

# FireDesign R1

Интерфейс

Приложение: FireDesign

Версия: R1

Описание: Диаграммный метод расчета плоских железобетонных сечений.  
Огнестойкость и огнесохранность

Дата: 2023-01-05

Разработка: <https://constructionlab.ru>

E-mail: [support@constructionlab.ru](mailto:support@constructionlab.ru)

## Содержание

<b>1</b>	<b>Сечение .....</b>	<b>4</b>
1.1	Бетон.....	4
1.2	Геометрия.....	4
1.3	Ненапрягаемая арматура.....	5
1.4	Генерация стержней .....	6
<b>2</b>	<b>Параметры.....</b>	<b>6</b>
2.1	Опции .....	6
2.2	Влияние продольного изгиба .....	7
2.3	Нагрев.....	7
2.4	Графика.....	7
<b>3</b>	<b>Огнестойкость.....</b>	<b>8</b>
3.1	Таблица расчетных сочетаний усилий .....	8
3.2	Параметры.....	9
<b>4</b>	<b>Огнесохранность .....</b>	<b>9</b>
4.1	Таблица расчетных сочетаний усилий .....	9
4.2	Параметры.....	9

## 1 Сечение

### 1.1 Бетон

**Класс бетона по прочности на сжатие:**

- B15, B20, B25, B30, B35, B40, B45, B50, B55.

**Состав (тип заполнителя):**

- силикатный;
- карбонатный.

**Расширенные диаграммы бетона** – относительные деформации бетона при нагреве выше 500 °С принимаются в соответствии с EC2.

### 1.2 Геометрия

**Сечение** – прямоугольное, круглое.

Прямоугольное сечение:

- $b$  – ширина сечения, мм;
- $h$  – высота сечения, мм.

Круглое сечение:

- $D$  – диаметр сечения, мм.

**Элементы** – генерация сети элементов:

- по оси  $Y$ ;
- по оси  $Z$ .

**Импорт DXF** – импорт геометрии сечения из DXF (см. отдельное руководство).

**Генерация сечения** – графическое отображение введенных данных.

**Примеры ввода данных:**

- Прямоугольное сечение с размерами 400×800 мм, сеть элементов 10×10 мм:

Геометрия	
Сечение	прямоугольное ▾
$b$	<input type="text" value="400"/> мм
$h$	<input type="text" value="800"/> мм
$D$	<input type="text"/> мм
Элементы	<input type="text" value="10"/> <input type="text" value="10"/> мм
САПР	<input type="button" value="Импорт DXF"/>
Генерация	<input type="button" value="Сечение"/>

- Круглое сечение диаметром 800 мм, средний размер сети элементов 10x10 мм:

Геометрия

Сечение:

b:  мм

h:  мм

D:  мм

Элементы:   мм

САПР:

Генерация:

### 1.3 Ненапрягаемая арматура

**Класс ненапрягаемой арматуры по прочности на растяжение:**

- A240, A400, A500.

**Функционал:**

- добавление или удаление строк;
- назначение одинаковых значений выделенным ячейкам.

За **начало координат** приняты следующие узлы:

- прямоугольное сечение – левый нижний узел;
- круглое сечение – центр окружности.

**Пример ввода данных:**

- Прямоугольное сечение с размерами 400×400 мм, арматура углового типа – 4Ø25 A500,  $a = a' = 50$  мм:

Ненапрягаемая арматура

	Y, мм	Z, мм	d, мм
1	50	50	25
2	350	50	25
3	50	350	25
4	350	350	25

Графика

Ненапрягаемая арматура окрашивается в синий цвет.

## 1.4 Генерация стержней

Доступен ввод цепочки стержней ненапрягаемой или напрягаемой арматуры по линии или по окружности.

При вводе цепочки стержней по линии:

- начальная точка ряда с координатами  $Y_1, Z_1$ , мм;
- конечная точка ряда с координатами  $Y_2, Z_2$ , мм.

При вводе цепочки стержней по окружности:

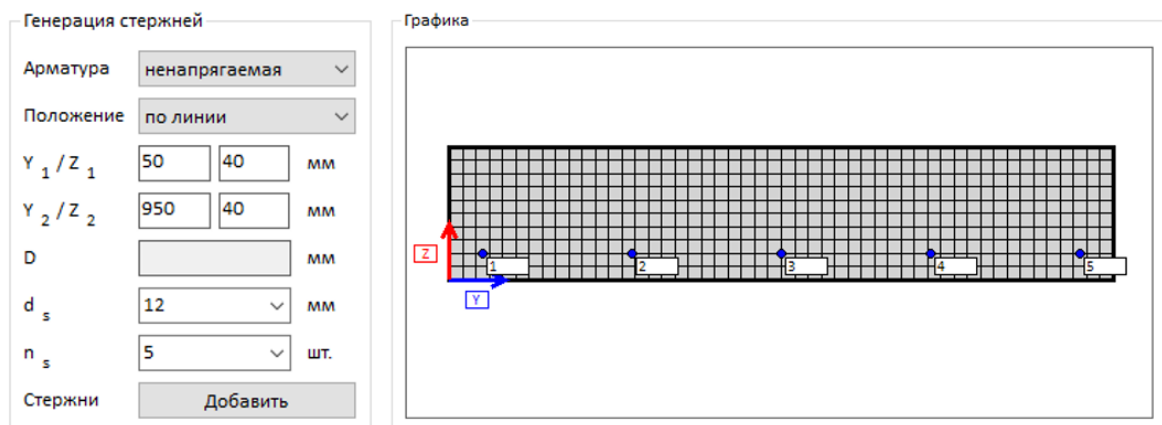
- $D$  – диаметр окружности ряда стержней, мм.

Цепочка стержней:

- $d_s$  – диаметр ряда стержней, мм;
- $n_s$  – количество стержней, шт.

**Пример ввода данных:**

- Прямоугольное сечение с размерами  $1000 \times 200$  мм, нижняя арматура –  $5\emptyset 12$ ,  $a = 40$  мм:



## 2 Параметры

### 2.1 Опции

**Единицы измерения** – единицы измерения усилий в таблицах расчетных сочетаний.

$g$  – ускорение свободного падения,  $m/s^2$ . Внутрипрограммные расчеты выполняются в Н и мм; при выборе единиц измерения расчетных сочетаний усилий в тс – конвертация происходит умножением на коэффициент  $g$ .

**Точность** – точность итерационных вычислений, %. Характеризует максимальную погрешность относительных деформаций и внутренних усилий текущей итерации от предыдущей.

**Итерации** – максимальное количество итераций (для одного шага), шт.

**Округление** – количество разрядов для округления усилий в таблицах расчетных сочетаний.

## 2.2 Влияние продольного изгиба

$L_z, L_y$  – длина элемента в плоскости, соответственно, XOZ (для корректировки изгибающих моментов  $M_y$ ) и XOY (для корректировки изгибающих моментов  $M_z$ ), мм.

$\mu_z, \mu_y$  – коэффициент расчетной длины в плоскости, соответственно, XOZ (для корректировки изгибающих моментов  $M_y$ ) и XOY (для корректировки изгибающих моментов  $M_z$ ).

$e_{t,z}, e_{t,y}$  – дополнительный эксцентриситет продольной сжимающей силы в плоскости, соответственно, XOZ (для корректировки изгибающих моментов  $M_y$ ) и XOY (для корректировки изгибающих моментов  $M_z$ ), например, от температурного воздействия, мм.

**Схема** – статически неопределимая или статически определимая (для учета случайного эксцентриситета продольной сжимающей силы).

## 2.3 Нагрев

**Прогрев сечения:**

- всесторонний;
- настраиваемый (выбор – снизу, сверху, слева, справа, возможно комбинирование);
- вдоль оси Z (снизу, сверху);
- вдоль оси Y (слева, справа).

## 2.4 Графика

**Координатные оси** – отображение или выключение координатных осей.

**Сеть элементов** – отображение или выключение сети элементов.

**Номера стержней арматуры** – отображение или выключение номеров стержней арматуры.

**Напряжения в арматуре** – отображение или выключение напряжений в арматуре, МПа.

**Центр жесткости** – отображение или выключение центра жесткости нагруженного сечения.

## 3 Огнестойкость

### 3.1 Таблица расчетных сочетаний усилий

#### Правило знаков усилий:

- отрицательная продольная сила  $N$  создает сжимающие напряжения в сечении;
- положительный изгибающий момент  $M_y$  растягивает нижнюю грань сечения;
- положительный изгибающий момент  $M_z$  растягивает правую грань сечения.

#### Основные принципы работы с таблицами расчетных сочетаний усилий:

- добавление или удаление строк;
- назначение одинаковых значений выделенным ячейкам;
- округление расчетных сочетаний усилий.

При активации расчета таблица блокируется. Для возврата в режим редактирования необходимо активировать кнопку «Редактировать», при этом результаты удаляются.

В столбце «Решение» приводится коэффициент использования сжатого бетона (с индексом «b») или относительный коэффициент использования растянутой арматуры (с индексом «s»). Если коэффициент оказывается больше единицы, тогда относительные деформации в арматуре превысили расчетный предел упругости (для двухлинейной диаграммы сечения). В любом случае рекомендуется анализировать жесткостные характеристики нагруженного сечения.

Для отображения графического результата конкретного сочетания усилий необходимо нажать кнопку определенной строки столбца «Решение».

#### Загрузка результатов в столбец «k»:

- $\epsilon_x$  – осевая деформация в центре жесткости нагруженного сечения, д.ед.;
- $1/r_y$  – кривизна вокруг оси Y относительно центра жесткости нагруженного сечения,  $1/m$ ;
- $1/r_z$  – кривизна вокруг оси Z относительно центра жесткости нагруженного сечения,  $1/m$ ;
- $\epsilon_{b,max}$  – максимальная относительная деформация в бетоне, д.ед.;
- $\epsilon_{b,min}$  – минимальная относительная деформация в бетоне, д.ед.;
- $\sigma_{b,max}$  – максимальное напряжение в бетоне, МПа;
- $\sigma_{b,min}$  – минимальное напряжение в бетоне, МПа;
- $\sigma_{b,m}$  – среднее напряжение в бетоне (без учета площади трещины), МПа;
- $\epsilon_{s,max}$  – максимальная относительная деформация в ненапрягаемой арматуре, д.ед.;
- $\epsilon_{s,min}$  – минимальная относительная деформация в ненапрягаемой арматуре, д.ед.;



- $\sigma_{s,max}$  – максимальное напряжение в ненапрягаемой арматуре, МПа;
- $\sigma_{s,min}$  – минимальное напряжение в ненапрягаемой арматуре, МПа;
- $D_{xx}$  – осевая жесткость нагруженного сечения, кН;
- $D_{yy}$  – изгибная жесткость нагруженного сечения вокруг оси Y, кН·м<sup>2</sup>;
- $D_{zz}$  – изгибная жесткость нагруженного сечения вокруг оси Z, кН·м<sup>2</sup>;
- $D_{yz}$  – жесткость нагруженного сечения относительно осей Y и Z, кН·м<sup>2</sup>;
- $k-D_{xx}$  – отношение осевой жесткости нагруженного сечения к осевой жесткости бетонного сечения (без учета арматуры), д.ед.;
- $k-D_{yy}$  – отношение изгибной жесткости нагруженного сечения вокруг оси Y к изгибной жесткости бетонного сечения (без учета арматуры), д.ед.;
- $k-D_{zz}$  – отношение изгибной жесткости нагруженного сечения вокруг оси Y к изгибной жесткости бетонного сечения (без учета арматуры), д.ед.

## 3.2 Параметры

### Коэффициенты условий работы:

- $\gamma_{bc}$  – сжатого бетона;
- $\gamma_s$  – ненапрягаемой арматуры.

**Режим** – время прогрева.

$\varphi_1$  – коэффициент влияния длительности действия нагрузки для учета влияния продольного изгиба (от 1,0 до 2,0).

### Учет влияния продольного изгиба:

- в плоскости XOZ (для корректировки изгибающих моментов  $M_y$ );
- в плоскости XOY (для корректировки изгибающих моментов  $M_z$ ).

Учет влияния продольного изгиба производится по методике критических сил в соответствии с СП 468.1325800.2019.

## 4 Огнесохранность

### 4.1 Таблица расчетных сочетаний усилий

**Основная функциональность таблицы** расчетных сочетаний усилий аналогична таблице из расчета на огнестойкость.

### 4.2 Параметры

**Основные параметры** аналогичны параметрам из расчета на огнестойкость.