

Расчет внецентренно растянутых элементов

Интерфейс:

1. 2 вида расчета: по прочности, подбор арматуры
2. Возможность задания длительной и кратковременной нагрузки (изменяется расчетное сопротивление сжатия арматуры)
3. Арматуру можно задавать: через диаметры & количество стержней либо через площадь
4. Вывод публикации PDF: полный и неполный расчет (только результаты)

Расчет элемента по прочности

1. Вычисляет эксцентриситет и проверяем, если $e < (h_0 - a)$ -сила находится между усилиями, если $e > (h_0 - a)$ -за пределами усилий в арматуре
2. Если $e < (h_0 - a)$: Проверяет $M < M_{ult}$
3. Если $e > (h_0 - a)$, то расчет разбивается на случаи

- $x < \xi_R \cdot h_0$ и $x \leq 0$

- $x > \xi_R \cdot h_0$

- $x < \xi_R \cdot h_0$ и $x > 0$

Проверяет $M < M_{ult}$

4. Вычисляется коэффициент запаса/дефицита
5. Допущение из СП 52-101: Если $e > (h_0 - a)$, $x < 2a$ без учета A_s' , то расчетную несущую способность можно увеличить

Подбор арматуры

Два расчетных случая $e < (h_0 - a)$ и $e > (h_0 - a)$,

Для 2ого случая по умолчанию расчет ведется без учета сжатой арматуры. Если $\alpha_t = N e / R_b b h_0^2 > \alpha_R$, то алгоритм самостоятельно добавляет сжатую арматуру.

Что еще не сделано:

1. Не реализована опция подбора арматуры по параметрам конструирования, где мы будем задавать диапазон диаметров для подбора, минимальное расстояние в свету между стержнями и тд.
2. Автоматическое масштабирование рисунка

Скриншоты старого отчета:

| Внешние усилия | Рассчет |
|---|---------|
| Изгибающий момент от полной нагрузки (т·м): | |
| Продольная растягивающая сила (т): | |
| Геометрические характеристики сечения и элемента | |
| Ширина сечения (см): | |
| Высота сечения (см): | |
| Защитный слой бетона растянутой арматуры (см): | |
| Защитный слой бетона менее растянутой арматуры (см): | |
| Площадь растянутой арматуры (см²): | |
| Площадь менее растянутой арматуры (см²): | |
| Характеристики арматуры и бетона | |
| Класс арматуры: | |
| Класс бетона на сжатие: | |
| Коэффициент условий работы γ_{bi} : | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Расчет PDF | |

Проверка прочности внецентренно растянутых элементов

Методика расчета принята согласно СП 63.13330.2012, п.8.1.19. Сечение прямоугольное. Эксцентриситет в одной плоскости. Арматура расположена у противоположных граней сечения. Нагрузка рассматривается как временная. Проверка прочности прямоугольных сечений при внецентренном растяжении выполняется исходя из условия: $N e \leq M_{ult}$

Исходные данные $M = 5 \text{ т} \cdot \text{м}$, $N = 2 \text{ т}$, $b = 50 \text{ см}$, $h = 70 \text{ см}$, $a = 5 \text{ см}$, $a' = 5 \text{ см}$, $h_0 = 65 \text{ см}$, $A_s = 25,00 \text{ см}^2$, $A'_s = 25,00 \text{ см}^2$, бетон класса В40, $\gamma_{bi} = 1,00$; $R_b = 22 \cdot 1,00 = 22,00 \text{ МПа}$, $\varepsilon_{2b} = 0,0035$, арматура класса А240, $R_s = 210 \text{ МПа}$, $R_{sc} = 210 \text{ МПа}$, $\varepsilon_{s,el} = 0,00105$,

Расчет.

$$e' = \frac{M}{N} = \frac{5}{2} \cdot 100 = 250,00 \text{ см},$$

$$e' = \frac{h_0 - a'}{2} + e_o = \frac{60}{2} + 250,00 = 280,00 \text{ см},$$

$$e' = 280,00 \text{ см} > h_0 - a' = 65 - 5 = 60 \text{ см},$$

Продольная сила приложена за пределами расстояния между равнодействующими усилий в арматуре:

$$e = h_0 - a - e' = 65 - 5 - 280,00 = 220 \text{ см},$$

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s - N}{R_b \cdot b \gamma_b} = \frac{210 \cdot 25 - 210 \cdot 25 - 20}{22 \cdot 1 \cdot 50} = 0 \text{ см} \neq 0,$$

Так как высота сжатой зоны меньше нуля, проверку выполняем по условиям (8.20) б (8/21)

$$M_{ult} = R_s A'_s (h_0 - a') = 2,1 \cdot 25 \cdot (0,65 - 0,05) = 31,5 \text{ тс} \cdot \text{м},$$

$$M'_{ult} = R_s A_s (h_0 - a') = 2,1 \cdot 25 \cdot (0,65 - 0,05) = 31,5 \text{ тс} \cdot \text{м},$$

$$N e' = 2 \cdot 280 = 5,6 \text{ тс} \cdot \text{м} \leq M_{ult} = 31,5 \text{ тс} \cdot \text{м},$$

$$N e = 2 \cdot 220 = 4,4 \text{ тс} \cdot \text{м} \leq M_{ult} = 31,5 \text{ тс} \cdot \text{м},$$

Вывод. Условия (8.20) и (8.21) выполняются. Прочность обеспечена

Запас прочности растянутой арматуры 530%.

Запас прочности менее растянутой арматуры 530%