf1n	2.5;2.7;2.9;3.1;	tf2o ; ... ; tf2n	1.5;2;2.5;3;3.5;	two ; ... ; twn	1.3;1.6;1.9;2.1;

Рис. 0.20. Параметры подбора

После задания пользователем всех указанных параметров выводится схематический эскиз заданного сечения и обновляется таблица с расчетными характеристиками сварного несимметричного двутавра (Рис. 0.21).



Полка						Стенка	
bf1, см	tf1, см	bf2, см	tf2, см	hw, см	tw, см		
20	2.5	15	1.5	25	1		

Параметры подбора

bf1o : : : bf1n	bf2o : : : bf2n	hwo : : : hwn		
tf1o : : : tf1n	tf2o : : : tf2n	two : : : twn		

Учитывать при расчете влияние сдвига

Поворот

Учет коррозии

Равномерный

в миллиметрах 0 мм

в процентах от площади сечения 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка 0 мм

стенка 0 мм

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	97.5
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	13181
Iz1, см ⁴	2090.6
Ix1, см ⁴	161.72
Ядерные расстояния	
Y1+, см	2.1442
Y1-, см	2.1442
Z1+, см	12.282
Z1-, см	7.513
Срезные площади	
Fz, см ²	26.168
Fy, см ²	60.417
Секториальный момент инерции	
Iw, см ⁶	2.4518E+05
Статический момент полусечения	
Sy, см ³	524
Секториальная площадь	
Q1, см ²	54.539
Q2, см ²	161.6

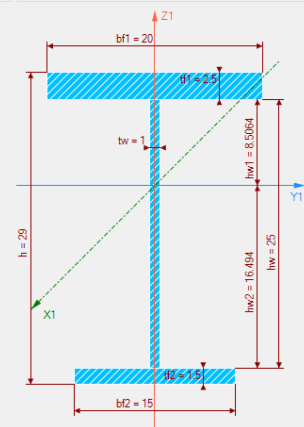


Рис. 0.21. Окно параметров сечения **Двутавр сварной несимметричный**

Швеллер сварной

Для создания нового сечения швеллер сварной (Рис. 0.22) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Сварные сечения**, а затем щелчком мыши выберите элемент **Сварные сечения: Швеллер сварной** (Рис. 0.13).

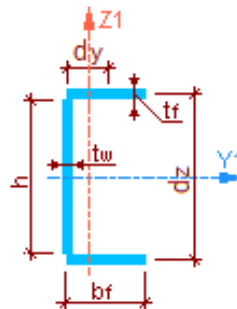


Рис. 0.22. Схема профиля **Швеллер сварной**

В окне параметров сечения **Швеллер сварной** в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Задать геометрические параметры полок:
 - **bf** (см) — ширина полок;
 - **tf** (см) — толщина полок;
 - **dy** (см) — расстояние от середины полки до оси симметрии стенки.
2. Задать геометрические параметры стенки:
 - **h** (см) — высота стенки;
 - **tw** (см) — толщина стенки;

- **dz** (см) — расстояние между осями симметрии полок.
- 3. Выбрать требуемую ориентацию профиля с помощью **Поворота** сечения.
- 4. При необходимости задать параметры подбора для дальнейшего конструирования сечения (расчета конструкций) — задается ряд значений **bf1o;...; tf1o;...; ho;...; two;...;** из которого программа выполнит подбор (Рис. 0.23).
- 5. При необходимости установить флажок **Учитывать при расчете влияние сдвига**.
- 6. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

Параметры подбора			
bf1o : ... : bf1n		ho : ... : hn	
tf1o : ... : tf1n		two : ... : twn	

Рис. 0.23. Параметры подбора

После задания пользователем всех указанных параметров выводится схематический эскиз заданого сечения и обновляется таблица с расчетными характеристиками сварного швеллера (Рис. 0.24).


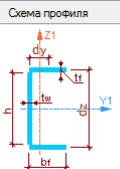
 В случае ввода пользователем некорректных исходных данных или геометрических характеристик сечения (существование разрывов между листами стали, нарушение ограничений и т.п.) система выполнит проверку и выведет предупреждение о недопустимых геометрических параметрах и ограничениях.

Схема профиля	Полка			Стенка		
	bf, см	tf, см	dy, см	h, см	tw, см	dz, см
	10	0.8	5	20	0.6	20.8
Параметры подбора						
bfo : ... : bfn		ho : ... : hn				
tfo : ... : tfn		two : ... : twn				
<input type="checkbox"/> Учитывать при расчете влияние сдвига						Поворот
<input type="checkbox"/> Учет коррозии						
<input checked="" type="radio"/> Равномерный в миллиметрах <input type="radio"/> в процентах от площади сечения			<input type="radio"/> Неравномерный в миллиметрах полка: 0 мм стенка: 0 мм			
Расчетные свойства сечения						
A, см ²	28					
Моменты инерции						
Iy1, см ⁴	2131.4					
Iz1, см ⁴	305.12					
Ix1, см ⁴	5.4357					
Ядровые расстояния						
Y1+, см	1.5256					
Y1-, см	3.4516					
Z1+, см	7.0483					
Z1-, см	7.0483					
Средние площади						
Fz, см ²	12					
Fy, см ²	16					
Секториальный момент инерции						
Iω, см ⁶	22545					
Статический момент полусечения						
Sy, см ³	113.2					
Sz, см ³	87.464					
Секториальная площадь						
Ω1, см ²	42.241					
Ω2, см ²	61.759					

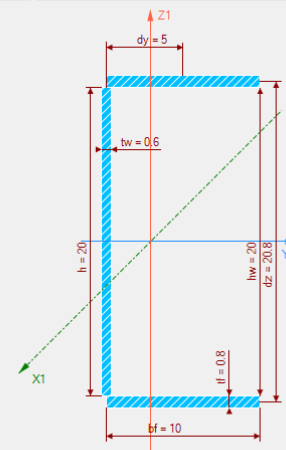


Рис. 0.24. Окно параметров сечения Швеллер сварной

Швеллер сварной из листа и уголков

Для создания нового сечения швеллер сварной из листа и уголков (Рис. 0.25) и доступа к его параметрам в **Редакторе сечений/жесткостей** перейдите в **Стальные сечения** ⇨ **Сварные сечения**, а затем щелчком мыши выберите элемент **Сварные сечения: Швеллер сварной из листа и уголков** (Рис. 0.13).

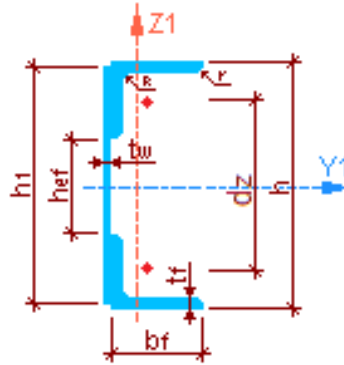


Рис. 0.25 Схема профиля **Швеллер сварной из листа и уголков**

В окне параметров сечения **Швеллер сварной из листа и уголков** в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Выбрать требуемый сортament уголков (равнополочные / неравнополочные) из **Таблицы сортamentов**.
2. Указать нужный **Профиль**.
3. Выбрать требуемую ориентацию профиля с помощью **Поворота сечения**.
4. Задать геометрические параметры стенки:
 - **h** (см) — высота стенки;
 - **tw** (см) — толщина стенки.
5. При необходимости задать **Параметры подбора** для дальнейшего конструирования сечения (расчета конструкций) — задается ряд значений **ho;...; two;...;**, из которого программа выполнит подбор (Рис. 0.26).
6. При использовании сортамента неравнополочных уголков необходимо указать **Ориентацию уголка** относительно стенки швеллера.
7. При необходимости установить флажок **Учитывать при расчете влияние сдвига**.
8. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

Параметры подбора	
ho ; ... ; hn	<input type="text"/>
two ; ... ; twn	<input type="text"/>

Рис. 0.26. Параметры подбора

Схема профиля	Пояс	Стенка
	Сортамент	ГОСТ 8509 - 86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные
	Профиль	20 x 20 x 3
	Поворот	C
<input type="checkbox"/> Учитывать при расчете влияние сдвига		Параметры подбора ho : ... : hn two : ... : twn
<input type="checkbox"/> Учёт коррозии		
Равномерный <input checked="" type="radio"/> в миллиметрах 0 мм <input type="radio"/> в процентах от площади сечения 0 %		
<input type="radio"/> Неравномерный в миллиметрах полка 0 мм стенка 0 мм		
Расчетные свойства сечения A, см ² 3.46		
Моменты инерции Iy1, см ⁴ 19.678 Iz1, см ⁴ 1.1881 Ix1, см ⁴ 0.21347		
Ядровые расстояния Y1+, см 0.20902 Y1-, см 0.61622 Z1+, см 1.7772 Z1-, см 1.7772		
Срезные площади Fz, см ² 1.8238 Fy, см ² 1.6362		
Секториальный момент инерции Iw, см ⁶ 8.1087		
Статический момент полусечения Sy, см ³ 3.838 Sz, см ³ 0.77391		
Секториальная площадь Ω1, см ² 1.6095 Ω2, см ² 4.3046		

Рис. 0.27. Окно параметров сечения Швеллер сварной из листа и уголков

После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами сварного швеллера из листа и уголков (Рис. 0.27).

Тавр сварной

Для создания нового сечения **Тавр сварной** (рис. 9. 28) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Сварные сечения**, затем щелчком мыши выберите элемент **Сварные сечения: Тавр сварной** (Рис. 0.13).

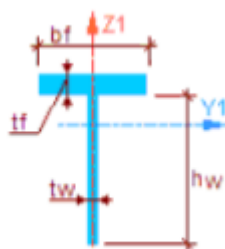


Рис. 9.28. Схема профиля Тавр сварной

В окне параметров сечения **Тавр сварной** в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Задать геометрические параметры полки:
 - **bf** (см) — ширина полки;

- **tf** (см) — толщина полки;
2. Задать геометрические параметры стенки:
 - **hw** (см) — высота стенки;
 - **tw** (см) — толщина стенки;
 3. Выбрать ориентацию с помощью **Поворота** сечения.
 4. При необходимости задать параметры подбора для дальнейшего конструирования сечения (расчета конструкций) — задается ряд значений **bfo;...; tfo;...; hwo;...; two;...;** из которого программа выполнит подбор (рис. 9.29).
 5. При необходимости установить флажок **Учитывать при расчете влияние сдвига**.
 6. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

Параметры подбора			
bfo ; . . ; bfn	20.5; 21; 21.5; 22;	hwo ; . . ; hwn	25.5; 26; 26.5
tfo ; . . ; tfn	2.5; 2.7; 2.9; 3.1	two ; . . ; twn	1.3; 1.6; 1.9; 2.1

Рис. 9.29. Параметры подбора

После задания пользователем всех указанных параметров выводится схематический эскиз заданного сечения и обновляется таблица с расчетными характеристиками сварного несимметричного тавра (рис. 9.30).

Стальные сечения стержней : 127.5 x 20

Имя Описание

127.5 x 20

Схема профиля	Параметры сечения			
	Полка	Полка		Стенка
	bf, см	tf, см	hw, см	tw, см
	20	2.5	25	1

Параметры подбора

bfo ; . . ; bfn	hwo ; . . ; hwn
tfo ; . . ; tfn	two ; . . ; twn

Учитывать при расчете влияние сдвига

Поворот: T

Учёт коррозии

Равномерный

в миллиметрах 0 мм

в процентах от площади сечения 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка 0 мм

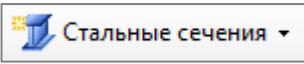
стенка 0 мм

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	75
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	4479.2
Iz1, см ⁴	1668.8
Ix1, см ⁴	135
Ядерые расстояния	
Y1+, см	2.225
Y1-, см	-2.225
Z1+, см	2.7564
Z1-, см	-10.238
Средние площади	
Fz, см ²	24.698
Fy, см ²	45.643
Секториальный момент инерции	
Iω, см ⁶	1370.5
Статический момент полусечения	
Sy, см ³	234.72
Секториальная площадь	
Ω1, см ²	0
Ω2, см ²	0

Рис. 9.30. Окно параметров сечения **Тавр сварной**

Сплошные составные сечения из двух или четырех прокатных профилей

Сплошные составные сечения из двух или четырех прокатных профилей представлены такими типами сечений: тавр из двух уголков, крест из двух уголков, коробка из двух двутавров, коробка из двух швеллеров, коробка из двух или четырех уголков, швеллер из двух уголков.

Для доступа к списку сплошных составных сечений из двух или четырех прокатных профилей нужно в редакторе сечений/жесткостей щелкнуть на кнопке **Стальные сечения** (), в раскрывающемся меню выбрать элемент **Спаренные сечения** (Рис. 0.13).

По умолчанию создается новое сечение **Коробка из двутавров**, а при щелчке мышью на схеме профиля отображается раскрывающееся меню со списком базовых профилей, из которых можно создавать сечение из двух или четырех прокатных профилей (Рис. 0.31.2831).

При наведении курсора на один из профилей раскрывается подменю, позволяющее выбрать ориентацию базового профиля относительно главных осей Z_1OY_1 (Рис. 0.31.2831).

Переход непосредственно к необходимому типу сечения осуществляется щелчком мыши по выбранному элементу списка.

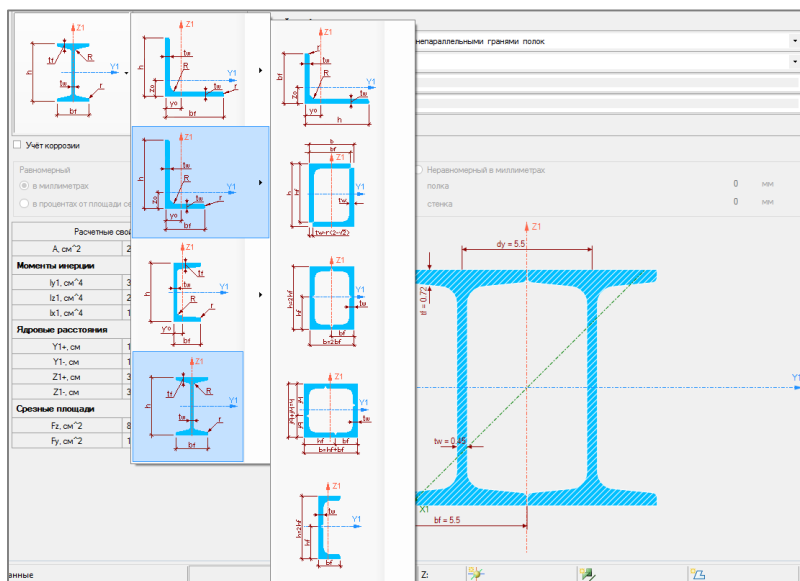


Рис. 0.31.28 Список сплошных составных сечений из двух или четырех прокатных профилей

Спаренные сечения из двутавра

Коробка из двутавров

Для создания нового сечения **Коробка из двутавров** и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇨ **Спаренные сечения**. При щелчке мышью на схеме профиля отображается раскрывающееся меню — выберите в нем щелчком мыши элемент **Спаренные сечения из двутавра** (Рис. 0.32.2932).

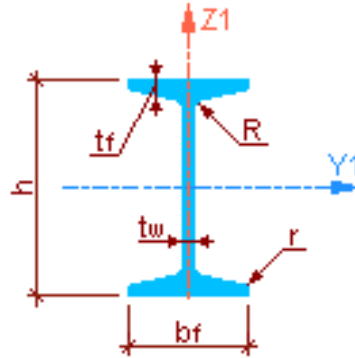


Рис. 0.32.29 Схема базового профиля Спаренные сечения из двутавра

В окне параметров сечения **Коробка из двутавров** в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** (Рис. 0.303).
2. Указать нужный **Профиль**.
3. Установить в необходимое положение переключатель расположения базовых двутавров относительно главных осей спаренного сечения (Рис. 0.4).
4. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

Базовый профиль	
Сортament	ГОСТ 8239 - 56 Балки двутавровые (взамен ОСТ - 10016 - 39, редакция 1957 г.)
Профиль	ГОСТ 8239 - 72* Двутавр с непараллельными гранями полок ГОСТ 8239 - 89 Двутавр с непараллельными гранями полок ГОСТ 5157 - 53 Специальные двутавры
dy	ГОСТ 26020 - 83 Двутавр с параллельными гранями полок типа Б ГОСТ 26020 - 83 Двутавр с параллельными гранями полок типа К
dz	ГОСТ 26020 - 83 Двутавр с параллельными гранями полок типа Ш ГОСТ 26020 - 83 Двутавр с параллельными гранями полок типа Ш
	ASTM A6M Узкополочные двутавры ASTM A6M Нормальные двутавры ASTM A6M Среднеполочные двутавры ASTM A6M Широкополочные двутавры ASTM A6M Колонные двутавры СТО АСЧМ 20 - 93 Балочные двутавры СТО АСЧМ 20 - 93 Колонные двутавры СТО АСЧМ 20 - 93 Широкополочные двутавры ОСТ - 16 Русский нормальный метрический сортament ОСТ - 10016 - 39 Балки двутавровые ОСТ - 16 - 1926 Балки двутавровые системы ГРЕЙ-ПЕЙНЕРА Балки двутавровые по Германскому нормальному сортamentу ГОСТ 8239 - 56 Балки двутавровые с изменениями 1959 г. ГОСТ 8239 - 56 Балки двутавровые (взамен ОСТ - 10016 - 39, редакция 1957 г.)

Рис. 0.303. Сортament двутавров

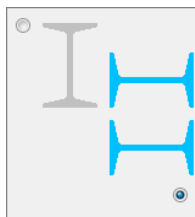


Рис. 0.34. Переключатель расположения базовых двутавров относительно главных осей

После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составной коробки из двух прокатных двутавров (Рис. 0.315).

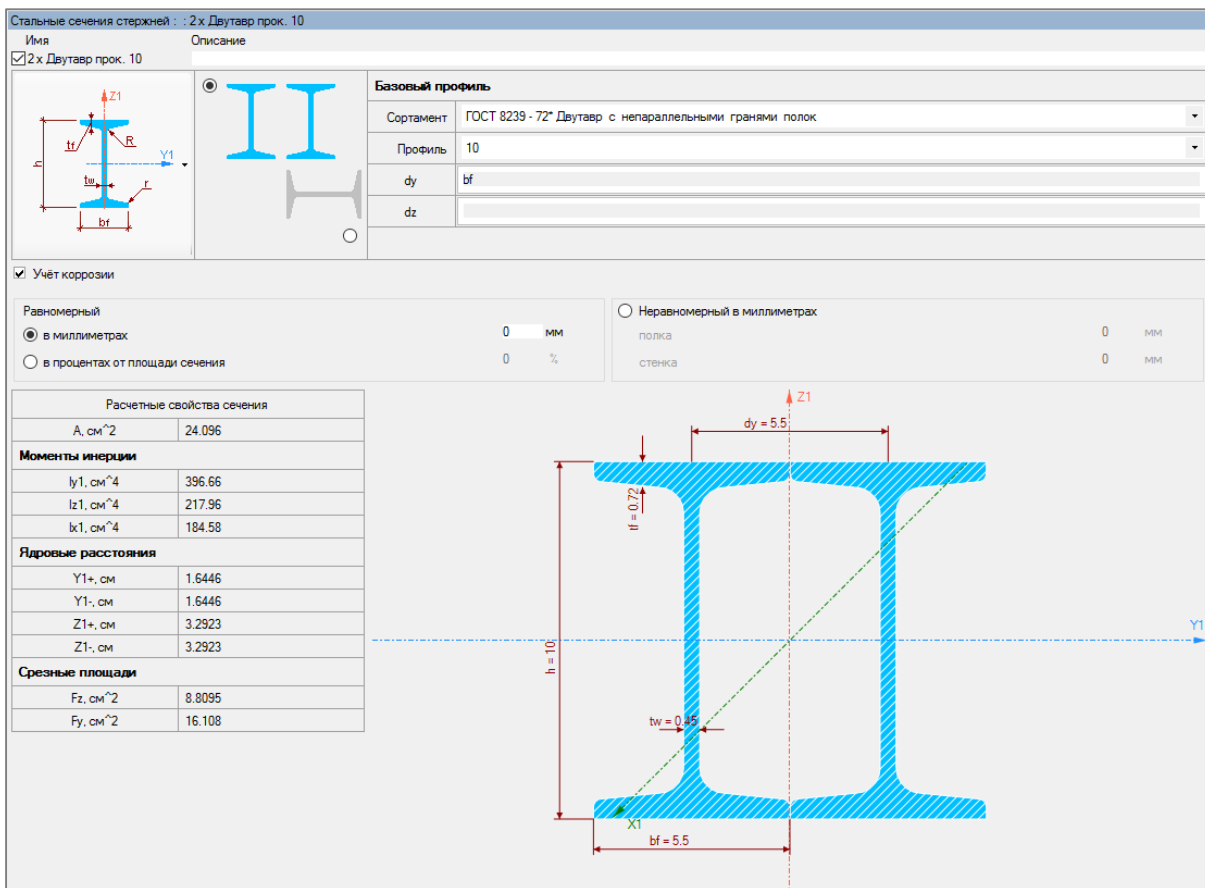


Рис. 0.315. Окно параметров сечения **Коробка из двутавров**

Спаренные сечения из равнополочного уголка

Спаренные сечения из базового профиля равнополочного прокатного уголка представлены такими типами сечений: тавр из двух уголков, крест из двух уголков, коробка из двух уголков, коробка из четырех уголков, швеллер из двух уголков (Рис. 0.326).

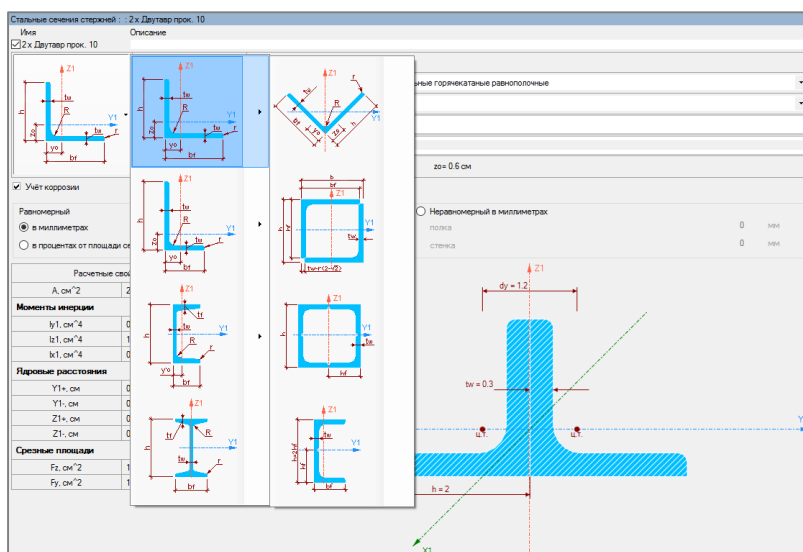


Рис. 0.326. Список составных сечений из базового профиля **Равнополочный уголок**

Тавр из равнополочных уголков или крест из равнополочных уголков, ориентированных параллельно полкам

Для создания нового сечения **Тавр из двух равнополочных уголков** Рис. 0. и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇨ **Спаренные сечения**. При щелчке мышью на схеме профиля отображается раскрывающееся меню — выберите в нем щелчком мыши элемент **Спаренные сечения из равнополочного уголка** (Рис. 0.).

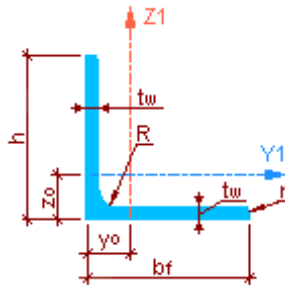


Рис. 0.37. Схема базового профиля **Спаренные сечения из равнополочного уголка**

В окне параметров сечения **Тавр из равнополочных уголков** в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** (доступный ГОСТ 8509-86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные).
2. Указать нужный **Профиль**.
3. Установить в необходимое положение переключатель расположения базовых уголков относительно главных осей спаренного сечения (Рис. 0.338).
4. Скорректировать параметры базового профиля:
 - **dy** — расстояние между главными осями Z базовых уголков;
 - **dz** — расстояние между главными осями Y базовых уголков.
5. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

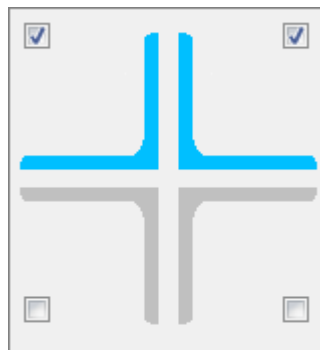



Рис. 0.338. Переключатель расположения базовых уголков относительно главных осей спаренного сечения

 Редактировать значение **dz** и **dy** можно нажатием сочетания клавиш **CTRL + пробел**, после чего откроется список параметров сечения (Рис. 0.349).

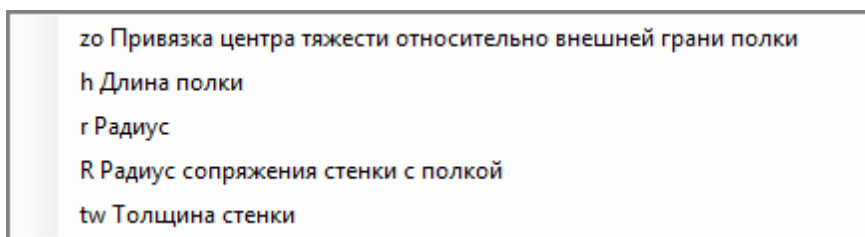


Рис. 0.349. Список параметров сечения

После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составного тавра из двух равнополочных прокатных уголков (Рис. 0.40).

Стальные сечения стержней : 2x Уголок прок. 45 x 45 x 3 сог 0%

Имя Описание

2x Уголок прок. 45 x 45 x 3 с

Базовый профиль

Сортамент: ГОСТ 8509 - 86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные

Профиль: 45 x 45 x 3

dy: 2 * zo + 0.2

dz:

yo = 1.21 см zo = 1.21 см

Учет коррозии

Равномерный

в миллиметрах 0 мм

в процентах от площади сечения 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка 0 мм

стенка 0 мм

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	5.3025
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	10.254
Iz1, см ⁴	19.413
Ix1, см ⁴	0.1566
Ядровые расстояния	
Y1+, см	0.79588
Y1-, см	0.79588
Z1+, см	1.5926
Z1-, см	0.58853
Срезные площади	
Fz, см ²	2.2899
Fy, см ²	2.5653

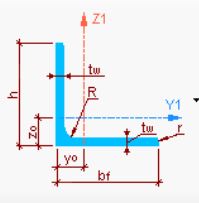
Рис. 0.40. Окно параметров сечения Тавр из равнополочных уголков

Для создания сечения **Крест из равнополочных уголков, ориентированных параллельно полкам** (Рис. 0.41.35), необходимо установить переключатель расположения базовых уголков относительно главных осей спаренного сечения в положение 1-я и 3-я четверть или 2-я и 4-я четверть (Рис. 0.338).

Стальные сечения стержней : 2х Уголок прок. 45 x 45 x 3 сог 0%

Имя Описание

2х Уголок прок. 45 x 45 x 3 с



Базовый профиль

Сортамент	ГОСТ 8509 - 86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные
Профиль	45 x 45 x 3
dy	2 * zo + 0.6
dz	2 * zo + 0.6
yo = 1.21 см zo = 1.21 см	

Учёт коррозии

Глубина коррозии в миллиметрах

по наружной поверхности 0 мм

по внутренней поверхности 0 мм

Глубина коррозии в процентах

процент коррозионного износа 0 %

соотношение между коррозией внутри и снаружи 0

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	5.3025
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	22.412
Iz1, см ⁴	22.412
Ix1, см ⁴	0.1566
Ядровые расстояния	
Y1+, см	0.88057
Y1-, см	0.88057
Z1+, см	0.88057
Z1-, см	0.88057
Срезные площади	
Fz, см ²	2.61
Fy, см ²	2.61

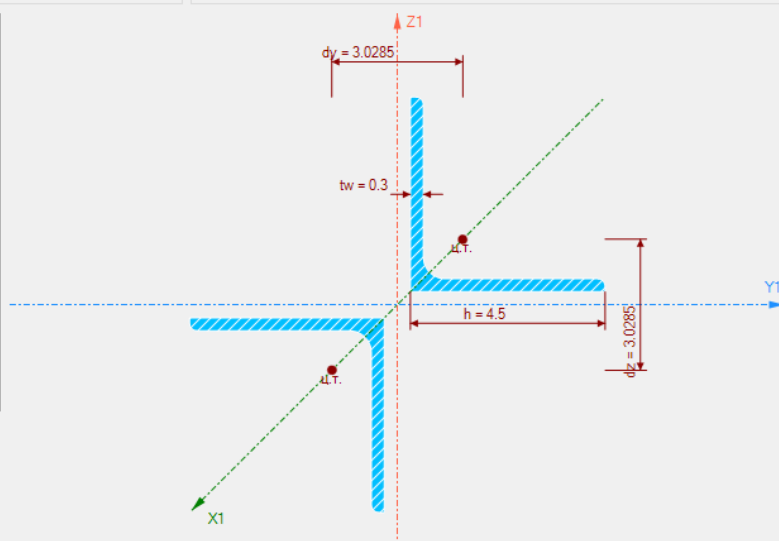


Рис. 0.41.35 Окно параметров сечения **Крест из равнополочных уголков, ориентированных параллельно полкам**

Крест из равнополочных уголков, ориентированных по главным осям

Для создания нового сечения **Крест из двух равнополочных уголков, ориентированных по главным осям** (Рис. 0.42.3642) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Спаренные сечения**. При щелчке мышью на схеме профиля отображается раскрывающееся меню (Рис. 0.326), где нужно выбрать элемент **Спаренные сечения из равнополочного уголка** и необходимую ориентацию базового профиля относительно главных осей ZoY.

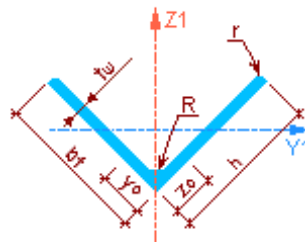


Рис. 0.42.36 Схема базового профиля **Спаренные сечения из равнополочного уголка**

В окне параметров сечения **Крест из равнополочных уголков, ориентированных по главным осям** в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** (доступный ГОСТ 8509-86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные).
2. Указать нужный **Профиль**.
3. Установить в необходимое положение переключатель расположения базовых уголков относительно главных осей спаренного сечения (Рис. 0.373).
4. Скорректировать параметры базового профиля:
 - **dy** — расстояние между главными осями Z базовых уголков;
 - **dz** — расстояние между главными осями Y базовых уголков.
5. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

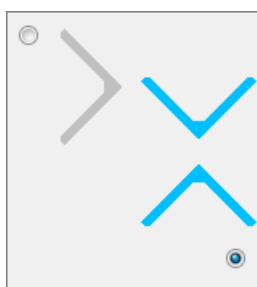


Рис. 0.373 Переключатель расположения базовых уголков относительно главных осей спаренного сечения

Стальные сечения стержней : 2x Уголок прок. 45x45x3 сог 0%

Имя Описание

2x Уголок прок. 45x45x3 с

Базовый профиль

Сортament	ГОСТ 8509 - 86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные
Профиль	45x45x3
dy	
dz	2.82843 * zo + 0.6
yo= 1.21 см	zo= 1.21 см

Учёт коррозии

Глубина коррозии в миллиметрах

по наружной поверхности 0 мм

по внутренней поверхности 0 мм

Глубина коррозии в процентах

процент коррозионного износа 0 %

соотношение между коррозией внутри и снаружи 0

Расчетные свойства сечения

A, см ²	5.3025
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	31.702
Iz1, см ⁴	10.254
Ix1, см ⁴	0.1566
Ядерные расстояния	
Y1+, см	0.60773
Y1-, см	0.60773
Z1+, см	1.6398
Z1-, см	1.6398
Срезные площади	
Fz, см ²	2.61
Fy, см ²	2.61

Рис. 0.384. Окно параметров сечения **Крест из равнополочных уголков**

После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составного креста из двух равнополочных прокатных уголков (Рис. 0.384).

Коробка из двух равнополочных уголков

Для создания нового сечения **Коробка из двух равнополочных уголков** (Рис. 0.395) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Спаренные сечения**. При щелчке мышью на схеме профиля отображается раскрывающееся меню (Рис. 0.326). Выберите в нем элемент **Спаренные сечения из равнополочного уголка** и щелчком мыши перейдите на элемент **Коробка из двух равнополочных уголков** (Рис. 0.395).

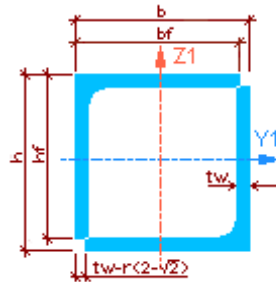


Рис. 0.395 Схема профиля **Коробка из двух равнополочных уголков**

Стальные сечения стержней : 2 x Уголок прок. 45 x 45 x 3 сог 0%

Имя Описание

2 x Уголок прок. 45 x 45 x 3 с

Базовый профиль

Сортамент	ГОСТ 8509 - 86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные
Профиль	45 x 45 x 3
dy	0
dz	0

Учёт коррозии

Глубина коррозии в миллиметрах

по наружной поверхности 0 мм

по внутренней поверхности 0 мм

Глубина коррозии в процентах

процент коррозионного износа 0 %

соотношение между коррозией внутри и снаружи 0

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	5.3025
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	17.096
Iz1, см ⁴	17.096
Ix1, см ⁴	25.562
Ядровые расстояния	
Y1+, см	1.3719
Y1-, см	1.3719
Z1+, см	1.3719
Z1-, см	1.3719
Срезные площади	
Fz, см ²	2.7036
Fy, см ²	2.7036

Рис. 0.406. Окно параметров сечения **Коробка из двух равнополочных уголков**

В окне параметров сечения **Коробка из двух равнополочных уголков** (Рис. 0.406) в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** (доступный ГОСТ 8509-86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные).
2. Указать нужный **Профиль**.
3. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составной коробки из двух равнополочных прокатных уголков (Рис. 0.406).

Коробка из четырех равнополочных уголков

Для создания нового сечения **Коробка из четырех равнополочных уголков** (Рис. 0.7) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Спаренные сечения**. При щелчке мышью на схеме профиля отображается раскрывающееся меню (Рис. 0.326). Выберите в нем элемент **Спаренные сечения из равнополочного уголка** и щелчком мыши перейдите на элемент **Коробка из четырех равнополочных уголков** (Рис. 0.7).

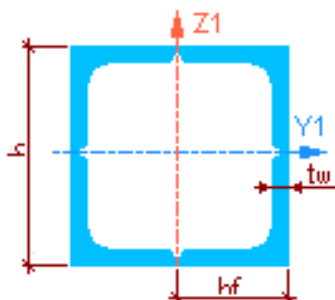


Рис. 0.47. Схема профиля **Коробка из четырех равнополочных уголков**

В окне параметров сечения **Коробка из четырех равнополочных уголков** (Рис. 0.8) в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

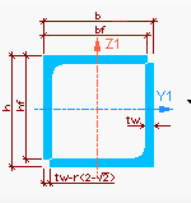
1. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** (доступный ГОСТ 8509-86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные).
2. Указать нужный **Профиль**.
3. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составной коробки из четырех равнополочных прокатных уголков (Рис. 0.8).

Стальные сечения стержней : 2х Уголок прок. 45х45х3 сог 0%

Имя Описание

2х Уголок прок. 45х45х3 сог



Базовый профиль

Сортамент	ГОСТ 8509 - 86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные
Профиль	45х45х3
dy	0
dz	0

Учёт коррозии

Глубина коррозии в миллиметрах

по наружной поверхности 0 мм

по внутренней поверхности 0 мм

Глубина коррозии в процентах

процент коррозионного износа 0 %

соотношение между коррозией внутри и снаружи 0

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	5.3025
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	17.096
Iz1, см ⁴	17.096
Ix1, см ⁴	25.562
Ядровые расстояния	
Y1+, см	1.3719
Y1-, см	1.3719
Z1+, см	1.3719
Z1-, см	1.3719
Срезные площади	
Fz, см ²	2.7036
Fy, см ²	2.7036

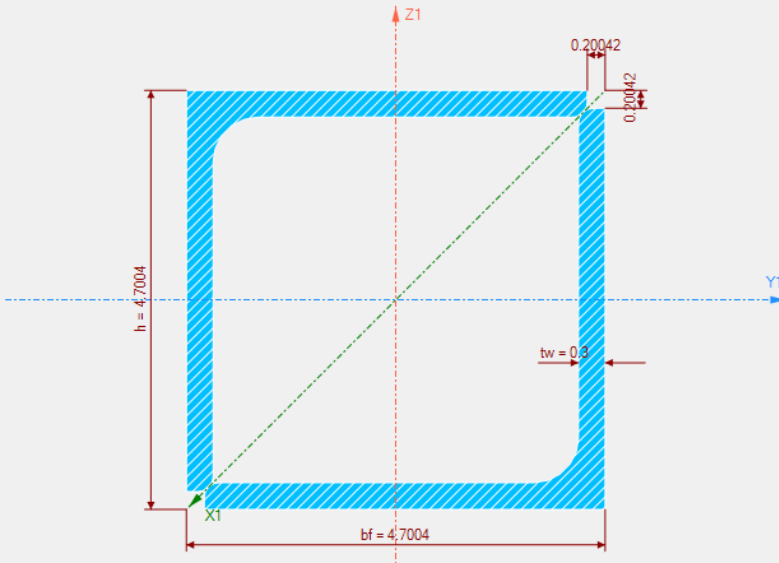
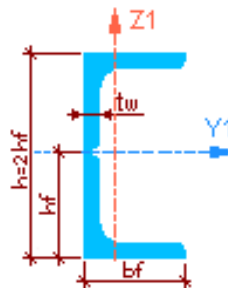


Рис. 0.48. Окно параметров сечения **Коробка из четырех равнополочных уголков**

Швеллер из двух равнополочных уголков

Для создания нового сечения швеллер из двух равнополочных уголков (Рис. 0.419) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Спаренные сечения**. При щелчке мышью на схеме профиля отображается раскрывающееся меню (Рис. 0.326). Выберите в нем элемент **Спаренные сечения из равнополочных уголков** и щелчком мыши перейдите на элемент **Швеллер из двух равнополочных уголков** (Рис. 0.41).

Рис. 0.419. Схема профиля **Швеллер из двух равнополочных уголков**

В окне параметров сечения **Швеллер из двух равнополочных уголков** (Рис. 0.50.4250) в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

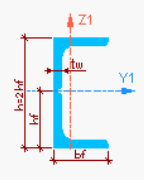
1. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** (доступный ГОСТ 8509-86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные).
2. Указать нужный **Профиль**.
3. Выбрать ориентацию **Поворота** сечения.
4. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составного швеллера из двух равнополочных прокатных уголков (Рис. 0.50.4250).

Стальные сечения стержней : 2x Уголок прок. 45 x 45 x 3 сог 0%

Имя Описание

2x Уголок прок. 45 x 45 x 3 с



Базовый профиль

Сортамент: ГОСТ 8509 - 86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные

Профиль: 45 x 45 x 3

Поворот:

Учёт коррозии

Равномерный

в миллиметрах 0 мм

в процентах от площади сечения 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка 0 мм

стенка 0 мм

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	5.3025
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	67.5
Iz1, см ⁴	10.254
Ix1, см ⁴	0.17539
Ядровые расстояния	
Y1+, см	0.58853
Y1-, см	1.5926
Z1+, см	2.8289
Z1-, см	2.8289
Срезные площади	
Fz, см ²	2.6256
Fy, см ²	2.2899

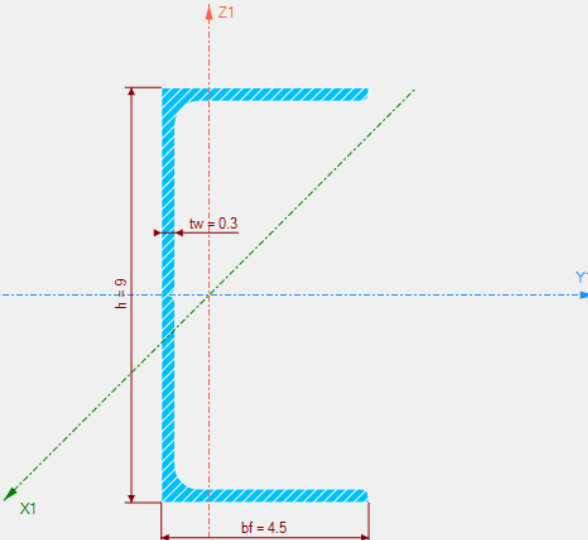


Рис. 0.50.42 Окно параметров сечения **Швеллер из двух равнополочных уголков**

Спаренные сечения из неравнополочного уголка

Спаренные сечения из базового профиля неравнополочного прокатного уголка представлены такими типами сечений: тавр из двух уголков, крест из двух уголков, коробка из двух уголков, коробка из четырех уголков, швеллер из двух уголков (Рис. 0.51).

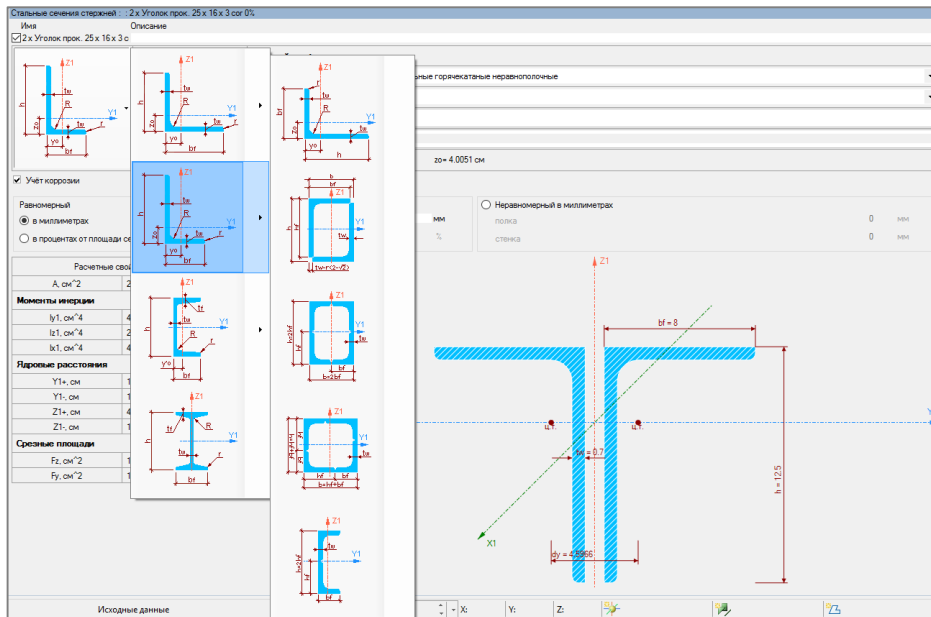


Рис. 0.51. Список составных сечений из базового профиля **Неравнополочный уголок**

Тавр / крест из двух неравнополочных прокатных уголков

Для создания нового сечения тавр из двух неравнополочных уголков (Рис. 0.52) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Спаренные сечения**. При щелчке мышью на схеме профиля отображается раскрывающееся меню (Рис. 0.51). Выберите в нем элемент **Спаренные сечения из неравнополочных уголков** и необходимую **Ориентацию базового профиля** относительно главных осей Z_0Y (Рис. 0.52).

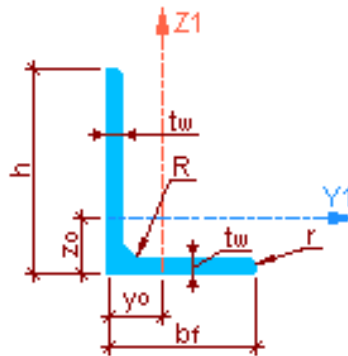


Рис. 0.52. Схема базового профиля **Спаренные сечения из неравнополочных уголков**


В окне параметров сечения **Тавр из неравнополочных уголков** в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** (доступный ГОСТ 8510-72 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные).
2. Указать нужный **Профиль**.
3. Установить переключатель расположения базовых уголков относительно главных осей спаренного сечения в необходимое положение (Рис. 0.433).
4. Скорректировать параметры базового профиля:
 - **dy** — расстояние между главными осями Z базовых уголков;

- **dz** — расстояние между главными осями Y базовых уголков.
5. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.



Рис. 0.433. Переключатель расположения базовых уголков относительно главных осей спаренного сечения

 Редактировать значения **dz** и **dy** можно нажатием сочетания клавиш **CTRL + пробел**, после чего откроется список параметров сечения (Рис. 0.444).

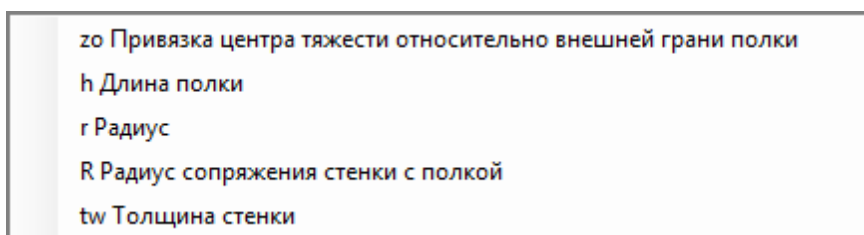




Рис. 0.444. Список параметров сечения

После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составного тавра / креста из двух неравнополочных прокатных уголков (Рис. 0.455).

 Для создания сечения: **Крест из неравнополочных уголков** (Рис. 0.477) необходимо установить переключатель расположения базовых уголков относительно главных осей спаренного сечения в положение 1-я и 3-я четверть или 2-я и 4-я четверть (Рис. 0.433).

 Выбор **Ориентации базового профиля** относительно главных осей Z_1OY_1 осуществляется через раскрывающееся меню (Рис. 0.51). В результате изменения ориентации базового профиля получаем тавр из двух неравнополочных прокатных уголков (Рис. 0.466).

Стальные сечения стержней : 2x Уголок прок. 125 x 80 x 7 сог 0%

Имя Описание

2x Уголок прок. 125 x 80 x 7

Базовый профиль

Сортамент: ГОСТ 8510 - 72 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные

Профиль: 125 x 80 x 7

dy: $2 \cdot y_0 + 1$

dz:

yo = 1.7983 см zo = 4.0051 см

Учёт коррозии

Равномерный

в миллиметрах 0 мм

в процентах от площади сечения 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка: 0 мм

стенка: 0 мм

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	28.122
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	453.06
Iz1, см ⁴	296.01
Ix1, см ⁴	4.5276
Ядровые расстояния	
Y1+, см	1.2384
Y1-, см	1.2384
Z1+, см	4.0209
Z1-, см	1.8969
Срезные площади	
Fz, см ²	14.965
Fy, см ²	11.262

Рис. 0.455. Окно параметров сечения Тавр из неравнополочных уголков, ориентированных большей стороной вдоль Z_1

Стальные сечения стержней : 2x Уголок прок. 125 x 80 x 7 сог 0%

Имя Описание

2x Уголок прок. 125 x 80 x 7

Базовый профиль

Сортамент: ГОСТ 8510 - 72 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные

Профиль: 125 x 80 x 7

dy: $2 \cdot z_0 + 1$

dz:

yo = 4.0051 см zo = 1.7983 см

Учёт коррозии

Равномерный

в миллиметрах 0 мм

в процентах от площади сечения 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка: 0 мм

стенка: 0 мм

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	28.122
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	453.06
Iz1, см ⁴	718.23
Ix1, см ⁴	4.5276
Ядровые расстояния	
Y1+, см	2.3854
Y1-, см	2.3854
Z1+, см	4.0209
Z1-, см	1.8969
Срезные площади	
Fz, см ²	14.965
Fy, см ²	11.262

Рис. 0.466. Окно параметров сечения Тавр из неравнополочных уголков, ориентированных меньшей стороной вдоль Z_1

Стальные сечения стержней : 2x Уголок прок. 125x 80x 7 сог 0%

Имя Описание

2x Уголок прок. 125x 80x 7

Базовый профиль

Сортамент	ГОСТ 8510 - 72 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные
Профиль	125x 80x 7
dy	2 * zo + 1
dz	2 * yo + 1
yo = 4.0051 см zo = 1.7983 см	

Учёт коррозии

Равномерный

в миллиметрах 0 мм

в процентах от площади сечения 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка 0 мм

стенка 0 мм

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	28.122
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	601.82
Iz1, см ⁴	718.23
Ix1, см ⁴	4.5276
Ядровые расстояния	
Y1+, см	2.3854
Y1-, см	2.3854
Z1+, см	1.9828
Z1-, см	1.9828
Срезные площади	
Fz, см ²	17.01
Fy, см ²	10.71

Рис. 0.477. Окно параметров сечения **Крест из неравнополочных уголков**

Коробка из двух неравнополочных уголков

Для создания нового сечения коробка из двух неравнополочных уголков (Рис. 0.488) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Спаренные сечения**. При щелчке на схеме профиля отображается раскрывающееся меню (Рис. 0.51). Выберите в нем элемент **Спаренные сечения из неравнополочных уголков** и щелчком мыши перейдите на элемент **Коробка из двух неравнополочных уголков** (Рис. 0.488).

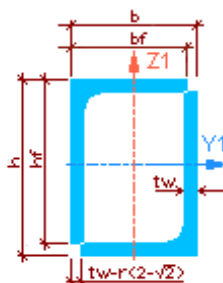


Рис. 0.488. Схема профиля **Коробка из двух неравнополочных уголков**

В окне параметров сечения **Коробка из двух неравнополочных уголков** (Рис. 0.499) в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** (доступный ГОСТ 8510-72 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные).

2. Указать нужный **Профиль**.

3. Выбрать ориентацию **Поворота** сечения.

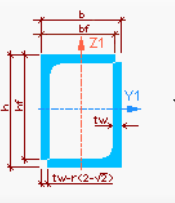
4. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составной коробки из двух неравнополочных прокатных уголков (Рис. 0.49).

Стальные сечения стержней : 2x Уголок прок. 125x 80 x 7 cor 0%

Имя Описание

2x Уголок прок. 125x 80 x 7



Базовый профиль

Сортament	ГОСТ 8510 - 72 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные
Профиль	125 x 80 x 7
dy	
dz	

Поворот

Учёт коррозии

Глубина коррозии в миллиметрах

по наружной поверхности 0 мм

по внутренней поверхности 0 мм

Глубина коррозии в процентах

процент коррозионного износа 0 %

соотношение между коррозией внутри и снаружи 0

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	28.122
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	626.7
Iz1, см ⁴	315.35
Ix1, см ⁴	637.69
Ядровые расстояния	
Y1+, см	2.6437
Y1-, см	2.6437
Z1+, см	3.4329
Z1-, см	3.4329
Срезные площади	
Fz, см ²	17.164
Fy, см ²	11.526

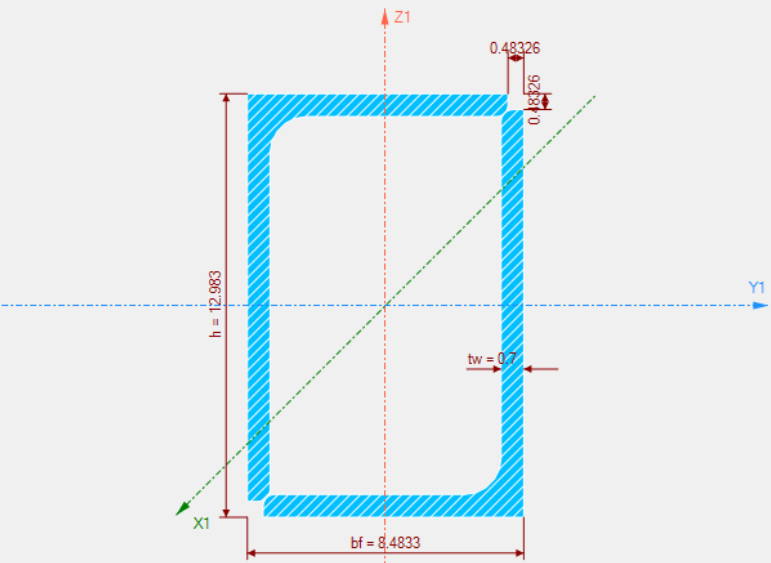


Рис. 0.499. Окно параметров сечения **Коробка из двух неравнополочных уголков**

Коробка из четырех неравнополочных уголков

Для создания нового сечения **Коробка из четырех неравнополочных уголков** (Рис. 0.61) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Спаренные сечения**. При щелчке мышью на схеме профиля отображается раскрывающееся меню (Рис. 0.51). Выберите в нем элемент **Спаренные сечения из неравнополочных уголков** и щелчком мыши перейдите на элемент **Коробка из четырех неравнополочных уголков** (Рис. 0.60.5060).

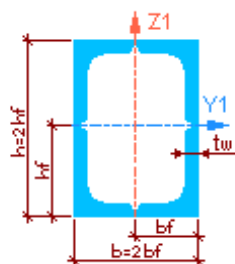


Рис. 0.60.50 Схема профиля Коробка из четырех неравнополочных уголков

В окне параметров сечения **Коробка из четырех неравнополочных уголков** (Рис. 0.61) в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

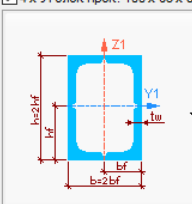
1. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** (доступный ГОСТ 8510-72 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные).
2. Указать нужный **Профиль**.
3. Выбрать ориентацию **Поворота** сечения.
4. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составной коробки из четырех неравнополочных прокатных уголков (Рис. 0.61).

Стальные сечения стержней : 4 x Уголок прок. 100 x 63 x 8 сог 0%

Имя Описание

4 x Уголок прок. 100 x 63 x 8



Базовый профиль

Сортament	ГОСТ 8510 - 72 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные
Профиль	100 x 63 x 8
dy	0
dz	0

Поворот 0

Учёт коррозии

Глубина коррозии в миллиметрах

по наружной поверхности мм

по внутренней поверхности мм

Глубина коррозии в процентах

процент коррозионного износа %

соотношение между коррозией внутри и снаружи

Расчетные свойства сечения	
А, см ²	50.271
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	9479.6
Iz1, см ⁴	4786
Ix1, см ⁴	2649.3
Ядровые расстояния	
Y1+, см	15.111
Y1-, см	15.111
Z1+, см	18.857
Z1-, см	18.857
Срезные площади	
Fz, см ²	363
Fy, см ²	262.01

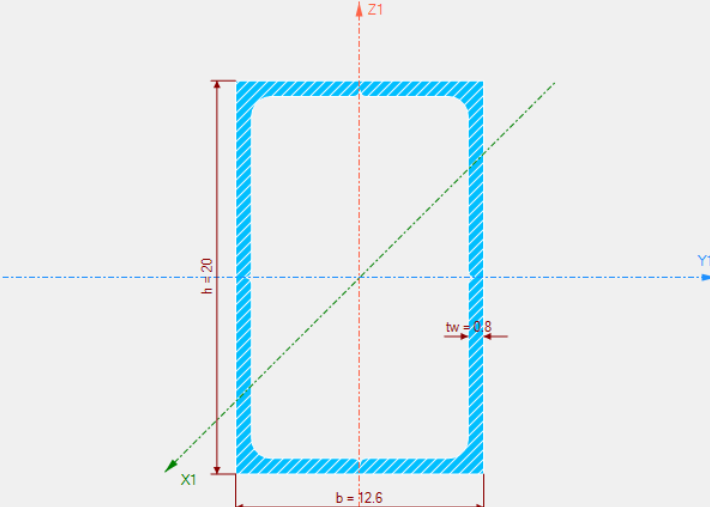



Рис. 0.61. Окно параметров сечения **Коробка из четырех неравнополочных уголков**

 Выбор **Ориентации базового профиля** относительно главных осей Z_1OY_1 осуществляется через раскрывающееся меню (Рис. 0.51). В результате изменения ориентации базового профиля получаем коробку из четырех неравнополочных прокатных уголков (Рис. 0.62).

Стальные сечения стержней : 4 x Уголок прок. 100 x 63 x 8 сог 0%

Имя Описание

4 x Уголок прок. 100 x 63 x 8

Базовый профиль

Сортамент ГОСТ 8510 - 72 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные

Профиль 100 x 63 x 8

dy

dz

Учет коррозии

Глубина коррозии в миллиметрах

по наружной поверхности 0 мм

по внутренней поверхности 0 мм

Глубина коррозии в процентах

процент коррозионного износа 0 %

соотношение между коррозией внутри и снаружи 0

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	50.271
Моменты инерции	
I _{y1} , см ⁴	2029.5
I _{z1} , см ⁴	2029.5
I _{x1} , см ⁴	2979.1
Ядровые расстояния	
Y1+, см	4.9535
Y1-, см	4.9535
Z1+, см	4.9535
Z1-, см	4.9535
Срезные площади	
F _z , см ²	25.298
F _y , см ²	25.298

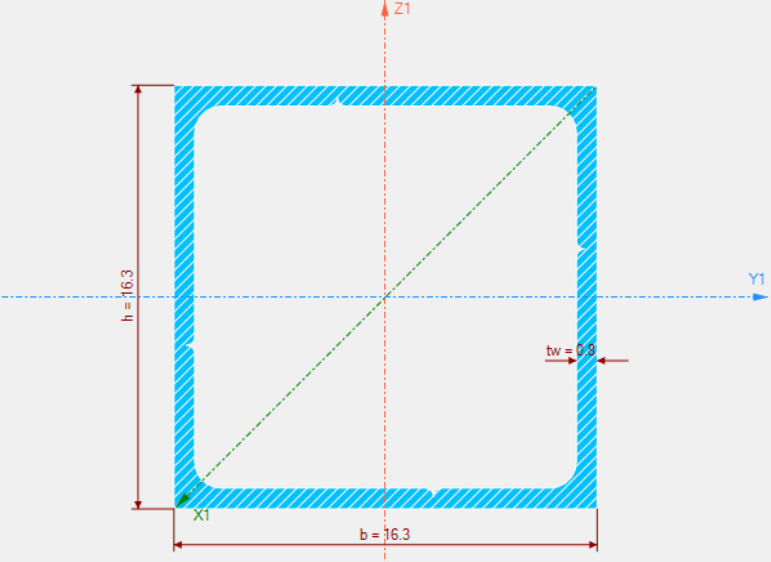


Рис. 0.62. Окно параметров сечения **Коробка из четырех неравнополочных уголков**

Швеллер из двух неравнополочных уголков

Для создания нового сечения швеллер из двух неравнополочных уголков (Рис. 0.3) и доступа к его параметрам в **Редакторе сечений/жесткостей** перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Спаренные сечения**. При щелчке мышью на схеме профиля отображается раскрывающееся меню (Рис. 0.51). Выберите в нем элемент **Спаренные сечения из неравнополочных уголков** и щелчком мыши перейдите на элемент **Швеллер из двух неравнополочных уголков** (Рис. 0.3).

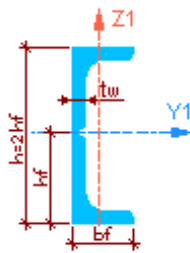


Рис. 0.63. Схема профиля Швеллер из двух неравнополочных уголков

В окне параметров сечения Швеллер из двух неравнополочных уголков (Рис. 0.514) в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Выбрать требуемый сортament из Таблицы сортamentов (доступный ГОСТ 8510-72 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные).
2. Указать нужный Профиль.
3. Указать Ориентацию уголка.
4. Выбрать ориентацию Поворота сечения.
5. Скорректировать поля Имя и Описание.

После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составного швеллера из двух неравнополочных прокатных уголков (Рис. 0.514).

Стальные сечения стержней : 2x Уголок прок. 56 x 36 x 4 сог 0%

Имя Описание

2x Уголок прок. 56 x 36 x 4 с

Базовый профиль

Сортament: ГОСТ 8510 - 72 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные

Профиль: 56 x 36 x 4

Ориентация уголка: []]

Поворот: []]

Учёт коррозии

Равномерный

в миллиметрах 0 мм

в процентах от площади сечения 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка 0 мм

стенка 0 мм

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	7.1602
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	61.86
Iz1, см ⁴	22.744
Ix1, см ⁴	0.42052
Ядровые расстояния	
Y1+, см	0.8405
Y1-, см	1.7446
Z1+, см	2.3999
Z1-, см	2.3999
Срезные площади	
Fz, см ²	2.8135
Fy, см ²	3.8205

Рис. 0.514. Окно параметров сечения Швеллер из двух неравнополочных уголков

Спаренные сечения из швеллера

Спаренные сечения из базового профиля прокатного швеллера представлены такими типами сечений: двутавр из двух швеллеров, коробка из двух швеллеров (Рис. 0.525).

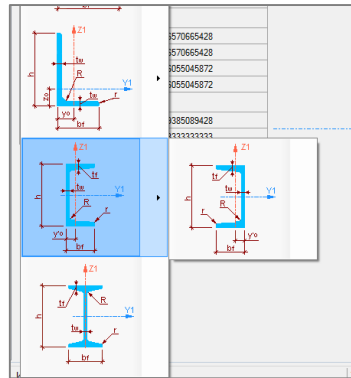


Рис. 0.525. Список составных сечений из базового профиля **Прокатный швеллер**

Двутавр из двух швеллеров

Для создания нового сечения **Двутавр из двух прокатных швеллеров** (Рис. 0.53) и доступа к его параметрам в **Редакторе сечений/жесткостей** перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Спаренные сечения**. При щелчке мышью на схеме профиля отображается раскрывающееся меню (Рис. 0.5251), щелчком мыши выберите **Спаренные сечения из швеллеров** (Рис. 0.536).

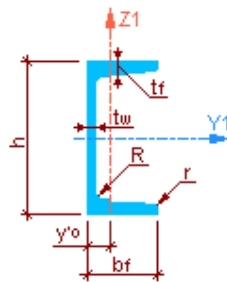


Рис. 0.536. Схема базового профиля **Спаренные сечения из швеллеров**

В окне параметров сечения **Двутавр из двух швеллеров** в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** (Рис. 0.547).
2. Указать нужный **Профиль**.
3. Установить в необходимое положение переключатель расположения базовых швеллеров относительно главных осей спаренного сечения (Рис. 0.558).
4. Скорректировать параметры базового профиля:
 - **dy** — расстояние между главными осями Z базовых швеллеров;
 - **dz** — расстояние между главными осями Y базовых швеллеров.
5. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

ГОСТ 8240 - 72 Швеллеры с уклоном внутренних граней полок
ГОСТ 8240 - 72* Швеллеры с параллельными гранями полок
ГОСТ 8240 - 97 Швеллеры с уклоном внутренних граней полок
ГОСТ 8240 - 97 Швеллеры с параллельными гранями полок
ГОСТ 8240 - 97 Швеллеры экономичные с параллельными гранями полок
ГОСТ 8240 - 97 Швеллеры лёгкой серии с параллельными гранями полок
ГОСТ 8240 - 97 Швеллеры специальные
ГОСТ 5267.1 - 90 Швеллеры (В) с уклоном внутренних граней полок

Рис. 0.547. Сортамент швеллеров

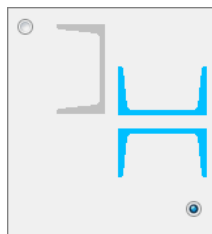



Рис. 0.558. Переключатель расположения базовых швеллеров относительно главных осей

 Редактировать значения dz и dy можно нажатием сочетания клавиш **CTRL + пробел**, после чего откроется список параметров сечения (Рис. 0.9).

bf	Ширина пояса
yo	Привязка центра тяжести к внешней грани стенки
h	Высота сечения
r	Радиус
R	Радиус сопряжения стенки и пояса
tf	Толщина пояса
tw	Толщина стенки

Рис. 0.69. Список параметров сечения

После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составного двутавра из двух прокатных швеллеров (Рис. 0.705670).

Стальные сечения стержней : 2x Швеллер прок. 10 сор 0%

Имя Описание

2x Швеллер прок. 10 сор 0%

Базовый профиль	
Сортамент	ГОСТ 8240 - 72 Швеллеры с уклоном внутренних граней полок
Профиль	10
dy	2 * y'o + 0.5
dz	
y'o = 1.44 см	

Учёт коррозии

Равномерный

в миллиметрах 0 мм

в процентах от площади сечения 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка 0 мм

стенка 0 мм

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	21.887
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	347.72
Iz1, см ⁴	103.06
Ix1, см ⁴	3.837
Ядровые расстояния	
Y1+, см	0.97083
Y1-, см	0.97083
Z1+, см	3.1774
Z1-, см	3.1774
Срезные площади	
Fz, см ²	8.7752
Fy, см ²	13.48

Рис. 0.7056. Окно параметров сечения Двутавр из двух швеллеров

Коробка из двух швеллеров

Для создания нового сечения коробка из двух прокатных швеллеров (Рис. 0.72.5772) и доступа к его параметрам в Редакторе сечений/жесткостей перейдите в Стальные сечения ⇒ Спаренные сечения. При щелчке мышью на схеме профиля отображается раскрывающееся меню (Рис. 0.525). Выберите в нем элемент Спаренные сечения из швеллеров и необходимую ориентацию базового профиля относительно главных осей ZoY.

В окне параметров сечения Коробка из двух швеллеров в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Выбрать требуемый сортамент из Таблицы сортовентов (Рис. 0.547).
2. Указать нужный Профиль.
3. Установить переключатель расположения базовых швеллеров относительно главных осей спаренного сечения в необходимое положение (Рис. 0.71).
4. Скорректировать поля Имя и Описание.

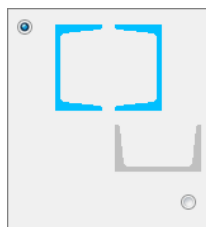


Рис. 0.71. Переключатель расположения базовых швеллеров относительно главных осей

После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составной коробки из двух прокатных швеллеров (Рис. 0.72.5772).

Стальные сечения стержней : 2 x Швеллер прок. 10 сог 0%

Имя Описание

2 x Швеллер прок. 10 сог 0%

Базовый профиль

Сортамент	ГОСТ 8240 - 72 Швеллеры с уклоном внутренних граней полок
Профиль	10
dy	2*(bf - yo)
dz	
yo = 1.44 см	

Учёт коррозии

Глубина коррозии в миллиметрах

по наружной поверхности 0 мм

по внутренней поверхности 0 мм

Глубина коррозии в процентах

процент коррозионного износа 0 %

соотношение между коррозией внутри и снаружи 0

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	21.887
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	347.72
Iz1, см ⁴	260.08
Ix1, см ⁴	411.3
Ядровые расстояния	
Y1+, см	3.1774
Y1-, см	3.1774
Z1+, см	2.5832
Z1-, см	2.5832
Срезные площади	
Fz, см ²	8.7752
Fy, см ²	13.761

Рис. 0.72.57 Окно параметров сечения Коробка из двух швеллеров

Составные сечения

Двутавр/швеллер + два уголка и лист

Для создания нового составного сечения из двутавра/швеллера + два уголка и лист (Рис. 0.3) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Составные сечения**.

В окне параметров сечения **Двутавр/швеллер + два уголка и лист** в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** для двутавра/швеллера.
2. Указать нужный **Профиль** двутавра/швеллера.
3. Задать **Толщину листа**.
4. Задать **Поворот** сечения.
5. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** для уголка.
6. Указать нужный **Профиль** уголка.
7. Если уголок неравнополочный, то выбрать его **Ориентацию**.
8. Задать **Параметры подбора** для листа.
9. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

Имя сечения: 110 + 2L 30 x 30 x 5 + л

Схема профиля:

Сортament	ГОСТ 8239 - 72* Двутавр с непараллельными гранями полок
Профиль	10
Лист	tw, см 0.5
Ориентация уголка	
Поворот	
Сортament	ГОСТ 8509 - 86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные
Профиль	30 x 30 x 5
Параметры подбора	two ; ... ; twn

Учёт влияния сдвига

Учёт коррозии

Равномерный в миллиметрах в процентах от площади сечения

Неравномерный в миллиметрах полка стенка

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	22.06
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	324.88
Iz1, см ⁴	182.36
Ix1, см ⁴	404.03
Ядерные расстояния	
Y1+, см	2.169
Y1-, см	1.5932
Z1+, см	2.9454
Z1-, см	2.9454
Срезные площади	
Fz, см ²	11.529
Fy, см ²	10.738
Секториальный момент инерции	
Iω, см ⁶	71.836
Статический момент полусечения	
Sy, см ³	39.377
Sz, см ³	29.301
Секториальная площадь	
Ω1, см ²	3.2767
Ω2, см ²	0.81234

Детальный чертеж сечения с параметрами: h1 = 10, bf1 = 5.5, bfL = 3, hL = 3, tw = 0.5, yw1 = 0.45, iw1 = 0.72, iwL = 0.5, h1 = 9.

Рис. 0.73. Окно параметров сечения **Двутавр/швеллер + два уголка и лист**

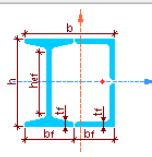



После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составной коробки из двутавра/швеллера + два уголка (Рис. 0.3).

Двутавр/швеллер + два уголка

Для создания нового составного сечения из двутавра/швеллера + два уголка (Рис. 0.584) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Составные сечения**.

В окне параметров сечения **Двутавр/швеллер + два уголка и лист** в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** для двутавра/швеллера.
2. Указать нужный **Профиль** двутавра/швеллера.
3. Задать **Поворот** сечения.
4. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** для уголка.
5. Указать нужный **Профиль** уголка.
6. Если уголок неравнополочный, то выбрать его **Ориентацию**.
7. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

Имя	Описание
И110 + 2L 50 x 50 x 6	ГОСТ 8239 - 72* Двутавр с непараллельными гранями полок
	Сортамент: 10
	Профиль: 10
	Ориентация уголка: <input checked="" type="radio"/>  <input type="radio"/> 
	Поворот: 
	Сортамент: ГОСТ 8509 - 86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные
	Профиль: 50 x 50 x 6
	<input type="checkbox"/> Учитывать при расчете влияние сдвига

Учёт коррозии

Равномерный

в миллиметрах 0 мм

в процентах от площади сечения 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка 0 мм

стенка 0 мм

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	23.38
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	366.81
Iz1, см ⁴	275.19
Ix1, см ⁴	519.69
Ядровые расстояния	
Y1+, см	2.5105
Y1-, см	2.0253
Z1+, см	3.1378
Z1-, см	3.1378
Средние площади	
Fz, см ²	9.6692
Fy, см ²	13.378
Секториальный момент инерции	
Iω, см ⁶	38.491
Статический момент полусечения	
Sy, см ³	43.143
Sz, см ³	36.794
Секториальная площадь	
Ω1, см ²	2.5696
Ω2, см ²	1.4481

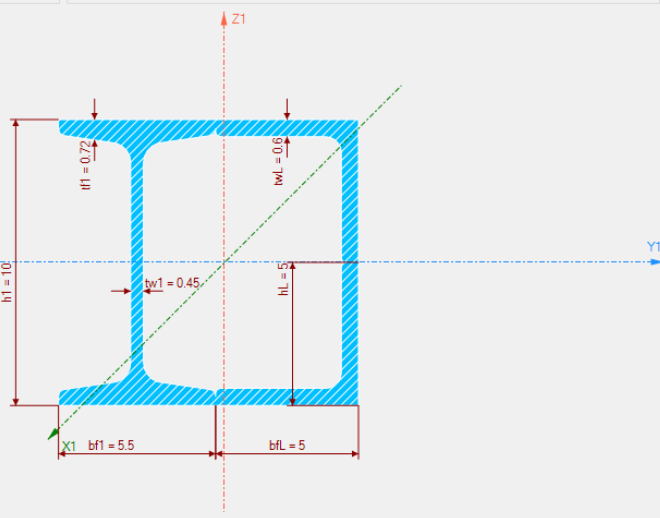


Рис. 0.584. Окно параметров сечения **Двутавр/швеллер + два уголка**

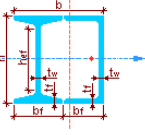



После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составной коробки из двутавра/швеллера + два уголка (Рис. 0.584).

Двутавр + швеллер

Для создания нового составного сечения из двутавра и швеллера (Рис. 0.595) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇒ **Составные сечения**.

В окне параметров сечения **Двутавр/швеллер + два уголка и лист** в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** для двутавра.
2. Указать нужный **Профиль** двутавра.
3. Задать **Ориентацию** швеллера.
4. Задать **Поворот** сечения.
5. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов** для швеллера.
6. Указать нужный **Профиль** швеллера.
7. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

Имя	Описание	
<input checked="" type="checkbox"/> П10 + П10У		
Схема профиля	Сортament	ГОСТ 8239 - 72* Двутавр с непараллельными гранями полок
	Профиль	10
	Ориентация швеллера	<input checked="" type="radio"/>  <input type="radio"/>  <input type="radio"/> 
	Сортament	ГОСТ 8240 - 97 Швеллеры с уклоном внутренних граней полок
	Профиль	10У
<input type="checkbox"/> Учитывать при расчете влияние сдвига		

Учёт коррозии

Равномерный

в миллиметрах 0 мм

в процентах от площади сечения 0 %

Неравномерный в миллиметрах

полка 0 мм

стенка 0 мм

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	22.9
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	372
Iz1, см ⁴	522.65
Ix1, см ⁴	291.91
Ядровые расстояния	
Y1+, см	5.0305
Y1-, см	4.1026
Z1+, см	3.2489
Z1-, см	3.2489
Срезные площади	
Fz, см ²	8.1527
Fy, см ²	15.237
Секториальный момент инерции	
Iw, см ⁶	726.01
Статический момент полусечения	
Sy, см ³	43.4
Sz, см ³	33.747
Секториальная площадь	
Ω1, см ²	8.6544
Ω2, см ²	15.378

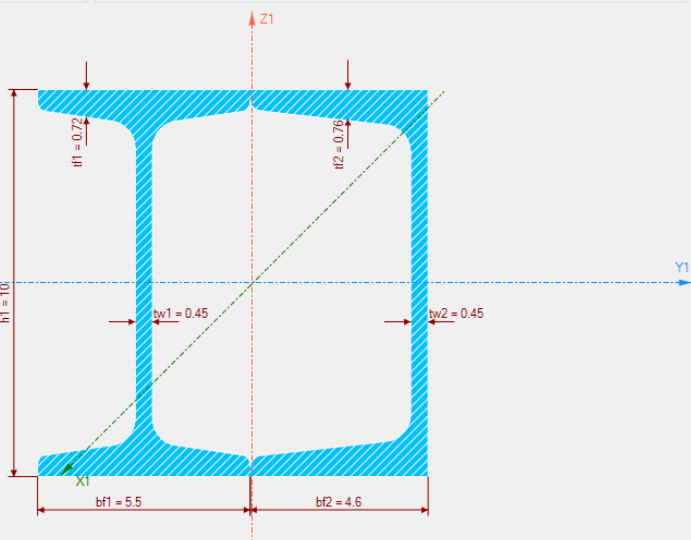


Рис. 0.595. Окно параметров сечения **Двутавр + швеллер**

После внесения пользователем изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами составной коробки из двутавра и швеллера (Рис. 0.595).

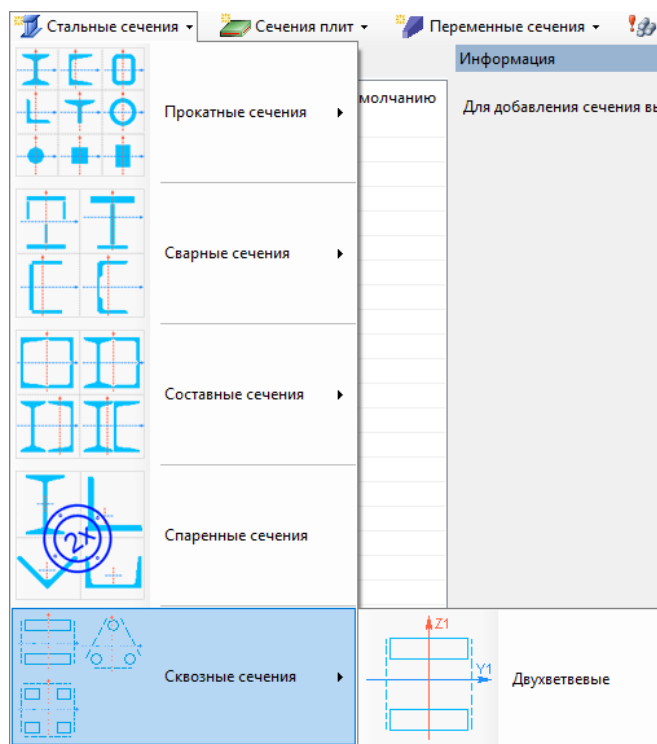


Рис. 0.76.60 Список сквозных сечений

Двухветвевые сквозные сечения

Для создания нового двухветвевого сквозного сечения и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей перейдите в **Стальные сечения** ⇨ **Сквозные сечения**, щелчком мыши выберите элемент **Двухветвевые сквозные сечения** (Рис. 0.76.60б).

При задании двухветвевое сечения следует последовательно задать:

- Сечение каждой из ветвей и их разнос (расстояние между ветвями).
- Вид соединительных элементов (решетка или планки). Для решетки выбирается также ее очертание (соответствует таблице 8 [9.11] или таблице 13 [9.8]).
- Для соединительных элементов в виде решетки указать тип решетки — одноплоскостная, двухплоскостная или смешанная (Рис. 0.3).
- Сечение элементов решетки.
- Шаг элементов решетки.
- Сталь для элементов решетки.

Задание ветвей

а) Сначала задается **Ветвь 1**. При нажатии на схему профиля появляется меню с возможными вариантами профилей и их ориентацией относительно главных осей всего сечения. После выбора типа и ориентации профиля выбирается требуемый **Сортамент** и нужный **Профиль** из этого сортамента.

б) **Ветвь 2** может быть задана как прямая или зеркальная копия ветви 1. Для этого нужно выбрать соответствующий переключатель. Если ветвь 2 отличается от ветви 1, то она задается аналогично ветви 1.

в) Расстояние между ветвями **V, см** в данной версии предусмотрено одним из трех вариантов:

- по внутреннему габариту между ветвями;
- по наружному габариту между ветвями;
- между центрами тяжести ветвей.

В закладке **Точки привязки** выбирается один из этих вариантов, после чего в строке **V, см** указывается расстояние между ветвями. Для подбора сечения в строке **V₀; ... V_n**; задаются все варианты значений, которые может принимать расстояние между ветвями. Программа в процессе подбора проанализирует все возможные варианты (включая заданный размер в графе V, см), и выполнит подбор минимального сечения.

Результат задания ветвей показан на Рис. 0.617.

Стальные сечения стержней : : Двутавр прок. 25Ш0 x Коробка прок. 240 x 120 x 7

Имя	Описание
<input checked="" type="checkbox"/> Двутавр прок. 25Ш0 x Коробка прок. 240 x 120 x 7	Крайняя опора.

Ветви											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Ветвь 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Сортамент</td> <td>ГОСТ Р 57837-2017 Балочные шп</td> </tr> <tr> <td>Профиль</td> <td>25Ш0</td> </tr> <tr> <td>Точки привязки</td> <td></td> </tr> <tr> <td>V, см</td> <td>64</td> </tr> </tbody> </table>	Ветвь 1		Сортамент	ГОСТ Р 57837-2017 Балочные шп	Профиль	25Ш0	Точки привязки		V, см	64
Ветвь 1											
Сортамент	ГОСТ Р 57837-2017 Балочные шп										
Профиль	25Ш0										
Точки привязки											
V, см	64										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Ветвь 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Сортамент</td> <td>ГОСТ Р 54157 - 2010 Прямоугол</td> </tr> <tr> <td>Профиль</td> <td>240 x 120 x 7</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <input type="radio"/> Копия ветви 1 <input type="radio"/> Зеркальная копия ветви 1 <input checked="" type="radio"/> Задать ветвь 2 </td> </tr> </tbody> </table>	Ветвь 2		Сортамент	ГОСТ Р 54157 - 2010 Прямоугол	Профиль	240 x 120 x 7	<input type="radio"/> Копия ветви 1 <input type="radio"/> Зеркальная копия ветви 1 <input checked="" type="radio"/> Задать ветвь 2			
Ветвь 2											
Сортамент	ГОСТ Р 54157 - 2010 Прямоугол										
Профиль	240 x 120 x 7										
<input type="radio"/> Копия ветви 1 <input type="radio"/> Зеркальная копия ветви 1 <input checked="" type="radio"/> Задать ветвь 2											

Vo;..;Vn 48;50;52;55;58;60;62;65;68;70;72

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	93.6
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	97792
Iz1, см ⁴	8370
Ix1, см ⁴	6878.7
Ядровые расстояния	
Y1+, см	7.6592
Y1-, см	-7.6592
Z1+, см	32.678
Z1-, см	-32.622
Срезные площади	
Fz, см ²	33.097
Fy, см ²	7.7678
Секториальный момент инерции	
Iω, см ⁶	7.8149E+06
ω1, см ²	300.03
ω2, см ²	432.59

Рис. 0.617. Универсальное двухветвевое сечение. Результат задания ветвей

Задание соединительных элементов

а) Сначала с помощью раскрывающегося меню выбирается вид соединительных элементов (решетка, или планки), а также очертание решетки (Рис. 0.628).

б) Затем в строке **Тип соединения** выбирается тип решетки соединительных элементов: одноплоскостная, двухплоскостная, или смешанная (Рис. 0.3 и Рис. 0.639). Для планок возможен только двухплоскостной тип соединения.

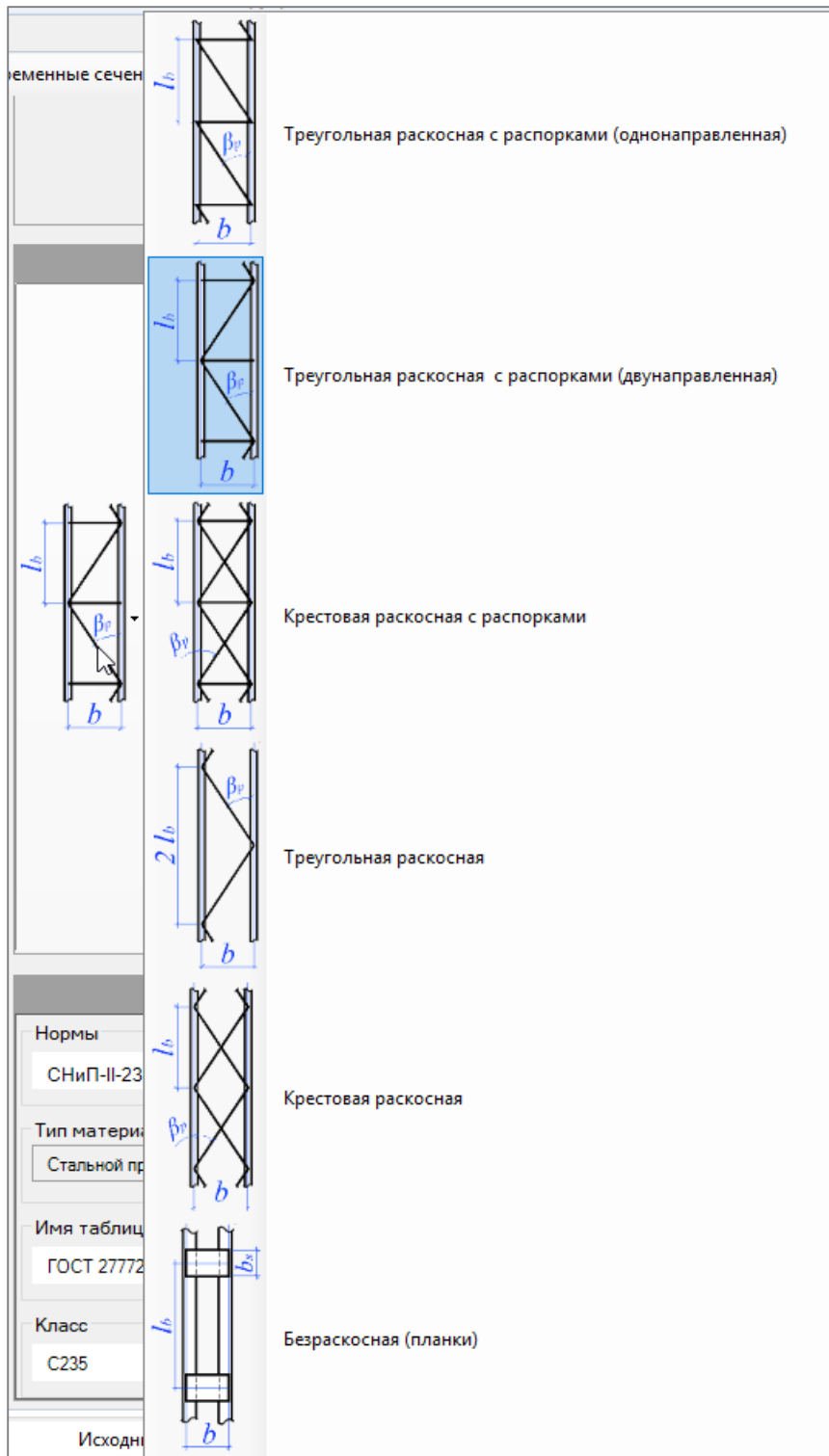


Рис. 0.628. Выбор вида и очертания соединительных элементов

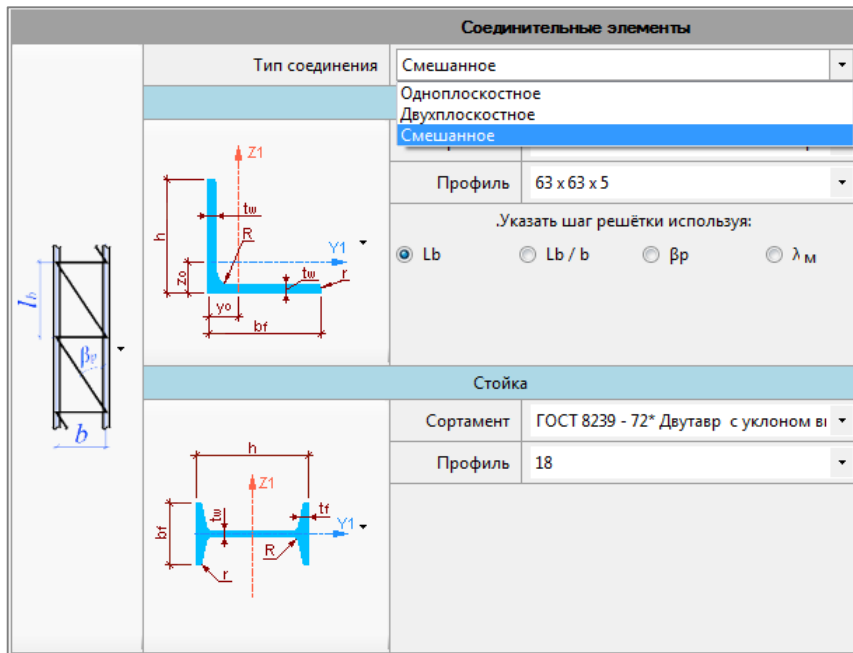


Рис. 0.639. Выбор типа соединения ветвей двухветвевое сечения

в) После этого справа на рисунке отображается образец выбранной решетки. Следует отметить, что это просто картинка, показывающая общий вид выбранной решетки. Она не отражает конкретные параметры рассматриваемого сечения — профиль и размер ветвей, расстояние между ними.

г) Далее задаются сечения соединительных элементов — **Раскос** и **Стойка** соединительной решетки или **Планки**. Производится это аналогично заданию ветвей. При нажатии на соответствующую схему профиля появляется меню с доступными вариантами профилей. После этого выбирается требуемый **Сортамент** и нужный **Профиль** из этого сортамента. При выборе планок из полосовой стали рекомендуется применять сортамент **Планки сквозных сечений** (Рис. 0.80.6480).

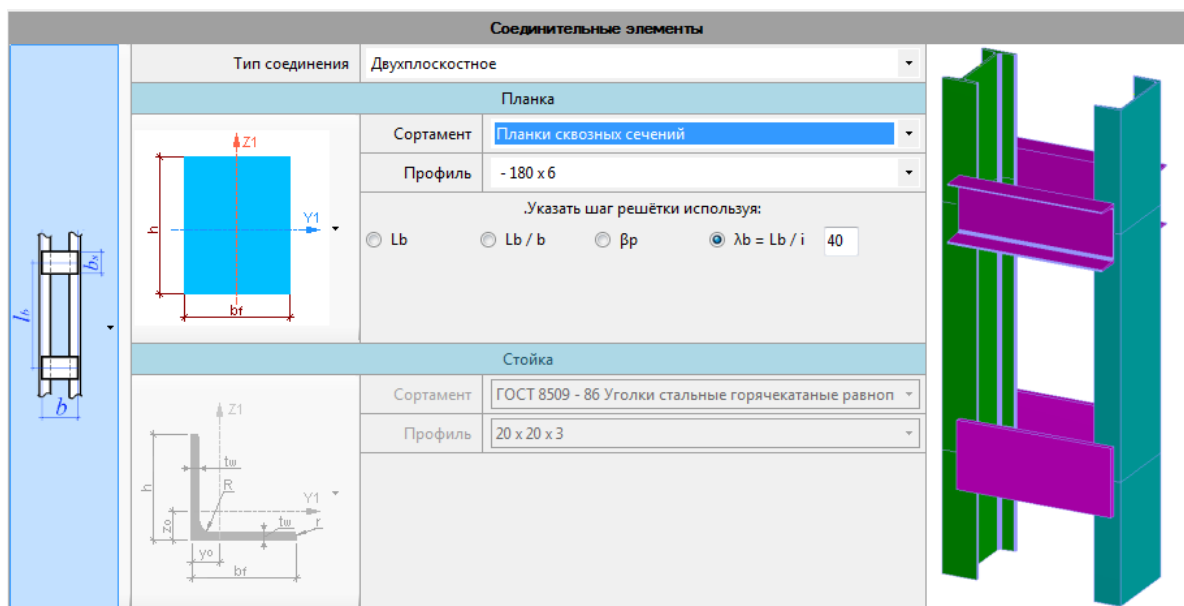


Рис. 0.80.64 Задание планок из полосы

д) Далее следует задать шаг соединительных элементов l_b . В программе предусмотрена возможность задания шага различными способами:

Для соединительных элементов **в виде решетки** можно:

- Задать непосредственно размер l_b , используя переключатель **Lb**. В этом случае при подборе элемента данный размер изменяться не будет.
- Задать угол наклона раскоса решетки к ветви β_p (в градусах) с помощью переключателя **βp** или задать отношение размера l_b к расстоянию между осями ветвей b (тангенс угла β_p) с помощью переключателя **Lb/b**. В этом случае в режиме подбора при изменении расстояния между осями ветвей, соответственно, изменятся и шаг решетки.
- Задать допустимую гибкость ветви λ_b с помощью переключателя **λb = Lb/i**. Здесь пользователь может руководствоваться указаниями

п.5.6 СНиП II - 23 - 81*
п. 7.2.4 СП16.13330- 2017
п.8.2.4 ДБН В.2.6 -198: 2014

 . В этом случае при подборе шаг решетки бу-

дет меняться только при изменении профиля ветви.

Во всех случаях наклон решетки ограничивается условием $20^\circ \leq \beta_p \leq 70^\circ$.

Для соединительных элементов **в виде планок** можно:

- Задать непосредственно размер l_b , используя переключатель **Lb**. В этом случае при подборе элемента этот размер изменяться не будет.
- Задать допустимую гибкость ветви λ_b с помощью переключателя **λb = Lb/i**. Здесь пользователь может руководствоваться указаниями

п.5.7 СНиП II - 23 - 81*
п. 7.2.3 СП16.13330- 2017
п.8.2.3 ДБН В.2.6 -198: 2014

 . В этом случае при подборе шаг планок будет

меняться при изменении профиля ветви.

е). При задании универсального двухветвевое сечения в редакторе сечений задается сталь для соединительных элементов. (При этом сталь для ветвей задается традиционным способом: **Редакторы и конструирование** ⇔ **Редактор материалов** и назначается через **Редакторы и конструирование** ⇔ **Назначить сечение, материал, конструирование**.) Сделано это для того, чтобы стали для ветвей и для соединительных элементов могли быть различными.

Для задания стали для соединительных элементов нужно в списке **Нормы** выбрать соответствующий нормативный документ по расчету стальных конструкций. В списке **Имя таблицы** выбрать нормативный документ на сталь, и в списке **Класс** выбрать конкретный класс или марку стали. (Программа не анализирует допустимость применения выбранной

стали для конкретной рассчитываемой конструкции по

табл.50* СНиП II - 23 - 81*
табл.В.1 СП16.13330- 2017
табл.Г.1 ДБН В.2.6 -198: 2014

 .

Если в нормах указаны прочностные характеристики стали, то расчет будет выполняться.)

Соединительные элементы		
Тип соединения	Смешанное	
Раскос		
	Сортамент	ГОСТ 8509 - 86 Уголки стальные горячекатаные равноп
	Профиль	63 x 63 x 5
	.Указать шаг решётки используя:	
<input type="radio"/> Lb <input type="radio"/> Lb / b <input type="radio"/> βp <input checked="" type="radio"/> λb = Lb / i <input type="text" value="80"/>		
Стойка		
	Сортамент	ГОСТ 8239 - 72* Двутавр с уклоном внутренних граней
	Профиль	18
Материал		
Нормы		
СП 16.13330.2011		
Тип материала		
Стальной прокат		
Имя таблицы		
ГОСТ 27772-88		
Класс		
С245		

Рис. 0.81.65 Результат задания соединительных элементов.

После ввода всех необходимых данных программа производит окончательный расчет геометрических характеристик созданного сечения, включая крутильные и секториальные характеристики (Рис. 0.82.6682).

Стальные сечения стержней : Двутавр прок. 25Ш0 х Коробка прок. 240 х 120 х 7

Имя Описание
 Двутавр прок. 25Ш0 х Коробка прок. 240 х 120 х 7 Крайняя опора.

Ветви

Ветвь 1		Ветвь 2	
Сортамент	ГОСТ Р 57837-2017 Балочные ши	Сортамент	ГОСТ 32931-2015 Прямоугольны
Профиль	25Ш0	Профиль	240 х 120 х 7
Точки привязки		<input type="radio"/> Копия ветви 1 <input type="radio"/> Зеркальная копия ветви 1 <input checked="" type="radio"/> Задать ветвь 2	
В, см	64		

Во_x.,Вп 48;50;52;55;58;60;62;65;68;70;72

Расчетные свойства сечения	
A, см ²	93.6
Моменты инерции	
Iy1, см ⁴	97792
Iz1, см ⁴	8370
Ix1, см ⁴	7869.7
Ядровые расстояния	
Y1+, см	7.7097
Y1-, см	-7.7097
Z1+, см	32.678
Z1-, см	-32.622
Срезные площади	
Fz, см ²	33.267
Fy, см ²	9.7407
Секториальный момент инерции	
Iω, см ⁶	7.6776E+06
ω1, см ²	297.59
ω2, см ²	426.24

Соединительные элементы

Тип соединения Смешанное

Раскос

Сортамент ГОСТ 8509 - 86 Уголки стальные горячекатаные равнополочные
 Профиль 63 х 63 х 5

.Указать шаг решётки используя:
 Lb Lb / b βp λb = Lb / i 80

Стойка

Сортамент ГОСТ 8239 - 72* Двутавр с уклоном внутренних граней полок
 Профиль 18

Материал

Нормы СП 16.13330.2011


Тип материала Стальной прокат

Имя таблицы ГОСТ 27772-88

Класс С245

Рис. 0.82.66 Пример задания универсального двухветвевое сечения

Специальное сечение Плетеный канат

Для создания нового сечения **Плетеный канат** (Рис. 0.673) и доступа к его параметрам в редакторе сечений/жесткостей щелкните на кнопке **Специальные сечения** () и выберите из раскрывающегося списка (Рис. 0.684) элемент **Плетеный канат**.

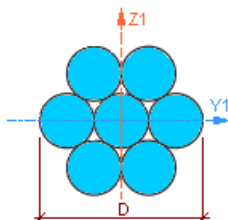


Рис. 0.673. Схема профиля **Плетеный канат**

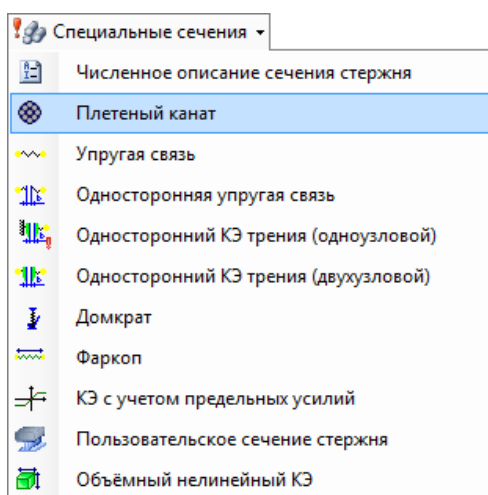


Рис. 0.684. Список специальных сечений

В окне параметров сечения **Плетеный канат** (Рис. 0.5) в соответствующих доступных полях ввода необходимо:

1. Выбрать требуемый сортament из **Таблицы сортamentов**.
2. Выбрать необходимую **Маркировочную группу**.
3. Указать нужный **Профиль**.
4. Скорректировать поля **Имя** и **Описание**.

После внесения изменений в характеристики сечения выводится схематический эскиз и обновляется таблица с расчетными свойствами плетеного каната (Рис. 0.5).

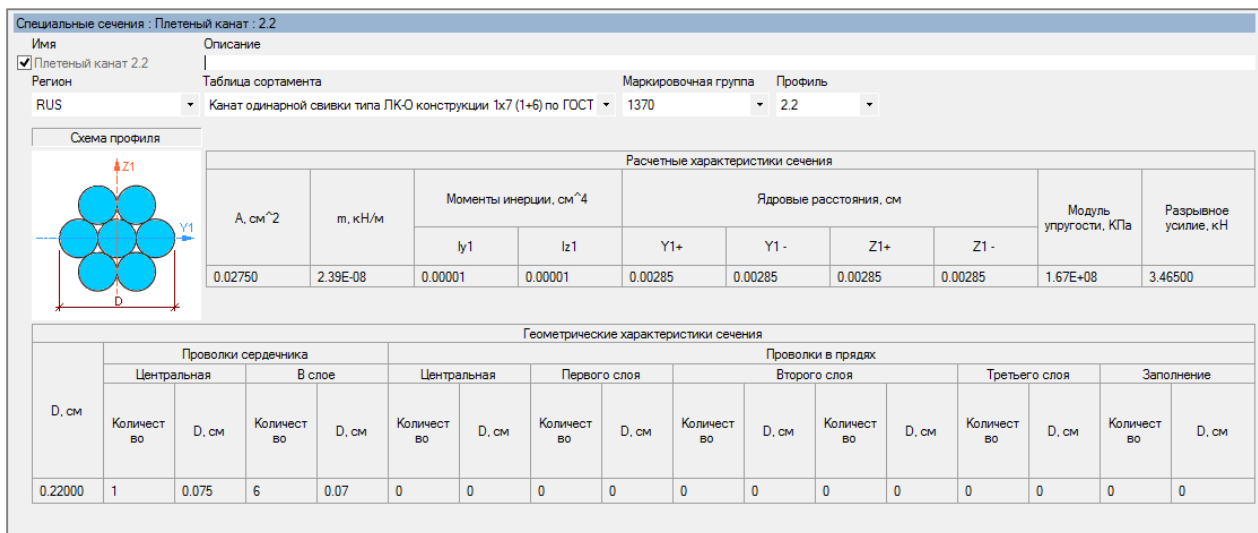



Рис. 0.85. Окно параметров сечения Плетеный канат

9.4 РЕДАКТОР БАЗЫ ДАННЫХ СТАЛЬНОГО ПРОКАТА

В ПК ЛИРА предусмотрена возможность создания пользовательских сортаментов на основе существующих или созданных ранее сортаментов. Редактор базы данных стального проката предназначен для создания и редактирования пользовательских сортаментов.

Для доступа к Редактору базы данных стального проката (Рис. 0.707) щелкните на кнопке Редактор базы данных в окне Редактора сечений/жесткостей (Рис. 0.696). (Редактор сечений/жесткостей вызывается командой Редакторы ⇔ Редактор сечений/жесткостей либо одноименной командой на вкладке ленты Редакторы и конструирование, либо кнопкой  на панели инструментов.)

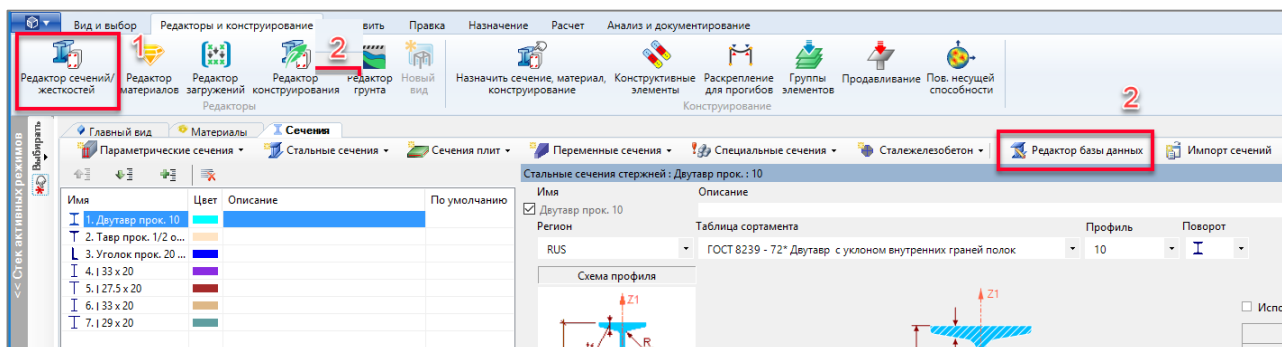


Рис. 0.696. Вызов редактора базы данных стального проката

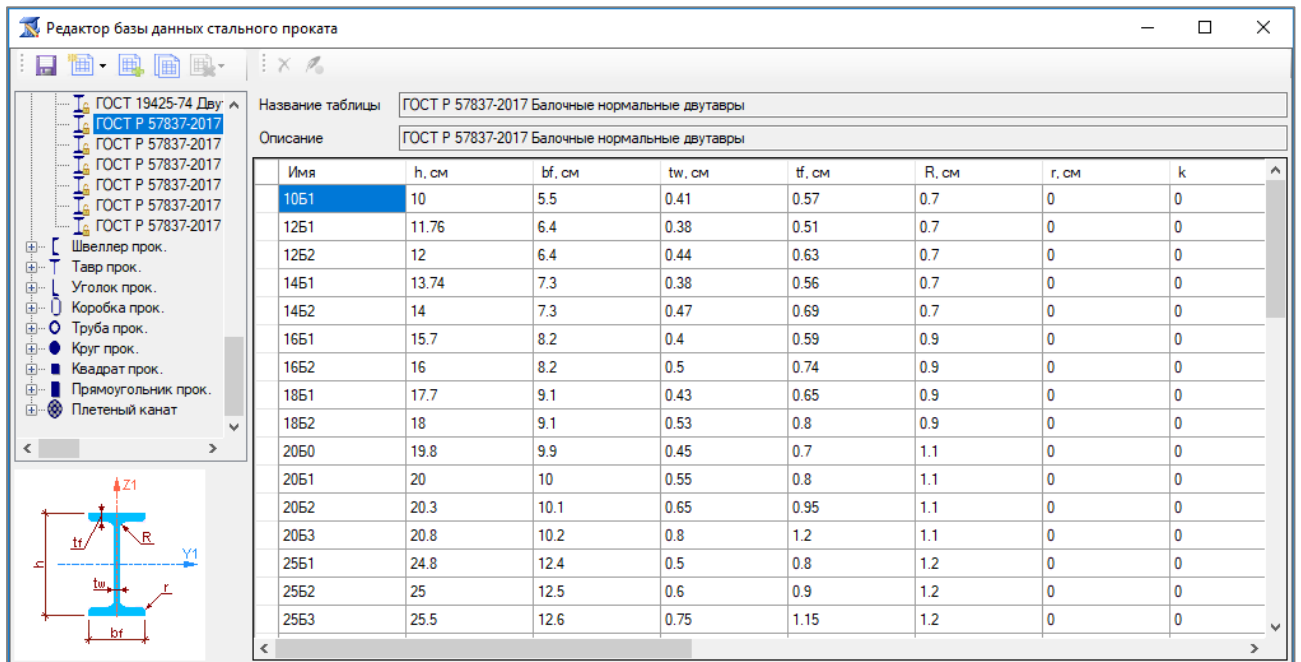









Рис. 0.707. Редактор базы данных стального проката

В верхней части Редактора базы данных стального проката расположены поля **Название таблицы** и **Описание** (Рис. 0.718), а также **Панель управления** (Рис. 0.729), включающая в себя такой функционал:

- Сохранить таблицу (кнопка ).
- Создать таблицу (кнопка ).
- Добавить таблицу (кнопка ).
- Копировать таблицу (кнопка ).
- Исключить или удалить таблицу (кнопка ).
- Удалить строки (кнопка ).
- Расчет выделенных строк (кнопка ).

В левом нижнем углу редактора базы данных стального проката расположено схематическое изображение выбранного профиля. В правой части отображается таблица с геометрическими и расчетными характеристиками выбранного сечения (Рис. 0.7).

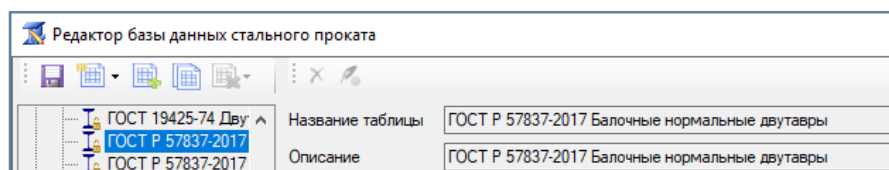



Рис. 0.718. Редактор базы данных стального проката



Рис. 0.729. Панель управления редактора базы данных стального проката

Для создания новой таблицы пользовательского сортамента необходимо воспользоваться кнопкой **Создать таблицу** (кнопка  на панели управления в редакторе базы данных стального проката), далее из раскрывающегося списка (Рис. 0.907390) выбрать необходимый тип сортамента.

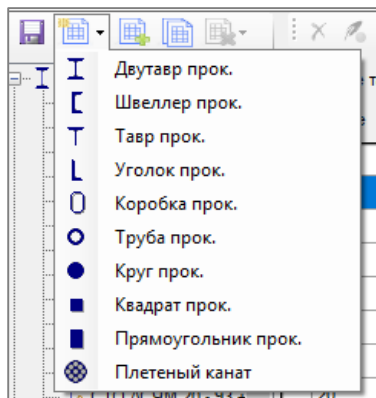




Рис. 0.9073. Создать таблицу **Список типов сортаментов**

В диалоговом окне **Создать таблицу** (Рис. 0.91) необходимо:


- выбрать необходимый **Тип таблицы**;
- указать **Имя файла**;
- заполнить поля **Название таблицы** и **Описание**;
- выбрать необходимый **Регион**.


Рис. 0.91. Диалоговое окно **Создать таблицу**

Для сохранения новых данных, занесенных в пользовательскую таблицу сортаментов, необходимо воспользоваться кнопкой **Сохранить таблицу** (кнопка  на панели управления в редакторе базы данных стального проката), после чего система выдаст сообщение об успешной операции сохранения данных.

В ПК ЛИРА предусмотрена возможность добавления внешних таблиц сортаментов в формате *.xml. Для добавления новой таблицы сортаментов необходимо воспользоваться кнопкой **Добавить таблицу** (кнопка  на панели управления в редакторе базы данных

стального проката), после чего будет выведено диалоговое окно, в котором необходимо указать путь к необходимому файлу сортамента.

 В ПК ЛИРА предусмотрен стандартный список сортовментов, редактирование которых пользователем запрещено, они помечены пиктограммой с изображением замка. Для редактирования или создания пользовательского сортамента, подобного стандартному, необходимо создать копию нужной вам таблицы.

Для создания копии таблицы сортамента нужно сначала выбрать необходимую таблицу сортамента, а затем воспользоваться кнопкой **Копировать таблицу** (кнопка  в редакторе базы данных стального проката). В раскрывшемся диалоговом окне **Копировать таблицу** (Рис. 0.92.742) отредактируйте поля **Имя файла**, **Название таблицы** и **Описание**, а также укажите необходимый **Регион**.

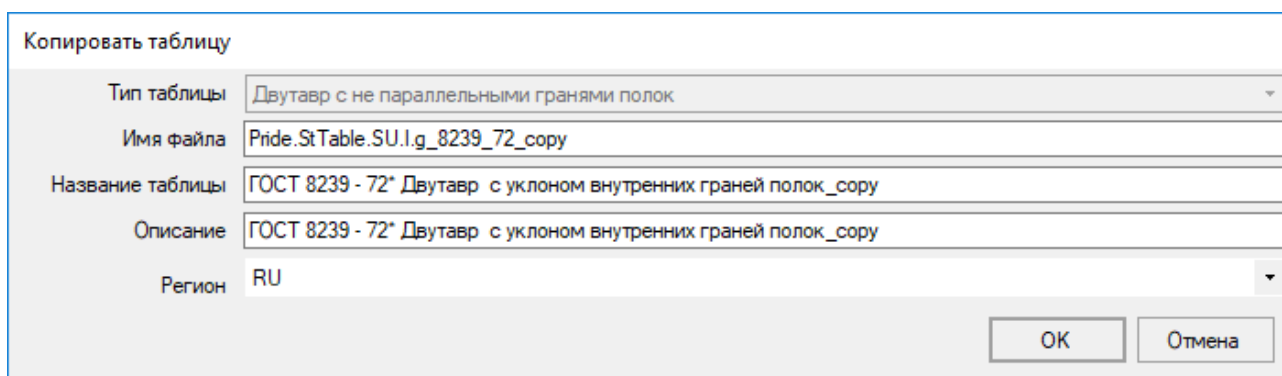



Рис. 0.92.74 Диалоговое окно **Копировать таблицу**

Если необходимо исключить выбранную таблицу из списков сортовментов ПК ЛИРА или полностью удалить таблицу пользовательского сортамента с жесткого диска, воспользуйтесь кнопкой **Исключить или удалить таблицу** (кнопка  в редакторе базы данных стального проката), а затем в раскрывающемся списке (Рис. 0.753) выберите требуемое действие.

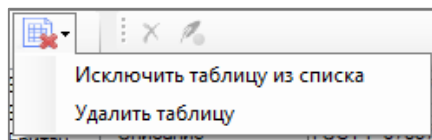




Рис. 0.753. Раскрывающееся меню **Исключить или удалить таблицу**

Для удаления записей из таблицы пользовательского сортамента выделите необходимую строку и воспользуйтесь кнопкой **Удалить строки** (кнопка  в редакторе базы данных стального проката).

В таблицах пользовательского сортамента (Рис. 0.707) ячейки с геометрическими характеристиками сечения (задаются пользователем) имеют белый фон, а с расчетными (заполняются внутрипрограммно и не подлежат корректровке) — темно-серый.

Для выполнения расчета характеристик заданного сечения выделите необходимые строки в таблице и воспользуйтесь кнопкой **Расчет выделенных строк** (кнопка  в редакторе базы данных стального проката). В случае некорректно заданных геометрических параметров система выдаст сообщение об ошибке и предложит пользователю возможные варианты решения возникшей проблемы (Рис. 0.4).

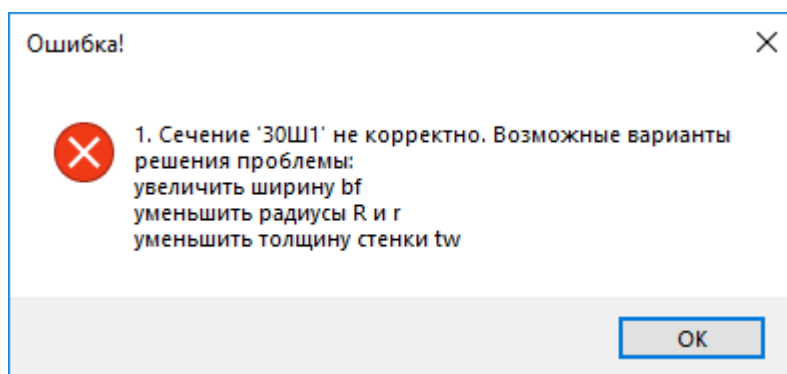



Рис. 0.94. Сообщение об ошибке

 **Внимание!** При наличии уклона внутренних граней полок k прокатных двутавров и швеллеров нужно обращать внимание на правильность задания толщины полок (Рис. 0.765).

Для прокатных двутавров толщина полки t_f должна задаваться на расстоянии $\frac{b+t}{4}$ от оси профиля, как это предусмотрено в большинстве стандартов. Если в рассматриваемом сортаменте двутавра толщина полки приведена на расстоянии $\frac{b}{4}$ от оси, то для получения правильных геометрических характеристик сечения нужно задать уточненную толщину полки $t_f = t_{b/4} - \frac{k t_w}{4}$.

То же относится и к прокатным швеллерам. При наличии уклона внутренних граней полок k прокатных швеллеров толщина полки t_f должна задаваться на расстоянии $\frac{b+t}{2}$ от наружной грани стенки, как это предусмотрено в большинстве стандартов. Если в рассматриваемом сортаменте швеллера толщина полки приведена на расстоянии $\frac{b}{2}$ от наружной грани стенки, то для получения правильных геометрических характеристик сечения нужно задать уточненную толщину полки $t_f = t_{b/2} - \frac{k t_w}{2}$.

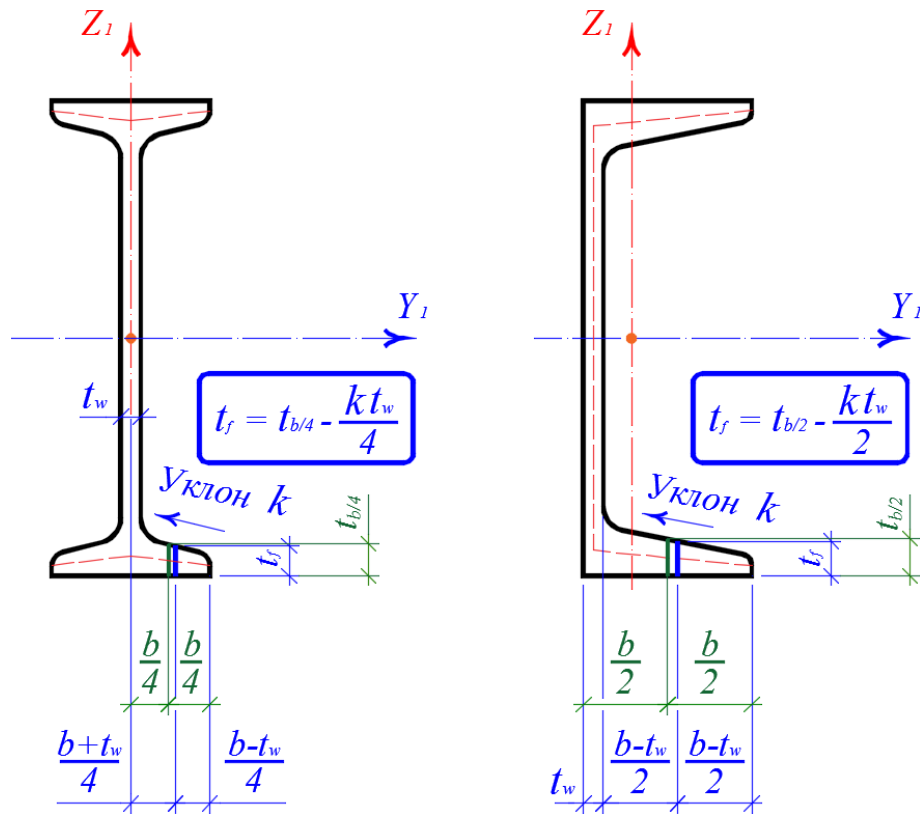




Рис. 0.765. Уточненная толщина полки

9.5 ЗАДАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ

9.5.1 Типы сечений по конструированию

Чтобы вызвать Редактор параметров конструирования, воспользуйтесь командой Редакторы ⇒ Редактор конструирования либо одноименной командой на вкладке ленты Редакторы и конструирование, либо кнопкой  на панели инструментов). Затем в окне редактора щелкните на кнопке Стальные элементы ( Стальные элементы) и выберите нужную топологию сечений (Рис. 0.776 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

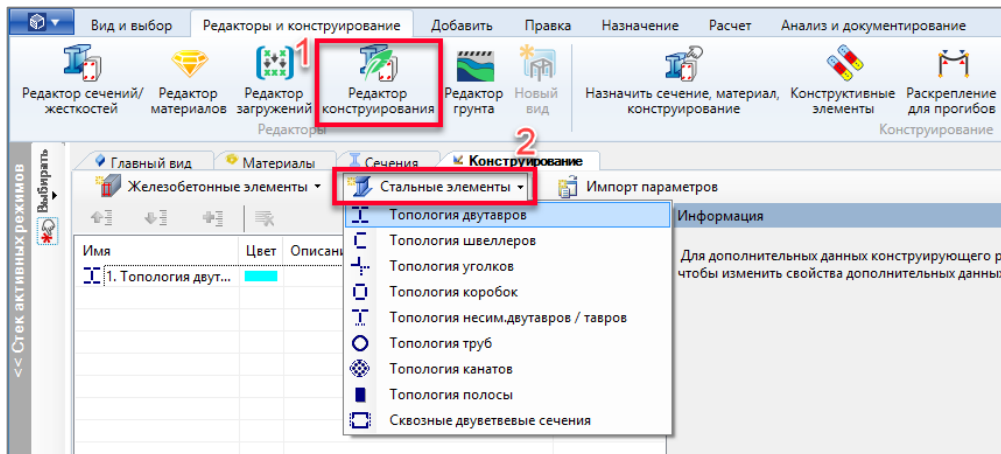











Рис. 0.776. Вызов редактора конструирования стальных элементов

Все сечения разбиты на типы, каждый из которых имеет свою топологию:

1. Топология симметричных двутавров . Сюда входят:
 - прокатные двутавры различных сортаментов;
 - сварные симметричные двутавры из листовой стали;
 - двутавры из двух спаренных швеллеров с сухариками.
2. Топология швеллеров . Сюда входят:
 - швеллеры прокатные различных сортаментов;
 - швеллеры сварные из уголков;
 - швеллеры сварные из уголков со стенкой из листа;
 - сварные швеллеры из листовой стали.
3. Топология уголков . В программе тип сечения данной топологии работает только на осевые усилия, о чем выдается соответствующее предупреждение. Сюда входят:
 - одиночные уголки равнополочные или неравнополочные;
 - крестовые сечения из двух уголков.
4. Топология коробок . Сюда входят:
 - гнутосварные квадратные или прямоугольные профили различных сортаментов;
 - сварные коробки из двух швеллеров;
 - сварные коробки из двух двутавров;
 - сварные коробки из двух равнополочных или неравнополочных уголков;
 - сварные коробки из четырех уголков.
5. Топология несимметричных двутавров и тавров . Сюда входят:
 - несимметричные сварные двутавры с одной осью симметрии;
 - тавры любой допустимой высоты из прокатных двутавров;
 - тавры из парных уголков с сухариками.
6. Топология труб . Сюда входят:
 - круглые трубы бесшовные или прямошовные;
 - сплошной круглый профиль.
7. Топология полосы . Сюда входят:
 - сплошной квадратный профиль;
 - прямоугольный профиль (полоса) с любым соотношением сторон.
8. Топология канатов . Эти сечения относятся к специальным и могут быть проверены по разрывным усилиям.
9. Сквозные двуветвевые сечения .

9.5.2 Исходные данные, задаваемые для всех типов сечений

На Рис. 0.787 приведен общий вид диалогового окна задания параметров конструирования для стальных стержней топологий двутавра и швеллера. Для остальных топологий

(углов, несимметричных двутавров и тавров, труб, канатов и полосы) оно имеет некоторые отличия.

ст. стержень

Нормы
СП 16.13330.2017

Имя: Описание:

Топология двутавров

Первое предельное состояние

Кoeffициент надежности по ответственности: γ_d 1

Класс конструкции по виду напряженно-деформированного состояния: 1 НДС

Зона чистого изгиба

Прочность	Устойчивость
Кoeffициент условий работы: γ_c 1	Кoeffициент условий работы: γ_c 1
Выбрать γ_c	Выбрать γ_c
<input type="checkbox"/> Наличие ослаблений в стенке при проверке по касательным напряжениям	Расчетная длина относительно Y1
Шаг отверстий: S м	<input checked="" type="radio"/> Кoeffициент приведения длины: μ_y 1
Диаметр отверстий: d м	<input type="radio"/> Расчетная длина: l_{efy} 1 м
<input type="checkbox"/> Локальные напряжения: σ_{loc} тс/м ²	Определение расчетной длины колонн относительно Y1
	Расчетная длина относительно Z1
	<input checked="" type="radio"/> Кoeffициент приведения длины: μ_z 1
	<input type="radio"/> Расчетная длина: l_{efz} 1 м
	Определение расчетной длины колонн относительно Z1
	Расчетная длина для вычисления Fb
	<input checked="" type="radio"/> Кoeffициент приведения длины: μ_b 1
	<input type="radio"/> Расчетная длина: l_{efb} 1 м
	Схема работы относительно Fb: <input checked="" type="radio"/> Балочная <input type="radio"/> Консольная
	Количество закреплений сжатого пояса в плоскости минимальной жесткости
	Без закреплений
	Вид нагрузки: Сосредоточенная
	Нагруженный пояс: Сжатый

Дополнительный коэффициент условий работы при сейсмике

Кoeffициент, учитывающий увеличение механических свойств стали при кратковременном сейсмическом воздействии	mtr
- при расчётах прочности (по нормальным, касательным, приведенным напряжениям)	$\lambda \leq 20$ 1.3
	$20 < \lambda < 100$ 1.2
- при расчётах устойчивости (сжато-изогнутых элементов по изгибной, изгибно-крутильной форме и на совместное действие сжатия и изгиба в двух плоскостях)	$\lambda \geq 100$ 1.25 - 0.0025 * λ
- при расчётах устойчивости изгибаемых элементов по плоской форме изгиба	1

Второе предельное состояние

Кoeffициент надежности по ответственности: γ_d 1

Проверка по гибкости

Сжатые элементы

- Основные колонны, пояса и опорные раскосы стропильных ферм: 180 - 60 α
- Второстепенные колонны, стойки факверка, рядовые элементы решетки стропильных ферм: 210 - 60 α
- Прочие конструкции:

Растянутые элементы

Допускается увеличение предельной гибкости на 10% в соответствии с п. 10.4.2 СП 16.13330.2017

Проверка по деформациям

Прогибы относительно локальной оси Z1 (в плоскости X1OZ1):			Деформации относительно локальной оси Y1 (в плоскости X1OY1):		
Длина пролета			Длина пролета		
<input checked="" type="radio"/> Автоматически			<input checked="" type="radio"/> Автоматически		
<input type="radio"/> Точно l_{z1} м			<input type="radio"/> Точно l_{y1} м		
Схема работы:			Схема работы:		
<input checked="" type="radio"/> Балочная <input type="radio"/> Консольная			<input checked="" type="radio"/> Балочная <input type="radio"/> Консольная		
Максимально допустимый прогиб:			Максимально допустимые деформации:		
В мм	В долях пролета	Автоматически по п.2а табл.Е1 СП СП 20.13330.2011(СП 20.13330.2016)	В мм	В долях пролета	Автоматически по п.2а табл.Е1 СП СП 20.13330.2011(СП 20.13330.2016)
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> $l_{z1} /$	Высота помещения	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> $l_{y1} /$	Высота помещения
		<input type="radio"/> $\leq 6м$ <input type="radio"/> $> 6м$			<input type="radio"/> $\leq 6м$ <input type="radio"/> $> 6м$


Рис. 0.787. Общий вид диалогового окна задания параметров конструирования для стальных стержней

К общим исходным данным, которые нужно задать в параметрах конструирования относятся:

1. **Нормы** — из раскрывающегося списка можно выбрать нормы проектирования стальных конструкций:

- СНиП II-23-81*;
- СП 16.13330.2011;
- ДБН В.2.6-198:2014.

2. **Коэффициент надежности по ответственности** — задается в соответствии с ГОСТ 27751 п. 5 (если в качестве нормативного документа был выбран СНиП II-23-81* или СП 16.13330.2011) или ДБН В.1.2-14-2009, табл. 5 (если в качестве нормативного документа был выбран ДБН В.2.6-198:2014).

 Данный коэффициент в параметрах конструирования задается два раза: первый раз для первого предельного состояния, второй раз для второго предельного состояния.

3. Допуск развития пластических деформаций:

- если в качестве нормативного документа был выбран СНиП II-23-81*, то в диалоговом окне предоставляется возможность установить флажок **Допускается развитие пластических деформаций**;
- если в качестве нормативного документа был выбран СП 16.13330.2011 или ДБН В.2.6-198:2014, то в диалоговом окне предоставляется возможность выбрать из раскрывающегося списка **Класс конструкции по виду напряженно-деформированного состояния** один из трех классов НДС (1 НДС, 2 НДС или 3 НДС).

4. **Зона чистого изгиба** — значение данного параметра необходимо для выполнения проверки сечений с учетом пластических деформаций и также для проверки устойчивости по φ_b .

5. **Коэффициент условий работы** — можно задать вручную, введя значение γ_c в соответствующее поле, а можно с помощью соответствующих таблиц СНиП II-23-81*, СП 16.13330.2011 или ДБН В.1.2-14-2009, нажав на кнопку **Выбрать γ_c по СНиП II-23-81*** (если в качестве нормативного документа был выбран СНиП II-23-81*), или **Выбрать γ_c по СП 16.13330.2011** (если в качестве нормативного документа был выбран СП 16.13330.2011), или **Выбрать γ_c по ДБН В.2.6-198:2014** (если в качестве нормативного документа был выбран ДБН В.2.6-198:2014).

6. Расчетные длины элементов стальных конструкций задаются относительно локальных осей Y1 и Z1. В зависимости от того, какой из переключателей (**Коэффициент приведения длины** или **Расчетная длина**) выбран, вводится коэффициент к геометрической длине конструктивного элемента или значение расчетной длины в метрах. Если рассматриваемый элемент не входит в состав конструктивного элемента, коэффициент приведения длины принимается к геометрической длине самого конечного элемента. При задании расчетной длины нужно руководствоваться (в зависимости от выбранного нормативного документа) разделом 6 [9.10], разделом 10 [9.11] или разделом 13 [9.6].

7. **Дополнительный коэффициент условий работы при сейсмике** — задается в соответствии со СНиП II-7-81* п. 2.14, табл. 7, или СП 14.13330.2014 п. 5.16, табл. 6, или ДБН В.1.1-12:2014 п.6.5.4, табл. 6.13 или по аналогичной таблице национальных норм.

8. **Проверка гибкости** — для активизации нужно установить соответствующий флажок и с помощью переключателей (в топологиях двутавров, швеллеров, несимметричных двутавров/тавров) или раскрывающегося списка (в топологиях уголков, коробок, труб и полосы) выбрать подходящие параметры проверки гибкости для **Сжатых элементов** и также задать нужное значение предельной гибкости для **Растянутых элементов**.

9. **Проверка по деформациям** — задаются параметры для проверки предельно-допустимых прогибов относительно локальных осей Y1 и Z1. Для активизации проверки по деформациям нужно установить флажок **Проверка по деформациям**. Далее путем установки флажков выбрать, относительно каких осей нужно выполнить проверку (**Прогибы относительно оси Z1** и **Прогибы относительно оси Y1**). После этого нужно задать длину пролета, выбрав переключатель **Автоматически** (длина пролета равняется расстоянию между креплениями в пределах конструктивного элемента, которому присваиваются данные параметры конструирования, или его геометрической длине, если не заданы крепления) или **Точно** (задается длина пролета в метрах). В случае точного задания длины пролета путем выбора переключателя указывается схема работы конструкции: **Балочная** или **Консольная**. Потом нужно выбрать один из трех вариантов задания максимально допустимого прогиба:


- **В мм** — значение задается в миллиметрах.
- **В долях пролета** — указывается знаменатель, т.е. во сколько раз должен быть меньшим максимальный прогиб от длины пролета конструкции.
- **Автоматически по п. 2а табл.19 СНиП 2.01.07-85*** (**Автоматически по п. 2а табл.Е1 СП 20.13330.2011** или **Автоматически по п. 2а табл.1 ДСТУ Б В.1.2-3:2006**) — с помощью выбора переключателя $\leq b_m$ или $> b_m$ задается предел высоты конструкции, с помощью которого программа, пользуясь соответствующими нормами, сама определяет максимальный прогиб.

На определение прогибов в конструктивном элементе влияют заданные ему крепления, которые позволяют определить прогиб рассматриваемого конструктивного элемента без учета перемещения его опор. (Подробное описание расстановки креплений приведено в п. 9.3.3.)

Каждая топология имеет дополнительные исходные данные, присущие только ей:


1. Для топологий двутавров и швеллеров дополнительно задаются параметры для определения коэффициента φ_b :

- **Расчетная длина для вычисления φ_b** — в зависимости от того, какой из переключателей (**Коэффициент приведения длины** или **Расчетная длина**) выбран, вводится или коэффициент к расчетной длине, или значение расчетной длины в метрах.
- **Схема работы относительно φ_b** — путем выбора соответствующего переключателя (**Балочная** или **Консольная**) задается схема работы изгибаемого элемента.
- **Количество закреплений сжатого пояса в плоскости минимальной жесткости** — задается с помощью соответствующего раскрывающегося списка (зависит от выбранной схемы работы относительно φ_b).
- **Вид нагрузки** — задается с помощью соответствующего раскрывающегося списка (зависит от выбранного количества закреплений).

 Если вид нагрузки отличается от нагрузок, предлагаемых нормами, следует выбрать тот вид нагрузки из норм, который дает эпюру M_y на участке l_{ef} , в которую можно вписать фактическую эпюру изгибаемых моментов.





- **Нагруженный пояс** — задается с помощью соответствующего раскрывающегося списка.

Выше приведенные параметры задаются согласно строительным нормам [9.10, приложение 7*, таблицы 77 и 78*], [9.11, приложение Ж, таблицы Ж1 и Ж2], [9.6, приложение П, таблицы П1 и П2].

 Если очевидно, что проверка изгибаемых элементов на устойчивость плоской формы изгиба по φ_b не понадобится, нужно выбрать **Балочную** схему работы по φ_b и поставить количество закреплений **Два и больше закреплений, делящих пролет на равные части**. Не следует задавать расчетную длину по φ_b равной нулю, если она действительно не равна нулю, т.к. она также используется в проверке устойчивости по изгибно-крутильной форме по φ_z .

2. Для топологии уголков требуется дополнительно указать применяемый для расчета устойчивости **Радиус инерции**. Задается он с помощью соответствующего раскрывающегося списка. Выбирать радиус инерции нужно в соответствии со строительными нормами [9.10, п. 6.4, 6.5* и 6.6], [9.11, п. 10.1.4, 10.2.1 и 10.2.3], [9.6, п. 1.9.1.4, 1.9.1.5 и 1.9.9.2].

3. Для топологии несимметричных двутавров и тавров, как и для топологий двутавров и швеллеров, дополнительно задаются параметры для определения коэффициента φ_b :

- **Расчетная длина для вычисления φ_b** — в зависимости от того, какой из переключателей (**Коэффициент приведения длины** или **Расчетная длина**) выбран, вводится или коэффициент к расчетной длине, или значение расчетной длины в метрах.
- **Схема работы относительно φ_b** — возможен только вариант **Балочной** схемы работы, поскольку для несимметричных двутавров и тавров в нормах отсутствуют данные по проверке на устойчивость по φ_b для консолей.
- **Вид нагрузки** — задается с помощью соответствующего раскрывающегося списка.
- **Нагруженный пояс** — задается с помощью переключателя, возле которого схематически изображен нагруженный пояс (, ,  или ).

Выше приведенные параметры задаются согласно строительным нормам [9.10, приложение 7*, таблицы 79, 80 и 81], [9.11, приложение Ж, таблицы Ж3, Ж4 и Ж5], [9.6, приложение П, таблицы П3, П4 и П5].

4. Для топологии полосы дополнительно также задаются параметры для определения коэффициента φ_b :

- **Расчетная длина для вычисления φ_b** — в зависимости от того, какой из переключателей (**Коэффициент приведения длины** или **Расчетная длина**) выбран,

вводится или коэффициент к расчетной длине, или значение расчетной длины в метрах.

- **Схема работы относительно φ_b** — путем выбора соответствующего переключателя (**Балочная** или **Консольная**) задается схема работы изгибаемого элемента.
- **Вид нагрузки** — задается с помощью соответствующего раскрывающегося списка (зависит от выбранной схемы работы относительно φ_b).
- **Уровень приложения нагрузки** — задается с помощью соответствующего раскрывающегося списка.

9.5.3 Конструирование универсального двухветвевое сечения

Особенностью задания конструирования для такого элемента является то, что для универсального двухветвевое сечения выполняются проверки как для единого стержня, так и для отдельных ветвей и соединительных элементов, составляющих это сечение. Соответственно, следует задать необходимые для этого параметры.

ст. стержень

Нормы
СП 16.13330.2011

Имя Описание
 Сквозные двухветвевые сечения Крайняя опора.

Первое предельное состояние

Коэффициент надежности по ответственности: γ_n 0.95
Класс конструкции по виду напряженно-деформированного состояния 2 НДС

Дополнительный коэффициент условий работы при сейсмике

Коэффициент, учитывающий увеличение механических свойств стали при кратковременном сейсмическом воздействии m_{tr}

- при расчётах прочности (по нормальным, касательным, приведенным напряжениям)	$\lambda \leq 20$	1.3	
	$20 < \lambda < 100$	1.2	
- при расчётах устойчивости (сжато-изогнутых элементов по изгибной, изгибно-крутильной форме и на совместное действие сжатия и изгиба в двух плоскостях)	$20 < \lambda < 100$	1.25	- 0.0025 * λ
	$\lambda \geq 100$	1	
- при расчётах устойчивости изгибаемых элементов по плоской форме изгиба		1	

Прочность (всё сечение)	Прочность (ветви)
Коэффициент условий работы: γ_c 1	Коэффициент условий работы: γ_c 1
Выбрать γ_c	Выбрать γ_c
Устойчивость (всё сечение)	Устойчивость (ветви)
Коэффициент условий работы: γ_c 0.95	Коэффициент условий работы: γ_c 0.95
Выбрать γ_c	Выбрать γ_c
Расчетная длина относительно Y1	Расчетная длина относительно Y1
<input type="radio"/> Коэффициент приведения длины: μ_y 1	<input type="radio"/> Коэффициент к длине конструктивного элемента μ_y 1
<input checked="" type="radio"/> Расчетная длина: L_{efy} 28.8 м	<input checked="" type="radio"/> Коэффициент к расстоянию между узлами μ_{yb} 1
<input type="radio"/> Расчетная длина: L_{efy} 1 м	<input type="radio"/> Расчетная длина: L_{efy} 1 м
Определение расчетной длины колонн относительно Y1	Определение расчетной длины колонн относительно Y1
Расчетная длина относительно Z1	Расчетная длина относительно Z1
<input type="radio"/> Коэффициент приведения длины: μ_z 1	<input type="radio"/> Коэффициент к длине конструктивного элемента μ_z 1
<input checked="" type="radio"/> Расчетная длина: L_{efz} 7.2 м	<input type="radio"/> Коэффициент к расстоянию между узлами μ_{zb} 1
<input type="radio"/> Расчетная длина: L_{efz} 1 м	<input checked="" type="radio"/> Расчетная длина: L_{efz} 7.2 м
Определение расчетной длины колонн относительно Z1	Определение расчетной длины колонн относительно Z1
Прочность (решётка)	
Коэффициент условий работы: γ_c 0.75	
Выбрать γ_c	
Устойчивость (решётка)	
Коэффициент условий работы: γ_c 0.75	
Выбрать γ_c	
Расчетная длина относительно Y1 (в плоскости решётки)	
<input checked="" type="radio"/> Коэффициент приведения длины: μ_{yd} 1	
<input type="radio"/> Расчетная длина: L_{efy} 1 м	
Определение расчетной длины колонн относительно Y1	
Радиус инерции i_{min}	
Расчетная длина относительно Z1 (из плоскости решётки)	
<input checked="" type="radio"/> Коэффициент приведения длины: μ_{zd} 1	
<input type="radio"/> Расчетная длина: L_{efz} 1 м	
Определение расчетной длины колонн относительно Z1	
Радиус инерции i_{min}	

Рис. 0.98. Задание параметров для расчета по первому предельному состоянию

Второе предельное состояние

Коэффициент надежности по ответственности: γ_n

Проверка по гибкости (всё сечение)

Сжатые элементы (табл. 32)
 Второстепенные колонны, стойки фахверка, стойки фонаря, элементы решетки сквозных колонн

Растянутые элементы

Допускается увеличение предельной гибкости на 10% в соответствии с п. 10.4.2 СП 16.13330.2011

Проверка по гибкости (ветви)

Предельно допустимое значение относительно оси Y1 (в плоскости соединительных элементов)

Сжатые элементы

Гибкость λ_{iyb}

Условная гибкость $\bar{\lambda}_{iyb}$

Растянутые элементы

Гибкость λ_{iyb}

Условная гибкость $\bar{\lambda}_{iyb}$

Предельно допустимое значение относительно оси Z1 (из плоскости соединительных элементов)

Сжатые элементы (табл. 32)
 Второстепенные колонны, стойки фахверка, стойки фонаря, элементы решетки сквозных колонн

Растянутые элементы

Допускается увеличение предельной гибкости на 10% в соответствии с п. 10.4.2 СП 16.13330.2011

Проверка по гибкости (решётка)

Сжатые элементы (табл. 32)
 Прочие элементы решетки плоских ферм, пространственных и структурных конструкций

Растянутые элементы

Допускается увеличение предельной гибкости на 10% в соответствии с п. 10.4.2 СП 16.13330.2011

Проверка по деформациям

Прогибы относительно локальной оси Z1 (в плоскости X1OZ1):

Длина пролета
 Автоматически Точно L_{y1}

Схема работы:
 Балочная Консольная

Максимально допустимое перемещение
 Ввести значение
 В долях пролета $L_{y1} /$
 Автоматически по п.2а табл.Е1 Высота оmissions ≤ 6m > 6m

Деформации относительно локальной оси Y1 (в плоскости X1OY1):

Длина пролета
 Автоматически Точно L_{z1}

Схема работы:
 Балочная Консольная

Максимально допустимый прогиб:
 Ввести значение
 В долях пролета $L_{z1} /$
 Автоматически по п.2а табл.Е1 Высота оmissions ≤ 6m > 6m

Рис. 0.799. Задание параметров для расчета по второму предельному состоянию

Моделирование элемента двухветвевое сечения как единого стержня допустимо при количестве панелей не менее шести, в соответствии с указаниями нормативных документов

п. 5.11 "Пособия по проектированию стальных конструкций" 1989 г.
 п. 7.2.2 СП 16.13330-2017
 п. 8.2.2 ДБН В.2.6-198:2014

Сквозные стержни с числом панелей менее шести рекомендуется выполнять по указаниям $\left\{ \begin{array}{l} \text{п. 7.2.2, 7.2.5 СП 16.13330–2017} \\ \text{п. 8.2.2, 8.2.5 ДБН В.2.6–198:2017} \end{array} \right\}$ как расчет рамных систем. Расчет общей устойчивости по деформированной схеме по указаниям $\left\{ \begin{array}{l} \text{п. 7.2.5 СП 16.13330–2017} \\ \text{п. 8.2.5 ДБН В.2.6–198:2017} \end{array} \right\}$ в настоящей версии не реализован.

Характеристики, задаваемые при конструировании двухветвевго элемента, как единого стержня, показаны на Рис. 0.8 и Рис. 0.799.

Параметры, необходимые для расчета элемента, как **единого стержня**, задаются аналогично параметрам для других типов сечений. Так же, как и для других типов сечений, задаются нормы, по которым будут выполняться проверки, коэффициенты надежности по ответственности (при расчете по ДБН В.2.6-198:2014 они могут быть разные для первого и второго предельных состояний). По **первому предельному состоянию** задаются класс напряженно-деформированного состояния, коэффициенты условий работы по прочности и по устойчивости, коэффициенты по сейсмике, расчетные длины единого стержня в двух главных направлениях. При указании расчетных длин также можно воспользоваться вспомогательной утилитой по их определению. По **второму предельному состоянию** при необходимости указываются предельно допустимые значения гибкости единого стержня (здесь, так же, как и для других сечений, можно воспользоваться подсказкой), а также максимальные прогибы (деформации) в различных направлениях.

При задании параметров для расчета **ветвей и соединительной решетки** некоторые характеристики принимаются по умолчанию:

Характеристики ветвей, принимаемые по умолчанию:

Характеристика	Принимается по умолчанию	Примечание
Нормативный документ	Принимается, как для всего сечения в целом	
Класс конструкций по напряженно-деформированному состоянию		
Коэффициент надежности по назначению		
Схема работы относительно φ_b	Балочная	Для двутавров и швеллеров
Количество боковых креплений сжатого пояса в плоскости минимальной жесткости	Два и более, делящие пролет на равные части	
Вид нагрузки	Не используются при двух раскреплениях	
Нагруженный пояс		

Характеристики решетки или планок, принимаемые по умолчанию:

Характеристика	Принимается по умолчанию	Примечание
Нормативный документ	Принимается, как для всего сечения в целом	
Класс конструкций по напряженно-деформированному состоянию		
Коэффициент надежности по назначению		
Коэффициент условий работы (только для планок)		
Расчетная длина для планок (в расчетах не используется)	$l_{efy} = l_{efz} = 0.5b$ $l_{efb} = b$	Для планок
Схема работы относительно φ_b	Балочная	
Количество боковых креплений сжатого пояса в плоскости минимальной жесткости	Два и более, делящие пролет на равные части	Для планок из швеллера
Вид нагрузки	Не используются при двух раскреплениях	
Нагруженный пояс		
Вид нагрузки	Зона чистого изгиба, или участок между боковыми раскреплениями	Для планок из полосы
Уровень приложения нагрузки	Не используется	

Отдельно задаются следующие параметры.

Для ветвей по первому предельному состоянию задаются:

Коэффициент условий работы по прочности и по устойчивости. Они могут отличаться от коэффициентов условий работы, принимаемых для всего элемента как единого стержня. Здесь также предусмотрена возможность воспользоваться подсказкой.

Расчетная длина относительно Y1. Это расчетная длина ветви в плоскости соединительных элементов (плоскость X_1OZ_1). Ее можно задать абсолютным значением **расчетной длины** в метрах L_{efy} , коэффициентом к длине конструктивного элемента μ_y или коэффициентом к расстоянию между узлами соединительной решетки или планок μ_{yb} . Как правило, расчетная длина ветви в этом направлении принимается равной расстоянию между узлами решетки или между осями планок, т. е. $\mu_{yb} = 1$, что соответствует указаниям норм

$\left. \begin{array}{l} \text{п. 5.35 СНиП II - 23 - 81*} \\ \text{п. 9.3.6 СП 16.13330 - 2017} \\ \text{п. 10.3.6 ДБН В.2.6 - 198 : 2014} \end{array} \right\}$ Но здесь можно воспользоваться вспомогательной утили-

той по определению расчетных длин ветвей двухветвевых колонн, которая реализует указа-
 ния $\left. \begin{array}{l} \text{табл. 26 "Пособия по проектированию стальных конструкций" 1989 г.} \\ \text{п. 1.1.2 СП 16.13330 - 2017} \\ \text{табл. Р.1 ДБН В.2.6 - 198 : 2014} \end{array} \right\}$ и позволяет

получить уточненное значение расчетных длин. Сложность такого задания расчетных длин состоит в том, что при задании исходных данных нужно знать количество участков (панелей) и усилия в них.

Расчетная длина относительно Z1. Это расчетная длина ветви из плоскости соединительных элементов (плоскость X_1OY_1). Чаще всего данная расчетная длина совпадает с расчетной длиной l_{efz} всего элемента, как единого стержня, но в зависимости от конструктивных особенностей рассчитываемых конструкций может и отличаться. Здесь также можно воспользоваться вспомогательной утилитой по определению расчетных длин ветвей двухветвевых колонн, которая позволяет получить уточненное значение расчетных длин.

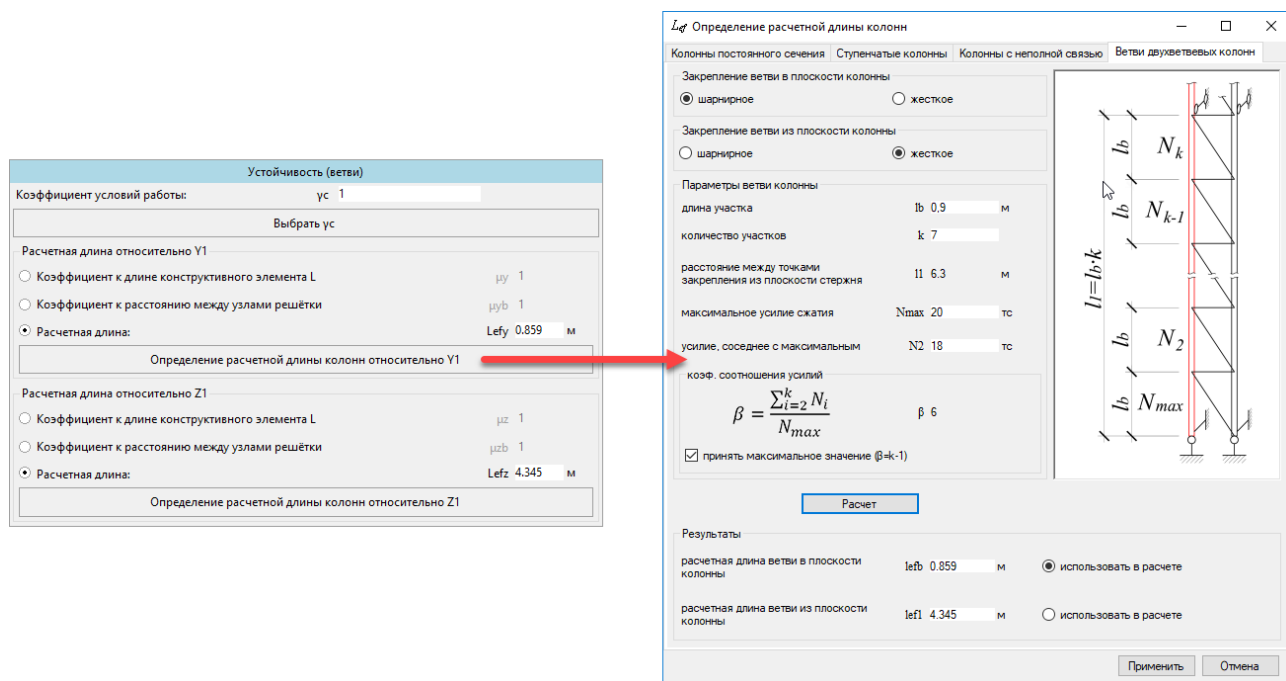


Рис. 0.100. Задание уточненного значения расчетных длин

Для соединительных элементов по первому предельному состоянию параметры задаются только для элементов решетки. Для планок здесь ничего задавать не требуется.

Коэффициенты условий работы по прочности и по устойчивости. Предусмотрена возможность воспользоваться подсказкой.

Расчетная длина относительно Y1 (в плоскости решетки) и Расчетная длина относительно Z1 (из плоскости решетки). Может задаваться как абсолютным значением L_{efy} , L_{efz} в метрах, так и коэффициентом к геометрической длине элемента μ_{yd} , μ_{zd} . Как правило, расчетная длина элементов решетки принимается равной их геометрической длине.

Для решетки из уголков следует еще задать принимаемый в **расчете радиус инерции** (минимальный, максимальный или параллельно полкам).

Для ветвей по второму предельному состоянию задаются:

Предельно допустимая гибкость ветви относительно оси Y1 (в плоскости соединительных элементов). С помощью переключателя λ_{uyb} задается значение предельной гибкости ветви, или с помощью переключателя $\bar{\lambda}_{uyb}$ задается значение предельной условной гиб-

кости ветви $\bar{\lambda}_{uyb} = \lambda_{uyb} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$. Предельные значения гибкости задаются как для сжатых, так и для растянутых ветвей. При этом следует руководствоваться указаниями норм

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{п. 5.6 СНИП П - 23 - 81*} \\ \text{п. 7.2.3, 7.2.4 СП 16.13330-2017} \\ \text{п. 8.2.3, 8.2.4 ДБН В.2.6-198:2014} \end{array} \right\}.$$

Предельно допустимая гибкость ветви относительно оси Z1 (из плоскости соединительных элементов). Здесь можно воспользоваться встроенной подсказкой. Обычно предельная гибкость ветви относительно оси Z_1 принимается равной предельной гибкости всего элемента, как единого стержня относительно оси Z_1 .

Для соединительных элементов по второму предельному состоянию задаются только предельные гибкости элементов решетки. При этом можно воспользоваться подсказкой. Для планок здесь ничего задавать не нужно. При задании планок из полосовой стали рекомендуется выполнять ограничения, указанные в $\left\{ \begin{array}{l} \text{п. 15.3.5 СП 16.13330-2017} \\ \text{п. 17.4.5 ДБН В.2.6-198:2014} \end{array} \right\}$. При невыполнении этих конструктивных ограничений программа выдает предупреждение.

ст. стержень

Нормы
СП 16.13330.2011

Имя: Описание: Крайняя опора.

Сквозные двухветвевые сечения

Первое предельное состояние

Кoeffициент надежности по ответственности: γ_n 0.95
Класс конструкции по виду напряженно-деформированного состояния: 2 НДС

Дополнительный коэффициент условий работы при сейсмике

Кoeffициент, учитывающий увеличение механических свойств стали при кратковременном сейсмическом воздействии	mtz	1.3
- при расчётах прочности (по нормальным, касательным, приведенным напряжениям)	$\lambda \leq 20$	1.2
- при расчётах устойчивости (сжато-изогнутых элементов по изгибной, изгибно-крутильной форме и на совместное действие сжатия и изгиба в двух плоскостях)	$20 < \lambda < 100$	1.25
- при расчётах устойчивости изгибаемых элементов по плоской форме изгиба	$\lambda \geq 100$	1

Кoeffициент условий работы: γ_c 1

Прочность (все сечение)

Кoeffициент условий работы: γ_c 0.95

Прочность (ветви)

Кoeffициент условий работы: γ_c 1

Устойчивость (все сечение)

Кoeffициент условий работы: γ_c 0.95

Устойчивость (ветви)

Кoeffициент условий работы: γ_c 0.95

Расчетная длина относительно Y1

Кoeffициент приведения длины: μ_y 1

Расчетная длина: L_{efy} 28.8 м

Расчетная длина относительно Z1

Кoeffициент приведения длины: μ_z 1

Расчетная длина: L_{efz} 7.2 м

Прочность (решётка)

Кoeffициент условий работы: γ_c 0.75

Устойчивость (решётка)

Кoeffициент условий работы: γ_c 0.75

Расчетная длина относительно Y1 (в плоскости решётки)

Кoeffициент приведения длины: μ_{yd} 1

Расчетная длина: L_{efy} 1 м

Радиус инерции: i_{min}

Расчетная длина относительно Z1 (из плоскости решётки)

Кoeffициент приведения длины: μ_{zd} 1

Расчетная длина: L_{efz} 1 м

Радиус инерции: i_{min}

Второе предельное состояние

Кoeffициент надежности по ответственности: γ_n 0.95

Проверка по гибкости (все сечение)

Сжатые элементы (табл. 32): Второстепенные колонны, стойки фазверка, стойки фонаря, элементы решетки сквозных колонн 210-60а

Растянутые элементы: 400

Допускается увеличение предельной гибкости на 10% в соответствии с п. 10.4.2 СП 16.13330.2011

Проверка по гибкости (ветви)

Предельно допустимое значение относительно оси Y1 (в плоскости соединительных элементов)

Сжатые элементы

Гибкость: λ_{y0b} 60

Условная гибкость: $\bar{\lambda}_{y0b}$ 2.7

Растянутые элементы

Гибкость: λ_{y0b} 120

Условная гибкость: $\bar{\lambda}_{y0b}$ 4.1

Предельно допустимое значение относительно оси Z1 (из плоскости соединительных элементов)

Сжатые элементы (табл. 32): Второстепенные колонны, стойки фазверка, стойки фонаря, элементы решетки сквозных колонн 210-60а

Растянутые элементы: 400

Допускается увеличение предельной гибкости на 10% в соответствии с п. 10.4.2 СП 16.13330.2011

Проверка по гибкости (решётка)

Сжатые элементы (табл. 32): Прочие элементы решетки плоских ферм, пространственных и структурных конструкций 210-60а

Растянутые элементы: 400

Допускается увеличение предельной гибкости на 10% в соответствии с п. 10.4.2 СП 16.13330.2011

Проверка по деформациям

Прогобы относительно локальной оси Z1 (в плоскости X1OZ1): Длина пролета

Деформации относительно локальной оси Y1 (в плоскости X1OY1): Длина пролета

Рис. 0.101. Общий вид конструирования для универсального двухветвевое сечения

9.5.4 Задание раскреплений для проверки прогибов балочных конструкций

Раскрепления опор применяются при проверке или подборе конструкций по условию максимально допустимого прогиба. Перечень конструкций, нуждающихся в такой проверке, приведен в разделе 10, п. 10.2 [9.9], в разделе Е.2.1 [9.12], в разделе 5 [9.7].

Раскрепления опор используется для того, чтобы из общего прогиба конструкции в составе расчетной схемы вычесть перемещения ее опор. Прогибы элемента в месте раскрепления в заданном направлении принимаются равными нулю, а прогибы на участке между раскреплениями вычисляются относительно прямой, соединяющей раскрепления. Раскрепления задаются в местных осях стержневого элемента.

Для доступа к редактору **Установить раскрепление для прогибов** выполните команду меню **Конструирование** ⇒ **Раскрепление для прогибов**, либо воспользуйтесь одноименной командой на вкладке ленты **Редакторы и конструирование**,

или щелкните на кнопке  на панели инструментов.

После этого в меню установки раскреплений (Рис. 9.102) следует установить направление раскреплений и выбрать удобную для рассматриваемого случая политику назначения раскреплений. (Например, для балок перекрытия, расположенных в горизонтальной плоскости, местная ось Z_1 которых направлена вверх, достаточно дать раскрепление по Z_1 .) С помощью этого же меню можно удалить ненужные раскрепления.

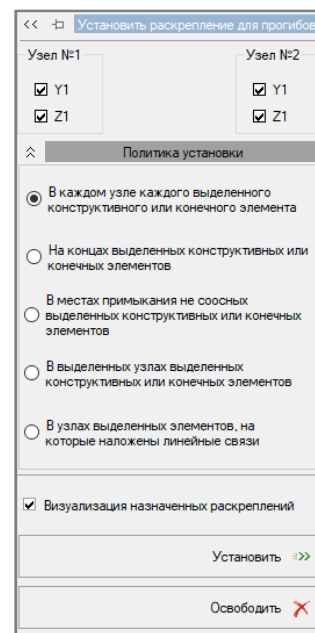





Рис. 0.102. Меню раскреплений

9.6 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА

Получение результатов в виде протокола

Для получения протокола расчета по стальным конструкциям необходимо:

- перейти в режим результатов (с помощью команды меню **Расчет** ⇒ **Результаты расчета**, одноименной команды на вкладке **Расчет** ленты либо кнопки  на панели инструментов);
- перейти в режим расчета конструкций (с помощью команды меню **Расчет** ⇒ **Расчет конструкций**, одноименной команды на вкладке **Расчет** ленты либо кнопки  на панели инструментов);
- на вкладке **Параметры структурного расчета** панели **Расчет конструкций** (Рис. 9.103) установить флажки возле необходимых параметров расчета;
- щелкнуть на кнопке **Отправить элементы на расчет**;
- после успешного выполнения расчета перейти в режим результатов расчета по металлическим конструкциям (с помощью команды меню **Спец. результаты** ⇒ **Стальные конструкции**, одноименной команды на вкладке **Спец. результаты** ленты либо кнопки  на панели инструментов).

Для отображения результатов в виде протокола расчета необходимо использовать соответствующие переключатели (Рис. 0.814):

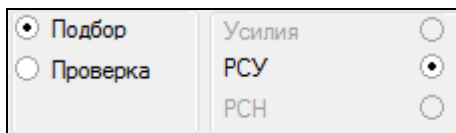


Рис. 0.814. Меню выбора отображения протокола

После чего станет доступен сам протокол (Рис. 0.825).

№	Сечение	Ошибки	Предупр.	I ПС (прочность)			I ПС (общая устойчивость)					Местная устойчивость		II ПС (гибкость)		III ПС (прогибы)	
				σ_x	T_{yz}	σ_{eqv}	φ_z	$\varphi_{y/z}$	$\varphi_{y/z}$	$\varphi_{y/z}$	$C\varphi_z$	η_{cr}	b_{cr}	λ_y	λ_z	δ_z	δ_y
FE - 73	Коробка прок. 120 x 120 x 3	1		1	3	3	60	85	85								
FE - 74	Коробка прок. 120 x 120 x 3	1		1	3	3	60	85	85								
FE - 75	Коробка прок. 120 x 120 x 3	1		1	3	3	60	85	85								
FE - 76	Коробка прок. 120 x 120 x 3	1		1	3	3	60	85	85								
FE - 77	Коробка прок. 120 x 120 x 3	1		1	3	3	60	85	85								
FE - 78	Коробка прок. 120 x 120 x 3	1		1	3	3	60	85	85								
FE - 79	Коробка прок. 120 x 120 x 3	1		1	3	3	60	85	85								
FE - 80	Коробка прок. 120 x 120 x 3	1		1	3	3	60	85	85								
FE - 81	Коробка прок. 120 x 120 x 3	1		1	4	4	60	85	85								
FE - 82	Коробка прок. 120 x 120 x 3	1		1	4	4	60	85	85								

Рис. 0.825. Протокол расчета

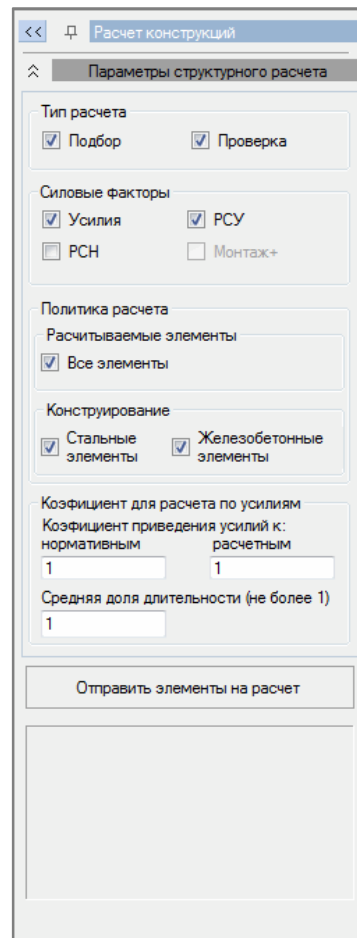











Рис. 0.803. Параметры структурного расчета



 Пустые ячейки в протоколе проверок означают, что проверка не выполнялась из-за ненужности или результатом проверки стал нулевой процент использования элемента.

Описание функциональных возможностей протокола расчета

Меню управления протоколом состоит из следующих инструментов:

-  — кнопка **Назад** (возврат на предыдущую страницу);
-  — кнопка **Вперед** (переход на следующую страницу);
-  — кнопка **В начало** (на первую страницу);
-  — кнопка **В конец** (на последнюю страницу);
-  — кнопка **Назад** (по страницам);
-  — кнопка **Вперед** (по страницам);
- — фильтр выбора числа отображаемых строк в таблице (возможен вывод **10, 20, 50, 100** строк на каждой странице);
-  — кнопка открытия текущей страницы протокола в браузере Internet Explorer;
-  — кнопка отправки текущей страницы протокола на печать;
- — фильтр выбора отображения элементов схемы в протоколе (можно выбрать элементы **Все, Выбранные, Не скрытые**).

В каждой ячейке протокола (Рис. 0.836) есть возможность отобразить проверку тремя разными способами:

- щелкнуть на процент использования (в данном случае **86**), для отображения исключительно одной конкретной проверки без дополнительных данных;
- нажать на кнопку  для отображения протокола проверки с более детальным описанием, куда кроме самой проверки входит дополнительная информация об усилиях и прогибах в сечении элемента, геометрические характеристики поперечного сечения, механические характеристики стали, конструктивные характеристики элемента;
- нажать на кнопку  для отображения полного протокола проверок в сечении элемента со всей дополнительной информацией.

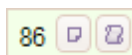






Рис. 0.836. Варианты отображения проверки в протоколе

 Единицы измерения в протоколе проверок используются такие, как выставлены в настройках ПК ЛИРА. Для их изменения необходимо после смены единиц измерения в настройках в протоколе проверок заново открыть интересующую проверку.

Графическая визуализация результатов

Для построения диаграмм процентов использования на схеме необходимо:

- перейти в режим результатов (с помощью команды меню **Расчет** ⇨ **Результаты** расчета, одноименной команды на вкладке **Расчет** ленты либо кнопки  на панели инструментов);
- перейти в режим расчета конструкций (с помощью команды меню **Расчет** ⇨ **Расчет конструкций**, одноименной команды на вкладке **Расчет** ленты либо кнопки  на панели инструментов);
- на вкладке **Параметры структурного расчета** панели **Расчет конструкций** (Рис. 9.103) установить флажки возле необходимых параметров расчета;
- щелкнуть на кнопке **Отправить элементы на расчет**;
- после успешного выполнения расчета перейти в режим результатов расчета по металлическим конструкциям (с помощью команды меню **Спец. результаты** ⇨ **Стальные конструкции**, одноименной команды на вкладке **Спец. результаты** ленты либо кнопки  на панели инструментов);
- далее в древовидном списке отметить флажками необходимые проверки и нажать кнопку **Показать**, после чего на схеме отобразятся проценты использования элементов в виде диаграмм (Рис. 0.7).

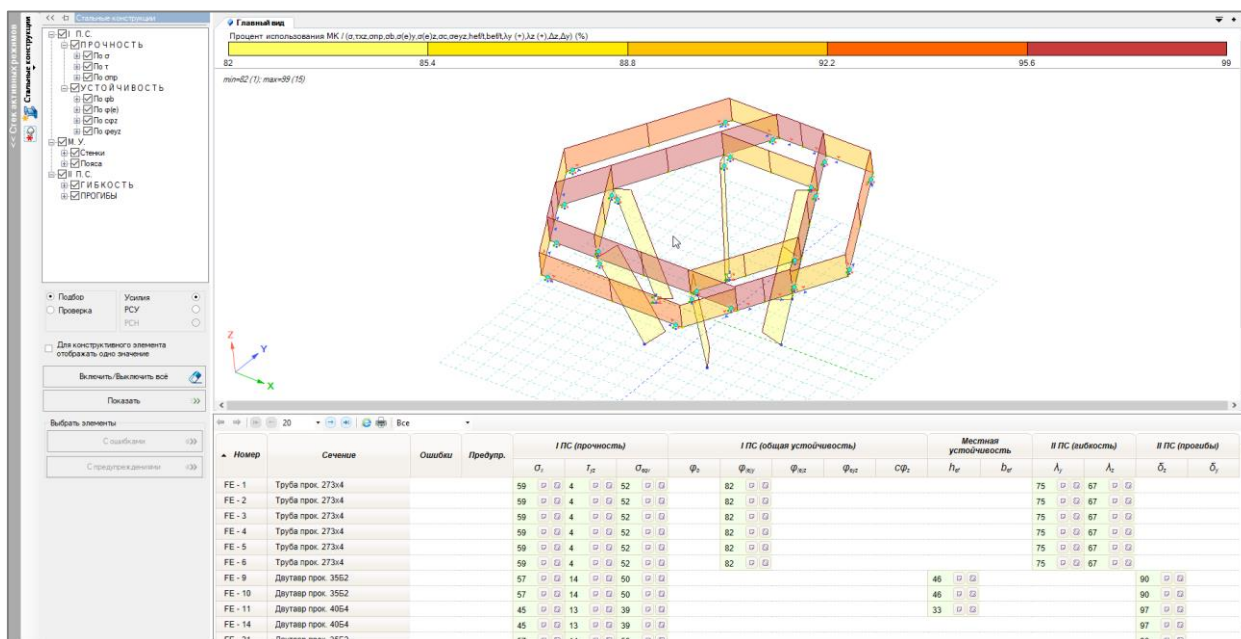





Рис. 0.107. Графическая визуализация результатов расчета

 Красным цветом выделены проверки, процент использования которых составляет больше 100%.

Получение результатов в виде таблиц

Для получения результатов расчета по стальным конструкциям в табличном виде необходимо:


- перейти в режим результатов с помощью (с помощью команды меню **Расчет** ⇨ **Результаты расчета**, одноименной команды на вкладке **Расчет** ленты либо кнопки  на панели инструментов);

- перейти в режим расчета конструкций (с помощью команды меню **Расчет** ⇨ **Расчет конструкций**, одноименной команды на вкладке **Расчет** ленты либо кнопки  на панели инструментов);

- на вкладке **Параметры структурного расчета** панели **Расчет конструкций** (Рис. 9.103) установить флажки возле необходимых параметров расчета;

- щелкнуть на кнопке **Отправить элементы на расчет**;

- после успешного выполнения расчета перейти в режим таблиц результатов (с помощью команды меню **Документирование** ⇨ **Таблицы результатов**, одноименной команды на вкладке


Анализ и документирование ленты либо кнопки  на панели инструментов)

- в окне **Формирование таблиц** (Рис. 9.8) выбрать из списка необходимую таблицу (названия таблиц с результатами по металлическим конструкциям начинаются с аббревиатуры «М.К.») и щелкнуть на кнопке **Сформировать**.

В сводных таблицах результатов по металлоконструкциям (Рис. 9.109) отображается общая информация по процентам использования элементов (I предельное состояние: прочность, общая устойчивость; II предельное состояние: гибкость, прогибы; местная устойчивость).

Для отображения в окне **Формирование таблиц** (Рис. 9.8) не только сводных таблиц, но и подробных, необходимо снять флажок **Показывать сокращенный список** в верхней части окна. При этом в списке таблиц (Рис. 9.109) станут доступны для формирования подробные таблицы результатов.

Описание функциональных возможностей таблиц результатов

Меню управления таблицами результатов (Рис. 0.8512) можно открыть, щелкнув по кнопке  возле названия таблицы. В этом меню доступны следующие функции:

- **Переименовать** — позволяет сменить имя таблицы.
- **Печатать** — позволяет отправить таблицу на печать.

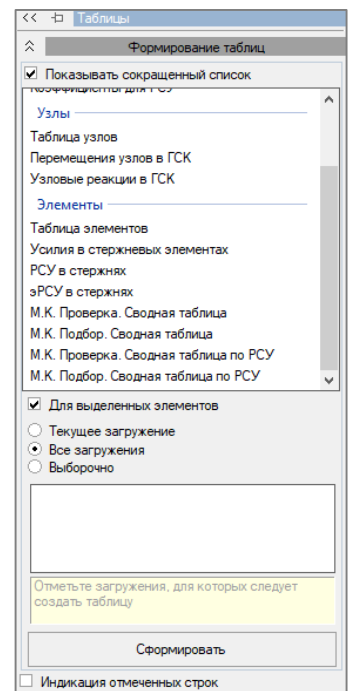


Рис. 0.108. Формирование таблиц

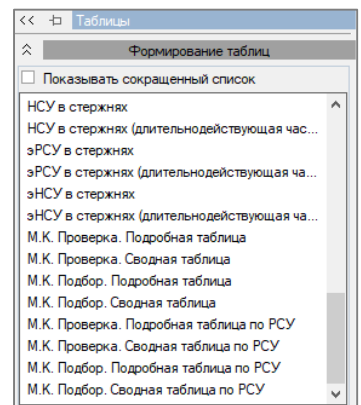


Рис. 0.849. Формирование таблиц (подробный список)

- **Экспорт в Excel** — позволяет экспортировать таблицу в Microsoft Office Excel.
- **Экспорт в Word** — позволяет экспортировать таблицу в Microsoft Office Word.
- **Экспорт в Html** — позволяет экспортировать таблицу в Html-документ.
- **Сохранить изображение** — позволяет сохранить таблицу в виде рисунка в любом из форматов — *.png, *.bmp, *.jpeg, *.gif, *.tiff.
- **Столбцы** — позволяет включить/отключить отображение столбцов таблицы.
- **Фильтр** — позволяет подсвечивать цветом те значения в таблице, которые удовлетворяют необходимым условиям.
- **Отметить элементы** — позволяет выделить элементы таблицы на схеме.

Номер	I ПС (прочность) (%)	I ПС (общая устойчивость) (%)	Местная устойчивость (%)	II ПС (гибкость) (%)	II ПС (прогибы) (%)	Сечение
1	53	83		96		Труба прок. 219x7
2	53	83		96		Труба прок. 219x7
3	53	83		96		Труба прок. 219x7
4	53	83		96		Труба прок. 219x7
5	53	83		96		Труба прок. 219x7
6	53	83		96		Труба прок. 219x7
7	64		42		93	Швеллер прок. 30
8	64				93	Швеллер прок. 30
9	57				90	Двутавр прок.
10	57				90	Двутавр прок.

Рис. 0.110. Сводная таблица результатов

Номер	σ (%)	τ_{xz} (%)	σ_{pr} (%)	$\sigma(e)y$ (%)	heft/t (%)	bef/t (%)	λ_y (+) (%)	λ_z (+) (%)	Δz (%)	Сечение
1	59	3	51	91			99	85		Труба прок. 219x7
2	58	3	51	91			99	85		Труба прок. 219x7
3	58	3	51	91			99	85		Труба прок. 219x7
4	59	3	51	91			99	85		Труба прок. 219x7
5	59	3	51	91			99	85		Труба прок. 219x7
6	58	3	51	91			99	85		Труба прок. 219x7
7	70	12	8		42	42			93	Швеллер прок. 30
8	70	12	8						93	Швеллер прок. 30
9	63	16	55		46				90	Двутавр прок.
10	63	16	55		46				90	Двутавр прок.

Рис. 0.111. Подробная таблица результатов

Номер	σ (%)	τ_{xz} (%)	σ_{pr} (%)	$\sigma(e)y$ (%)	λ_y (+) (%)	λ_z (+) (%)	Δz (%)	Сечение
1	59	3	51	91	85			Труба прок. 219x7
2	58	3	51	91	85			Труба прок. 219x7
3	58	3	51	91	85			Труба прок. 219x7
4	59	3	51	91	85			Труба прок. 219x7
5	59	3	51	91	85			Труба прок. 219x7
6	58	3	51	91	85			Труба прок. 219x7
7	70	12	8				93	Швеллер прок. 30
8	70	12	8				93	Швеллер прок. 30
9	63	16	55				90	Двутавр прок.
10	63	16	55				90	Двутавр прок.

Рис. 0.8512. Меню управления таблицами результатов

Анализ результатов расчета универсального двухветвевое сечения

Для каждого элемента (или конструктивного элемента) универсального двухветвевое сечения выводится до пяти строк, отображающих результаты различных проверок.

Для двухветвевое сечения с решеткой:

- строка 1 — результаты различных проверок элемента, как единого стержня;
- строка 2 — результаты различных проверок ветви 1;
- строка 3 — результаты различных проверок ветви 2;
- строка 4 — результаты различных проверок раскосов решетки;
- строка 5 — результаты различных проверок распорок (стоек) решетки, если выбрана схема решетки с распорками;

Для двухветвевое сечения с планками:

- строка 1 — результаты различных проверок элемента, как единого стержня;
- строка 2 — результаты различных проверок ветви 1;
- строка 3 — результаты различных проверок ветви 2;
- строка 4 — результаты различных проверок планок;

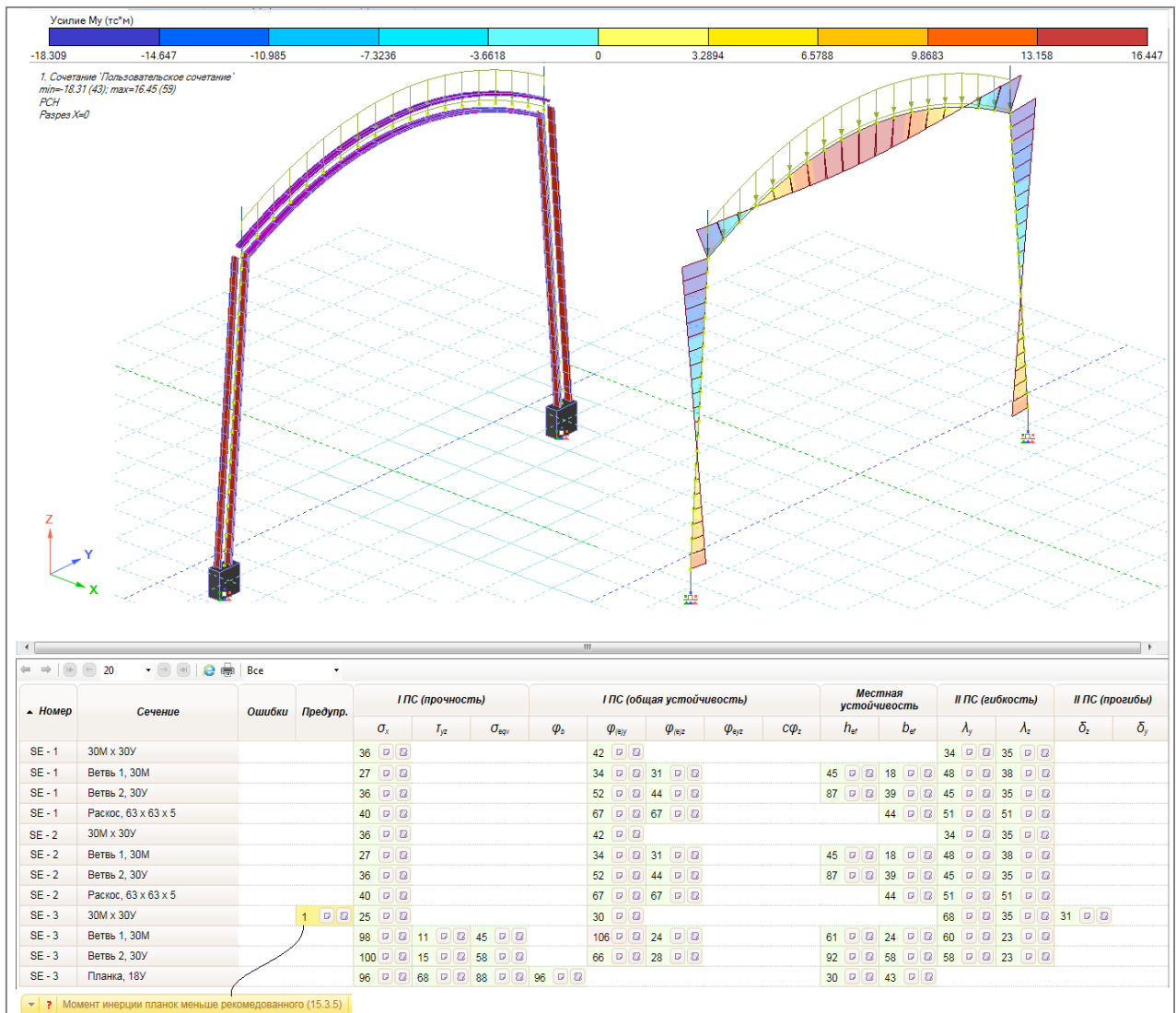


Рис. 0.8613. Результаты расчета универсального двухветвевое сечения

9.7 УЧЕТ КОРРОЗИИ


Одной из особенностей ПК ЛИРА является учет коррозии профилей, что делает программу полезной при обследовании и усилении конструкций.

Чтобы учесть коррозионный износ, нужно в **Редакторе сечений/жесткостей** выбрать интересующее сечение в раскрывающемся списке кнопки **Стальные сечения** и установить флажок **Учет коррозии** в окне параметров выбранного сечения.

Величину глубины коррозионного износа можно задавать как в миллиметрах, так и в процентах. Для открытых сечений, кроме одиночных уголков и крестовых сечений, можно задавать как равномерную, так и неравномерную (отдельно по стенке и полке) коррозию (Рис. 0.874). Для закрытых сечений и сечений из одиночного уголка или креста с уголков задается равномерная коррозия по внешней и по внутренней стороне (Рис. 0.885).

Рис. 0.874. Параметры задания коррозионного износа для открытых сечений, кроме одиночных уголков и крестовых сечений

Рис. 0.885. Параметры задания коррозионного износа для закрытых сечений и сечений из одиночных уголков и крестовых сечений

 *Величина задания коррозионного износа ограничивается геометрией сечения, т.е. выполняется проверка на существование сечения с учетом заданной коррозии. И если это условие не выполняется, то появится сообщение и нужно будет ввести меньшее значение.*


9.8 УТИЛИТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ДЛИН КОЛОНН

Данная утилита предоставляет возможность автоматизированного вычисления расчетных длин колонн для разных расчетных случаев, а именно:

- колонн постоянного сечения;
- ступенчатых колонн;
- колонн с неполной связью;
- ветвей двухветвевых колонн.

Чтобы воспользоваться этой утилитой, нужно перейти в **Редактор параметров конструирования**, задать необходимую топологию стальных сечений и в области задания параметров для расчета устойчивости выбрать переключатель **Расчет-**

ная длина. В результате активизируется кнопка **Определение расчетной длины относительно Y1/Z1**, нажатием на которую вызывается данная утилита.

 Для **Топологии канатов** данная утилита недоступна.

Для колонн постоянного сечения реализована таблица 13.8 [9.6] во всех ее вариантах (таблица 31 [9.11]).

Для ступенчатых колонн реализованы формулы, указанные в таблице 28 [9.8].

Для колонн с неполной связью, ввиду отсутствия указаний в нормативной документации, но в то же время частого применения на практике, было реализовано решение по классической теории на основе метода перемещений с использованием функций влияния.

Для ветвей двухветвевых колонн реализованы формулы таблицы Р.1 ДБН (п. 10.1.2 СП, таблица 26 «Пособия к СНиП II-23-81*»).

Колонны постоянного сечения

Порядок определения расчетной длины колонны постоянного сечения:

1. При помощи области 1 (Рис. 0.896) задать расчетный случай.
2. При помощи области 3 (Рис. 0.896) (и областей 4 и 5 (Рис. 0.896), при их наличии) задать параметры рамы, для расчетного случая, заданного на шаге 1.
3. При помощи области 6 (Рис. 0.896) выполнить расчет.
4. При помощи области 7 (Рис. 0.896) завершить работу с окном.

Рис. 0.896. Вкладка для определения расчетной длины колонны постоянного сечения

Область 1. Задание расчетного случая

Тип рамы — переключатели, посредством которых задается тип рамы. При выборе несвободной рамы учитывается наличие раскреплений и для средней колонны не нужно задавать количество пролетов.

Этажность — переключатели, посредством которых задается этажность рамы. От выбранного параметра зависит доступность области **Рассматриваемый этаж**.

Рассматриваемый этаж — группа переключателей, посредством которых задается рассматриваемый этаж. Доступно только для многоэтажной рамы. При выборе среднего или верхнего этажа запрашиваются дополнительные параметры рамы, а именно момент инерции нижнего ригеля.

Опираение колонн на фундамент — переключатели, посредством которых задается тип опирания на фундамент. Доступно только для одноэтажной рамы и нижнего этажа многоэтажной рамы.

Рассматриваемая колонна — переключатели, посредством которых задается тип рассматриваемой колонны. Различают крайнюю и среднюю колонну. При выборе средней колонны запрашиваются дополнительные параметры рамы, а именно параметры рамы справа от рассматриваемой колонны.

Область 2. Расчетная схема

В этой области отображается расчетная схема с условными обозначениями. Красным цветом отмечена колонна, для которой производится определение расчетной длины.

Область 3. Задание параметров рамы (задание параметров рамы слева от рассматриваемой колонны для средней колонны)

Высота, h — поле ввода высоты колонны.

Пролет, $l(l1)$ — поле ввода длины пролета.

Момент инерции колонны, $I_c(Ic1)$ — поле ввода момента инерции колонны.


Момент инерции (верхнего) ригеля, $I_s(Is1)$ — поле ввода момента инерции верхнего ригеля (для средней колонны — справа от рассматриваемой колонны).

Момент инерции верхнего ригеля, $I_i(Ii1)$ — поле ввода момента инерции нижнего ригеля (для средней колонны — справа от рассматриваемой колонны). Отображается только для колонн средних и верхних этажей многоэтажных рам.

Соотношение между жесткостью колонны и ригелей:


- $I_c/I_s(Ic/Is1)$ — поле ввода величины соотношения момента инерции колонны к моменту инерции верхнего ригеля.

- $I_c/I_i(Ic/Ii1)$ — поле ввода величины соотношения момента инерции нижнего ригеля к моменту инерции колонны. Отображается только для колонн средних и верхних этажей многоэтажных рам.

 Ввод соотношений жесткостей предусмотрен для случаев, когда нет возможности указать моменты инерции конструкций. Переход в данный режим ввода осуществляется посредством соответствующих переключателей.

Область 4. Количество пролетов (отображается для средней колонны)

k — поле ввода количества пролетов.

 Количество пролетов должно быть больше двух. Для несвободных рам количество пролетов не доступно, так как не влияет на расчетную длину.

Область 5. Задание параметров рамы справа от рассматриваемой колонны (отображается для средней колонны)

Те же данные, что и слева — флажок, отвечающий за дублирование значений параметров слева для значений параметров справа.

h — поле отображения высоты колонны. Не доступно для редактирования, т.к. высота этажа постоянная.

l2 — поле ввода длины пролета справа от рассматриваемой колонны. Не доступно для редактирования при установленном флажке **Те же данные, что и слева**.

Ic — поле отображения момента инерции колонны. Не доступно для редактирования, т.к. колонна имеет постоянное сечение.

Is2 — поле ввода момента инерции (верхнего) ригеля справа от рассматриваемой колонны. Не доступно для редактирования при установленном флажке **Те же данные, что и слева**.

Ii2 — поле ввода момента инерции нижнего ригеля справа от рассматриваемой колонны. Отображается только для колонн средних и верхних этажей многоэтажных рам. Не доступно для редактирования при установленном флажке **Те же данные, что и слева**.

Ic/Is2 — поле ввода соотношения момента инерции колонны к моменту инерции верхнего ригеля справа от рассматриваемой колонны.

Ic/Ii2 — поле ввода соотношения момента инерции колонны к моменту инерции нижнего ригеля справа от рассматриваемой колонны. Отображается только для колонн средних и верхних этажей многоэтажных рам.

Область 6. Расчет

Расчет — кнопка, отвечающая за выполнение расчета.

Результаты — область отображения результатов.

Коэффициент, μ — поле отображения значения коэффициента приведения длины.

Расчетная длина, l_{ef} — поле отображения значения расчетной длины.

Область 7. Работа с окном

Применить — кнопка, отвечающая за перенос результатов расчета в соответствующее поле родительского окна. Изменения параметров в данном окне сохраняются.

Отмена — кнопка, отвечающая за закрытие окна. Изменения параметров в данном окне не сохраняются.

Ступенчатые колонны

Порядок определения расчетной длины ступенчатых колонн:

1. При помощи области 1 (Рис. 0.907) задать расчетный случай.
2. При помощи области 4 (Рис. 0.907) задать параметры рамы.
3. При помощи области 5 (Рис. 0.907) выполнить расчет.
4. При помощи области 6 (Рис. 0.907) завершить работу с окном.

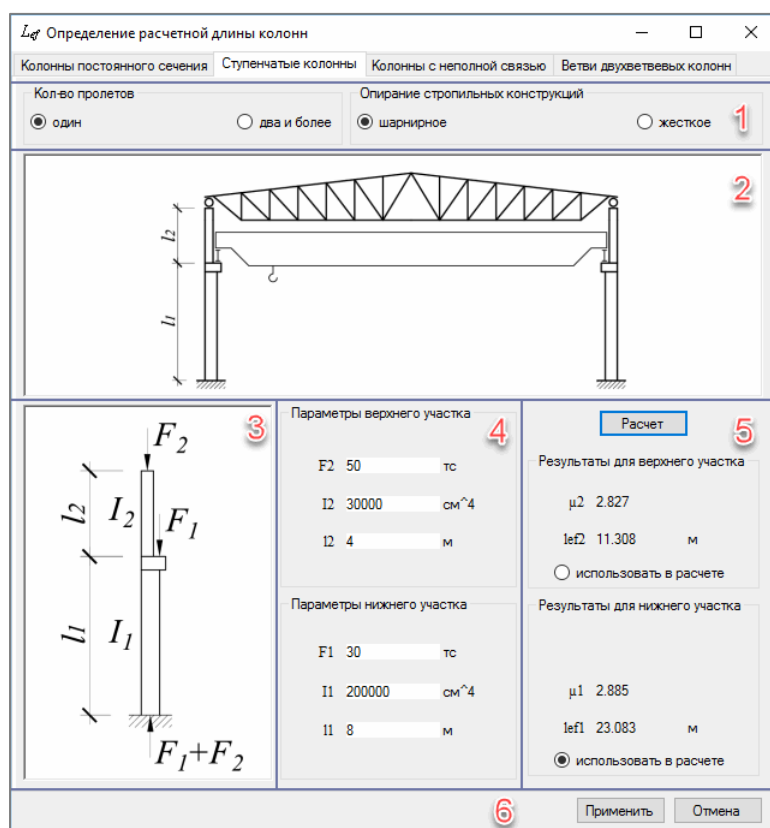


Рис. 0.907. Вкладка для определения расчетной длины колонны постоянного сечения

Область 1. Задание расчетного случая

Количество пролетов — переключатели, посредством которых задается пролетность рамы.

Опираание стропильных конструкций — переключатели, посредством которых задается тип опирания стропильных конструкций на колонны.

Область 2. Расчетная схема рамы

В этой области отображается расчетная схема рамы в общем виде с обозначением разделения колонны на ступени.

Область 3. Расчетная схема колонны

В этой области отображается расчетная схема колонны с условными обозначениями.

Область 4. Задание параметров колонны

Параметры верхнего участка:

F2 — поле ввода величины силы, действующей на верхний участок колонны.

I2 — поле ввода момента инерции сечения верхнего участка колонны.

l2 — поле ввода длины верхнего участка колонны.

Параметры нижнего участка:

F1 — поле ввода величины силы, действующей на нижний участок колонны.

I1 — поле ввода момента инерции сечения нижнего участка колонны.

l1 — поле ввода длины нижнего участка колонны.

Область 5. Расчет

Расчет — кнопка, отвечающая за выполнение расчета.

Результаты для верхнего участка:

μ2 — поле отображения значения коэффициента приведения длины для верхнего участка колонны.

lef2 — поле отображения значения расчетной длины верхнего участка колонны.

Использовать в расчете — переключатель, отвечающий за выбор результатов расчета для переноса в соответствующее поле родительского окна.

Результаты для нижнего участка:

μ1 — поле отображения значения коэффициента приведения длины для нижнего участка колонны.

lef1 — поле отображения значения расчетной длины нижнего участка колонны.

Использовать в расчете — переключатель, отвечающий за выбор результатов расчета для переноса в соответствующее поле родительского окна.

Область 6. Работа с окном

Применить — кнопка, отвечающая за перенос результатов расчета в соответствующее поле родительского окна. Переносимый результат отмечается соответствующим переключателем. Изменения параметров в окне сохраняются.

Отмена — кнопка, отвечающая за закрытие окна. Изменения параметров в окне не сохраняются.

Колонны с неполной связью

Порядок определения расчетной длины колонн с неполной связью:

1. При помощи области 1 (Рис. 0.918) задать расчетный случай.
2. При помощи области 3 (Рис. 0.918) задать параметры рамы.
3. При помощи области 4 (Рис. 0.918) выполнить расчет.
4. При помощи области 5 (Рис. 0.918) завершить работу с окном.

Вид диалогового окна, а именно содержание областей 3 и 4, отличается в зависимости от выбранного расположения связи. Поэтому эти области будут рассмотрены отдельно для каждого случая.

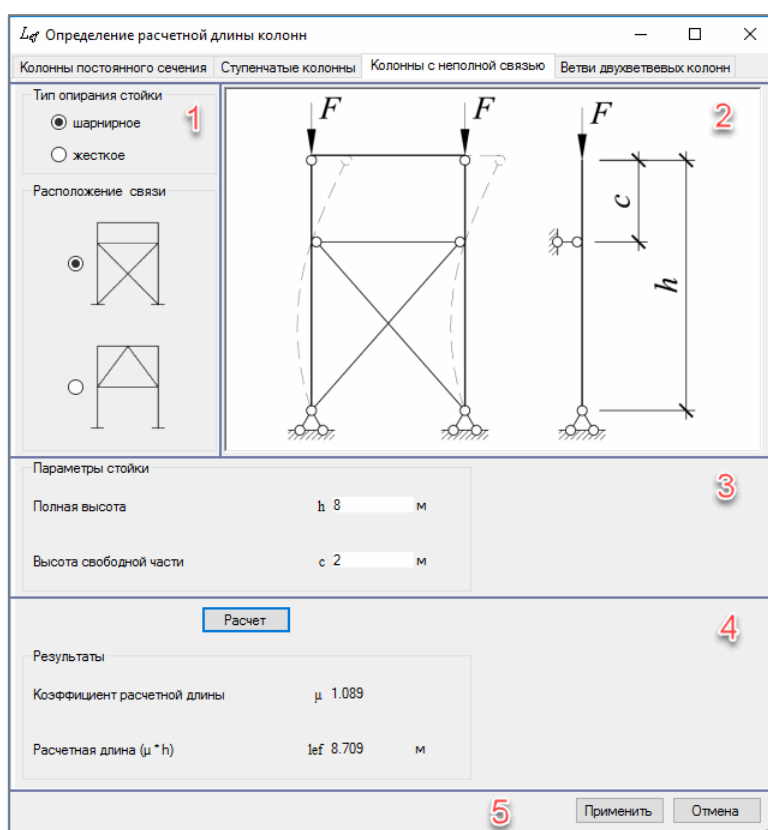


Рис. 0.918. Вкладка для определения расчетной длины колонн с неполной связью (случай для связей, расположенных внизу пролета)

Область 1. Задание расчетного случая

Тип опирания стойки — переключатели, посредством которых задается тип опирания стропильных конструкций на колонны.

Расположение связи — переключатели, посредством которых задается расположение связи.

Область 2. Расчетная схема

В этой области отображается расчетная схема рамы и колонны с условными обозначениями.

Область 3. Задание параметров колонны

Полная высота, h — поле ввода высоты колонны.

Высота свободной части, s — поле ввода высоты колонны.

Область 4. Расчет

Расчет — кнопка, отвечающая за выполнение расчета.

Результаты

Коэффициент расчетной длины, μ — поле отображения значения коэффициента приведения длины колонны.

Расчетная длина, $(\mu \cdot h)$ — поле отображения значения расчетной длины колонны.

Область 5. Работа с окном

Применить — кнопка, отвечающая за перенос результатов расчета в соответствующее поле родительского окна (переносимый результат отмечается соответствующим переключателем). Изменения параметров в окне сохраняются.

Отмена — кнопка, отвечающая за закрытие окна. Изменения параметров в окне не сохраняются.

Рис. 0.929. Области задания необходимых параметров и просмотра результатов колонн с неполной связью (случай для связей, расположенных сверху пролета)

*Область 3. Задание параметров колонны***Параметры нижнего участка**

Высота, $h1$ — поле ввода высоты нижнего участка колонны.

Момент инерции, $I1$ — поле ввода момента инерции сечения нижнего участка колонны.

Нагрузка, $F1$ — поле ввода величины силы, действующей на нижний участок колонны.

Параметры верхнего участка

h2 — поле ввода высоты верхнего участка колонны.

I2 — поле ввода момента инерции сечения верхнего участка колонны.

F2 — поле ввода величины силы, действующей на верхний участок колонны.

Область 4. Расчет

Расчет — кнопка, отвечающая за выполнение расчета.

Результаты для нижнего участка

Коэффициент расчетной длины, $\mu 1$ — поле отображения значения коэффициента приведения длины для нижнего участка колонны.

Расчетная длина, $lef1$ — поле отображения значения расчетной длины нижнего участка колонны.

Использовать в расчете — переключатель, отвечающий за выбор результатов расчета для переноса в соответствующее поле родительского окна.

Результаты для верхнего участка

$\mu 2$ — поле отображения значения коэффициента приведения длины для верхнего участка колонны.

$lef2$ — поле отображения значения расчетной длины верхнего участка колонны.

использовать в расчете — переключатель, отвечающий за выбор результатов расчета для переноса в соответствующее поле родительского окна.

Ветви двухветвевых колонн

Порядок определения расчетной длины ветви двухветвевой колонны:

1. При помощи области 1 (Рис. 0.120.20) задать расчетный случай.
2. При помощи области 3 (Рис. 0.120.) задать параметры рамы.
3. При помощи области 4 (Рис. 0.120.) выполнить расчет.
4. При помощи области 5 (Рис. 0.120.) завершить работу с окном.

Лef Определение расчетной длины колонн

Колонны постоянного сечения Ступенчатые колонны Колонны с неполной связью Ветви двухветвевых колонн

Закрепление ветви в плоскости колонны
 шарнирное жесткое

Закрепление ветви из плоскости колонны
 шарнирное жесткое

Параметры ветви колонны

длина участка lb 1 м

количество участков k 10

расстояние между точками закрепления из плоскости стержня l1 10 м

максимальное усилие сжатия Nmax 20 тс

усилие соседнее с максимальным N2 18 тс

коэф. соотношения усилий

$$\beta = \frac{\sum_{i=2}^k N_i}{N_{max}}$$
 принять максимальное значение ($\beta=k-1$)

Расчет

Результаты

расчетная длина ветви в плоскости колонны lefb 0.954 м использовать в расчете

расчетная длина ветви из плоскости колонны lefl 7.838 м использовать в расчете

Применить Отмена

Рис. 0.120. Вкладка для определения расчетной длины ветви двухветвевых колонн

Область 1. Задание расчетного случая

Закрепление ветви в плоскости колонны — переключатели, посредством которых задается тип закрепления ветви в плоскости колонны.

Закрепление ветви из плоскости колонны — переключатели, посредством которых задается тип закрепления ветви из плоскости колонны.

Область 2. Расчетная схема

В этой области отображается расчетная схема колонны с условными обозначениями.

Область 3. Задание параметров ветви колонны

Длина участка, lb — поле ввода длины участка ветви колонны, отделенного элементами, соединяющими ветви.

Количество участков, k — количество участков, на которые разделена ветвь колонны в пределах раскрепления из плоскости.

Расстояние между точками закрепления из плоскости стержня — поле, в котором отображается произведение $lb \cdot k$.

Максимальное усилие сжатия, Nmax — поле ввода максимального усилия сжатия в рассматриваемой ветви.

Усилие, соседнее с максимальным, N2 — поле ввода усилия, соседнего с максимальным. Может быть как растягивающим, так и сжимающим.

Кэф. соотношения усилий — область задания коэффициента соотношения усилий β

$$\beta = \frac{\sum_{i=2}^k N_i}{N_{\max}} \text{ — формула определения коэффициента } \beta, \text{ здесь } \sum_{i=2}^k N_i \text{ — сумма продольных}$$

усилий, действующих на всех участках, кроме участка с максимальным усилием сжатия.

β — поле ввода посчитанного значения коэффициента соотношения усилий.

Принять максимальное значение ($\beta = k - 1$) — флажок, упрощающий определение β , путем принятия максимального значения.

Область 4. Расчет

Расчет — кнопка, отвечающая за выполнение расчета.

Результаты

Коэффициент расчетной длины, μ — поле отображения значения коэффициента приведения длины колонны.

Расчетная длина ветви в плоскости колонны, $lef b$ — поле отображения значения расчетной длины ветви в плоскости колонны.

Расчетная длина ветви из плоскости колонны, $lef 1$ — поле отображения значения расчетной длины ветви из плоскости колонны.

Использовать в расчете — переключатели, отвечающие за выбор результатов расчета для переноса в соответствующее поле родительского окна.

Область 5. Работа с окном

Применить — кнопка, отвечающая за перенос результатов расчета в соответствующее поле родительского окна (переносимый результат отмечается соответствующим переключателем). Изменения параметров в окне сохраняются.

Отмена — кнопка, отвечающая за закрытие окна. Изменения параметров в окне не сохраняются.