

1 Прочность при изгибе

Версия по состоянию на 2014-02-14.

1.1 Алгоритм проверки прямоугольного сечения

Напряженное состояние: изгиб. Сечение: нормальное, прямоугольное. Проверка выполняется согласно п.п. 8.1.8, 8.1.9, 8.1.12, 8.1.13 СП 63.13330.2012.

Дано: $M, R_b, b, h, a, a', R_s, R_{sc}, A_s, A'_s$;

Задача: Определить M_{ult} и проверить условие прочности;

- 1: $h_0 := h - a$;
- 2: **if** $R_s A_s \neq R_{sc} A'_s$ {несимметричное армирование} **then**
- 3: $x := \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b}$; {высота сжатой зоны}
- 4: $\xi := x/h_0$;
- 5: По отдельному алгоритму вычислить величину ξ_R ;
- 6: **if** $\xi > \xi_R$ **then**
- 7: $x := \xi_R h_0$;
- 8: $M_{ult} := R_b b x (h_0 - 0.5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$;
- 9: **else** {при $R_s A_s = R_{sc} A'_s$ т.е. симметричное армирование}
- 10: $x := \frac{R_s A_s}{R_b b}$; {высота сжатой зоны без учета сжатой арматуры}
- 11: **if** $x < 2a'$ **then**
- 12: $M_{ult} := R_s A_s (h_0 - 0.5x)$;
- 13: **else**
- 14: $M_{ult} := R_s A_s (h_0 - a')$;
- 15: **if** $M \leq M_{ult}$ **then**
- 16: Условие выполняется, прочность обеспечена **выход**;
- 17: **else**
- 18: Условие не выполняется, прочность не обеспечена **выход**;

1.2 Алгоритм вычисления ξ_R

Величина ξ_R определяется согласно п.п. 8.1.5, 8.1.6 СП 63.13330.2012, кроме того величина ε_{b2} определяется согласно п. 6.1.20 и табл. 6.10.

Дано: Класс бетона B , R_s, E_s , вид бетона (тяжелый/мелкозернистый), продолжительность нагрузки (продолжительная/непродолжительная), влажность среды φ ($> 75\%$, $40 \div 75\%$, $< 40\%$);

Задача: Определить ξ_R ;

- 1: $\varepsilon_{s,el} := R_s/E_s$; {деформация арматуры при напряжениях R_s }
- 2: **if** нагрузка непродолжительная **then**
- 3: ε_{b2} определяется по таблице в зависимости от класса бетона B ;
- 4:

B	≤ 60	70	80	90	100
ε_{b2}	0.035	0.0033	0.00313	0.00297	0.0028
- 5: **else** {продолжительное действие нагрузки}
- 6: ε_{b2} определяется по таблице в зависимости от влажности среды φ ;
- 7:

φ	$> 75\%$	$40 \div 75\%$	$< 40\%$
ε_{b2}	0.0042	0.0048	0.0056
- 8: **if** $B \geq 70$ **then**
- 9: $\varepsilon_{b2} := \varepsilon_{b2} \frac{270 - B}{210}$;
- 10: **if** $70 \leq B \leq 100$ или бетон мелкозернистый **then**
- 11: $\xi_R := \frac{0.7}{1 + \varepsilon_{s,el}/\varepsilon_{b2}}$;
- 12: **else** { $B \leq 60$ и бетон тяжелый}
- 13: $\xi_R := \frac{0.8}{1 + \varepsilon_{s,el}/\varepsilon_{b2}}$;

1.3 Алгоритм проверки таврового сечения

Напряженное состояние: изгиб. Сечение: нормальное, тавровое либо двутавровое рассматриваемое как тавровое. Проверка выполняется согласно п.п. 8.1.8, 8.1.10, 8.1.11 (данный пункт учитывается косвенно, напрямую в алгоритме уточнения ширины полки), 8.1.12, 8.1.13 СП 63.13330.2012.

Дано: $R_b, b, b'_f, h, h'_f, a, a', R_s, R_{sc}, A_s, A'_s$;

Задача: Определить M_{ult} и проверить условие прочности;

- 1: $h_0 := h - a$;
- 2: Уточнить значение b'_f по отдельному алгоритму;
- 3: **if** $R_s A_s \leq R_b b'_f + R_{sc} A'_s$ т.е. граница проходит в полке **then**
- 4: {Далее алгоритм как для прямоугольного сечения, подразумевая b'_f вместо b }
- 5: **if** $R_s A_s \neq R_{sc} A'_s$ {несимметричное армирование} **then**
- 6: $x := \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b'_f}$; {высота сжатой зоны}
- 7: $\xi := x/h_0$;
- 8: По отдельному алгоритму вычислить величину ξ_R ;
- 9: **if** $\xi > \xi_R$ **then**
- 10: $x := \xi_R h_0$;
- 11: $M_{ult} := R_b b'_f x (h_0 - 0.5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$;
- 12: **else** {при $R_s A_s = R_{sc} A'_s$ т.е. симметричное армирование}
- 13: **if** $\frac{R_s A_s}{R_b b'_f} < 2a'$ **then**
- 14: $M_{ult} := R_s A_s (h_0 - 0.5x)$;
- 15: **else**
- 16: $M_{ult} := R_s A_s (h_0 - a')$;
- 17: {Конец алгоритма как для прямоугольного сечения}
- 18: **else** { $R_s A_s > R_b b'_f + R_{sc} A'_s$ т.е. граница заходит на стенку}
- 19: {Далее алгоритм как для тавра, здесь случай симметричного армирования не реализуется}
- 20: $x := \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s - R_b (b'_f - b)}{R_b b}$; {высота сжатой зоны}
- 21: $\xi := x/h_0$;
- 22: По отдельному алгоритму вычислить величину ξ_R ;
- 23: **if** $\xi > \xi_R$ **then**
- 24: $x := \xi_R h_0$;
- 25: $M_{ult} := R_b b x (h_0 - 0.5x) + R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0.5h'_f) + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$;
- 26: {Конец алгоритма как для тавра}
- 27: **if** $M \leq M_{ult}$ **then**
- 28: Условие выполняется, прочность обеспечена **выход**;
- 29: **else**
- 30: Условие не выполняется, прочность не обеспечена **выход**;

1.4 Алгоритм уточнения ширины полки таврового сечения

П. 8.1.11 СП 63.13330.2012 накладывает ряд ограничений на ширину полки таврового сечения которая затем будет учитываться в расчете.

Дано: b'_f, b, ℓ, h'_f, h характер сечения: плита с продольными ребрами (расстояние между ними в свету $\ell_{\text{прод}}$) либо отдельная балка с консольными свесами, наличие поперечных ребер и расстояние между ними $\ell_{\text{попер}}$;

Задача: Уточнить значение b'_f ;

- 1: $b'_{\text{св}} := (b'_f - b)/2$; $\{b'_{\text{св}} - \text{ширина свеса полки в каждую сторону}\}$
- 2: **if** $b'_{\text{св}} > \ell/6$ **then**
- 3: $b'_{\text{св}} := \ell/6$;
- 4: **if** Свесы неконсольные т.е. плита с продольными ребрами **then**
- 5: **if** Есть поперечные ребра и $b'_{\text{св}} > 0.5\ell_{\text{прод}}$ **then**
- 6: $b'_{\text{св}} := 0.5\ell_{\text{прод}}$; $\{\ell_{\text{прод}} - \text{расстояние в свету между продольными ребрами}\}$
- 7: **if** $h'_f \geq 0.1h$ и $b'_{\text{св}} > 0.5\ell_{\text{прод}}$ **then**
- 8: $b'_{\text{св}} := 0.5\ell_{\text{прод}}$;
- 9: **if** Нет поперечных ребер и $h'_f < 0.1h$ и $b'_{\text{св}} > 6h'_f$ **then**
- 10: $b'_{\text{св}} := 6h'_f$;
- 11: **if** Есть поперечные ребра и $\ell_{\text{попер}} > \ell_{\text{прод}}$ и $b'_{\text{св}} > 6h'_f$ **then**
- 12: $b'_{\text{св}} := 6h'_f$;
- 13: **if** Свесы консольные **then**
- 14: **if** $h'_f > 0.1h$ и $b'_{\text{св}} > 6h'_f$ **then**
- 15: $b'_{\text{св}} := 6h'_f$;
- 16: **if** $0.05h \leq h'_f < 0.1h$ и $b'_{\text{св}} > 3h'_f$ **then**
- 17: $b'_{\text{св}} := 3h'_f$;
- 18: **if** $h'_f < 0.05h$ **then**
- 19: $b'_{\text{св}} := 0$; $\{\text{свесы не учитываются}\}$
- 20: $b'_f := 2b'_{\text{св}} + b$;