



Расчет анкеров

Концепция безопасности	38
Метод расчета	38
Использование расчетных таблиц	38
Расчетные действия	39
Необходимые проверки условий безопасности	40
Примеры	40
Анкер Zykon FZA	46
Анкер Zykon FZA-D	58
Анкер Zykon FZA-I	70
Забивной анкер Zykon FZEA	80
Анкерный болт FAZ	92
Высокоэффективный анкер FH / FHA	104
Анкерный болт FBN	116
Клиновой анкер EXA	130
Анкер для высоких нагрузок TA M	140
Фасадный (удлиненный) дюбель SXS	150
Химический анкер FHB II	160
Химический анкер R (Eurobond)	172
Инъекционный состав FIS V / FIS VS	184
Инъекционный состав FIS V / FIS VS с арматурными прутками	196
Химический анкер UKA 3	208
Химический состав UPM 44	220
Инъекционный состав FIS EM	232
Инъекционный состав FIS EM с арматурными прутками	244

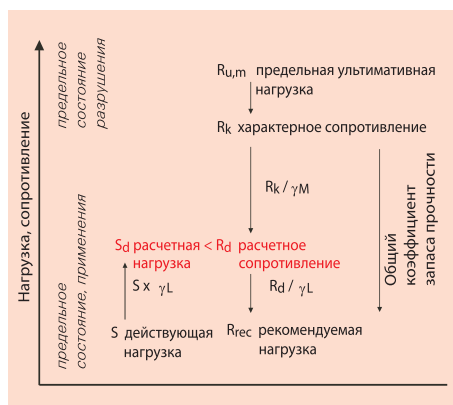
4



Расчет анкеров

Концепция безопасности

В данном техническом справочнике используется концепция частичного коэффициента запаса прочности. В рамках этой концепции хорошо известный общий коэффициент запаса прочности разделен на два частичных коэффициента, а именно на частичный коэффициент запаса прочности по материалам γ_M и частичный коэффициент запаса прочности по действующим нагрузкам γ_L .



Частичные коэффициенты запаса прочности по нагрузкам γ_L учитывают неопределенность и разброс постоянных и переменных нагрузок. Частичные коэффициенты запаса прочности по материалам γ_M учитывают неопределенность и разброс показателей прочности материала, а именно несущей способности крепления. Частичные коэффициенты запаса прочности по материалам зависят от коэффициента безопасности при монтаже и вида разрушения (например, разрушение по стали, разрушение в результате выдергивания, разрушение по конусу бетона).

Метод расчета

Для того чтобы достичь оптимальных характеристик анкеров и одновременно получить экономичную конструкцию, необходимо рассмотреть два аспекта – направление действия нагрузки и вид разрушения. В настоящее время этот способ расчета креплений называется методом Concrete Capacity (несущая способность бетона) (СС-метод). Преимуществами данного метода расчета является:

- Учет разных видов разрушения крепления и соответствующих величин несущей способности.

- Коэффициенты запаса прочности, которые относятся к разным видам разрушения различаются между собой.

Используемый метод расчета основан на СС-методе. При этом СС-метод был упрощен, с тем, чтобы инженеры могли просто и быстро решать возникающие вопросы расчета в процессе своей ежедневной практической деятельности.

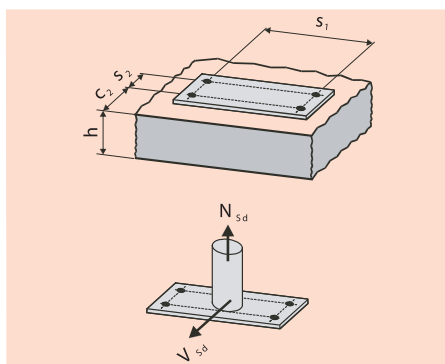
Использование расчетных таблиц

Ниже объясняется используемый в данном справочнике метод расчета на основе рассмотрения типичной проблемы крепления.

- Группа из 4 анкеров,
 $s_1 = 180$ мм, $s_2 = 190$ мм, $c_2 = 80$ мм
- Нерастянутый бетон, C20/25, толщина конструктивного элемента $h = 250$ мм
- Тип анкера FH 15 gvz (оцинкованная сталь)
- Действующие нагрузки (рабочие нагрузки)

$$N_G = 3 \text{ кН} \quad N_Q = 5 \text{ кН}$$

$$V_G = 7 \text{ кН} \quad V_Q = 3 \text{ кН}$$



- Индексом G обозначены постоянные действующие нагрузки
- Индексом Q обозначены переменные (например ветровые) действующие нагрузки

4

Расчет анкеров

Расчетные действия

При расчете учитываются частичный коэффициент запаса прочности $\gamma_{L,G} = 1,35$ для постоянных нагрузок и частичный коэффициент запаса прочности $\gamma_{L,Q} = 1,5$ для переменных нагрузок (коэффициенты запаса прочности могут изменяться для разных стран). Принимая равномерное распределение нагрузки на все 4 анкера из группы креплений, получим.

$$N_{Sd}^h = \frac{N_{S,G} \cdot \gamma_{L,G} + N_{S,Q} \cdot \gamma_{L,Q}}{n} = \frac{3,0 \text{ кН} \cdot 1,35 + 5,0 \text{ кН} \cdot 1,5}{4} = 2,9 \text{ кН}$$

$$V_{Sd}^h = \frac{V_{S,G} \cdot \gamma_{L,G} + V_{S,Q} \cdot \gamma_{L,Q}}{n} = \frac{4 \text{ кН} \cdot 1,35 + 3 \text{ кН} \cdot 1,5}{4} = 2,5 \text{ кН}$$

Но для проверки на разрушение по бетонной кромке только 2 наиболее нагруженных анкера принимаются в расчет.

$$V_{Sd,c}^h = \frac{V_{S,G} \cdot \gamma_{L,G} + V_{S,Q} \cdot \gamma_{L,Q}}{n_c} = \frac{4 \text{ кН} \cdot 1,35 + 3 \text{ кН} \cdot 1,5}{2} = 5,0 \text{ кН}$$

4

Прочность на растяжение

При растяжении могут возникать три вида разрушения (выдергивание анкера из бетона, разрушение бетона и разрушение стали). Каждое из этих видов разрушений рассматривается отдельно.

Вид разрушения крепления	Расчетное сопротивление нагрузке	Описание	См. табл.
разрушение по стали	$N_{Rd,s} = 30,7 \text{ кН}$	базовое значение расчет. сопротивления	4.1
выдергивание анкера	$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 = 18,0 \text{ кН}$	базовое значение расчет. сопротивления	4.2
разрушение бетона по конусу бетона	$N_{Rd,c}^0 = 21,6 \text{ кН}$	базовое значение расчет. сопротивления	4.3
	$f_{b,N} = 1,0$	влияние прочности бетона	4.3.1
	$f_{s1,N} = 0,93$	влияние осевого расстояния s_1	4.3.2.1
	$f_{s2,N} = 0,96$	влияние осевого расстояния s_2	4.3.2.1
	$f_{c1,N} = 0,82$	влияние краевого расстояния	4.3.2.2
	$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_{b,N} \cdot f_{s1} \cdot f_{s2} \cdot f_c = 15,8 \text{ кН}$		-
растрескивание бетона	$N_{Rd,c}^0 = N_{Rd,sp} = 21,6 \text{ кН}$	базовое значение расчет. сопротивления	4.3
	$f_{b,N} = 1,0$	влияние прочности бетона	4.3.1
	$f_{s1,sp} = 0,76$	влияние осевого расстояния s_1	4.3.3.1
	$f_{s2,sp} = 0,77$	влияние осевого расстояния s_2	4.3.3.1
	$f_{c2,sp} = 0,61$	влияние краевого расстояния	4.3.3.2
	$f_h = 1,47$	влияние толщины элемента	4.3.3.3
	$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_{b,N} \cdot f_{s1,sp} \cdot f_{s2,sp} \cdot f_{c2,sp} \cdot f_h = 11,3 \text{ кН}$		-
мин. расчетное сопротивление ($N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp}$)	$\min N_{Rd} = N_{Rd,sp} = 11,3 \text{ кН}$		-

Расчет анкеров

Прочность на сдвиг(срез)

При сдвиге могут возникнуть три вида разрушения, (разрушение по стали, отламывание края бетона и рычажное разрушение). Каждое из этих видов разрушений рассматривается отдельно.

Вид разрушения крепления	Расчетное сопротивление нагрузке	Описание	См.табл.
разрушение по стали	$V_{Rd,s} = 30.4 \text{ кН}$	базовое значение расчет. сопротивления	5.1
отламывание края бетона	$V_{Rd,c}^0 = 6.1 \text{ кН}$	базовое значение расчет. сопротивления	5.3
	$f_{b,V} = 1.0$	влияние прочности бетона	5.3.1
	$f_{\alpha,V} = 1.0$	Влияние направления нагрузки	5.3.2
	$f_{sc,V}^{\alpha=2} = 0.88$	влияние расстояния s_1	5.3.3.2
	$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_{b,V} \cdot f_{\alpha,V} \cdot f_{sc,V}^{\alpha=2} = 5.4 \text{ кН}$		-
рычажное разрушение	$V_{Rd,cp}^0 = 43.3 \text{ кН}$	базовое значение расчет. сопротивления	5.2
	$f_{b,V} = 1.0$	влияние прочности бетона	5.3.1
	$f_{s1,N} = 0.93$	влияние расстояния s_1	4.3.2.1
	$f_{s2,N} = 0.96$	влияние расстояния s_2	4.3.2.1
	$f_{c2,N} = 0.82$	влияние краевого расстояния	4.3.2.2
	$V_{Rd,cp} = V_{Rd,cp}^0 \cdot f_{b,N} \cdot f_{s1,N} \cdot f_{s2,N} \cdot f_{c1,N} = 31.7 \text{ кН}$		-
мин. расчетное сопротивление ($V_{Rd,s}; V_{Rd,c}; V_{Rd,cp}$)	$\min V_{Rd} = V_{Rd,cp} = 5.4 \text{ кН}$		-

4

Необходимые проверки безопасности

$$S_d \leq R_d$$

Растягивающая нагрузка:

$$N^h_{Sd} = 2.9 \text{ кН} \\ \leq \min N_{Rd} \\ = 11.3 \text{ кН} \quad \checkmark$$

Поперечная нагрузка:

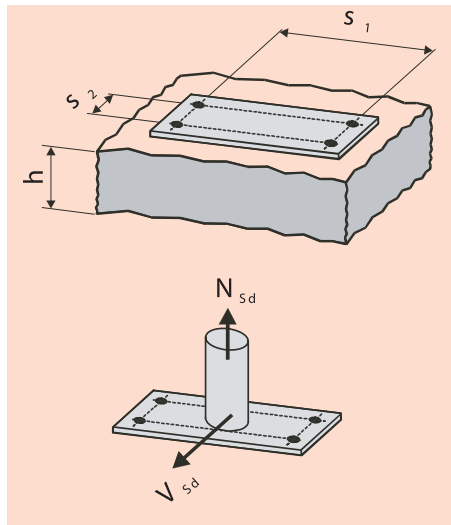
$$V^h_{Sd,c} = 5.0 \text{ кН} \\ \leq \min V_{Rd} \\ = 5.4 \text{ кН} \quad \checkmark$$

Комбинация тяговой и поперечной сил:

$$(N^h_{Sd}/N_{Rd}) + (V^h_{Sd}/V_{Rd}) \leq 1.2$$

$$(2.9/11.3) + (5.0/5.4) = 1.18 \leq 1.2 \quad \checkmark$$

Пример 1:



Расчет анкеров

Растягивающая сила:

$$N_{Sd} = 63.0 \text{ кН} \quad ^1)$$

$$N^h_{Sd} = 63.0 \text{ кН} / 4$$

$$= 15.8 \text{ кН} \quad (\text{одиночный анкер})$$

Поперечная нагрузка:

$$V_{Sd} = 45.0 \text{ кН} \quad ^1)$$

$$V^h_{Sd} = 45.0 \text{ кН} / 4$$

$$= 11.3 \text{ кН} \quad (\text{одиночный анкер})$$

¹⁾ составляющая нагрузки

Бетон:

Неразорванный (нерастянутый) бетон

Класс прочности бетона С 25/30

Толщина бетонного элемента $h = 250 \text{ мм}$

Осевые расстояния:

$$s_1 = 300 \text{ мм}; s_2 = 125 \text{ мм}$$

Краевые расстояния: -

Тип анкера:

FH 24 gvz (см страницы: 104 до 114)

Растягивающая нагрузка:

$$N_{Rd,s} = 83.3 \text{ кН} \quad (\text{см. таблицу FH: 4.1})$$

$$N_{Rd,p} = N^0_{Rd,p} \cdot f_{b,N}$$

$$N^0_{Rd,p} \quad (\text{см. таблицу FH: 4.2})$$

$$f_{b,N} \quad (\text{см. таблицу FH: 4.3.1})$$

$$N_{Rd,p} = 51.3 \cdot 1.10$$

$$N_{Rd,p} = 56.4 \text{ кН}$$

$$N_{Rd,c} = N^0_{Rd,c} \cdot f_{b,N} \cdot f_{s1} \cdot f_{s2}$$

$$N^0_{Rd,c} \quad (\text{см. таблицу FH: 4.3})$$

$$f_{b,N} \quad (\text{см. таблицу FH: 4.3.1})$$

$$f_s \quad (\text{см. таблицу FH: 4.3.2.1})$$

$$N_{Rd,c} = 51.7 \text{ кН} \cdot 1.1 \cdot 0.89 \cdot 0.66$$

$$N_{Rd,c} = 33.4 \text{ кН}$$

$$N_{Rd,sp} = N^0_{Rd,c} \cdot f_{b,N} \cdot f_{s1,sp} \cdot f_{s2,sp} \cdot f_h$$

$$N^0_{Rd,c} \quad (\text{см. таблицу FH: 4.3})$$

$$f_{b,N} \quad (\text{см. таблицу FH: 4.3.1})$$

$$f_s \quad (\text{см. таблицу FH: 4.3.2.1})$$

$$N_{Rd,sp} = 51.7 \text{ кН} \cdot 1.1 \cdot 0.74 \cdot 0.60 \cdot 1.0$$

$$N_{Rd,sp} = 25.3 \text{ кН}$$

Обобщение требуемых проверок:

$$N^h_{Sd} \leq (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

$$15.8 \text{ кН} < 25.3 \text{ кН} \quad \checkmark$$

Поперечная нагрузка:

$$V_{Rd,s} = 93.6 \text{ кН} \quad (\text{см. таблицу FH: 5.1})$$

$$V_{Rd,cp} = V^0_{Rd,cp} \cdot f_{b,v} \cdot f_{s1} \cdot f_{s2}$$

$$V^0_{Rd,cp} \quad (\text{см. таблицу FH: 5.2})$$

$$f_{b,v} \quad (\text{см. таблицу FH: 5.3.1})$$

$$f_s \quad (\text{см. таблицу FH: 4.3.2.1})$$

$$V_{Rd,cp} = 103.3 \text{ кН} \cdot 1.1 \cdot 0.89 \cdot 0.66$$

$$V_{Rd,cp} = 66.7 \text{ кН}$$

Обобщение требуемых проверок:

$$V^h_{Sd} \leq (V_{Rd,s}; V_{Rd,cp})$$

$$11.3 \text{ кН} < 66.7 \text{ кН} \quad \checkmark$$

Комбинация тяговой и поперечной нагрузок:

$$\frac{N^h_{Sd}}{N_{Rd}} + \frac{V^h_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1.2$$

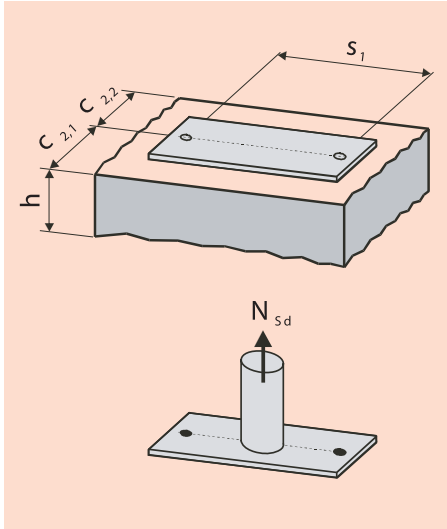
$$\frac{15.8 \text{ кН}}{25.3 \text{ кН}} + \frac{11.3 \text{ кН}}{66.7 \text{ кН}} \leq 1.2$$

$$0.79 < 1.2 \quad \checkmark$$

4

Расчет анкеров

Пример 2:



4

Растягивающая сила:
 $N_{Sd} = 12.0 \text{ кН}^1)$
 $N^h_{Sd} = 12.0 \text{ кН} / 2$
 $= 6.0 \text{ кН}$ (одиночный анкер)

¹⁾ составляющая нагрузки

Бетон:
 Нерастянутый бетон
 Класс прочности бетона С 20/25
 Толщина бетонного элемента $h = \infty$

Осевое расстояние: $s_1 = 125 \text{ мм}$
 Краевые расстояния: $c_{2,1} = 80 \text{ мм};$
 $c_{2,2} = 80 \text{ мм}$

Тип анкера:
FBN 12 A4 (см. страницы: с 116 до 128)
 $h_{ef} = 70 \text{ мм}$

Растягивающая нагрузка:
 $N_{Rd,s} = 24.7 \text{ кН}$ (см. таблицу FBN: 4.1)
 $N_{Rd,p} = N^0_{Rd,p} \cdot f_{b,N}$
 $N^0_{Rd,p}$ (см. таблицу FBN: 4.2)
 $f_{b,N}$ (см. таблицу FBN: 4.3.1)

$$N_{Rd,p} = 16.7 \cdot 1.0$$

$$N_{Rd,p} = 16.7 \text{ кН}$$

$$N_{Rd,c} = N^0_{Rd,c} \cdot f_{b,N} \cdot f_s \cdot f_{c2,1} \cdot f_{c2,2}$$

$$N^0_{Rd,c} \text{ (см. таблицу FBN: 4.3)}$$

$$f_{b,N} \text{ (см. таблицу FBN: 4.3.1)}$$

$$f_s \text{ (см. таблицу FBN: 4.3.2.1)}$$

$$f_c \text{ (см. таблицу FBN: 4.3.2.2)}$$

$$N_{Rd,c} = 19.7 \text{ кН} \cdot 1.0 \cdot 0.80 \cdot 0.82 \cdot 0.82$$

$$N_{Rd,c} = 10.6 \text{ кН}$$

$$N_{Rd,sp} = N^0_{Rd,c} \cdot f_{b,N} \cdot f_{s,sp} \cdot f_{c2,1,sp} \cdot f_{c2,2,sp} \cdot f_h$$

$$N^0_{Rd,c} \text{ (см. таблицу FBN: 4.3)}$$

$$f_{b,N} \text{ (см. таблицу FBN: 4.3.1)}$$

$$f_{s,sp} \text{ (фактор интерполирован в соответствии с таблицей FBN: 4.3.3.1)}$$

$$f_{c,sp} \text{ (см. таблицу: 4.3.3.2)}$$

$$f_h \text{ (см. таблицу: 4.3.3.3)}$$

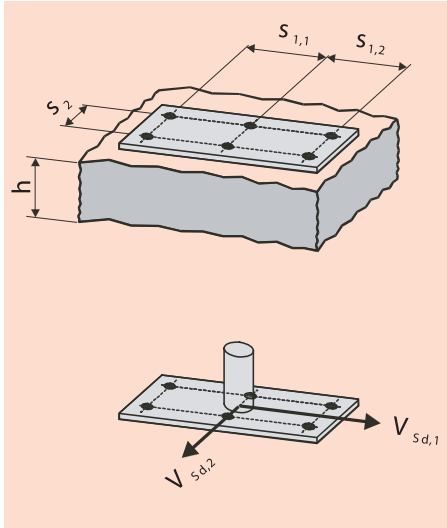
$$N_{Rd,sp} = 19.7 \text{ кН} \cdot 1.0 \cdot 0.72 \cdot 0.68 \cdot 0.68 \cdot 1.50$$

$$N_{Rd,sp} = 9.8 \text{ кН}$$

Обобщение требуемых проверок:
 $N^h_{Sd} \leq (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$
6.0 кН < 9.8 кН ✓

Расчет анкеров

Пример 3:



Поперечная нагрузка:

$$V_{Sd,1} = 225.0 \text{ кН}^{1)}$$

$$V_{Sd,2} = 150.0 \text{ кН}^{1)}$$

$$V_{Sd} = \sqrt{(225.0^2 \text{ кН} + 150.0^2 \text{ кН})}$$

$$= 270.4 \text{ кН}$$

$$V^h_{Sd} = 270.4 \text{ кН} / 6$$

$$= 45.1 \text{ кН}$$

¹⁾ составляющая нагрузки

Бетон:

Нерастянутый бетон

Класс прочности бетона С 30/37

Толщина бетона $h = 300 \text{ мм}$

Осевые расстояния:

$$s_{1,1} = 200 \text{ мм}; s_{1,2} = 200 \text{ мм};$$

$$s_2 = 200 \text{ мм}$$

Краевые расстояния: -

Тип анкера:

FHA 28 gvz (см. страницы: с 104 до 114)

Поперечная нагрузка:

$$V_{Rd,s} = 113.6 \text{ кН} \quad (\text{см. таблицу FH: 5.1})$$

$$V_{Rd,cp} = V^0_{Rd,cp} \cdot f_{b,V} \cdot f_{s1,1} \cdot f_{s1,2} \cdot f_{s2}$$

$$V^0_{Rd,cp} \quad (\text{см. таблицу FH: 5.2})$$

$$f_{b,V} \quad (\text{см. таблицу FH: 5.3.1})$$

$$f_s \quad (\text{см. таблицу FH: 4.3.2.1})$$

$$V_{Rd,cp} = 103.3 \text{ кН} \cdot 1.22 \cdot 0.76 \cdot 0.76 \cdot 0.76$$

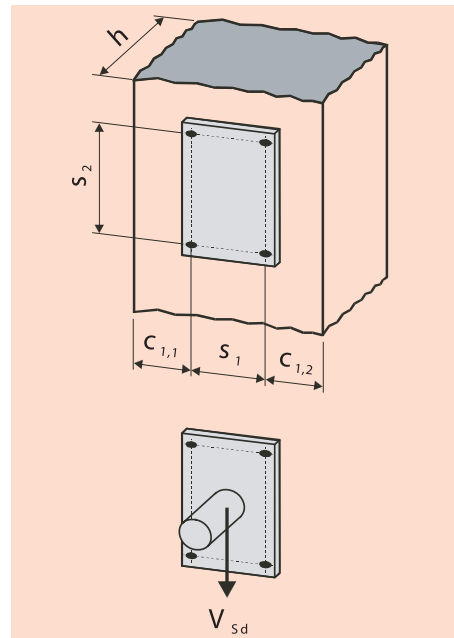
$$V_{Rd,cp} = 55.3 \text{ кН}$$

Обобщение требуемых проверок:

$$V^h_{Sd} \leq (V_{Rd,s}; V_{Rd,cp})$$

$$45.1 \text{ кН} < 55.3 \text{ кН} \quad \checkmark$$

Пример 4:



Поперечная нагрузка:

$$V_{Sd} = 195.0 \text{ кН}^{1)}$$

$$V^h_{Sd} = 195.0 \text{ кН} / 4$$

$$= 48.8 \text{ кН}$$

¹⁾ составляющая нагрузки

4

Расчет анкеров

Бетон:

Неразорванный (нерастянутый) бетон

Класс прочности бетона С 40/50

Толщина бетонного элемента $h = 500$ мм

Осевые расстояния:

$s_1 = 160$ мм; $s_2 = 250$ мм

Краевые расстояния:

$c_{1,1} = 175$ мм; $c_{1,2} = 175$ мм

Тип анкера:

RG M 20 A4 + R M 20 (см. страницы:
с 170 до 180)

Поперечная нагрузка:

$V_{Rd,s} = 55.0$ кН (см. таблицу R: 5.1)

$V_{Rd,cp} = V_{Rd,cp}^0 \cdot f_{b,V} \cdot f_{s1} \cdot f_{s2} \cdot f_{c1,1}$

$V_{Rd,cp}^0$ (см. таблицу R: 5.2)

$f_{b,V}$ (см. таблицу R: 5.3.1)

f_s (см. таблицу R: 4.3.2.1)

f_c (см. таблицу R: 4.3.2.2)

$V_{Rd,cp} = 149.1$ кН $\cdot 1.41 \cdot 0.74 \cdot 0.87 \cdot 1.0$

$V_{Rd,cp} = 135.3$ кН

$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_{b,V} \cdot f_{\alpha,V} \cdot f_{sc,V}^{n=2}$

$V_{Rd,c}^0$ (см. таблицу R: 5.3)

$f_{b,V}$ (см. таблицу R: 5.3.1)

$f_{\alpha,V}$ (см. таблицу R: 5.3.2)

$\alpha_V = 90^\circ$

$f_{sc,V}^{n=2}$ (см. таблицу R: 5.3.3.2)

$c / c_{min} \approx 2.0$

$s_2 / c_{min} \approx 3.0$

$V_{Rd,c} = 12.1$ кН $\cdot 1.41 \cdot 2.0 \cdot 2.12$

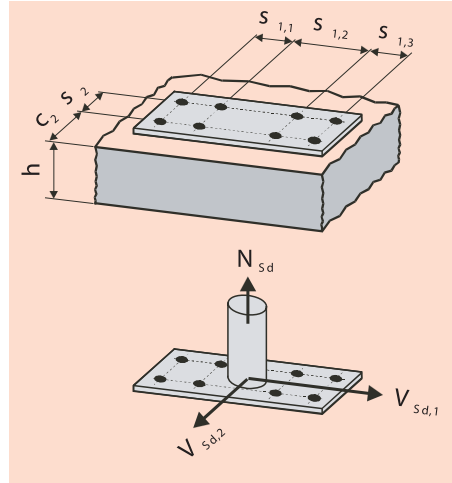
$V_{Rd,c} = 72.3$ кН

Обобщение требуемых проверок:

$V_{Sd}^n \leq (V_{Rd,s}; V_{Rd,cp}; V_{Rd,c})$

48.8 кН < 55.0 кН ✓

Пример 5:



Растягивающая нагрузка:

$N_{Sd} = 15.3$ кН¹⁾

$N^h_{Sd} = 15.3$ кН / 8

= 1.9 кН

Поперечные силы:

$V_{Sd,1} = 30.0$ кН¹⁾

$V_{Sd,2} = 6.0$ кН¹⁾

$V_{Sd} = \sqrt{(30.0^2 \text{ кН} + 6.0^2 \text{ кН})}$

= 30.6 кН

$V^h_{Sd} = 30.6$ кН / 8

= 3.8 кН

$V_{Sd,c} = \sqrt{[(0.5 \cdot 30.0)^2 \text{ кН} + 6.0^2 \text{ кН}]}$

= 16.2 кН

$V^h_{Sd,c} = 16.2$ кН / 4

= 4.0 кН

¹⁾ составляющая нагрузки

Бетон:

Растянутый (разорванный) бетон

Класс прочности бетона С 25/30

Толщина бетонного элемента $h = 200$ мм

4

Расчет анкеров

Осевые расстояния:

$$s_{1,1} = 80 \text{ мм}; s_{1,2} = 120 \text{ мм};$$

$$s_{1,3} = 80 \text{ мм}; s_2 = 80 \text{ мм}$$

Краевые расстояния:

$$c_2 = 120 \text{ мм}$$

Тип анкера:

FZA 18x100 M 12 D A4 (см. страницы: с 58 до 68)

Растягивающая нагрузка:

$$N_{Rd,s} = 31.6 \text{ кН (см. таблицу FZA-D: 4.1)}$$

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \cdot f_{b,N}$$

$$N_{Rd,p}^0 \text{ (см. таблицу FZA-D: 4.2)}$$

$$f_{b,N} \text{ (см. таблицу FZA-D: 4.3.1)}$$

$$N_{Rd,p} = 17.2 \cdot 1.1$$

$$N_{Rd,p} = 18.9 \text{ кН}$$

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_{b,N} \cdot f_{s1,1} \cdot f_{s1,2} \cdot f_{s2} \cdot f_c$$

$$N_{Rd,c}^0 \text{ (см. таблицу FZA-D: 4.3)}$$

$$f_{b,N} \text{ (см. таблицу FZA-D: 4.3.1)}$$

$$f_s \text{ (см. таблицу FZA-D: 4.3.2.1)}$$

$$f_c \text{ (см. таблицу FZA-D: 4.3.2.2)}$$

$$N_{Rd,c} = 17.2 \cdot 1.1 \cdot 0.67 \cdot 0.75 \cdot 0.67 \cdot 1.0$$

$$N_{Rd,c} = \mathbf{6.4 \text{ кН}}$$

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_{b,N} \cdot f_{s1,1,sp} \cdot f_{s1,2,sp} \cdot f_{s2,sp} \cdot f_{c,sp} \cdot f_h$$

$$N_{Rd,c}^0 \text{ (см. таблицу FZA-D: 4.3)}$$

$$f_{b,N} \text{ (см. таблицу FZA-D: 4.3.1)}$$

$$f_{s,sp} \text{ (см. таблицу FZA-D: 4.3.3.1)}$$

$$f_{c,sp} \text{ (см. таблицу FZA-D: 4.3.3.2)}$$

$$f_h \text{ (см. таблицу FZA-D: 4.3.3.3)}$$

$$N_{Rd,sp} = 17.2 \text{ кН} \cdot 1.1 \cdot 0.67 \cdot 0.75 \cdot 0.67 \cdot 1.0 \cdot 1.16$$

$$N_{Rd,sp} = 7.4 \text{ кН}$$

Обобщение требуемых проверок:

$$N^h_{Sd} \leq (N_{Rd,s}; N_{Rd,p}; N_{Rd,c}; N_{Rd,sp})$$

$$\mathbf{1.9 \text{ кН} < 6.4 \text{ кН} \checkmark}$$

Поперечная нагрузка:

$$V_{Rd,s} = 24.8 \text{ кН (см. таблицу FZA-D: 5.1)}$$

$$V_{Rd,cp} = V_{Rd,cp}^0 \cdot f_{b,V} \cdot f_{s1,1} \cdot f_{s1,2} \cdot f_{s2} \cdot f_c$$

$$V_{Rd,cp}^0 \text{ (см. таблицу FZA-D: 5.2)}$$

$$f_{b,V} \text{ (см. таблицу FZA-D: 5.3.1)}$$

$$f_s \text{ (см. таблицу FZA-D: 4.3.2.1)}$$

$$f_c \text{ (see table FZA-D: 4.3.2.2)}$$

$$V_{Rd,cp} = 34.3 \cdot 1.1 \cdot 0.67 \cdot 0.75 \cdot 0.67 \cdot 1.0$$

$$V_{Rd,cp} = 12.7 \text{ кН}$$

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_{b,V} \cdot f_{\alpha,V} \cdot f_{sc,V}^{n>2}$$

$$V_{Rd,c}^0 \text{ (см. таблицу FZA-D: 5.3)}$$

$$f_{b,V} \text{ (см. таблицу FZA-D: 5.3.1)}$$

$$\alpha_V \text{ (см. таблицу FZA-D: 5.3.2)}$$

$$\tan \alpha_V = 0.5 \cdot 30 \text{ кН} / 6 \text{ кН}$$

$$\alpha_V = 68^\circ$$

$$f_{sc,V}^{n>2} \text{ (see FZA-D: 5.3.3.3)}$$

толщина бетонного элемента

$$h \geq 1.5 \cdot c_2 = 180 \text{ мм}$$

и промежутки между анкерами:

$$s_{1,1}; s_{1,2}; s_{1,3} \leq 3 \cdot c_2 = 360 \text{ мм}$$

$$f_{sc,V}^{n>2} = \frac{3 \cdot c + s_{1,1} + s_{1,2} + s_{1,3}}{3 \cdot n \cdot c_{\min}} \cdot \sqrt{\frac{c}{c_{\min}}}$$

$$= \frac{3 \cdot 120 \text{ мм} + 80 \text{ мм} + 120 \text{ мм} + 80 \text{ мм}}{3 \cdot 4 \cdot 70 \text{ мм}} \cdot \sqrt{\frac{120 \text{ мм}}{70 \text{ мм}}}$$

$$= 1.0$$

$$V_{Rd,c} = 5.0 \text{ кН} \cdot 1.1 \cdot 1.19 \cdot 1.0$$

$$V_{Rd,c} = \mathbf{6.5 \text{ кН}}$$

Обобщение требуемых проверок:

$$V^h_{Sd} \leq (V_{Rd,s}; V_{Rd,cp}; V_{Rd,c})$$

$$\mathbf{4.0 \text{ кН} < 6.5 \text{ кН} \checkmark}$$

Сочетание растягивающей и поперечной нагрузок:

$$\frac{N^h_{Sd}}{N_{Rd}} + \frac{V^h_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1.2$$

$$\frac{1.9 \text{ кН}}{6.4 \text{ кН}} + \frac{4.0}{6.5} \leq 1.2$$

$$\mathbf{0.91 < 1.2 \checkmark}$$

4