



SONGLIM

Songlim Fastener Co., Ltd.

15, Geumhyeongyeongje-ro, Gasan-myeon, Pocheon-si, Gyunggi-Do, Republic of Korea

T 82-31-543-F.100 82-31-542-6477 www.withsl.co.kr

송림기업(주)
SONGLIM

松林企業株式會社

www.withsl.co.kr



ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

СОДЕРЖАНИЕ

COMFIX I-36 применение с анкерной шпилькой


| | |
|--|----|
| > Основные данные о нагрузке (для одиночного анкера) | 04 |
| > Данные для расчета | 08 |
| - Нагрузка растяжения | 08 |
| - Нагрузка сдвига | 11 |
| - Устойчивость к комбинированным нагрузкам растяжения и сдвига | 14 |
| - Время отверждения | 15 |

COMFIX I-36 применение с арматурой

| | |
|--|----|
| > Основные данные о нагрузке (для одиночного анкера) | 16 |
| > Данные для расчета | 22 |
| - Нагрузка растяжения | 22 |
| - Нагрузка сдвига | 26 |
| - Устойчивость к комбинированным нагрузкам растяжения и сдвига | 29 |

COMFIX I-36 ПРИМЕНЕНИЕ С АНКЕРНОЙ ШПИЛЬКОЙ

➔ Базовые данные по нагрузке (для одиночного анкера)

- Бетон без трещин
 - Монтаж анкера в соответствии с инструкцией
 - Отсутствие влияния краевого и межосевого расстояния и интервала
 -  Наименьшее сопротивление анкера по стали
 - Бетон $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$
 - Пористое основание
- Установка в направлении вниз и горизонтально
- Состояние бетона:
- Установка в сухой бетон и использование в сухом бетоне
- Температура бетона при температуре монтажа диапазон от +10°C~+30°C (менее +10C: отверждение)
 - Постоянная нагрузка: адгезивная прочность X 0,55



COMFIX I-36

> Технические данные

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Глубина установки (h_{ef} , мм ²) | 90 | 110 | 125 | 170 | 190 | 210 | 240 | 270 |
| Мин толщина основания (h_{min} , мм ²) | 120 | 140 | 165 | 220 | 250 | 270 | 300 | 340 |

> Механические свойства анкера

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|---|-----------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Предел прочности на растяжение f_{tk} N/mm ² ; | Grade 5.8 | 500 | 500 | 500 | 500 | 800 | 500 | 500 |
| | Grade 4.8 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Предел текучести f_{yk} N/mm ² | Grade 5.8 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| | Grade 4.8 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 |
| Площадь поперечного сечения (A_s , мм ²) | 58.0 | 84.3 | 157 | 245 | 303 | 353 | 459 | 561 |
| Момент сопротивления (W_{el} , мм ³) | 62.3 | 109 | 277 | 541 | 744 | 935 | 1387 | 1874 |

* KS B 0233 2005

> Среднее предельное сопротивление: бетон C21 ($f_{ck}=21 \text{ N/mm}^2$), анкер G 5.8

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 |
|--------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Растяжение N_{um} (kN) | 30.3 | 44.1 | 57.7 | 98.1 | 110.5 | 133.2 | 155.7 |
| Сдвиг V_{um} (kN) | 15.3 | 22.2 | 41.3 | 64.5 | 79.8 | 92.9 | 120.8 |

> Характерное сопротивление: бетон C21 ($f_{ck}=21 \text{ N/mm}^2$), анкер G 5.8

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Растяжение N_{Rk} (kN) | 19.8 | 29.0 | 37.7 | 64.1 | 72.2 | 87.1 | 101.8 | 127.2 |
| Сдвиг V_{Rk} (kN) | 14.5 | 21.1 | 39.3 | 61.3 | 75.8 | 88.3 | 114.8 | 140.3 |

> Расчетное сопротивление: бетон C21 ($f_{ck}=21 \text{ N/mm}^2$), анкер G 5.8

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Растяжение N_{Rd} (kN) | 9.4 | 13.8 | 18.0 | 30.5 | 34.4 | 41.5 | 48.5 | 60.6 |
| Сдвиг V_{Rd} (kN) | 11.6 | 16.9 | 31.4 | 49.0 | 60.6 | 70.6 | 91.8 | 112.2 |

» Рекомендованные нагрузки: бетон C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), анкер G 5.8

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|-----------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Растяжение N_R (kN) | 6.7 | 9.9 | 12.8 | 21.8 | 24.6 | 29.6 | 34.6 | 43.3 |
| Сдвиг V_R (kN) | 8.3 | 12.0 | 22.4 | 35.0 | 43.3 | 50.4 | 65.6 | 80.1 |

* С общим частичным запасом прочности для действия $\gamma = 1.4$

» Среднее предельное сопротивление: бетон C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), анкер G 4.8

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|--------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Растяжение N_{um} (kN) | 24.3 | 35.3 | 57.7 | 98.1 | 110.5 | 133.2 | 155.7 | 194.7 |
| Сдвиг V_{um} (kN) | 12.2 | 17.8 | 33.1 | 51.6 | 63.8 | 74.3 | 96.7 | 118.1 |

» Характерное сопротивление: бетон C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), анкер G 4.8

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Растяжение N_{Rk} (kN) | 19.8 | 29.0 | 37.7 | 64.1 | 72.2 | 87.1 | 101.8 | 127.2 |
| Сдвиг V_{Rk} (kN) | 11.6 | 16.9 | 31.4 | 49.0 | 60.6 | 70.6 | 91.8 | 112.2 |

» Расчетное сопротивление : бетон C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), анкер G 4.8

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|--------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Растяжение N_{Rd} (kN) | 9.4 | 13.8 | 18.0 | 30.5 | 34.4 | 41.5 | 48.5 | 60.6 |
| Сдвиг V_{Rd} (kN) | 9.3 | 13.5 | 25.1 | 39.2 | 48.5 | 56.5 | 73.4 | 89.8 |

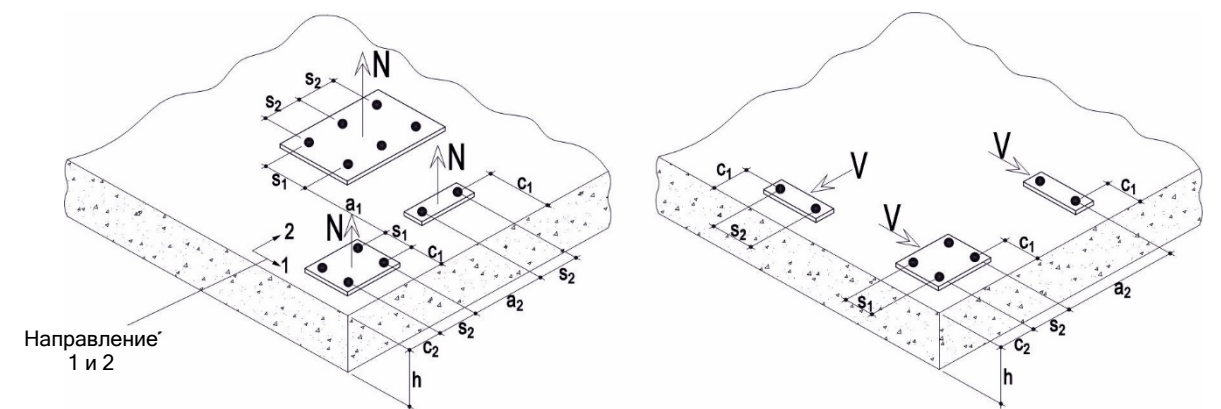
» Рекомендованные нагрузки : бетон C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), анкер G 4.8

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|-----------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| Растяжение N_R (kN) | 6.7 | 9.9 | 12.8 | 21.8 | 24.6 | 29.6 | 34.6 | 43.3 |
| Сдвиг V_R (kN) | 6.6 | 9.6 | 17.9 | 28.0 | 34.6 | 40.3 | 52.5 | 64.1 |

* С общим частичным запасом прочности для действия $\gamma = 1.4$

> Детали установки и критическое краевое расстояние

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 | |
|---|----------------|------------------------|-----|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Номинальный диаметр бура | d_0 | 12 | 14 | 18 | 25 | 26 | 28 | 32 | 35 |
| Диапазон эффективной глубины анкеровки и глубины отверстий | $h_{ef, \min}$ | 60 | 70 | 95 | 120 | 130 | 145 | 160 | 180 |
| | $h_{ef, \max}$ | 150 | 180 | 240 | 300 | 330 | 360 | 405 | 450 |
| Мин. толщина основания | h_{\min} | 120 | 140 | 165 | 220 | 250 | 270 | 300 | 300 |
| | | $h_{ef} + 30 \geq 100$ | | $h_{ef} + 2d_0$ | | | | | |
| Диаметр отверстия в прикрепляемом конструкционном элементе | d_f | 12 | 14 | 18 | 22 | 24 | 26 | 30 | 33 |
| Мин. межосевое расстояние | s_{\min} | 50 | 60 | 80 | 100 | 110 | 120 | 135 | 150 |
| Мин. краевое расстояние | c_{\min} | 50 | 60 | 80 | 100 | 110 | 120 | 135 | 150 |
| Критическое краевое расстояние для комбинированного сопротивления вытягивания и бетонному конусу | $c_{cr, N}$ | $1.5 h_{ef}$ | | | | | | | |
| Критическое расстояние между анкерами для комбинированного сопротивления вытягиванию и бетонному конусу | $s_{cr, N}$ | $2.0 c_{cr, N}$ | | | | | | | |



> Данные для расчета

■ Растягивающая нагрузка

Расчетное сопротивление растяжению для одного анкера составляет наименьшее значение из

$$N_{Rd} = \min(N_{Rd,p}, N_{Rd,s})$$

- Расчетное сопротивление разрушению при растягивающей нагрузке:

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \cdot f_{b,p} \cdot f_{h,p} \cdot f_{s,N} \cdot f_{ed,N} \cdot f_{st,N} \cdot f_{re,N}$$

- Расчетное сопротивление разрушению по стали:

$$N_{Rd,s}$$

> Расчетное комбинированное сопротивление растяжению и сопротивление разрушению бетонного конуса $N_{Rd,p}^0$

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|-------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| $N_{Rd,p}^0$ (кН) | 9.4 | 13.8 | 18.0 | 30.5 | 34.4 | 41.5 | 48.5 | 60.6 |
| $h_{ef,s}$ (мм) | 90 | 110 | 125 | 170 | 190 | 210 | 240 | 270 |

* Бетон C21, $f_{d,cube} = 21 \text{ N/mm}^2$

> Влияние прочности бетона на комбинированное сопротивление вытягиванию и сопротивление разрушению бетонного конуса: $f_{b,p}$

| Марка бетона | C21 | C24 | C27 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $f_{b,p}$ | 1.00 | 1.01 | 1.03 | 1.04 | 1.05 | 1.07 | 1.08 | 1.09 |

* f_{ck} : Прочность бетона на сжатие, измеренная на кубках со стороной 150 мм

> Влияние глубины анкерования на комбинированное сопротивление вырыву вытягиванию и бетонному конусу: $f_{h,p}$

$$f_{h,p} = h_{ef} / h_{ef,s} \quad \text{где:} \quad h_{ef,min} \leq h_{ef} \leq h_{ef,max}$$

» Коэффициент влияния расстояния от оси анкера до края бетона: $f_{s,N}$

| Краевое расстояние | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|--------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| 50 | 0.81 | | | | | | | |
| 60 | 0.83 | 0.81 | | | | | | |
| 80 | 0.88 | 0.85 | 0.83 | 6.82 | | | | |
| 100 | 0.92 | 0.88 | 0.86 | | | | | |
| 110 | 0.94 | 0.90 | 0.88 | 0.83 | 0.82 | | | |
| 120 | 0.97 | 0.92 | 0.89 | 0.84 | 0.83 | 0.81 | | |
| 135 | 1.00 | 0.95 | 0.92 | 0.86 | 0.84 | 0.83 | 0.81 | |
| 150 | | 0.97 | 0.94 | 0.88 | 0.86 | 0.84 | 0.83 | 0.81 |
| 165 | | 1.00 | 0.96 | 0.89 | 0.87 | 0.86 | 0.84 | 0.82 |
| 190 | | | 1.00 | 0.92 | 0.90 | 0.88 | 0.86 | 0.84 |
| 255 | | | | 1.00 | 0.97 | 0.94 | 0.91 | 0.89 |
| 285 | | | | | 1.00 | 0.97 | 0.94 | 0.91 |
| 315 | $f_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$ $c \geq c_{min}$ | | | | | 1.00 | 0.96 | 0.93 |
| 360 | | | | | | | 1.00 | 0.97 |
| 405 | | | | | | | | 1.00 |

» Влияние расстояния от оси анкера до края бетона $f_{ed,N}$

| Краевое расстояние | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|--------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
| 50 | 0.69 | | | | | | | |
| 60 | 0.72 | 0.68 | | | | | | |
| 80 | 0.80 | 0.74 | 0.71 | | | | | |
| 100 | 0.87 | 0.80 | 0.77 | 0.70 | | | | |
| 110 | 0.91 | 0.83 | 0.79 | 0.72 | 0.69 | | | |
| 120 | 0.94 | 0.86 | 0.82 | 0.74 | 0.71 | 0.69 | | |
| 135 | 1.00 | 0.91 | 0.86 | 0.76 | 0.74 | 0.71 | 0.69 | |
| 150 | | 0.95 | 0.90 | 0.79 | 0.76 | 0.74 | 0.71 | 0.69 |
| 165 | | 1.00 | 0.94 | 0.82 | 0.79 | 0.76 | 0.73 | 0.70 |
| 190 | | | 1.00 | 0.87 | 0.83 | 0.80 | 0.76 | 0.73 |
| 255 | | | | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.81 |
| 285 | | | | | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.85 |
| 315 | $f_{ed,N} = 0.5 + 0.5 \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$ $c \geq c_{min}$ | | | | | 1.00 | 0.94 | 0.89 |
| 360 | | | | | | | 1.00 | 0.94 |
| 405 | | | | | | | | 1.00 |

> Влияние осевого расстояния между анкерами: $f_{sl,N}$

| Расстояние между анкерами | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 | |
|---------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 50 | 0.59 | | | | | | | | |
| 60 | 0.61 | 0.59 | | | | | | | |
| 80 | 0.65 | 0.62 | 0.61 | | | | | | |
| 100 | 0.69 | 0.65 | 0.63 | 0.60 | | | | | |
| 110 | 0.70 | 0.67 | 0.65 | 0.61 | 0.60 | | | | |
| 120 | 0.72 | 0.68 | 0.66 | 0.62 | 0.61 | 0.60 | | | |
| 135 | 0.75 | 0.70 | 0.68 | 0.63 | 0.62 | 0.61 | 0.59 | | |
| 150 | 0.78 | 0.73 | 0.70 | 0.65 | 0.63 | 0.62 | 0.60 | 0.59 | |
| 270 | 1.00 | 0.91 | 0.86 | 0.76 | 0.74 | 0.71 | 0.69 | 0.67 | |
| 330 | | 1.00 | 0.94 | 0.82 | 0.79 | 0.76 | 0.73 | 0.70 | |
| 375 | | | 1.00 | 0.87 | 0.83 | 0.80 | 0.76 | 0.73 | |
| 510 | | | | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.81 | |
| 570 | | | | | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | |
| 630 | $f_{sl,N} = 0.5 + 0.5 \frac{s}{s_{cr,N}} \leq 1$ $s \geq s_{min}$ | | | | | 1.00 | 0.94 | 0.89 | |
| 720 | | | | | | | | 1.00 | 0.94 |
| 810 | | | | | | | | | |

> Коэффициент выкрашивания оболочки: $f_{re,N}$

| h_{ef} (mm) | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| $f_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$ | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 1.00 |

* Если в зоне анкерки имеется арматура с шагом ≥ 150 мм или диаметром ≤ 10 мм и шагом ≥ 100 мм, то независимо от глубины анкерки может применяться коэффициент скалывания оболочки $\Psi_{re,N} = 1,0$.

> Расчетное сопротивление разрушению по стали: $N_{Rd,s}$

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|---------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| $N_{Rd,s}$ Марка 5.8 (kN) | 19.3 | 28.1 | 52.3 | 81.7 | 101.0 | 117.7 | 153.0 | 187.0 |
| $N_{Rd,s}$ Марка 4.8 (kN) | 15.5 | 22.5 | 41.9 | 65.3 | 80.8 | 94.1 | 122.4 | 149.6 |

* KS B 0233 2005



■ Сдвиг

- Расчетное сопротивление на сдвиг для одного анкера составляет наименьшее значение из:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,c}, V_{Rd,cp}, V_{Rd,s})$$

-- Расчетное сопротивление разрушению кромки бетона:

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_{b,v} \cdot f_{\alpha,v} \cdot f_{h,v} \cdot f_{sc,v} \cdot f_{s,v}$$

- Расчетное сопротивление разрушению на скол бетона:

$$V_{Rd,cp} = k \cdot N_{Rd,p}$$

- Расчетное сопротивление стали срезающему усилию:

$$V_{Rd,s}$$

> Расчетное сопротивление разрушению кромки бетона: $V_{Rd,c}^0$

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|-------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| $V_{Rd,c}^0$ (kN) | 5.4 | 7.5 | 11.7 | 17.5 | 20.7 | 24.1 | 29.5 | 35.5 |
| c_{min} (mm) | 50 | 60 | 80 | 100 | 110 | 120 | 135 | 150 |
| $h_{ef,s}$ (mm) | 90 | 110 | 125 | 170 | 190 | 210 | 240 | 270 |

* Бетон C21, $f_{ck} = 21$ N/mm

> Влияние прочности бетона: $f_{b,v}$

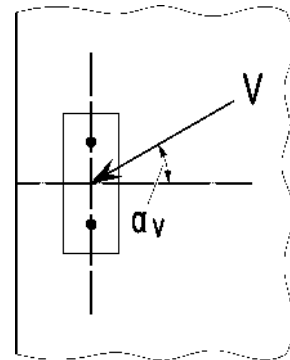
| Марка бетона | C21 | C24 | C27 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $f_{b,v}$ | 1.00 | 1.07 | 1.13 | 1.20 | 1.29 | 1.38 | 1.46 | 1.54 |

* f_{ck} : прочность бетона на сжатие, измеренная на кубках со стороной 150 мм

> Влияние направления сдвиговой нагрузки $f_{\alpha,V}$

| Угол α_V [°] | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $f_{\alpha,V}$ | 1.00 | 1.01 | 1.05 | 1.13 | 1.24 | 1.40 | 1.64 | 1.97 | 2.32 | 2.50 |

$$f_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + \left(\frac{\sin \alpha_V}{2.5}\right)^2}} \geq 1.0$$



> Влияние толщины элемента: $f_{h,V}$

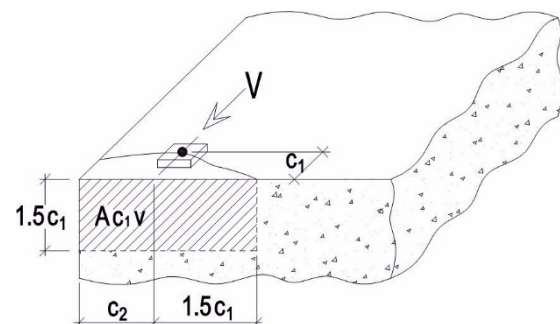
| h/c_1 ($h < 1.5c_1$) | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.5 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| $f_{h,V} = \sqrt{\frac{h}{1.5c_1}}$ | 0.45 | 0.58 | 0.68 | 0.77 | 0.86 | 0.93 | 1.00 |

> Влияние расстояния до кромки: $f_{s,V}$

| c_2/c_1 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.5 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| $f_{ed,V}$ | 0.76 | 0.80 | 0.84 | 0.88 | 0.92 | 0.96 | 1.00 |

для $c_2 < 1.5c_1$

$$f_{s,V} = 0.7 + \frac{c_2}{1.5c_1} \leq 1$$



> Коэффициент влияния расстояния между анкерами и краевого расстояния на краевое сопротивление бетона: $f_{sc,V}$

| | Группа из двух анкеров c_1/c_{\min} | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.0 | 3.2 | 3.4 | 3.6 | 3.8 | 4.0 | | | |
| Один анкер | 1.00 | 1.31 | 1.66 | 2.02 | 2.41 | 2.83 | 3.26 | 3.72 | 4.19 | 4.69 | 5.20 | 5.72 | 6.27 | 6.83 | 7.41 | 8.00 | | | |
| 1.0 | 0.67 | 0.84 | 1.03 | 1.22 | 1.43 | 1.65 | 1.88 | 2.12 | 2.36 | 2.62 | 2.89 | 3.16 | 3.44 | 3.73 | 4.03 | 4.33 | | | |
| 1.5 | 0.75 | 0.93 | 1.12 | 1.33 | 1.54 | 1.77 | 2.00 | 2.25 | 2.50 | 2.76 | 3.03 | 3.31 | 3.60 | 3.89 | 4.19 | 4.50 | | | |
| 2.0 | 0.83 | 1.02 | 1.22 | 1.43 | 1.65 | 1.89 | 2.13 | 2.38 | 2.63 | 2.90 | 3.18 | 3.46 | 3.75 | 4.05 | 4.35 | 4.67 | | | |
| 2.5 | 0.92 | 1.11 | 1.32 | 1.54 | 1.77 | 2.00 | 2.25 | 2.50 | 2.77 | 3.04 | 3.32 | 3.61 | 3.90 | 4.21 | 4.52 | 4.83 | | | |
| 3.0 | 1.00 | 1.20 | 1.42 | 1.64 | 1.88 | 2.12 | 2.37 | 2.63 | 2.90 | 3.18 | 3.46 | 3.76 | 4.06 | 4.36 | 4.68 | 5.00 | | | |
| 3.5 | | 1.30 | 1.52 | 1.75 | 1.99 | 2.24 | 2.50 | 2.76 | 3.04 | 3.32 | 3.61 | 3.91 | 4.21 | 4.52 | 4.84 | 5.17 | | | |
| 4.0 | | | 1.62 | 1.86 | 2.10 | 2.36 | 2.62 | 2.89 | 3.17 | 3.46 | 3.75 | 4.05 | 4.36 | 4.68 | 5.00 | 5.33 | | | |
| 4.5 | | | | 1.96 | 2.21 | 2.47 | 2.74 | 3.02 | 3.31 | 3.60 | 3.90 | 4.20 | 4.52 | 4.84 | 5.17 | 5.50 | | | |
| 5.0 | | | | | 2.33 | 2.59 | 2.87 | 3.15 | 3.44 | 3.74 | 4.04 | 4.35 | 4.67 | 5.00 | 5.33 | 5.67 | | | |
| 5.5 | | | | | | 2.71 | 2.99 | 3.28 | 3.57 | 3.88 | 4.19 | 4.50 | 4.82 | 5.15 | 5.49 | 5.83 | | | |
| 6.0 | | | | | | | 2.83 | 3.11 | 3.41 | 3.71 | 4.02 | 4.33 | 4.65 | 4.98 | 5.31 | 5.65 | | | |
| 6.5 | | | | | | | | 3.24 | 3.54 | 3.84 | 4.16 | 4.47 | 4.80 | 5.13 | 5.47 | 5.82 | | | |
| 7.0 | | | | | | | | | 3.67 | 3.98 | 4.29 | 4.62 | 4.95 | 5.29 | 5.63 | 5.98 | | | |
| 7.5 | | | | | | | | | | 4.11 | 4.43 | 4.76 | 5.10 | 5.44 | 5.79 | 6.14 | | | |
| 8.0 | | | | | | | | | | | 4.57 | 4.91 | 5.25 | 5.59 | 5.95 | 6.30 | | | |
| 8.5 | | | | | | | | | | | | 5.05 | 5.40 | 5.75 | 6.10 | 6.47 | | | |
| 9.0 | | | | | | | | | | | | | 5.20 | 5.55 | 5.90 | 6.26 | | | |
| 9.5 | | | | | | | | | | | | | | 5.69 | 6.05 | 6.42 | | | |
| 10.0 | | | | | | | | | | | | | | | 6.21 | 6.58 | | | |
| 10.5 | | | | | | | | | | | | | | | | 6.74 | | | |
| 11.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.28 | | |
| 11.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.83 | |
| 12.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8.00 |

где, $f_{sc,V} = \frac{1}{2} \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0}$
 $c_1 \geq c_{\min}, s_2 \geq s_{\min}, h \geq 3c_1$
 $A_{c,V} = 4.5c_1^2, A_{c,V}^0 = (3c_1 + s_2) \times 1.5c_1$

> Расчетное разрушение отрыва бетона: $V_{Rd,cp}$

$$V_{Rd,cp} = k \cdot N_{Rd,p}$$

где,

$$k = 1 \quad h_{ef} < 60 \text{ mm}$$

$$k = 2 \quad h_{ef} \geq 60 \text{ mm}$$

> Расчетное сопротивление стали: $V_{Rd,s}$

| Размер анкера | M10 | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $V_{Rd,s}$ Марка 5.8 (kN) | 11.6 | 16.9 | 31.4 | 49.0 | 60.6 | 70.6 | 91.8 | 112.2 |
| $V_{Rd,s}$ Марка 4.8 (kN) | 9.3 | 13.5 | 25.1 | 39.2 | 48.5 | 56.5 | 73.4 | 89.8 |

* KS B 02332 2005

■ Время отверждения

| Температура материала основы | -5°C | 0°C | +10°C | +20°C | +30°C | +40°C |
|------------------------------|------|--------|--------|--------|-----------|--------|
| Рабочее время | 1 ч | 45 мин | 30 мин | 20 мин | 10 мин | 5 мин |
| Время отверждения | 12 ч | 8 ч | 4 ч | 2 ч | 1ч 30 мин | 50 мин |



■ Сопротивление комбинированным нагрузкам растяжения и сдвига

Для комбинированного растяжения и сдвига должно выполняться следующее уравнение.

$$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}}\right)^\alpha + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}}\right)^\alpha \leq 1$$

где, N_{Sd} : расчетное значение растягивающей нагрузки

V_{Sd} : расчетное значение нагрузки сдвига

N_{Rd} : расчетное значение сопротивления растяжению


V_{Rd} : расчетное значение сопротивления сдвигу

$\alpha = 2.0$: если N_{Rd} и V_{Rd} управляются разрушением стали

$\alpha = 1.5$: для всех других режимов разрушения

COMFIX I-36 ПРИМЕНЕНИЕ С АРМАТУРОЙ

▶▶ Базовые данные по нагрузкам (для одиночного анкера)

- Бетон без трещин
- Монтаж анкера в соответствии с инструкцией
- Отсутствует влияние краевого и межосевого расстояния
-  Наименьшее сопротивление анкера – по стали
- Бетон $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$
- Перфорированные отверстия

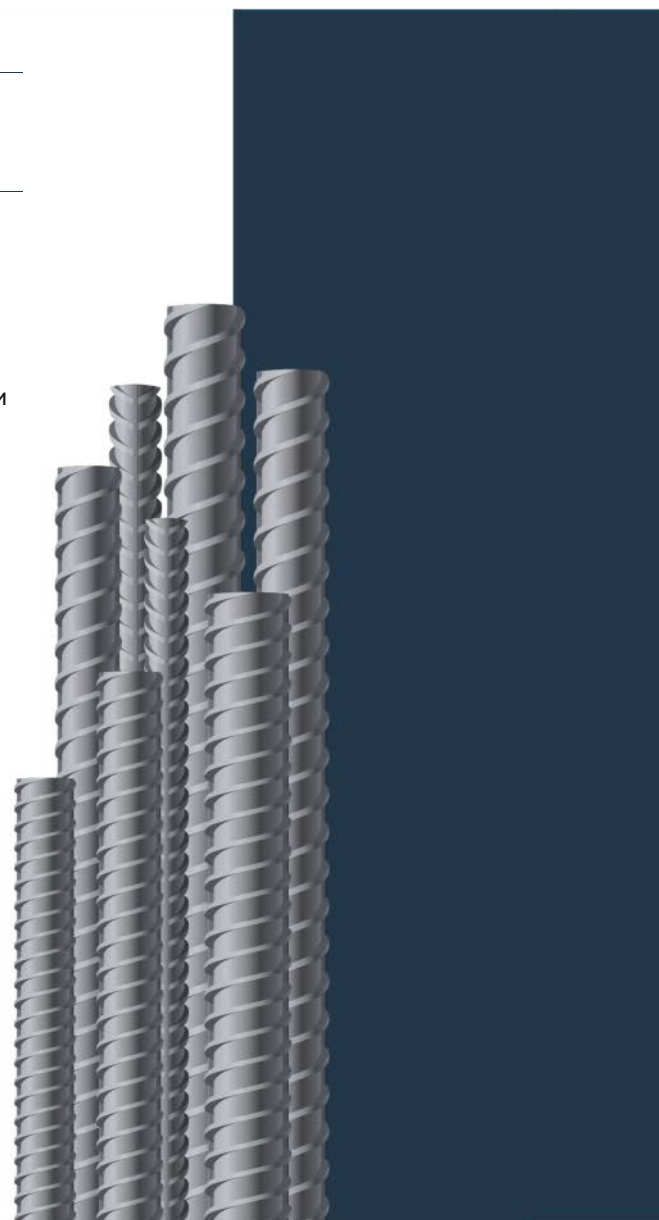
Установка в направлении вниз и горизонтально

-Состояние бетона:

Установка в сухой бетон и использование в сухом бетоне

- Температура бетона при температуре монтажа
диапазон от +10°C~+30°C (менее +10C: отверждение)

- Постоянная нагрузка: адгезивная прочность X 0,55



COMFIX I-36

» Технические данные

| Технические данные | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Глубина установки ($h_{ef,s}$, mm) | 90 | 110 | 125 | 170 | 190 | 210 | 240 | 270 |
| Мин. толщина основания (h_{min} , mm) | 120 | 140 | 165 | 220 | 250 | 270 | 310 | 350 |

» Механические свойства анкера

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 | |
|---|-----------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Предел прочности на растяжение (f_{tk} , N/mm ²) | SD500 | 항복강도의 1.15배 이상 | | | | | | | |
| | SD400 | 항복강도의 1.08배 이상 | | | | | | | |
| | SD300 | 항복강도의 1.08배 이상 | | | | | | | |
| Предел текучести (f_{tk} , N/mm ²) | SD500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | |
| | SD400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | |
| | SD300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | |
| Площадь поперечного сечения | (A_s , mm ²) | 71.33 | 126.7 | 198.6 | 286.5 | 387.1 | 506.7 | 642.4 | 794.2 |
| Момент сопротивления | (W_d , mm ³) | 85.0 | 201.2 | 394.8 | 684.0 | 1074 | 1609 | 2297 | 3157 |

* KS D 35042016

» Среднее предельное сопротивление: бетон C21 ($f_{ck}=21 \text{ N/mm}^2$),

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|--------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Растяжение V_{um} (kN) | 30.3 | 49.4 | 60.2 | 98.2 | 117.4 | 148.3 | 156.0 | 173.3 |
| Сдвиг N_{um} (kN) | 20.2 | 35.8 | 56.1 | 81.0 | 109.4 | 143.2 | 181.6 | 224.5 |

» Характерное сопротивление: бетон C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), SD500

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|--------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Растяжение N_{Rk} (kN) | 18.9 | 30.8 | 37.5 | 61.2 | 73.2 | 92.4 | 97.2 | 108.0 |
| Сдвиг V_{Rk} (kN) | 19.3 | 34.2 | 53.6 | 77.4 | 104.5 | 136.8 | 173.4 | 214.4 |

> Расчетное сопротивление: concrete C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), SD500

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Растяжение N_{Rd} (kN) | 9.0 | 14.7 | 17.9 | 29.1 | 34.8 | 44.0 | 46.3 | 51.4 |
| Сдвиг V_{Rd} (kN) | 12.8 | 22.8 | 35.7 | 51.6 | 69.7 | 91.2 | 115.6 | 143.0 |

> Рекомендованные нагрузки: бетон C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), SD500

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | A 9 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|-----------------------|-----|------|------|------|------|------|------|-------|
| Растяжение N_R (kN) | 6.4 | 10.5 | 12.8 | 20.8 | 24.9 | 31.4 | 33.1 | 36.7 |
| Сдвиг V_R (kN) | 9.2 | 16.3 | 25.5 | 36.8 | 49.8 | 65.1 | 82.6 | 102.1 |

* С общим частичным запасом прочности для действия: $\gamma = 1.4$

> Среднее предельное сопротивление: бетон C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), SD400

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|--------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Растяжение N_{um} (kN) | 30.3 | 49.4 | 60.2 | 98.2 | 117.4 | 148.3 | 156.0 | 173.3 |
| Сдвиг V_{um} (kN) | 17.2 | 30.5 | 47.8 | 69.0 | 93.2 | 122.0 | 154.7 | 191.3 |

> Характерное сопротивление: бетон C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), SD400

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Растяжение N_{Rk} (kN) | 18.9 | 30.8 | 37.5 | 61.2 | 73.2 | 92.4 | 97.2 | 108.0 |
| Shear V_{Rk} (kN) | 16.4 | 29.1 | 45.7 | 65.9 | 89.0 | 116.5 | 147.8 | 182.7 |

> Расчетное сопротивление: concrete C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), S4500

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Растяжение N_{Rd} (kN) | 9.0 | 14.7 | 17.9 | 29.1 | 34.8 | 44.0 | 46.3 | 51.4 |
| Shear V_{Rd} (kN) | 10.9 | 19.4 | 30.5 | 43.9 | 59.4 | 77.7 | 98.5 | 121.8 |

> Рекомендованные нагрузки : бетон C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), SD400

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|-----------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Растяжение N_R (kN) | 6.4 | 10.5 | 12.8 | 20.8 | 24.9 | 31.4 | 33.1 | 36.7 |
| Сдвиг V_R (kN) | 7.8 | 13.9 | 21.8 | 31.4 | 42.4 | 55.5 | 70.4 | 87.0 |

* С общим частичным запасом прочности для действия: $\gamma = 1.4$

> Среднее предельное сопротивление: бетон C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), SD300

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|--------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Растяжение N_{um} (kN) | 25.8 | 45.8 | 60.2 | 98.2 | 117.4 | 148.3 | 156.0 | 173.3 |
| Сдвиг V_{um} (kN) | 12.9 | 22.9 | 35.9 | 51.7 | 69.9 | 91.5 | 116.0 | 143.4 |

> Характерное сопротивление: бетон C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), SD300

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Растяжение N_{Rk} (kN) | 18.9 | 30.8 | 37.5 | 61.2 | 73.2 | 92.4 | 97.2 | 108.0 |
| Сдвиг V_{Rk} (kN) | 12.3 | 21.9 | 34.3 | 49.4 | 66.8 | 87.4 | 110.8 | 137.0 |

> Расчетное сопротивление: бетон C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), SD300

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|-----------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Tensile N_{Rk} (kN) | 9.0 | 14.7 | 17.9 | 29.1 | 34.8 | 44.0 | 46.3 | 51.4 |
| Shear V_{Rk} (kN) | 8.2 | 14.6 | 22.8 | 32.9 | 44.5 | 58.3 | 73.9 | 91.3 |

> Рекомендованные нагрузки : бетон C21 ($f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$), SD300

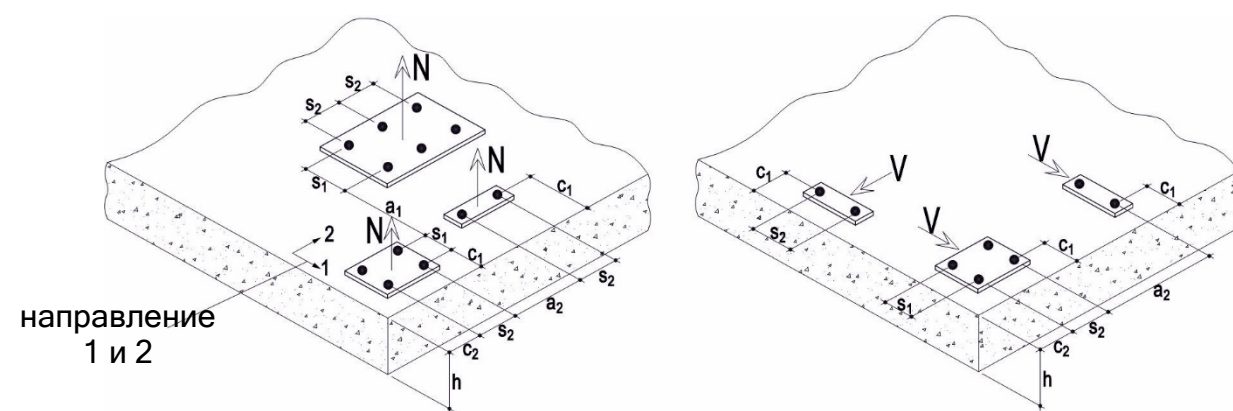
| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|-----------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Растяжение N_R (kN) | 6.4 | 10.5 | 12.8 | 20.8 | 24.9 | 31.4 | 33.1 | 36.7 |
| Сдвиг V_R (kN) | 5.9 | 10.4 | 16.3 | 23.5 | 31.8 | 41.6 | 52.8 | 65.2 |

* С общим частичным запасом прочности для действия: $\gamma = 1.4$

> Детали установки и критическое краевое расстояние

| Размер анкера | | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 | |
|--|--------------|----------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|----------------|-----|--|
| Номинальный диаметр бура | d_0 | 13 | 16 | 20 | 25 | 28 | 32 | 35 | 38 | |
| Диапазон эффективной глубины анкеровки и глубины отверстий | $h_{ef,min}$ | 60 | 75 | 95 | 115 | 135 | 155 | 170 | 190 | |
| | $h_{ef,max}$ | 145 | 190 | 240 | 285 | 335 | 380 | 430 | 480 | |
| Мин. толщина основания Диаметр отверстия в прикрепляемом конструкционном элементе | h_{min} | 120 | 140 | 165 | 220 | 250 | 275 | 310 | 350 | |
| | | $h_{ef}+30 \geq 100$ | | | $h_{ef}+2d_0$ | | | | | |
| Мин. межосевое расстояние | s_{min} | 50 | 65 | 80 | 100 | 115 | 130 | 145 | 160 | |
| Мин. Краевое расстояние | c_{min} | 50 | 65 | 80 | 100 | 115 | 130 | 145 | 160 | |
| Критическое краевое расстояние при выкалывании бетона основания | $C_{cr,N}$ | | | | | | | $1.5 h_{ef}$ | | |
| Критическое межосевое расстояние при выкалывании бетона основания | $S_{cr,N}$ | | | | | | | $2.0 C_{cr,N}$ | | |

COMFIX
I-36



» Данные для расчета

■ Растяжение

Расчетное сопротивление растяжению для одного анкера составляет наименьшее значение из

$$N_{Rd} = \min(N_{Rd,p}, N_{Rd,s})$$

- Расчетного сопротивления разрушению при растягивающей нагрузке:

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \cdot f_{b,p} \cdot f_{h,p} \cdot f_{s,N} \cdot f_{ed,N} \cdot f_{sd,N} \cdot f_{re,N}$$

- Расчетное сопротивление разрушению по стали: $N_{Rd,s}$

> Расчетное комбинированное сопротивление растяжению и сопротивление разрушению бетонного конуса: $N_{Rd,p}^0$

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|-----------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| $N_{Rd,p}^0$ | 9.0 | 14.7 | 17.9 | 29.1 | 34.8 | 44.0 | 46.3 | 51.4 |
| $h_{ef,s}$ (mm) | 90 | 110 | 125 | 170 | 190 | 210 | 240 | 270 |

* бетон C21, $f_{ck} = 21$ N/mm

> Влияние прочности бетона на комбинированное сопротивление растяжению и сопротивление разрушению бетонного конуса: $f_{b,p}$

| Марка бетона | C21 | C24 | C27 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $f_{b,p}$ | 1.00 | 1.01 | 1.03 | 1.04 | 1.05 | 1.07 | 1.08 | 1.09 |

* f_{ck} : Прочность бетона на сжатие, измеренная на кубах со стороной 150 мм

> Влияние глубины анкерования на сопротивление разрушению бетонного конуса $f_{h,p}$

$$f_{h,p} = h_{ef} / h_{ef,s} \quad \text{где:} \quad h_{ef,\min} \leq h_{ef} \leq h_{ef,\max}$$

> Коэффициент влияния расстояния от оси анкера до края бетона: $f_{s,N}$

| Краевое расстояние | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 50 | 0.81 | | | | | | | |
| 65 | 0.84 | 0.82 | | | | | | |
| 80 | 0.88 | 0.85 | 0.83 | | | | | |
| 100 | 0.92 | 0.88 | 0.86 | 0.82 | | | | |
| 115 | 0.96 | 0.91 | 0.88 | 0.84 | 0.82 | | | |
| 130 | 0.99 | 0.94 | 0.91 | 0.85 | 0.84 | 0.82 | | |
| 135 | 1.00 | 0.95 | 0.92 | 0.86 | 0.84 | 0.83 | 0.81 | |
| 145 | | 0.96 | 0.93 | 0.87 | 0.85 | 0.84 | 0.82 | 0.81 |
| 160 | | 0.99 | 0.96 | 0.89 | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.82 |
| 165 | | 1.00 | 0.96 | 0.89 | 0.87 | 0.86 | 0.84 | 0.82 |
| 190 | | | 1.00 | 0.92 | 0.90 | 0.88 | 0.86 | 0.84 |
| 255 | | | | 1.00 | 0.97 | 0.94 | 0.91 | 0.89 |
| 285 | | | | | 1.00 | 0.97 | 0.94 | 0.91 |
| 315 | | | | | | 1.00 | 0.96 | 0.93 |
| 360 | | | | | | | 1.00 | 0.97 |
| 405 | | | | | | | | 1.00 |

$$f_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$$

$$c \geq c_{\min}$$

> Влияние расстояния от оси анкера до края бетона: $f_{ed,N}$

| Краевое расстояние | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 50 | 0.59 | | | | | | | |
| 65 | 0.62 | 0.60 | | | | | | |
| 80 | 0.65 | 0.62 | 0.61 | | | | | |
| 100 | 0.69 | 0.65 | 0.63 | 0.60 | | | | |
| 115 | 0.71 | 0.67 | 0.65 | 0.61 | 0.60 | | | |
| 130 | 0.74 | 0.70 | 0.67 | 0.63 | 0.61 | 0.60 | | |
| 145 | 0.77 | 0.72 | 0.69 | 0.64 | 0.63 | 0.62 | 0.60 | |
| 160 | 0.80 | 0.74 | 0.71 | 0.66 | 0.64 | 0.63 | 0.61 | 0.60 |
| 270 | 1.00 | 0.91 | 0.86 | 0.76 | 0.74 | 0.71 | 0.69 | 0.67 |
| 330 | | 1.00 | 0.94 | 0.82 | 0.79 | 0.76 | 0.73 | 0.70 |
| 375 | | | 1.00 | 0.87 | 0.83 | 0.80 | 0.76 | 0.73 |
| 510 | | | | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.81 |
| 570 | | | | | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.85 |
| 630 | | | | | | 1.00 | 0.94 | 0.89 |
| 720 | | | | | | | 1.00 | 0.94 |
| 810 | | | | | | | | 1.00 |

$$f_{ed,N} = 0.5 + 0.5 \frac{s}{s_{cr,N}} \leq 1$$

$$s \geq s_{\min}$$

> Влияние осевого расстояния между анкерами: $f_{sl,N}$

| Расстояние между анкерами | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 50 | 0.59 | | | | | | | |
| 65 | 0.62 | 0.60 | | | | | | |
| 80 | 0.65 | 0.62 | 0.61 | | | | | |
| 100 | 0.69 | 0.65 | 0.63 | 0.60 | | | | |
| 115 | 0.71 | 0.67 | 0.65 | 0.61 | 0.60 | | | |
| 130 | 0.74 | 0.70 | 0.67 | 0.63 | 0.61 | 0.60 | | |
| 145 | 0.77 | 0.72 | 0.69 | 0.64 | 0.63 | 0.62 | 0.60 | |
| 160 | 0.80 | 0.74 | 0.71 | 0.66 | 0.64 | 0.63 | 0.61 | 0.60 |
| 270 | 1.00 | 0.91 | 0.86 | 0.76 | 0.74 | 0.71 | 0.69 | 0.67 |
| 330 | | 1.00 | 0.94 | 0.82 | 0.79 | 0.76 | 0.73 | 0.70 |
| 375 | | | 1.00 | 0.87 | 0.83 | 0.80 | 0.76 | 0.73 |
| 510 | | | | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.81 |
| 570 | | | | | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.85 |
| 630 | | | | | | 1.00 | 0.94 | 0.89 |
| 720 | | | | | | | 1.00 | 0.94 |
| 810 | | | | | | | | 1.00 |

$f_{sl,N} = 0.5 + 0.5 \frac{s}{s_{cr,N}} \leq 1$
 $s \geq s_{min}$

COMFIX
I-36

> Коэффициент выкрашивания оболочки: $f_{re,N}$

| h_{ef} (mm) | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| $f_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$ | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 1.00 |

* Если в зоне анкеровки имеется арматура с шагом > 150 мм или диаметром ≤ 10 мм и шагом > 100 мм, то независимо от глубины анкеровки может применяться коэффициент скалывания оболочки $\Psi_{re,N} = 1,0$.

> Расчетное сопротивление разрушению по стали: $N_{Rd,s}$

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|-----------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $N_{Rd,s}$ SD500 (kN) | 27.5 | 48.9 | 76.6 | 110.5 | 149.3 | 195.4 | 247.8 | 306.3 |
| $N_{Rd,s}$ SD400 (kN) | 23.4 | 41.6 | 65.3 | 94.1 | 127.2 | 166.5 | 211.1 | 261.0 |
| $N_{Rd,s}$ SD300 (kN) | 17.6 | 31.2 | 48.9 | 70.6 | 95.4 | 124.9 | 158.3 | 195.7 |

* KS D 3504 2016



Сдвиг

Расчетное сопротивление на сдвиг для одного анкера составляет наименьшее значение

$$\text{из: } V_{Rd} = \min(V_{Rd,c}, V_{Rd,cp}, V_{Rd,s})$$

- Расчетное сопротивление разрушению кромки бетона:

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

- Расчетное сопротивление разрушению на скол бетона:

$$V_{Rd,cp} = k \cdot N_{Rd,p}$$

- Расчетное сопротивление стали срезающему усилию:

$$V_{Rd,s}$$

> Расчетное сопротивление разрушению кромки бетона: $V_{Rd,c}^0$

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|--------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| $V_{Rd,c}^0$ (кН): | 5.4 | 8.4 | 11.7 | 17.3 | 21.9 | 26.8 | 32.6 | 38.8 |
| c_{\min} (мм) | 50 | 65 | 80 | 100 | 115 | 130 | 145 | 160 |
| $h_{ef,s}$ (мм) | 90 | 110 | 125 | 170 | 190 | 210 | 240 | 270 |

* Бетон C21, $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$

> Влияние прочности бетона: $f_{b,V}$

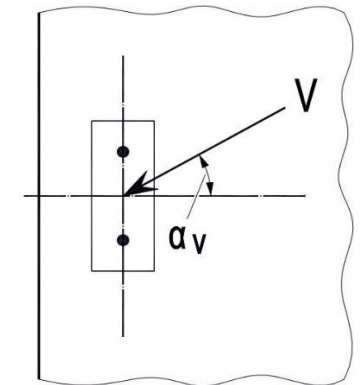
| Марка бетона | C21 | C24 | C27 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $f_{b,V}$ | 1.00 | 1.07 | 1.13 | 1.20 | 1.29 | 1.38 | 1.46 | 1.54 |

* f_{ck} : Прочность бетона на сжатие, измеренная на кубках со стороной 150 мм

> Влияние направления сдвиговой нагрузки: $f_{\alpha,V}$

| Угол α_V [°] | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $f_{\alpha,V}$ | 1.00 | 1.01 | 1.05 | 1.13 | 1.24 | 1.40 | 1.64 | 1.97 | 2.32 | 2.50 |

$$f_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + \left(\frac{\sin \alpha_V}{2.5}\right)^2}} \geq 1.0$$



> Влияние толщины элемента: $f_{h,V}$

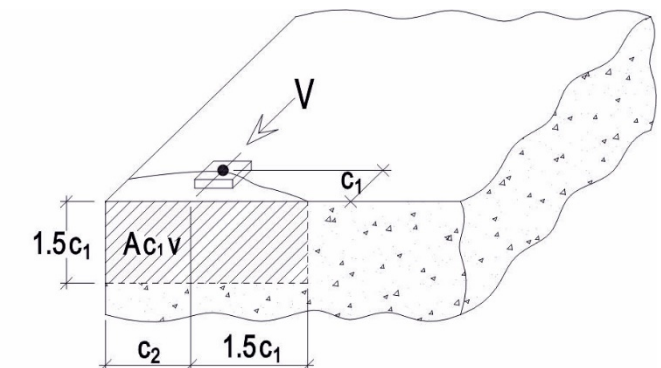
| h/c_1 (For $h < 1.5c_1$) | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.5 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| $f_{h,V} = \sqrt{\frac{h}{1.5c_1}}$ | 0.45 | 0.58 | 0.68 | 0.77 | 0.86 | 0.93 | 1.00 |

> Влияние расстояния до кромки: $f_{s,V}$

| c_2/c_1 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.5 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
| $f_{s,V}$ | 0.76 | 0.80 | 0.84 | 0.88 | 0.92 | 0.96 | 1.00 |

для $c_2 < 1.5c_1$

$$f_{s,V} = 0.7 + \frac{c_2}{1.5c_1} \leq 1$$



[그림4-2]

> Коэффициент влияния расстояния между анкерами и краевого расстояния на краевое сопротивление бетона: $f_{sc,V}$

| | Группа из двух анкеров | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | c_1/c_{min} | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.0 | 3.2 | 3.4 | 3.6 | 3.8 | 4.0 | | | |
| Один анкер | 1.00 | 1.31 | 1.66 | 2.02 | 2.41 | 2.83 | 3.26 | 3.72 | 4.19 | 4.69 | 5.20 | 5.72 | 6.27 | 6.83 | 7.41 | 8.00 | | | |
| s_2/c_{min} | 1.0 | 0.67 | 0.84 | 1.03 | 1.22 | 1.43 | 1.65 | 1.88 | 2.12 | 2.36 | 2.62 | 2.89 | 3.16 | 3.44 | 3.73 | 4.03 | 4.33 | | |
| | 1.5 | 0.75 | 0.93 | 1.12 | 1.33 | 1.54 | 1.77 | 2.00 | 2.25 | 2.50 | 2.76 | 3.03 | 3.31 | 3.60 | 3.89 | 4.19 | 4.50 | | |
| | 2.0 | 0.83 | 1.02 | 1.22 | 1.43 | 1.65 | 1.89 | 2.13 | 2.38 | 2.63 | 2.90 | 3.18 | 3.46 | 3.75 | 4.05 | 4.35 | 4.67 | | |
| | 2.5 | 0.92 | 1.11 | 1.32 | 1.54 | 1.77 | 2.00 | 2.25 | 2.50 | 2.77 | 3.04 | 3.32 | 3.61 | 3.90 | 4.21 | 4.52 | 4.83 | | |
| | 3.0 | 1.00 | 1.20 | 1.42 | 1.64 | 1.88 | 2.12 | 2.37 | 2.63 | 2.90 | 3.18 | 3.46 | 3.76 | 4.06 | 4.36 | 4.68 | 5.00 | | |
| | 3.5 | | 1.30 | 1.52 | 1.75 | 1.99 | 2.24 | 2.50 | 2.76 | 3.04 | 3.32 | 3.61 | 3.91 | 4.21 | 4.52 | 4.84 | 5.17 | | |
| | 4.0 | | | 1.62 | 1.86 | 2.10 | 2.36 | 2.62 | 2.89 | 3.17 | 3.46 | 3.75 | 4.05 | 4.36 | 4.68 | 5.00 | 5.33 | | |
| | 4.5 | | | | 1.96 | 2.21 | 2.47 | 2.74 | 3.02 | 3.31 | 3.60 | 3.90 | 4.20 | 4.52 | 4.84 | 5.17 | 5.50 | | |
| | 5.0 | | | | | 2.33 | 2.59 | 2.87 | 3.15 | 3.44 | 3.74 | 4.04 | 4.35 | 4.67 | 5.00 | 5.33 | 5.67 | | |
| | 5.5 | | | | | | 2.71 | 2.99 | 3.28 | 3.57 | 3.88 | 4.19 | 4.50 | 4.82 | 5.15 | 5.49 | 5.83 | | |
| | 6.0 | | | | | | | 2.83 | 3.11 | 3.41 | 3.71 | 4.02 | 4.33 | 4.65 | 4.98 | 5.31 | 5.65 | 6.00 | |
| | 6.5 | | | | | | | | 3.24 | 3.54 | 3.84 | 4.16 | 4.47 | 4.80 | 5.13 | 5.47 | 5.82 | 6.17 | |
| | 7.0 | | | | | | | | | 3.67 | 3.98 | 4.29 | 4.62 | 4.95 | 5.29 | 5.63 | 5.98 | 6.33 | |
| | 7.5 | | | | | | | | | | 4.11 | 4.43 | 4.76 | 5.10 | 5.44 | 5.79 | 6.14 | 6.50 | |
| | 8.0 | | | | | | | | | | | 4.57 | 4.91 | 5.25 | 5.59 | 5.95 | 6.30 | 6.67 | |
| | 8.5 | | | | | | | | | | | | 5.05 | 5.40 | 5.75 | 6.10 | 6.47 | 6.83 | |
| | 9.0 | | | | | | | | | | | | | 5.20 | 5.55 | 5.90 | 6.26 | 6.63 | 7.00 |
| | 9.5 | | | | | | | | | | | | | | 5.69 | 6.05 | 6.42 | 6.79 | 7.17 |
| | 10.0 | | | | | | | | | | | | | | | 6.21 | 6.58 | 6.95 | 7.33 |
| 10.5 | | | | | | | | | | | | | | | | 6.74 | 7.12 | 7.50 | |
| 11.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.28 | 7.67 | |
| 11.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.83 | |
| 12.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8.00 | |

$$f_{sc,V} = \frac{1}{2} \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0}$$

где: $c_1 \geq c_{min}$, $s_2 \geq s_{min}$, $h \geq 3c_1$

$$A_{c,V} = 4.5c_1^2, \quad A_{c,V}^0 = (3c_1 + s_2) \times 1.5c_1$$

> Расчетное разрушение отрыва бетона: $V_{Rd,cp}$

$$V_{Rd,cp} = k \cdot N_{Rd,p}$$

где: $k=1$ $h_{ef} < 60\text{mm}$
 $k=2$ $h_{ef} \geq 60\text{mm}$

> Расчетное сопротивление стали: $V_{Rd,s}$

| Размер анкера | D10 | D13 | D16 | D19 | D22 | D25 | D29 | D32 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| $V_{Rd,s}$ SD500 (kN) | 12.8 | 22.8 | 35.7 | 51.6 | 69.7 | 91.2 | 115.6 | 143.0 |
| $V_{Rd,s}$ SD400 (kN) | 10.9 | 19.4 | 30.5 | 43.9 | 59.4 | 77.7 | 98.5 | 121.8 |
| $V_{Rd,s}$ SD300 (kN) | 8.2 | 14.6 | 22.8 | 32.9 | 44.5 | 58.3 | 73.9 | 91.3 |

* KS D 35042016



■ Сопротивление комбинированным нагрузкам растяжения и сдвига

Для комбинированного растяжения и сдвига должно выполняться следующее уравнение.

$$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}}\right)^\alpha + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}}\right)^\alpha \leq 1$$

где: N_{Sd} : расчетное значение растягивающей нагрузки

V_{Sd} : расчетное значение нагрузки сдвига

N_{Rd} : расчетное значение сопротивления растяжению

V_{Rd} : расчетное значение сопротивления сдвигу

$\alpha=2.0$: если N_{Rd} и V_{Rd} управляются разрушением стали

$\alpha=1.5$: для всех других режимов разрушения