

ГЛАВА 15. СИСТЕМА СЕЧЕНИЕ

Система «СЕЧЕНИЕ» предназначена для определения упруго-геометрических характеристик композитных поперечных сечений стержней произвольной формы.

15.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

При создании задачи необходимо указать, что будет использована система «СЕЧЕНИЕ» (см. п. 2.3).

Построение геометрии сечения осуществляется с помощью обычных инструментов построения в ПК ЛИРА 10 (см. Главу 2). Поперечные сечения могут быть построены с помощью одномерных или двумерных элементов, а также их комбинации (рис. 15.1). Одномерные элементы моделируют тонкостенные участки сечения.

При использовании одномерного элемента необходимо задать его толщину. Для этого нужно перейти в редактор сечений/жесткостей (см. п. 2.13) и в раскрывающемся списке **Специальные сечения** выбрать элемент **Ширина участка**. Также элементам поперечного сечения нужно назначить материалы (см. п. 2.14).

Следует отметить, что назначать связи сечения не нужно.

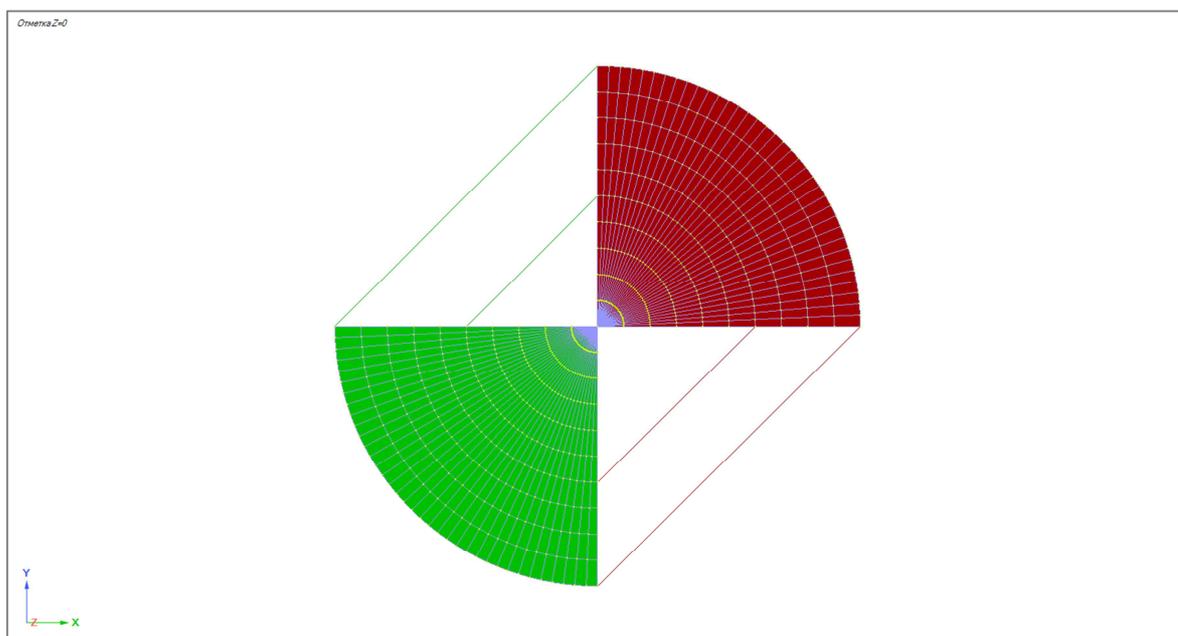


Рис. 15.1. Произвольное композитное сечение

15.2 РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Для просмотра графических результатов расчета поперечного сечения воспользуйтесь вкладкой ленты или командой меню **Спец. результаты** ⇨ **Расчет сечения** (либо кнопкой  на панели инструментов). Активизируется режим **Расчет сечения** (рис. 15.2), который позволяет вывести на экран следующие графические результаты (рис. 15.3):

- центр масс;

- центр жесткости;
- центр кручения;
- центр сдвига (изгиба);
- центр пересечения нейтральных осей;
- глобальные оси;
- главные оси;
- главные оси масс;
- вспомогательные оси;
- нейтральные оси;
- ядро сечения;
- эллипс инерции.

Также данное меню дает возможность посмотреть распределение следующих факторов:

- W — секториальные координаты;
- σ_x — нормальное напряжение;
- τ_{xy}, τ_{xz} — касательные напряжения;
- ϵ_x — линейная деформация;
- $\epsilon_{xy}, \epsilon_{xz}$ — сдвиговые деформации;
- σ_1, σ_3 — главные напряжения;
- τ_{max} — максимальное касательное напряжение;
- σ_E, σ_S — эквивалентные напряжения.

Для вывода на экран распределения напряжений (рис. 15.4) или деформаций необходимо в соответствующих полях ввода на вкладке **Напряжения** ввести значения усилий, которые действуют в центре жесткости сечения. Для использования различных теорий прочности необходимо ввести дополнительные параметры (см. п. 3.4).

Помимо графических результатов, пользователю предоставляется возможность просмотра табличных результатов расчета. Для вызова табличных результатов воспользуйтесь вкладкой ленты **Анализ и документирование** или командой меню **Документирование** ⇒ **Таблицы результатов** (либо

кнопкой  на панели инструментов). Перечень рассчитываемых характеристик приведен в таблице 15.1.

Рассчитанное поперечное сечение стержня можно импортировать в обычную задачу, используя **Редактор сечений/жесткостей** ⇒ **Специальные сечения** ⇒ **Импортированное сечение стержня**.

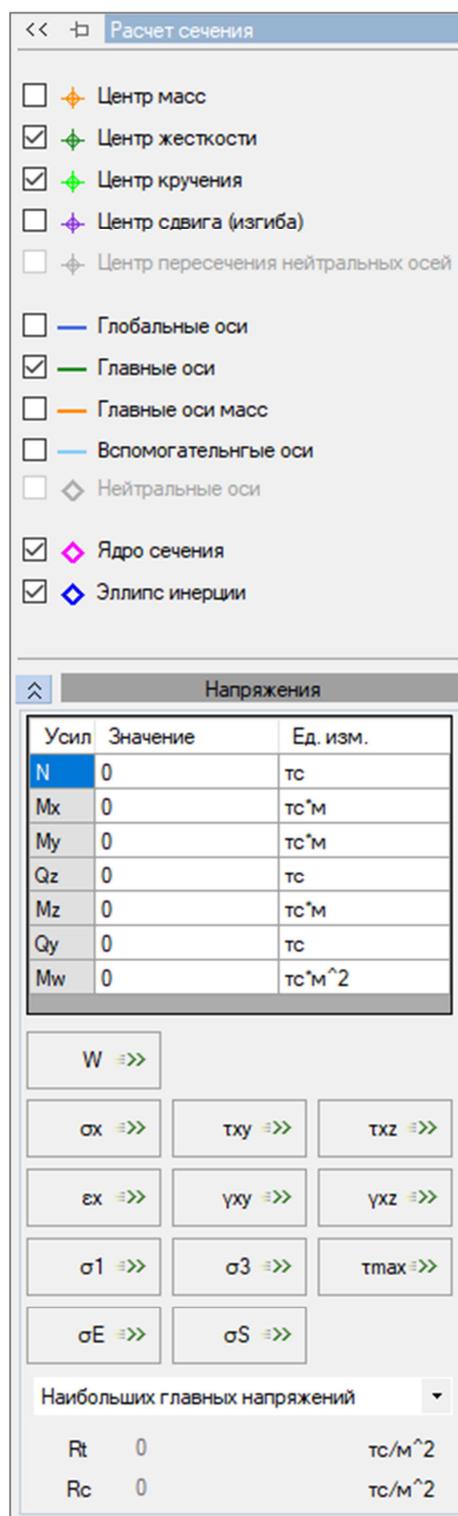


Рис. 15.2. Режим **Расчет сечения**

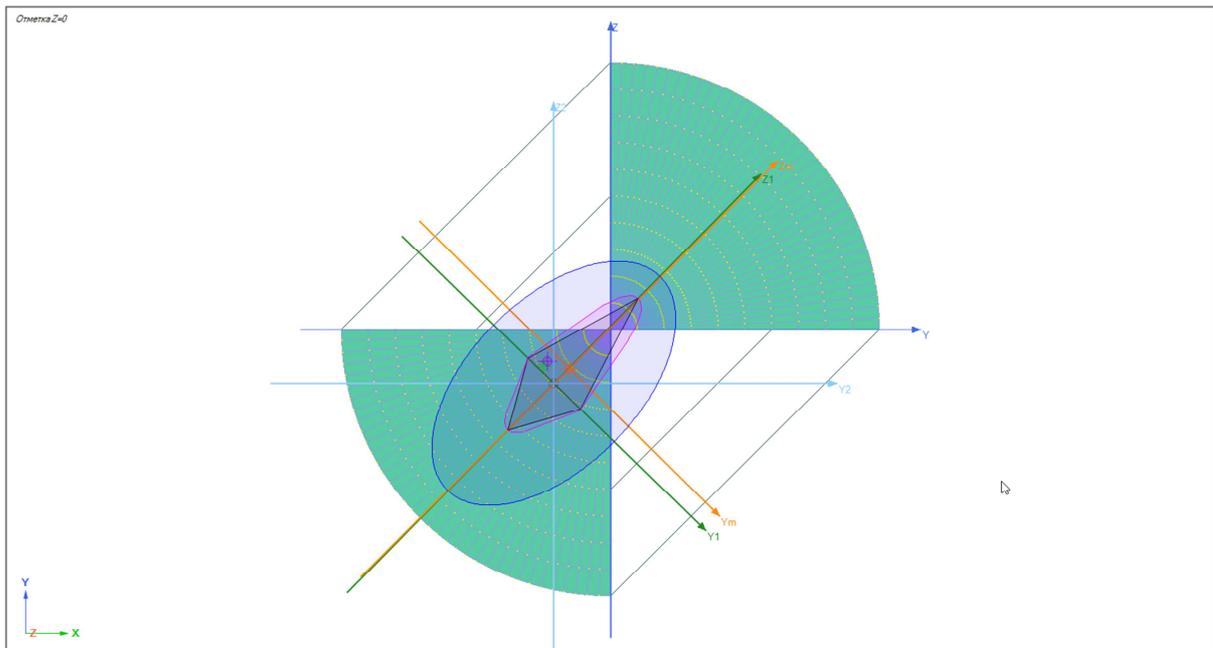


Рис. 15.3. Графические результаты расчета

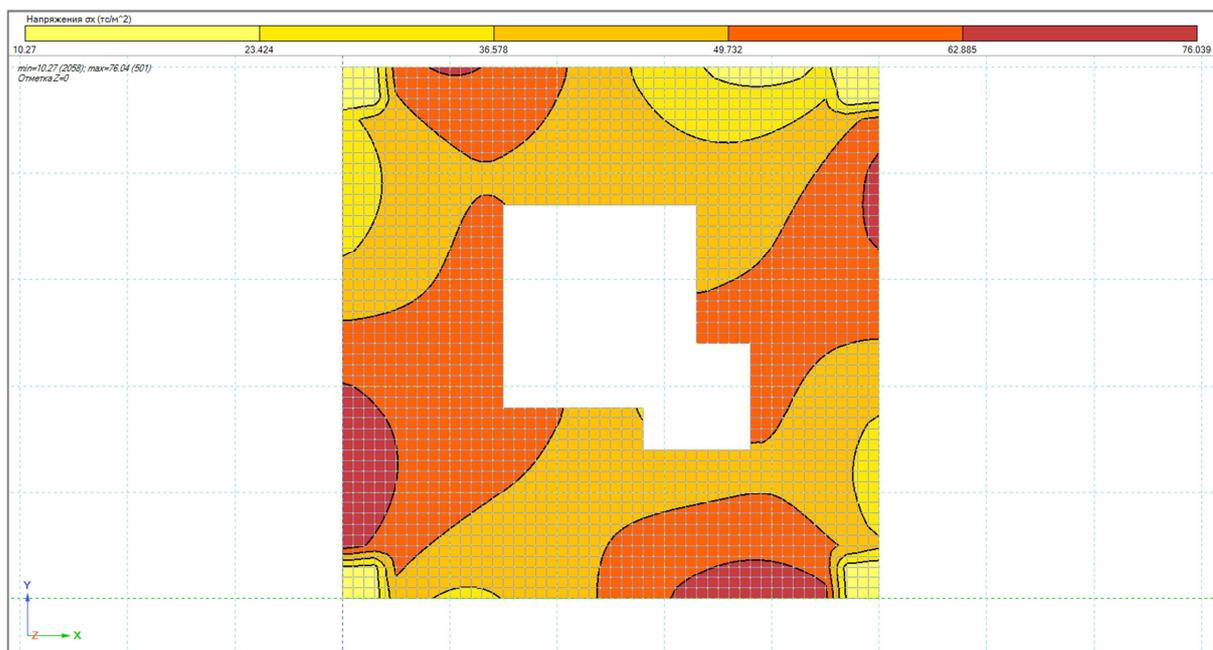


Рис. 15.4. Распределение напряжений

Таблица 15.1. Рассчитываемые характеристики сечений

Наименование раздела / Наименование характеристики	Обозначение	Единицы измерения
ГХС, полученные в глобальной ХОУ и вспомогательной Y2O2Z2 системах координат (под вспомогательной системой координат имеется в виду центральная система координат, параллельная глобальной системе координат)		
Координаты центра жесткости в глобальной системе координат	Xg	см
	Yg	см
Площадь поперечного сечения	F	см ²
Момент инерции относительно вспомогательной оси Y2	Iy2	см ⁴
Момент инерции относительно вспомогательной оси Z2	Iz2	см ⁴

Наименование раздела / Наименование характеристики	Обозначение	Единицы измерения
Центробежный момент инерции относительно вспомогательных осей Y2 и Z2	I_{y2z2}	см ⁴
Радиус инерции относительно вспомогательной оси Y2	r_{y2}	см
Радиус инерции относительно вспомогательной оси Z2	r_{z2}	см
Угол поворота главных центральных осей инерции по отношению к вспомогательным осям Y2 и Z2 (положительный против часовой стрелки)	φ	°
Габаритная ширина поперечного сечения в глобальной системе координат	b	см
Габаритная высота поперечного сечения в глобальной системе координат	h	см
Периметр внешнего контура	P_{ext}	см
Периметр внутренних контуров	P_{int}	см
Полный периметр	P_{all}	см
ГХС, полученные в местной Y1O1Z1 системе координат		
Главный момент инерции относительно местной оси Y1	I_{y1}	см ⁴
Главный момент инерции относительно местной оси Z1	I_{z1}	см ⁴
Статический момент полусечения относительно местной оси Y1	S_{y1}	см ³
Статический момент полусечения относительно местной оси Z1	S_{z1}	см ³
Момент сопротивления изгибу относительно местной оси Y1 по Z1+	W_{y1+}	см ³
Момент сопротивления изгибу относительно местной оси Y1 по Z1-	W_{y1-}	см ³
Момент сопротивления изгибу относительно местной оси Z1 по Y1+	W_{z1+}	см ³
Момент сопротивления изгибу относительно местной оси Z1 по Y1-	W_{z1-}	см ³
Главный радиус инерции относительно местной оси Y1	r_{y1}	см
Главный радиус инерции относительно местной оси Z1	r_{z1}	см
Максимальная ордината ядрового расстояния	$Y1+$	см
Минимальная ордината ядрового расстояния	$Y1-$	см
Максимальная аппликата ядрового расстояния	$Z1+$	см
Минимальная аппликата ядрового расстояния	$Z1-$	см
Интеграл $S(Y1*(Y1*Y1+Z1*Z1)/I_{z1})dF$	$Y1i$	см
Интеграл $S(Z1*(Y1*Y1+Z1*Z1)/I_{y1})dF$	$Z1i$	см
Габаритная ширина поперечного сечения в местной системе координат	$b1$	см
Габаритная высота поперечного сечения в местной системе координат	$h1$	см
Полярный момент инерции	I_p	см ⁴
Полярный момент сопротивления	W_p	см ³
Полярный радиус инерции	r_p	см
Пластические характеристики		
Координаты пересечения нейтральных осей в местной системе координат	$Y1pl$	см
	$Z1pl$	см
Пластический момент сопротивления изгибу относительно оси Ypl	W_{ypl}	см ³
Пластический момент сопротивления изгибу относительно оси Zpl	W_{zpl}	см ³
Крутильные характеристики		
Координаты центра кручения в местной системе координат	$Y1t$	см
	$Z1t$	см
Момент инерции при свободном кручении	I_t	см ⁴

Наименование раздела / Наименование характеристики	Обозначение	Единицы измерения
Секториальный момент инерции	I_w	см^6
Момент сопротивления при свободном кручении	W_t	см^3
Секториальный момент сопротивления	W_w	см^4
Сдвиговые характеристики		
Координаты центра сдвига (изгиба) в местной системе координат	Y_{1s}	см
	Z_{1s}	см
Сдвиговая площадь по нормали к оси Y_1	F_{y1}	см^2
Сдвиговая площадь по нормали к оси Z_1	F_{z1}	см^2
Момент сопротивления сдвигу вдоль оси Y_1	W_{Qy1}	см^2
Момент сопротивления сдвигу вдоль оси Z_1	W_{Qz1}	см^2
Массово-инерционные характеристики		
Координаты центра масс в глобальной системе координат	X_m	см
	Y_m	см
Координаты центра масс в местной системе координат	Y_{1m}	см
	Z_{1m}	см
Момент инерции массы относительно вспомогательной оси Y_2	I_{my2}	см^4
Момент инерции массы относительно вспомогательной оси Z_2	I_{mz2}	см^4
Центробежный момент инерции массы относительно вспомогательных осей Y_2 и Z_2	I_{my2z2}	см^4
Угол поворота главных осей масс	β	$^\circ$
Главный момент инерции массы относительно оси масс Y_3	I_{y3}	см^4
Главный момент инерции массы относительно оси масс Z_3	I_{z3}	см^4
Координаты центра кручения масс в местной системе координат	Y_{1tm}	см
	Z_{1tm}	см
Секториальный момент инерции масс	I_{wm}	см^6
Приведенные характеристики материала		
Усредненный модуль упругости	E_s	$\text{тс}/\text{м}^2$
Усредненный коэффициент Пуассона	ν_s	
Усредненный модуль сдвига	G_s	$\text{тс}/\text{м}^2$
Усредненная плотность	ρ_s	$\text{тс}/\text{м}^3$
Жесткостные характеристики		
Продольная жесткость	EF	тс
Изгибная жесткость относительно местной оси Y_1	EI_{y1}	$\text{тс} \cdot \text{м}^2$
Изгибная жесткость относительно местной оси Z_1	EI_{z1}	$\text{тс} \cdot \text{м}^2$
Жесткость при свободном кручении	GI_t	$\text{тс} \cdot \text{м}^2$
Сдвиговая жесткость по нормали к местной оси Y_1	GF_{y1}	тс
Сдвиговая жесткость по нормали к местной оси Z_1	GF_{z1}	тс
Секториальная жесткость	EI_w	$\text{тс} \cdot \text{м}^4$
Погонная нагрузка	g	$\text{тс}/\text{м}$