

ЭПОКСИДНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНКЕР
сделано в Корее

ЭПОКСИДНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНКЕР
сделано в Корее

COMFIX[®]

COMFIX[®]
SE-39

ТЕХНИЧЕСКОЕ
РУКОВОДСТВО

SE-39



Songlim Fastener Co., Ltd.

11, Geombawee 2 gil, Soheul-eub, Pochon-city, Gyeonggi Province, Korea
T. 82-31-543-6100 F. 82-31-542-6477 www.withsl.co.kr



松林企業株式會社

www.withsl.co.kr



ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

СОДЕРЖАНИЕ

COMFIX SE-39 применение с анкерной шпилькой

» Основные данные о нагрузке (для одиночного анкера)	04
» Данные для расчета	10
- Растяжение	10
- Сдвиг	14
- Устойчивость к комбинированным нагрузкам растяжения и сдвига	17

COMFIX SE-39 применение с арматурой

» Основные данные о нагрузке (для одиночного анкера)	18
» Данные для расчета	22
- Растяжение	22
- Сдвиг	26
- Устойчивость к комбинированным нагрузкам растяжения и сдвига	29


ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

» Группа анкерных болтов с нагрузкой растяжения	30
» Группа анкерных болтов с нагрузками растяжения и сдвига	32
» Группа анкерных болтов со сдвиговым и одноосным моментом	36

SONGLIM SE-39

ПРИМЕНЕНИЕ С АНКЕРНОЙ ШПИЛЬКОЙ

➔ Базовые данные по нагрузке (для одиночного анкера)

- Бетон без трещин
- Монтаж анкера в соответствии с инструкцией
- Отсутствует влияние краевого и межосевого расстояния
-  Наименьшее сопротивление анкера – по стали
- Бетон В20/В25 $f_{ck,cube} = 25$ Н/мм
- Пористое основание
- Диапазон температур установки +0°C~+30°C



COMFIX®

SE-39

» Технические данные

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Глубина установки ($h_{ef,s}$ мм ²)	90	110	125	170	190	210	240	280
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 ($f_{tk}, N/mm^2$)	Класс 8.8	800	800	800	800	800	800	800
	Класс 5.8	500	500	500	500	500	500	500
	Класс 4.8	400	400	400	400	400	400	400
Предел текучести ($f_{tk}, N/mm^2$)	Класс 8.8	640	640	640	640	640	640	640
	Класс 5.8	400	400	400	400	400	400	400
	Класс 4.8	320	320	320	320	320	320	320
Площадь поперечного сечения (A_s, mm^2)	58.0	84.3	157	245	303	353	459	561
Момент сопротивления (W_{pl}, mm^3)	62.3	109	277	541	744	935	1387	1874

* KS B ISO 898-1:2003

» Среднее предельное сопротивление: бетон С 20/25, анкер G 8,8

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Растяжение N_{um} (kN)	48.6	70.6	94.1	149.2	176.3	204.9	250.3	298.7
Сдвиг V_{um} (kN)	24.4	35.5	66.1	103.2	127.6	148.7	193.3	236.3

» Характерное сопротивление: бетон С 20/25, анкер G 8,8

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Растяжение N_{Rk} (kN)	43.1	58.3	70.6	111.9	132.3	153.7	187.8	224.0
Сдвиг V_{Rk} (kN)	23.2	33.7	62.8	98.0	121.2	141.2	183.6	224.4

» Расчетное сопротивление: бетон С 20/25, анкер G 8.8

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Растяжение N_{Rd} (кН)	20.5	27.7	33.6	53.3	63.0	73.2	89.4	106.7
Сдвиг V_{Rd} (кН)	18.6	27.0	50.2	78.4	97.0	113.0	146.9	179.5

» Рекомендуемые нагрузки: бетон С 20/25, анкер G 8.8

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Растяжение N_R (кН)	14.7	19.8	24.0	38.1	45.0	52.3	63.9	76.2
Сдвиг V_{Rd} (кН)	13.3	19.3	35.9	56.0	69.3	80.7	104.9	128.2

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

» Среднее предельное сопротивление: бетон С 20/25, анкер G 5.8

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Растяжение N_{um} (кН)	30.4	44.1	82.2	128.3	158.6	184.8	240.3	293.7
Сдвиг V_{um} (кН)	15.3	22.2	41.3	64.5	79.8	92.9	120.8	147.7

» Характерное сопротивление: бетон С 20/25, анкер G 5.8

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Растяжение N_{Rk} (кН)	29.0	42.2	70.6	111.9	132.3	153.7	187.8	224.0
Сдвиг V_{Rk} (кН)	14.5	21.1	39.3	61.3	75.8	88.3	114.8	140.3

» Расчетное сопротивление: бетон С 20/25, анкер G 5.8

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Растяжение N_{Rd} (кН)	19.3	27.7	33.6	53.3	63.0	73.2	89.4	106.7
Сдвиг V_{Rd} (кН)	11.6	16.9	31.4	49.0	60.6	70.6	91.8	112.2

» Рекомендуемые нагрузки: бетон С 20/25, анкер G 5.8

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Растяжение N_R (кН)	13.8	19.8	24.0	38.1	45.0	52.3	63.9	76.2
Сдвиг V_R (кН)	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 С 20/25, анкер G 4.8

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Растяжение N_{um} (кН)	24.3	35.3	65.8	102.6	126.9	147.8	192.2	234.9
Сдвиг V_{um} (кН)	12.2	17.8	33.1	51.6	63.8	74.3	96.7	118.1

» Характерное сопротивление: бетон С 20/25, анкер G 4.8

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Растяжение N_{Rk} (кН)	23.2	33.7	62.8	98.0	121.2	141.2	183.6	224.4
Сдвиг V_{Rk} (кН)	11.6	16.9	31.4	49.0	60.6	70.6	91.8	112.2

» Расчетное сопротивление: бетон С 20/25, анкер G 4.8

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Растяжение $N_{Rd}(kN)$	15.5	22.5	33.6	53.3	63.0	73.2	89.4	106.7
Сдвиг $V_{Rd}(kN)$	9.3	13.5	25.1	39.2	48.5	56.5	73.4	89.8

» Рекомендуемые нагрузки: бетон С 20/25, анкер G 4.8

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Растяжение $N_R(kN)$	11.0	16.1	24.0	38.1	45.0	52.3	63.9	76.2
Сдвиг $V_R(kN)$	6.3	9.6	17.9	28.0	34.6	40.3	52.5	64.1

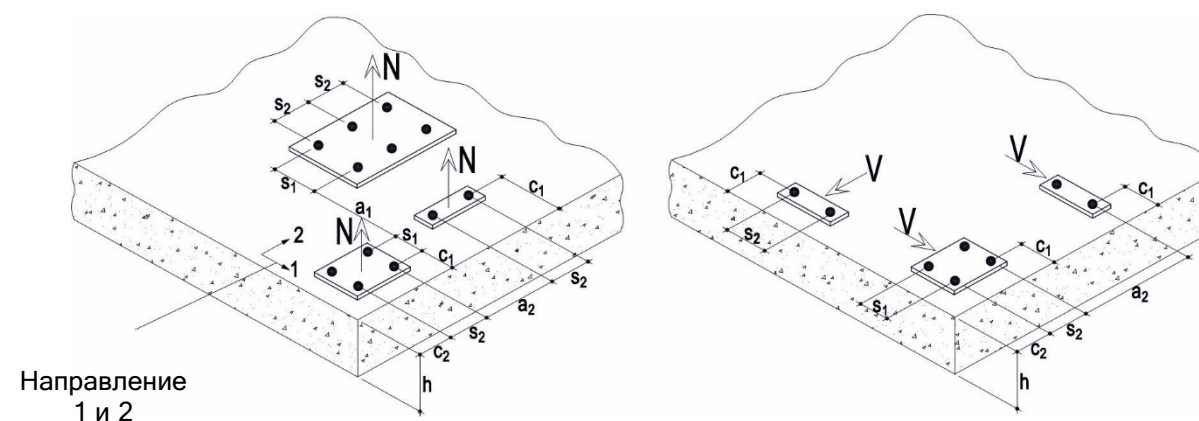
* С общим частичным запасом прочности для действия $\gamma = 1.4$

» Рабочее время

Температура основания	0~4°C	5~9°C	10~19°C	20~29°C	30°C
Рабочее время	90мин	60мин	40мин	25мин	15мин
Время до нагрузки (сухое основание)	60 часов	40 часов	20 часов	10 часов	6 часов
Время до нагрузки (влажное основание)	120 часов	80 часов	40 часов	20 часов	12 часов

» Детали установки и критическое краевое расстояние

Размер анкера		M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27
Номинальный диаметр бура	d_0	12	14	18	25	26	28	32
Диапазон эффективной глубины анкеровки и глубины отверстий	$h_{ef,min}$	60	70	95	120	130	145	160
	$h_{ef,max}$	150	180	240	300	330	360	405
Мин. толщина основания	h_{min}	120	140	165	220	250	270	300
		$h_{ef} + 30 \geq 100$			$h_{ef} + 2d_0$			
Диаметр отверстия в прикрепляемом конструкционном элементе	d_f	12	14	18	22	24	27	30
Мин. межосевое расстояние	s_{min}	50	60	80	100	110	120	135
Мин. краевое расстояние	c_{min}	50	60	80	100	110	120	135
Критическое краевое расстояние при выкалывании бетона основания	$c_{cr,N}$	$1.5h_{ef}$						
Критическое межосевое расстояние при выкалывании бетона основания	$s_{cr,N}$	$2c_{cr,N}$						
Критическое краевое расстояние при раскалывании основания	$c_{cr,sp}$	$2.0h_{ef}$						
Критическое межосевое расстояние при раскалывании основания	$s_{cr,sp}$	$2c_{cr,sp}$						
Максимальный момент затяжки (Nm)	T_{max}	20	40	60	120	150	170	240



Направление 1 и 2

> Данные для расчета

■ Растяжение

Расчетное сопротивление растяжению для одного анкера составляет наименьшее значение из:

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

- Расчетного сопротивления разрушению при растягивающей нагрузке:

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

- Расчетное сопротивление разрушению бетонного конуса, для одиночных анкеров:

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_b \cdot f_{h,N} \cdot f_{s,N} \cdot f_{ed,N} \cdot f_{sl,N} \cdot f_{re,N}$$

- Расчетное сопротивление раскалыванию основания:

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_b \cdot f_{h,N} \cdot f_{s,sp} \cdot f_{ed,sp} \cdot f_{sl,sp} \cdot f_{re,N}$$

- Расчетное сопротивление разрушению по стали:

$$N_{Rd,s}$$

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

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
$N_{Rd,p}^0$ (кН)	21.0	30.8	43.7	74.3	83.2	98.0	123.1	143.0
$h_{ef,s}$ (мм)	90	110	125	170	190	210	240	270

* Бетон C20/25, $f_{d,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$

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

» Расчетное сопротивление разрушению бетонного конуса и расчетное сопротивление раскалыванию бетона:

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
$N_{Rd,c}^0$ (кН)	20.5	27.7	33.6	53.3	63.0	73.2	89.4	106.7
$h_{ef,s}$ (мм)	90	110	125	170	190	210	240	270

* Бетон C20/25, $f_{d,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$

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

Марка бетона	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{b,p}$	1.00	1.02	1.04	1.06	1.07	1.08	1.09

» Влияние прочности бетона на сопротивление разрушению бетонного конуса: f_b

Марка бетона	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
f_b	1.00	1.10	1.22	1.34	1.41	1.48	1.55

» Влияние глубины анкеровки на комбинированное сопротивление вырыву и разрушению бетонного конуса: $f_{h,p}$

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

» Влияние глубины анкеровки на сопротивление разрушению бетонного конуса: $f_{h,N}$

$$f_{h,N} = (h_{ef}/h_{ef,s})^{1.5} \quad \text{где:} \quad h_{ef,\min} \leq h_{ef} \leq h_{ef,\max}$$

» 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					
100	0.92	0.88	0.86	0.82				
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						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: $f_{s,sp}$

$c/c_{cr,sp}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$f_{s,sp} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,sp}}$	0.73	0.76	0.79	0.82	0.85	0.88	0.91	0.94	0.97	1.00

* $c \geq c_{min}$

» 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	0.87	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						1.00	0.94	0.89
360							1.00	0.94
405								1.00

$f_{ed,N} = 0.5 + 0.5 \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$
 $c \geq c_{min}$

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

$c/c_{cr,sp}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$f_{ed,sp} = 0.5 + 0.5 \frac{c}{c_{cr,sp}}$	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00

* $c \geq c_{min}$

» Влияние осевого расстояния между анкерами:

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						1.00	0.94	0.89
720							1.00	0.94
810								1.00

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

» Влияние осевого расстояния между анкерами: $f_{sd,sp}$

$s/s_{cr,sp}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$f_{sd,sp} = 0.5 + 0.5 \frac{s}{s_{cr,sp}}$	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00

* $s \geq s_{min}$

» 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	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
$N_{Rd,s}$ Марка 88 (kN)	30.9	45.0	83.7	130.7	161.6	188.3	244.8	299.2
$N_{Rd,s}$ 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 ISO 898-1:2003



■ Сдвиг

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

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

- Расчетное сопротивление разрушению кромки бетона:

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

- Расчетное сопротивление разрушению на скол бетона:

$$V_{Rd,cp} = \min(k \cdot N_{Rd,p} \quad k \cdot N_{Rd,c})$$

- 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)	5.3	7.3	11.5	17.2	20.3	23.6	29.0	34.8
c_{\min} (mm)	50	60	80	100	110	120	135	150
$h_{ef,s}$ (mm)	90	110	125	170	190	210	240	270

* Бетон C20/25, $f_{d,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$

* $f_{d,cube}$: Прочность бетона на сжатие, измеренная на кубах со стороной 150 мм.

» Влияние прочности бетона: $f_{b,V}$

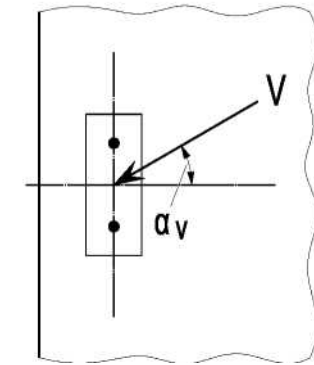
Марка бетона	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{b,V}$	1.00	1.10	1.22	1.34	1.41	1.48	1.55

* Бетон C20/25, $f_{d,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$

» 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: $f_{h,V}$

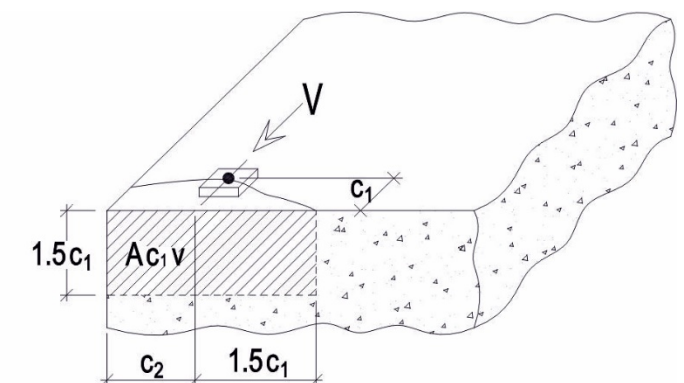
h/c_1 (For $h < 1.5c_1$)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$f_{h,V} = \sqrt{\frac{h}{1.5c_1}}$	1.00	1.01	1.05	1.34	1.41	1.48	1.64	1.97	2.32	2.50

» 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
$f_{s,V}$	0.45	0.58	0.68	0.77	0.86	0.93	1.00

For $c_2 < 1.5c_1$

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



» 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			
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	

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

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

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

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

$$V_{Rd,cp} = \min(k \cdot N_{Rd,p}, k \cdot N_{Rd,c})$$

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

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

» Расчетное сопротивление разрушению по стали: $V_{Rd,s}$

Размер анкера	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
$V_{Rd,s}$ Марка 8.8 (kN)	18.6	27.0	50.2	78.4	97.0	113.0	146.9	179.5
$V_{Rd,s}$ Марка 5.8 (kN)	11.6	16.9	31.4	49.0	60.6	70.6	91.8	11
$V_{Rd,s}$ Марка 4.8 (kN)	9.3	13.5	25.1	39.2	48.5	56.5	73.4	89.8

* KS B ISO 898-1:2003



■ 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 SE-39 ПРИМЕНЕНИЕ С АРМАТУРОЙ

➔ Базовые данные по нагрузкам (для одиночного анкера)

- Монтаж анкера в соответствии с инструкцией
- Отсутствует влияние краевого и межосевого расстояния
-  Наименьшее сопротивление анкера – по стали
- Бетон В20/В25 $f_{ck,cube} = 25$ Н/мм
- Пористое основание
- Диапазон температур установки +0°C~+30°C

COMFIX®
SE-39



» Технические данные

Размер анкера	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Глубина установки ($h_{ef,mm}$)	90	110	125	125	170	210	270	300
Мин. Толщина основания ($h_{min,mm}$)	22.7	32.8	44.6	58.2	91.0	142.2	178.3	232.9

» Механические свойства анкера

Размер анкера	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Предел прочности на растяжение (f_{yk} , N/mm ²)	550	550	550	550	550	550	550	550
Предел текучести (f_{yk} , N/mm ²)	500	500	500	500	500	500	500	500
Площадь поперечного сечения (A_s , mm ²)	78.5	113.1	153.9	201.1	314.2	490.9	615.8	804.2
Момент сопротивления (W_{el} , mm ³)	98.2	169.6	269.4	402.1	785.4	1534	2155	3217

* DIN488 BSt 500S

» Среднее предельное сопротивление: бетон С 20/25, анкер BSt 500S

Размер анкера	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Растяжение N_{um} (kN)	45.2	65.1	88.6	94.1	149.2	204.9	298.7	349.8
Сдвиг V_{um} (kN)	22.7	32.8	44.6	58.2	91.0	142.2	178.3	232.9

» Характерное сопротивление: бетон С 20/25, анкер BSt 500S

Размер анкера	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Растяжение N_{Rk} (kN)	41.0	56.0	70.6	70.6	111.9	153.7	224.0	262.4
Сдвиг V_{Rk} (kN)	21.6	31.1	42.3	55.3	86.4	135.0	169.3	221.2

» Расчетное сопротивление: бетон С 20/25, анкер BSt 500S

Размер анкера	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
Растяжение N_{Rd} (kN)	19.5	26.7	33.6	33.6	53.3	73.2	106.7	125.0
Сдвиг V_{Rd} (kN)	14.4	20.7	28.2	36.9	57.6	90.0	112.0	147.4

» Рекомендованные нагрузки: бетон С 20/25, анкер BSt 500S

Размер анкера	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
Растяжение N_R (kN)	13.9	19.0	24.0	24.0	38.1	52.3	76.2	89.3
Сдвиг V_R (kN)	10.3	14.8	20.2	26.3	41.1	64.3	80.6	105.3

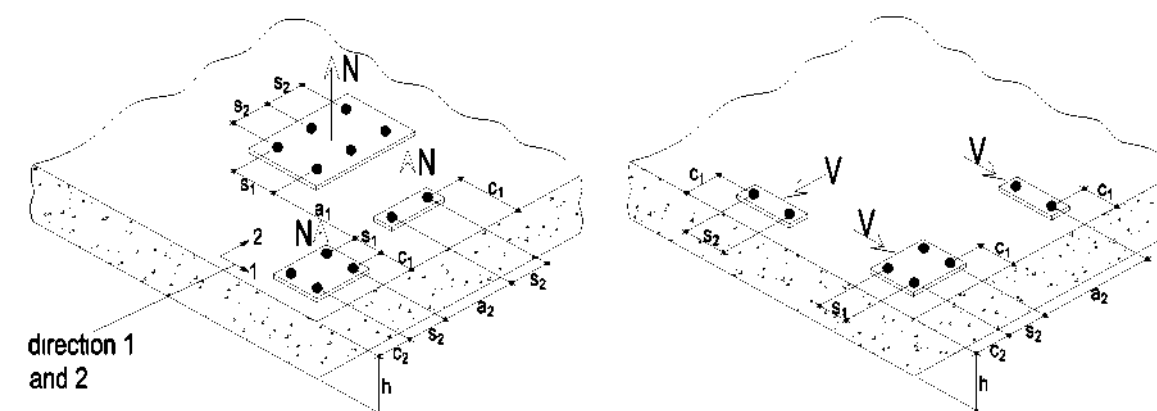
* С общим частичным запасом прочности для действия $\gamma = 1.4$

» Рабочее время

Температура основания	0~4 °C	5~9 °C	10~19 °C	20~29 °C	30 °Cø
Рабочее время	90мин	60мин	40мин	25мин	15мин
Время до нагрузки (сухое основание)	60 часов	40 часов	20 часов	10 часов	6 часов
Время до нагрузки (влажное основание)	120 часов	80 часов	40 часов	20 часов	12 часов

» Детали установки и критическое краевое расстояние

Размер анкера		Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
Номинальный диаметр бура	d_0	14	16	18	20	25	32	35	40
Диапазон эффективной глубины анкеровки и глубины отверстий	$h_{ef,min}$	60	75	85	95	120	150	170	190
	$h_{ef,max}$	150	180	210	240	300	375	420	480
Мин. толщина основания	h_{min}	120	145	165	165	220	275	340	380
		$h_{ef} + 30 \geq 100$				$h_{ef} + 2d_0$			
Мин. межосевое расстояние	s_{min}	50	60	70	80	100	125	140	160
Мин. краевое расстояние	c_{min}	50	60	70	80	100	125	140	160
Критическое краевое расстояние при выкалывании бетона основания	$c_{cr,N}$	$1.5 h_{ef}$							
Критическое межосевое расстояние при выкалывании бетона основания	$s_{cr,N}$	$2 c_{cr,N}$							
Критическое краевое расстояние при раскалывании основания	c_{cr-sp}	$2.0 h_{ef}$							
Критическое межосевое расстояние при раскалывании основания	s_{cr-sp}	$2 c_{cr-sp}$							



> Данные для расчета

■ Растяжение

Расчетное сопротивление растяжению для одного анкера составляет наименьшее значение из

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

- Расчетного сопротивления разрушению при растягивающей нагрузке:

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

- Расчетное сопротивление разрушению бетонного конуса, для одиночных анкеров:

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_b \cdot f_{h,N} \cdot f_{s,N} \cdot f_{ed,N} \cdot f_{sl,N} \cdot f_{re,N}$$

- Расчетное сопротивление раскалыванию основания:

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_b \cdot f_{h,N} \cdot f_{s,sp} \cdot f_{ed,sp} \cdot f_{sl,sp} \cdot f_{re,N}$$

- Расчетное сопротивление разрушению по стали:

$$N_{Rd,s}$$

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

Размер анкера	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
$N_{Rd,p}^0$ (кН)	19.5	26.7	35.4	40.4	62.5	95.0	133.5	169.4
$h_{ef,s}$ (мм)	90	110	125	125	170	210	270	300

* Бетон C20/25, $f_{d,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$

* $f_{d,cube}$: Прочность бетона на сжатие, измеренная на кубах со стороной 150 мм.

» Расчетное сопротивление разрушению бетонного конуса и расчетное сопротивление раскалыванию бетона: $N_{Rd,c}^0$

Размер анкера	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
$N_{Rd,c}^0$ (кН)	20.5	27.7	33.6	33.6	53.3	73.2	106.7	125.0
$h_{ef,s}$ (мм)	90	110	125	125	170	210	270	300

* Бетон C20/25, $f_{d,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$

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

Марка бетона	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{b,p}$	1.00	1.02	1.04	1.06	1.07	1.08	1.09

» Влияние прочности бетона на сопротивление разрушению бетонного конуса: f_b

Марка бетона	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
f_b	1.00	1.10	1.22	1.34	1.41	1.48	1.55

» Влияние глубины анкерования на комбинированное сопротивление вырыву и разрушению бетонного конуса: $f_{h,p}$

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

» Влияние глубины анкерования на сопротивление разрушению бетонного конуса: $f_{h,N}$

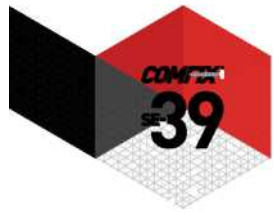
$$f_{h,N} = (h_{ef} / h_{ef,s})^{1.5} \quad \text{где: } h_{ef,\min} \leq h_{ef} \leq h_{ef,\max}$$

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

Краевое расстояние	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
50	0.81							
60	0.83	0.81						
70	0.86	0.83	0.81					
80	0.88	0.85	0.83	0.81				
100	0.92	0.88	0.86	0.83	0.82			
125	0.98	0.93	0.90	0.86	0.85	0.82		
135	1.00	0.95	0.92	0.90	0.86	0.83	0.80	
140		0.95	0.92	0.92	0.86	0.83	0.80	0.79
160		0.99	0.96	0.92	0.89	0.85	0.82	0.81
165		1.00	0.96	0.96	0.89	0.86	0.82	0.81
190			1.00	0.96	0.92	0.88	0.84	0.83
255				1.00	1.00	0.94	0.89	0.87
315						1.00	0.93	0.91
405							1.00	0.97
450								1.00

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

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



» Влияние расстояния от оси анкера до края бетона: $f_{s,sp}$

$c/c_{cr,sp}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$f_{s,sp} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,sp}}$	0.73	0.76	0.79	0.82	0.85	0.88	0.91	0.94	0.97	1.00

* $c \geq c_{min}$

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

Edge distance	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
50	0.69							
60	0.72	0.68						
70	0.76	0.71	0.69	0.69				
80	0.80	0.74	0.71	0.71				
100	0.87	0.80	0.77	0.77	0.70			
125	0.96	0.88	0.83	0.83	0.75	0.70		
135	1.00	0.91	0.86	0.86	0.76	0.71	0.67	
140		0.92	0.87	0.87	0.77	0.72	0.67	0.66
160		0.98	0.93	0.93	0.81	0.75	0.70	0.68
165		1.00	0.94	0.94	0.82	0.76	0.70	0.68
190			1.00	1.00	0.87	0.80	0.73	0.71
255					1.00	0.90	0.81	0.78
315						1.00	0.89	0.85
405							1.00	0.95
450								1.00

$$f_{ed,N} = 0.5 + 0.5 \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$$

$$c \geq c_{min}$$

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

	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$f_{ed,sp} = 0.5 + 0.5 \frac{c}{c_{cr,sp}}$	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00

* $c \geq c_{min}$

» Влияние осевого расстояния между анкерами $f_{sd,N}$

Расстояние между анкерами	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
50	0.59							
60	0.61	0.59						
70	0.63	0.61	0.59	0.59				
80	0.65	0.62	0.61	0.61				
100	0.69	0.65	0.63	0.63	0.60			
125	0.73	0.69	0.67	0.67	0.62	0.60		
140	0.76	0.71	0.69	0.69	0.64	0.61	0.59	
160	0.80	0.74	0.71	0.71	0.66	0.63	0.60	0.59
270	1.00	0.91	0.86	0.86	0.76	0.71	0.67	0.65
330		1.00	0.94	0.94	0.82	0.76	0.70	0.68
375			1.00	1.00	0.87	0.80	0.73	0.71
510					1.00	0.90	0.81	0.78
630						1.00	0.89	0.85
810							1.00	0.95
900								1.00

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

$$s \geq s_{min}$$

» Влияние осевого расстояния между анкерами: $f_{sd,sp}$

$s/s_{cr,sp}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$f_{sd,sp} = 0.5 + 0.5 \frac{s}{s_{cr,sp}}$	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00

* $s \geq s_{min}$

» 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	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
$N_{Rd,s}$ BSt500S(kN)	30.8	44.4	60.5	79.0	123.4	192.9	241.9	315.9

* DIN488 BSt 500S



■ Сдвиг

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

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

- Расчетное сопротивление разрушению кромки бетона::

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

- Расчетное сопротивление разрушению на скол бетона:

$$V_{Rd,sp} = \min(k \cdot N_{Rd,p} \quad k \cdot N_{Rd,c})$$

- Расчетное сопротивление стали срезающему усилию:

$$V_{Rd,s}$$

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

Размер анкера	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
$V_{Rd,c}^0$ (kN)	5.3	7.3	9.5	11.5	17.2	25.0	31.6	39.3
c_{min} (mm)	50	60	70	80	100	125	140	160
$h_{ef,s}$ (mm)	90	110	125	125	170	210	270	300

* Бетон C20/25, $f_{dk,cube}=25$ N/mm²

* $f_{dk,cube}$ Прочность бетона на сжатие, измеренная на кубах со стороной 150 мм

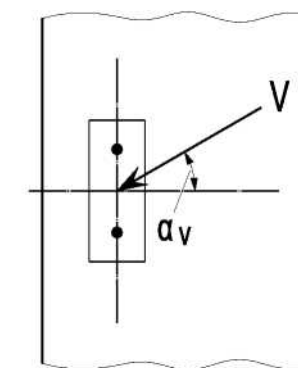
» Влияние прочности бетона: $f_{b,V}$

Марка бетона	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{b,V}$	1.00	1.10	1.22	1.34	1.41	1.48	1.55

» 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: $f_{h,V}$

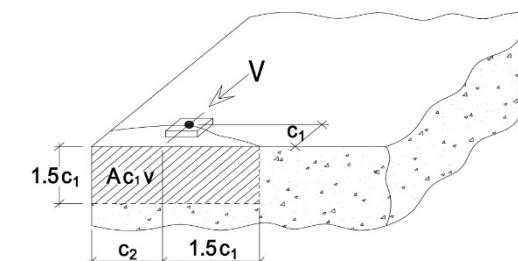
h/c_1 (For $h < 1.5c_1$)	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5
$f_{h,V} = \sqrt{\frac{h}{1.5c_1}}$	0.45	0.58	0.68	0.77	0.86	0.93	1.00

» 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
$f_{s,V}$	0.45	0.58	0.68	0.77	0.86	0.93	1.00

For $c_2 < 1.5c_1$

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



» 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			
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: $V_{Rd,cp}$

$$V_{Rd,cp} = \min(k \cdot N_{Rd,p}, k \cdot N_{Rd,c})$$

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

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

Размер анкера	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
$V_{Rd,s}$ BSt500S(kN)	14.4	20.7	28.2	36.9	57.6	90.0	112.9	147.4

* DIN488 BSt 500S



■ 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

Примеры Расчета

COMFIX SE-39 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

» Группа анкерных болтов под нагрузкой растяжения

Рисунок 1 показывает группу анкерных болтов 2x2, подвергаемую требуемой силе растяжения 60кН.

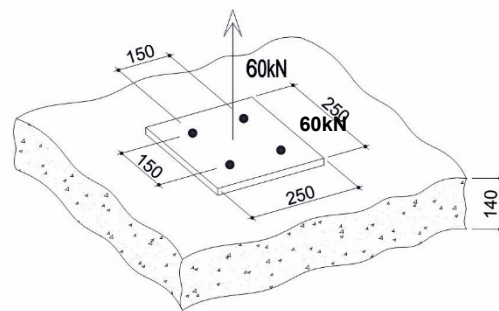


Рис. 1 Группа анкерных болтов под нагрузкой растяжения

1. Расчетная информация по группе анкерных болтов

- ♦ Марка бетона: С35/45, бетон без трещин
- ♦ Шаг армирования: 150мм
- ♦ Размер анкера: Марка 8.8, M12
- ♦ Номинальный диаметр бура d_0 : 14 мм
- ♦ Эффективная глубина анкеровки h_{ef} : 110 мм
- ♦ Минимальная толщина основания h_{min} : 140 мм
- ♦ Минимальное межосевое расстояние анкерами s_{min} : 60мм
- ♦ Минимальное краевое расстояние c_{min} : 60 мм
- ♦ Критическое краевое расстояние при выкалывании бетона основания: $C_{cr,N}$: $1.5 \times 110 = 165$ мм
- ♦ Критическое межосевое расстояние при выкалывании бетона основания $S_{cr,N}$: $2.0 \times 165 = 330$ мм
- ♦ Критическое краевое расстояние при раскалывании основания $C_{cr,sp}$: $2.0 \times 110 = 220$ мм
- ♦ Критическое межосевое расстояние при раскалывании основания $S_{cr,sp}$: $2.0 \times 220 = 440$ мм

2. Требуемая сила растяжения

$$N_{sd}^g = 60 \text{ kN}$$

$$N_{sd}^h = 60/4 = 15 \text{ kN}$$

3. Расчетное сопротивление растяжению

1) Расчетное комбинированное сопротивление растяжению и сопротивление разрушению бетонного конуса:

$$\begin{aligned} N_{Rd,p} &= N_{Rd,p}^0 \cdot f_{b,p} \cdot f_{h,p} \cdot f_{s,N} \cdot f_{ed,N} \cdot f_{sd,N} \cdot f_{re,N} \\ &= 30.8 \times 1.06 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times (0.73 \times 0.73) \times 1.0 \\ &= 17.4 \text{ kN} \end{aligned}$$

2) Расчетное сопротивление разрушению бетонного конуса, для одиночных анкеров:

$$\begin{aligned} N_{Rd,c} &= N_{Rd,c}^0 \cdot f_b \cdot f_{h,N} \cdot f_{s,N} \cdot f_{ed,N} \cdot f_{sd,N} \cdot f_{re,N} \\ &= 27.7 \times 1.34 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times (0.73 \times 0.73) \times 1.0 \\ &= 19.8 \text{ kN} \end{aligned}$$

3) Расчетное сопротивление раскалыванию основания:

$$\begin{aligned} N_{Rd,sp} &= N_{Rd,c}^0 \cdot f_b \cdot f_{h,N} \cdot f_{s,sp} \cdot f_{ed,sp} \cdot f_{sd,sp} \cdot f_{re,N} \\ &= 27.7 \times 1.34 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times (0.67 \times 0.67) \times 1.0 \\ &= 16.7 \text{ kN} \end{aligned}$$

4) Расчетное сопротивление разрушению по стали:

$$N_{Rd,s} = 45.0 \text{ kN}$$

5) Обзор безопасности

-Для одного анкера OK

$$\begin{aligned} N_{Rd} &= \min(N_{Rd,p}, N_{Rd,c}, N_{Rd,sp}, N_{Rd,s}) \\ &= 16.7 \text{ kN} > N_{sd}^h = 15 \text{ kN} \end{aligned}$$

» Группа анкерных болтов под нагрузками растяжения и сдвига

Рисунок 2 показывает группу анкерных болтов 2x2, подвергаемую требуемой силе растяжения 20кН и требуемой силе сдвига 6кН.

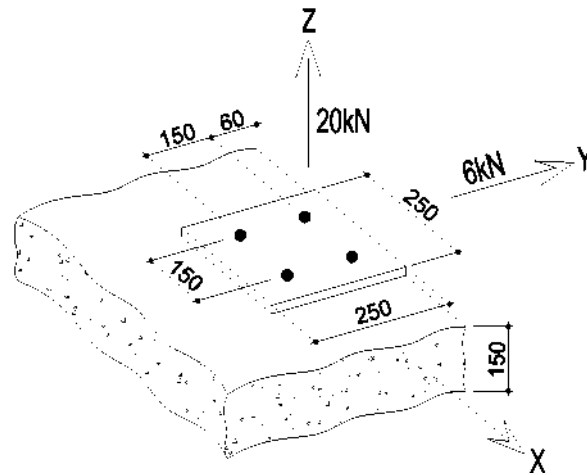


Рис. 2 Группа анкерных болтов под нагрузками растяжения и сдвига

1. Расчетная информация по группе анкерных болтов

- ♦ Марка бетона: C35/45, бетон без трещин
- ♦ Шаг армирования: 150мм
- ♦ Размер анкера: Марка 8.8, M12
- ♦ Номинальный диаметр бура d_0 : 14 мм
- ♦ Эффективная глубина анкеровки h_{ef} : 110 мм
- ♦ Минимальная толщина основания h_{min} : 140 мм
- ♦ Минимальное межосевое расстояние анкерами s_{min} : 60мм
- ♦ Минимальное краевое расстояние c_{min} : 60 мм
- ♦ Критическое краевое расстояние при выкалывании бетона основания: $c_{cr,N}$: $1.5 \times 110 = 165$ мм
- ♦ Критическое межосевое расстояние при выкалывании бетона основания $s_{cr,N}$: $2.0 \times 165 = 330$ мм
- ♦ Критическое краевое расстояние при раскалывании основания $c_{cr,sp}$: $2.0 \times 110 = 220$ мм
- ♦ Критическое межосевое расстояние при раскалывании основания $s_{cr,sp}$: $2.0 \times 220 = 440$ мм

2. Требуемая сила

- 1) Требуемая сила $N_{sd}^g = 20$ кН
- растяжения $N_{sd}^h = 20/4 = 5$ кН
- 2) Требуемая сила сдвига $V_{sd}^g = 6$ кН
- $V_{sd}^h = 6/4 = 1.5$ кН

3. Расчетное сопротивление растяжению

- 1) Расчетное комбинированное сопротивление растяжению и сопротивление разрушению бетонного конуса:

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

$$= 30.8 \times 1.06 \times 1.0 \times 0.81 \times \frac{(2 \times 165 + 150) \times (165 + 150 + 60)}{330 \times 330} \times 1.0$$

$$= 43.7 \text{ кН}$$

- 2) Расчетное сопротивление разрушению бетонного конуса, для одиночных анкерov:

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_b \cdot f_{h,N} \cdot f_{s,N} \cdot \frac{c_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot f_{re,N}$$

$$= 27.7 \times 1.34 \times 1.0 \times 0.81 \times \frac{(2 \times 165 + 150) \times (165 + 150 + 60)}{330 \times 330} \times 1.0$$

$$= 49.7 \text{ кН}$$

- 3) Расчетное сопротивление раскалыванию основания:

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_b \cdot f_{h,N} \cdot f_{s,sp} \cdot \frac{A_{sp,N}}{A_{sp,N}^0} \cdot f_{re,N}$$

$$= 27.7 \times 1.34 \times 1.0 \times 0.78 \times \frac{(2 \times 220 + 150) \times (220 + 150 + 60)}{440 \times 440} \times 1.0$$

$$= 37.9 \text{ кН}$$



4) Расчетное сопротивление разрушению по стали:

$$N_{Rd,s} = 45.0 \text{ kN}$$

5) Обзор безопасности

- Для разрушения стали одного анкера

$$N_{Rd,s} = 45.0 \text{ kN} > N_{sd}^h = 5.0 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

- Для разрушения бетона группы анкеров

$$\begin{aligned} N_{Rd} &= \min(N_{Rd,p}, N_{Rd,c}, N_{Rd,sp}) \\ &= 37.9 \text{ kN} > N_{sd}^g = 20.0 \text{ kN} \end{aligned}$$

4. Расчетное сопротивление сдвигу

1) Расчетное сопротивление разрушению бетонного конуса, для одиночных анкеров:

$$\begin{aligned} V_{Rd,c} &= V_{Rd,c} \cdot f_{b,V} \cdot f_{\alpha,V} \cdot f_{h,V} \cdot f_{s,V} \cdot f_{s,V} \\ &= 7.3 \times 1.34 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.92 \times 1 \times 2 \text{ (EA)} \\ &= 18.0 \text{ kN} \end{aligned}$$

2) Расчетное сопротивление раскалыванию основания:

$$\begin{aligned} V_{Rd,cp} &= \min(k \cdot N_{Rd,p}, k \cdot N_{Rd,c}) \\ &= \min(2 \times 43.7, 2 \times 49.7) \\ &= 87.4 \text{ kN} \end{aligned}$$

3) Расчетное сопротивление разрушению по стали:

$$V_{Rd,s} = 27.0 \text{ kN}$$

4) Обзор безопасности

- Расчетное сопротивление разрушению по стали

$$V_{Rd,s} = 27.0 \text{ kN} > V_{sd}^h = 1.5 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

- Для разрушения бетона группы анкеров

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,c}, V_{Rd,cp}) = 18.0 \text{ kN} > V_{sd}^g = 6 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

5. Сопротивление комбинированной нагрузке растяжения и сдвига

Режим разрушения бетона:

$$\alpha = 1.5$$

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

$$\left(\frac{20}{37.9} \right)^{1.5} + \left(\frac{6}{18.0} \right)^{1.5} = 0.58 \leq 1 \quad \text{OK}$$

» Группа анкерных болтов с поперечным и одноосным моментом

Рисунок 3 показывает группу анкерных болтов 2x26 подвергаемую требуемой силе сдвига 80kN и требуемому моменту 6kNm.

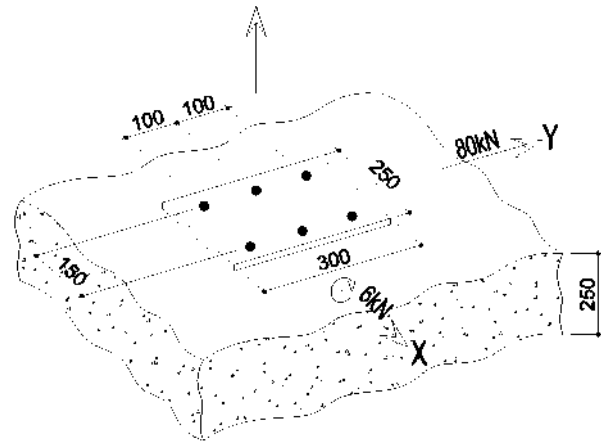


Рисунок 3 Группа анкерных болтов с поперечным и одноосным моментом

1. Расчетная информация по группе анкерных болтов

- ♦ Марка бетона: С30/37, бетон без трещин
- ♦ Шаг армирования: 150 мм
- ♦ Размер анкера: Марка 8.8, M16
- ♦ Номинальный диаметр бура d_0 : 18 мм
- ♦ Эффективная глубина анкеровки h_{ef} : 125 мм
- ♦ Минимальная толщина основания h_{min} : 65 мм
- ♦ Минимальное межосевое расстояние анкерами s_{min} : 80 мм
- ♦ Минимальное краевое расстояние c_{min} : 80 мм
- ♦ Критическое краевое расстояние при выкалывании бетона основания $c_{cr,N}$: $1.5 \times 125 = 187.5$ мм
- ♦ Критическое межосевое расстояние при выкалывании бетона основания $s_{cr,N}$: $2.0 \times 187.5 = 375$ мм
- ♦ Критическое краевое расстояние при раскалывании основания $c_{cr,sp}$: $2.0 \times 125 = 250$ мм
- ♦ Критическое межосевое расстояние при раскалывании основания $s_{cr,sp}$: $2.0 \times 250 = 500$ мм

2. Требуемая сила

1) Требуемая сила растяжения

- Силу растяжения анкерных болтов (N_{sd}^g) и эксцентриситет результирующей растягивающей нагрузки (e_N) можно выразить следующим образом.

$$N_{sd}^g = 30.86 \text{ kN}$$

$$N_{sd}^h = 10.88 \text{ kN}$$

$$e_N = 20.51 \text{ mm}$$

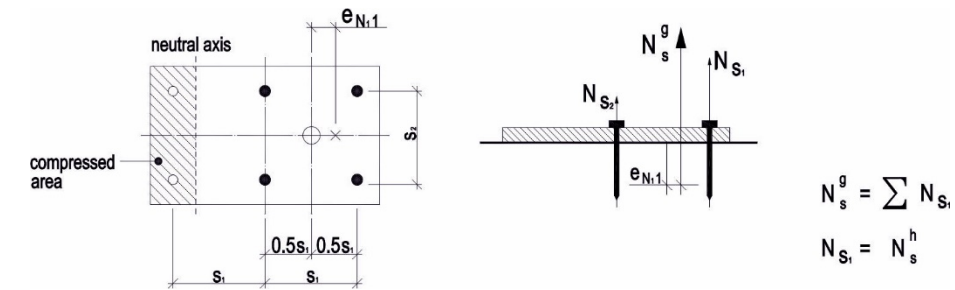


Рисунок: Анкеры, на которые действует только одноосный изгибающий момент

2) Требуемая сила сдвига

$$V_{sd}^g = 80 \text{ kN}$$

$$V_{sd}^h = 80/6 = 13.33 \text{ kN}$$

3. Расчетное сопротивление растяжению

1) Расчетное комбинированное сопротивление растяжению и сопротивлению разрушению бетонного конуса:

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \cdot f_{bp} \cdot f_{hp} \cdot f_{s,N} \cdot \frac{p_s N}{A_{p,N}} \cdot f_{te,N} \cdot f_{ec,N}$$

$$= 43.7 \times 1.04 \times 1.0 \times 1.0 \times \frac{(2 \times 187.5 + 150) \times (2 \times 187.5 + 100)}{375 \times 375} \times 1.0 \times 0.901$$

$$= 72.6 \text{ kN}$$

$$\text{где, } f_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_N}{s_{cr,N}}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \times 20.51}{375}} = 0.901$$

2) Расчетное сопротивление разрушению бетонного конуса, для одиночных анкеров:

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_b \cdot f_{h,N} \cdot f_{s,N} \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot f_{re,N} \cdot f_{ec,N}$$

$$= 33.6 \times 1.22 \times 1.0 \times 1.0 \times \frac{(2 \times 187.5 + 150) \times (2 \times 187.5 + 100)}{375 \times 375} \times 1.0 \times 0.901$$

$$= 65.5 \text{ kN}$$

3) Расчетное сопротивление раскалыванию основания:

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_b \cdot f_{h,N} \cdot f_{s,sp} \cdot \frac{A_{sp,N}}{A_{sp,N}^0} \cdot f_{re,N} \cdot f_{ec,sp}$$

$$= 33.6 \times 1.22 \times 1.0 \times 1.0 \times \frac{(2 \times 250 + 150) \times (2 \times 250 + 100)}{500 \times 500} \times 1.0 \times 0.924$$

$$= 59.1 \text{ kN}$$

где $f_{ec,sp} = \frac{1}{1 + \frac{2e_N}{s_{\sigma,sp}}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \times 20.51}{500}} = 0.924$

4) Расчетное сопротивление разрушению по стали:

$$N_{Rd,s} = 83.7 \text{ kN}$$

5) Обзор безопасности:

- Для разрушения стали одиночного анкера, действующего на растянутые анкера

$$N_{Rd,s} = 83.7 \text{ kN} > N_{sd}^h = 10.88 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

- Для разрушения бетона группы анкеров, действующих на растянутые анкера

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

$$= 59.1 \text{ kN} > N_{sd}^g = 30.86 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

4. Расчетное сопротивление сдвигу

1) Расчетное комбинированное сопротивление растяжению и сопротивлению разрушению бетонного конуса: Нет разрушения бетонной кромки.

2) Расчетное сопротивление разрушению бетонного конуса, для одиночных анкеров:

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_b \cdot f_{h,N} \cdot f_{s,N} \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot f_{re,N} \cdot f_{ec,N}$$

$$= 33.6 \times 1.22 \times 1.0 \times 1.0 \times \frac{(2 \times 187.5 + 150) \times (2 \times 187.5 + 100)}{375 \times 375} \times 1.0 \times 1.0$$

$$= 72.7 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,cp} = 2 \times 72.7 = 145.4 \text{ kN}$$

3) Расчетное сопротивление разрушению по стали

$$V_{Rd,s} = 50.2 \text{ kN}$$

4) Обзор безопасности

- Для разрушения стали одиночного анкера

$$V_{Rd,s} = 50.2 \text{ kN} > V_{sd}^h = 13.33 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

- Для разрушения бетона группы анкеров

$$V_{Rd} = V_{Rd,cp} = 145.4 \text{ kN} > V_{sd}^g = 80 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

5. Сопротивление комбинированной нагрузке растяжения и сдвига

Режим разрушения бетона:

$$\alpha = 1.5$$

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

$$\left(\frac{30.86}{59.1} \right)^{1.5} + \left(\frac{80}{145.4} \right)^{1.5} = 0.79 \leq 1 \quad \text{OK}$$