

Технология инъецирования VMU

Картридж VMU + шпилька VMU-A / V-A / VM-A (1 м)

Оцинкованная версия, ≥ 5 мкм / Нержавеющая сталь A4 / Горячеоцинкованная версия

Назначение: для установки в сжатой зоне бетона и природном камне. Также устанавливается в полнотелый и пустотелый кирпич.

Материал: картридж VMU, содержащий винилэстеровую смолу с отвердителем, без стирола, без запаха, не огнеопасен. Шпилька VMU-A — сталь класса 5.8, оцинкованная версия ≥ 5 мкм, шпилька VMU-A A4 — нержавеющая сталь. Также используется со стандартной шпилькой V-A.

Свойства: технология инъецирования VMU — высокопрочное крепление в бетоне. Резьбовая шпилька (арматура, втулка с внутренней резьбой) устанавливается в отверстие, в которое предварительно закачали химический состав. Не создает внутренних напряжений в базовом материале. Возможна установка при малых межосевых и краевых расстояниях. Быстро набирает прочность, устанавливается при температуре до -5°C . Долговечен и устойчив к агрессивным воздействиям. Используется как для наружных, так и для внутренних работ (не содержит стирол). Допускается установка во влажные отверстия (увеличивается время отверждения). Отверстия, выполненные установкой алмазного бурения, требуют доработки поверхности специальным инструментом.

Применение: используется для крепления рекламных конструкций, лифтов, усиления зданий при реконструкции, устройства анкерных болтов, для монтажа колонн и металлических балок. Крепление подконструкций вентилируемых фасадов.



Шпилька VMU-A



Шпилька VM-A (1 м)



Картридж VMU



Бетон



Природный камень



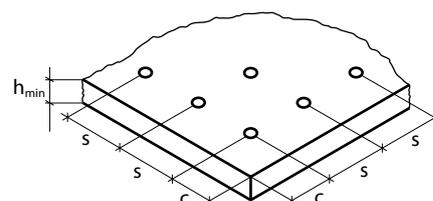
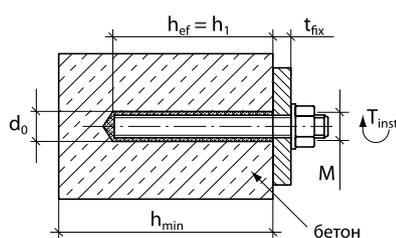
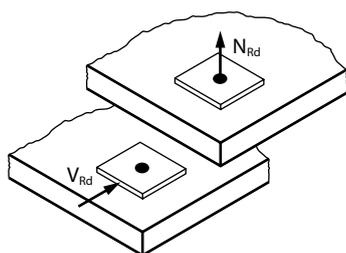
Кирпич



Пустотелый кирпич



Малые межосевые и краевые расстояния



Расчетная нагрузка, одиночное крепление

Сжатая зона бетона	Класс бетона	VMU-A (оцинкованная сталь класса 5.8)							
		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	
Вырыв, N_{Rd}	C 20/25 (кН)	10,7	16,7	23,3	33,3	63,3	76,7	113,3	
Срез, V_{Rd}	C 20/25 (кН)	7,9	12,6	18,3	34,6	54,0	77,8	124,6	
Вырыв, N_{Rd}	C 25/30 (кН)	11,3	17,7	24,7	35,3	67,1	81,3	120,1	
Срез, V_{Rd}	C 25/30 (кН)	7,9	12,6	18,3	34,6	54,0	77,8	124,6	

Сжатая зона бетона	Класс бетона	VMU-A A4 (нержавеющая сталь)							
		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	
Вырыв, N_{Rd}	C 20/25 (кН)	10,7	16,7	23,3	33,3	63,3	76,7	113,3	
Срез, V_{Rd}	C 20/25 (кН)	8,8	14,1	20,5	38,8	60,6	48,6	77,9	
Вырыв, N_{Rd}	C 25/30 (кН)	11,3	17,7	24,7	35,3	67,1	81,3	120,1	
Срез, V_{Rd}	C 25/30 (кН)	8,8	14,1	20,5	38,8	60,6	48,6	77,9	

При установке шпильки VM-A (1 м) на большую глубину рекомендуем обратиться в инженерный отдел МКТ для определения расчетных усилий.

Параметры установки анкера

Диаметр отверстия в бетоне	d_0	(мм)	10	12	14	18	22	26	32
Диаметр отверстия в закрепляемой пластине	d_f	(мм)	9	12	14	18	22	26	33
Глубина отверстия	h_1	(мм)	80	90	110	125	170	210	270
Момент затяжки	T_{inst}	(Нм)	10	20	40	60	120	150	300
Размер гайки под ключ	sw	(мм)	13	17	19	24	30	36	46
Минимальная толщина бетона	h_{min}	(мм)	100	120	140	160	220	280	350
Эффективная глубина посадки	h_{ef}	(мм)	80	90	110	125	170	210	270

Осевое расстояние между анкерами и расстояние от оси анкера до кромки бетона

Минимальное осевое расстояние	s_{min}	(мм)	40	45	55	65	85	105	135
Минимальное расстояние до кромки бетона	c_{min}	(мм)	40	45	55	65	85	105	135

Время гелеобразования и полного отверждения

Температура монтажа	(°C)	-5	0	5	10	20	30	35	40
Максимальное время гелеобразования	(мин)	90	45	20	12	6	4	2	1,4
Минимальное время полного отверждения (сухой бетон)	(мин)	330	180	120	80	45	25	20	15
Минимальное время полного отверждения (сырой бетон)	(мин)	660	360	240	160	90	50	40	30

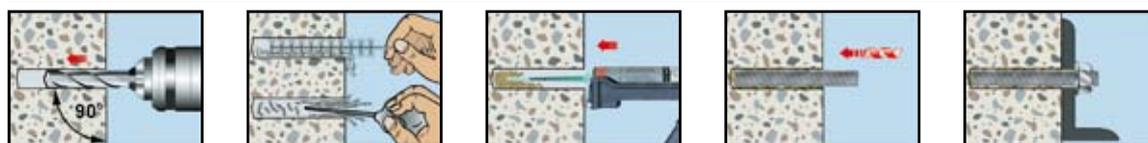
Технология инъецирования VMU

Обозначение	Арт. №	Емкость (мм)	Кол-во в коробке (шт.)	Вес коробки (кг)	Вес (кг)
Картридж VMU 150	28255261	150	12	4,20	0,34
Картридж VMU 300	28255140	300	12	6,40	0,53
Картридж VMU 345	28255371	345	12	8,00	0,55
Картридж VMU 420	28257001	420	12	10,1	0,83
Stock Vox VMU 420	28999195	-	20	-	-
Смеситель VM-X	28305111	-	12	0,12	0,01
Удлинитель VM-XL (200 мм)	28306011	-	12	-	0,01

В комплект поставки картриджа входят два смесителя VM-X.
Принадлежности для установки анкера см. стр. 118.

Технические характеристики VMU-A (оцинк. сталь 5.8)

Обозначение	Арт. №	Диаметр бура, глубина отверст. $d_b \times h_1$, (мм)	Макс. толщина закрепляемой детали, t_{fix} , (мм)	Упаковка (шт.)	Вес упаковки (кг)
VMU-A 8-10/100	31510101	10 × 80	10	10	0,42
VMU-A 8-20/110	31515101	10 × 80	20	10	0,46
VMU-A 8-40/130	31525101	10 × 80	40	10	0,52
VMU-A 8-55/145	31528101	10 × 80	55	10	0,55
VMU-A 8-70/160	31530101	10 × 80	70	10	0,60
VMU-A 8-115/205	31550101	10 × 80	115	10	0,74
VMU-A 10-10/110	31605101	12 × 90	10	10	0,75
VMU-A 10-30/130	31625101	12 × 90	30	10	0,85
VMU-A 10-50/150	31630101	12 × 90	50	10	0,95
VMU-A 10-65/165	31635101	12 × 90	65	10	1,02
VMU-A 10-90/190	31645101	12 × 90	90	10	1,15
VMU-A 10-160/260	31655101	12 × 90	160	10	1,50
VMU-A 12-10/135	31710101	14 × 110	10	10	1,25
VMU-A 12-30/155	31720101	14 × 110	30	10	1,42
VMU-A 12-50/175	31730101	14 × 110	50	10	1,54
VMU-A 12-85/210	31740101	14 × 110	85	10	1,82
VMU-A 12-125/250	31750101	14 × 110	125	10	2,13
VMU-A 12-175/300	31760101	14 × 110	175	10	2,50
VMU-A 16-15/160	31810101	18 × 125	15	10	2,65
VMU-A 16-30/175	31815101	18 × 125	30	10	2,85
VMU-A 16-60/205	31820101	18 × 125	60	10	3,25
VMU-A 16-90/235	31830101	18 × 125	90	10	3,65
VMU-A 16-155/300	31840101	18 × 125	155	10	4,53
VMU-A 20-50/240	31910101	22 × 170	50	10	5,85
VMU-A 20-70/260	31915101	22 × 170	70	10	6,30
VMU-A 20-95/285	31920101	22 × 170	95	10	6,75
VMU-A 20-115/305	31925101	22 × 170	115	10	7,15
VMU-A 20-160/350	31930101	22 × 170	160	10	8,10
VMU-A 20-210/400	31935101	22 × 170	210	10	9,10
VMU-A 24-55/290	31960101	26 × 210	55	5	4,95
VMU-A 24-115/350	31965101	26 × 210	115	5	5,85
VMU-A 24-165/400	31970101	26 × 210	165	5	6,60
VMU-A 30-70/370	31990101	32 × 270	70	5	9,90

Порядок установки**Дозаторы для картриджей VM-P**

Обозначение	Вес коробки (кг)	Вес (кг)
VM-P 345 Стандарт	28350505	0,87
VM-P 420 Стандарт	28353005	1,10
VM-P 345 Профи	28350511	1,20
VM-P 420 Профи	28351001	1,22

Технические характеристики VMU-A A4 (нерж. сталь)

Обозначение	Арт. №	Диаметр бура, глубина отверст. $d_b \times h_1$, (мм)	Макс. толщина закрепляемой детали, t_{fix} , (мм)	Упаковка (шт.)	Вес упаковки (кг)
VMU-A 8-10/100 A4	31510501	10 × 80	10	10	0,42
VMU-A 8-20/110 A4	31515501	10 × 80	20	10	0,46
VMU-A 8-40/130 A4	31525501	10 × 80	40	10	0,52
VMU-A 8-55/145 A4	31528501	10 × 80	55	10	0,55
VMU-A 8-70/160 A4	31530501	10 × 80	70	10	0,60
VMU-A 8-115/205 A4	31550501	10 × 80	115	10	0,74
VMU-A 10-10/110 A4	31605501	12 × 90	10	10	0,75
VMU-A 10-30/130 A4	31625501	12 × 90	30	10	0,85
VMU-A 10-50/150 A4	31630501	12 × 90	50	10	0,95
VMU-A 10-65/165 A4	31635501	12 × 90	65	10	1,02
VMU-A 10-90/190 A4	31645501	12 × 90	90	10	1,15
VMU-A 10-160/260 A4	31655501	12 × 90	160	10	1,50
VMU-A 12-10/135 A4	31710501	14 × 110	10	10	1,25
VMU-A 12-30/155 A4	31720501	14 × 110	30	10	1,42
VMU-A 12-50/175 A4	31730501	14 × 110	50	10	1,54
VMU-A 12-85/210 A4	31740501	14 × 110	85	10	1,82
VMU-A 12-125/250 A4	31750501	14 × 110	125	10	2,13
VMU-A 12-175/300 A4	31760501	14 × 110	175	10	2,50
VMU-A 16-15/160 A4	31810501	18 × 125	15	10	2,65
VMU-A 16-30/175 A4	31815501	18 × 125	30	10	2,85
VMU-A 16-60/205 A4	31820501	18 × 125	60	10	3,25
VMU-A 16-90/235 A4	31830501	18 × 125	90	10	3,65
VMU-A 16-155/300 A4	31840501	18 × 125	155	10	4,53
VMU-A 20-50/240 A4	31910501	22 × 170	50	10	5,85
VMU-A 20-95/285 A4	31920501	22 × 170	95	10	6,76
VMU-A 20-115/305 A4	31925501	22 × 170	115	10	7,15
VMU-A 24-55/290 A4	31960501	26 × 210	55	5	4,95
VMU-A 24-115/350 A4	31965501	26 × 210	115	5	5,85
VMU-A 24-165/400 A4	31970501	26 × 210	165	5	6,60
VMU-A 30-70/370 A4	31990501	32 × 270	70	5	9,90

Программу поставки стандартных шпилек V-A см. стр. 109.
Физико-механические характеристики шпилек V-A см. стр. 124.

Методика расчета несущей способности анкера, в соответствии с Европейскими техническими требованиями ETAG, для сжатой зоны бетона. Технология инъецирования VMU с резьбовыми шпильками.

1. N_{Rd} : Вырыв

Расчетное сопротивление вырыву для одного анкера составляет наименьшее значение из:

$N_{Rd,s}$ — сопротивление разрушению по стали

$N_{Rd,p}$ — сопротивление вырыву из бетона

$N_{Rd,c}$ — сопротивление разрушению по конусу бетона

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

1.1 $N_{Rd,s}$: Расчетное сопротивление разрушению по стали для одиночных анкеров

$$N_{Rd,s} = A_s \cdot f_{uk} / \gamma_{ms}$$

где, A_s — расчетная площадь сечения шпильки

f_{uk} — временное сопротивление

= 500 Н/мм² (для оцинкованной стали класса 5.8)

= 700 Н/мм² (для нержавеющей стали А4 М8–М20)

= 500 Н/мм² (для нержавеющей стали А4 М22–М48)

γ_{ms} — коэффициент запаса

= 1,50 Н/мм² (для оцинкованной стали классов 5.8 и 8.8)

= 1,87 Н/мм² (для нержавеющей стали А4 М8–М20)

= 2,40 Н/мм² (для нержавеющей стали А4 М22–М48)

$N_{Rd,s}$: Расчетное сопротивление разрушению по стали для одиночных анкеров

Диаметр шпильки		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
Оцинк. сталь 5.8	$N_{Rd,s}$ (кН)	10,9	17,4	25,4	48,1	75,1	108,0	173,0
Нерж. сталь А4	$N_{Rd,s}$ (кН)	12,3	19,6	28,6	54,0	84,3	67,5	108,1

1.2 $N_{Rd,p}$: Расчетное сопротивление разрушению в результате вырыва из бетона, для одиночных анкеров

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \cdot f_{BN,p} \cdot f_{AN,p} \cdot f_{RN,p}$$

где, $f_{BN,p}$ — влияние прочности бетона

$f_{AN,p}$ — влияние осевого расстояния между анкерами

$f_{RN,p}$ — влияние расстояния от оси анкера до кромки бетона

1.2.1 $N_{Rd,p}^0$: Нормативное сопротивление разрушению в результате вырыва из бетона C20/25 при температуре 50°C / 80°C¹⁾

Диаметр шпильки		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
	$N_{Rd,p}^0$ (кН)	10,7	16,7	23,3	33,3	63,3	76,7	113,3
VMU / VMU A4	h_{ef} (мм)	80	90	110	125	170	210	270
	h_{min}^2 (кН)	100	130	160	200	220	280	350

¹⁾ Максимальная долговременная температура / максимальная кратковременная температура.

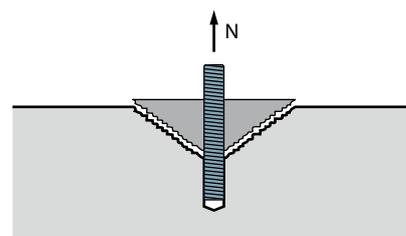
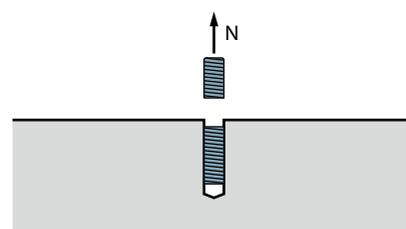
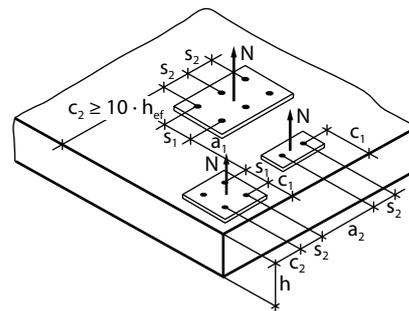
²⁾ Если толщина бетона меньше значения h_{min} , посоветуйтесь со службой технической поддержки фирмы МКТ.

1.2.2 $f_{BN,p}$: Влияние прочности бетона

$$f_{BN,p} = (f_{ck,cube} / 25)^{0,3}$$

Коэффициенты влияния прочности бетона

Прочность бетона		C20/25	C25/30	C30/37	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{ck,cyl}$	(Н/мм ²)	20	25	30	40	45	50
$f_{ck,cube}$	(Н/мм ²)	25	30	37	50	55	60
f_{BN}		1,00	1,06	1,12	1,23	1,27	1,30



1.2.3 $f_{AN,p}$: Влияние осевого расстояния между анкерами

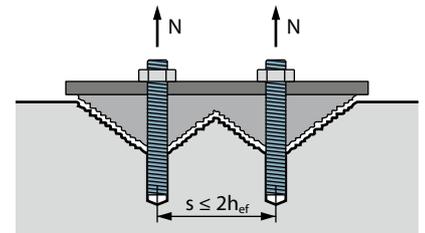
$$f_{AN,p} = 0,5 + \frac{s}{4 \cdot h_{ef}} \leq 1$$

где, s — осевое расстояние

 $f_{AN,p}$: Коэффициент влияния осевого расстояния между анкерами

$s^1)$ (мм)	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
40	0,63						
45	0,64	0,63					
55	0,67	0,65	0,63				
65	0,70	0,68	0,65	0,63			
85	0,77	0,74	0,69	0,67	0,63		
105	0,83	0,79	0,74	0,71	0,65	0,63	
135	0,92	0,88	0,81	0,77	0,70	0,661	0,625
160	1,00	0,94	0,86	0,82	0,74	0,69	0,65
180		1,00	0,91	0,86	0,76	0,71	0,67
220			1,00	0,94	0,82	0,76	0,70
250				1,00	0,87	0,80	0,73
340					1,00	0,90	0,81
420						1,00	0,89
540							1,00
h_{ef} (мм)	80	90	110	125	170	210	270
s_{min} (мм)	40	45	55	65	85	105	135

¹⁾ Промежуточные значения по линейной интерполяции.

1.2.4 $f_{RN,p}$: Влияние расстояния от оси анкера до края бетона

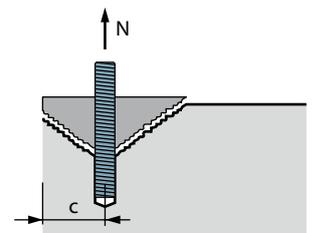
$$f_{RN,p} = 0,35 + \frac{c}{2 \cdot h_{ef}} + 0,6 \cdot \left(\frac{c}{2 \cdot h_{ef}}\right)^2 \leq 1$$

где, c — расстояние до края бетона

 f_{RN} : Коэффициент влияния расстояния от оси анкера до края бетона

$c^1)$ (мм)	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
40	0,64						
45	0,68	0,64					
55	0,76	0,71	0,64				
60	0,81	0,75	0,67				
65	0,86	0,79	0,70	0,65			
80	1,00	0,91	0,79	0,73			
85		0,96	0,83	0,76	0,64		
90		1,00	0,86	0,79	0,66		
105			0,96	0,88	0,72	0,64	
110			1,00	0,91	0,74	0,65	
120				0,97	0,78	0,68	
125				1,00	0,80	0,70	
140					0,86	0,75	0,65
170					1,00	0,85	0,72
210						1,00	0,83
270							1,00
h_{ef} (мм)	80	90	110	125	170	210	270
c_{min} (мм)	40	45	55	65	85	105	135

¹⁾ Промежуточные значения по линейной интерполяции.



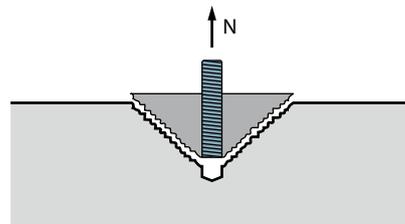
1.3 $N_{Rd,c}$: Расчетное сопротивление разрушению бетонного конуса, для одиночных анкеров

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_{BN} \cdot f_{AN} \cdot f_{RN}$$

где, f_{BN} — влияние прочности бетона

f_{AN} — влияние осевого расстояния между анкерами

f_{RN} — влияние расстояния от оси анкера до края бетона



1.3.1 $N_{Rd,c}^0$: Нормативное сопротивление разрушению бетонного конуса, бетон C20/25

Диаметр шпильки		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
VMU / VMU A4	$N_{Rd,c}^0$ (кН)	27,7	33,1	44,7	54,2	85,9	117,9	171,9
	h_{ef} (мм)	80	90	110	125	170	210	270

1.3.2 f_{BN} : Влияние прочности бетона

$$f_{BN} = \sqrt{f_{ck,cube} / 25}$$

Коэффициенты влияния прочности бетона

Прочность бетона		C20/25	C25/30	C30/37	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{ck,cyl}$	(Н/мм ²)	20	25	30	40	45	50
$f_{ck,cube}$	(Н/мм ²)	25	30	37	50	55	60
f_{BN}		1,00	1,10	1,22	1,41	1,48	1,55

1.3.3 f_{AN} : Влияние осевого расстояния между анкерами

$$f_{AN} = 0,5 + \frac{s}{6 \cdot h_{ef}} \leq 1$$

где, s — осевое расстояние

f_{AN} : Коэффициент влияния осевого расстояния между анкерами

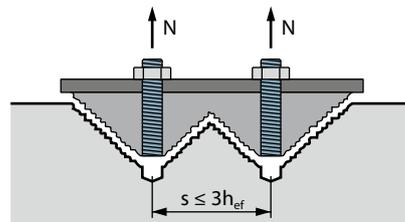
$s^{1)}$ (мм)		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
40		0,58						
45		0,59	0,58					
55		0,61	0,60	0,58				
65		0,64	0,62	0,60				
85		0,68	0,66	0,63	0,61			
105		0,72	0,69	0,66	0,64	0,60		
120		0,75	0,72	0,68	0,66	0,62	0,60	
150		0,81	0,78	0,73	0,70	0,65	0,62	
180		0,88	0,83	0,77	0,74	0,68	0,64	0,61
240		1,00	0,94	0,86	0,82	0,74	0,69	0,65
270			1,00	0,91	0,86	0,76	0,71	0,67
300				0,95	0,90	0,79	0,74	0,69
330				1,00	0,94	0,82	0,76	0,70
375					1,00	0,87	0,80	0,73
510						1,00	0,90	0,81
630							1,00	0,89
810								1,00
h_{ef}	(мм)	80	90	110	125	170	210	270
s_{min}	(мм)	40	45	55	65	85	105	135

¹⁾ Промежуточные значения по линейной интерполяции.

1.3.4 f_{RN} : Влияние расстояния от оси анкера до края бетона

$$f_{RN} = 0,35 + \frac{c}{3 \cdot h_{ef}} + 0,6 \cdot \left(\frac{c}{3 \cdot h_{ef}} \right)^2 \leq 1$$

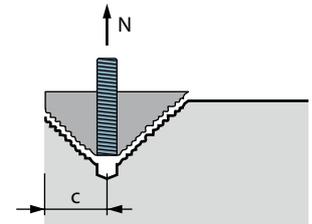
где, c — расстояние до края бетона



f_{RN} : Коэффициент влияния расстояния от оси анкера до края бетона

$c^1)$ (мм)	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
40	0,53						
45	0,56	0,53					
55	0,61	0,58	0,53				
60	0,64	0,60	0,55				
65	0,66	0,63	0,57	0,54			
85	0,78	0,72	0,65	0,61	0,53		
105	0,90	0,83	0,73	0,68	0,58	0,53	
120	1,00	0,91	0,79	0,73	0,62	0,56	
135		1,00	0,86	0,79	0,66	0,59	0,53
140			0,88	0,81	0,67	0,60	0,54
165			1,00	0,91	0,74	0,65	0,58
180				0,97	0,78	0,68	0,60
188				1,00	0,80	0,70	0,61
200					0,83	0,73	0,63
255					1,00	0,85	0,72
315						1,00	0,83
405							1,00
h_{ef} (мм)	80	90	110	125	170	210	270
c_{min} (мм)	40	45	55	65	85	105	135

¹⁾ Промежуточные значения по линейной интерполяции.

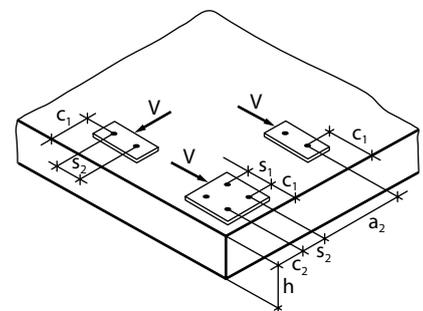


2. V_{Rd} : Срез

Расчетное сопротивление срезу для одного анкера составляет наименьшее значение из:

- $V_{Rd,s}$ — сопротивление разрушению по стали
- $V_{Rd,cp}$ — сопротивление разрушению на скол бетона
- $V_{Rd,c}$ — сопротивление разрушению кромки бетона

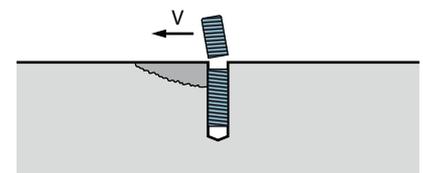
$$V_{Rd} = \min (V_{Rd,s}; V_{Rd,cp}; V_{Rd,c})$$



2.1 $V_{Rd,s}$: Расчетное сопротивление стали срезающему усилию

$$V_{Rd,s} = 0,6 \cdot A_s \cdot f_{uk} / \gamma_{ms}$$

- где, A_s — расчетная площадь сечения шпильки
- f_{uk} — временное сопротивление
 - = 500 Н/мм² (для оцинкованной стали класса 5.8)
 - = 700 Н/мм² (для нержавеющей стали A4 M8–M20)
 - = 500 Н/мм² (для нержавеющей стали A4 M22–M48)
 - γ_{ms} — коэффициент запаса
 - = 1,25 Н/мм² (для оцинкованной стали классов 5.8 и 8.8)
 - = 1,56 Н/мм² (для нержавеющей стали A4 M8–M20)
 - = 2,00 Н/мм² (для нержавеющей стали A4 M22–M48)



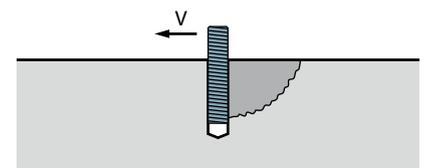
$V_{Rd,s}$: Расчетное сопротивление стали срезающему усилию

Диаметр шпильки		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
Оцинк. сталь 5.8	$V_{Rd,s}$ (кН)	7,9	12,6	18,3	34,6	54,0	77,8	124,6
Нерж. сталь A4	$V_{Rd,s}$ (кН)	8,8	14,1	20,5	38,8	60,6	48,6	77,9

2.2 $V_{Rd,cp}$: Расчетное сопротивление разрушению на скол бетона

$$V_{Rd,cp} = 2 \min (N_{Rd,p}; N_{Rd,c})$$

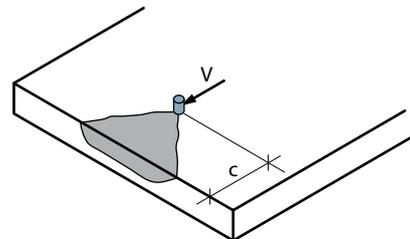
Расчет для $N_{Rd,p}$ и $N_{Rd,c}$ см. в пунктах 1.2–1.3.



2.3 $V_{Rd,c}$: Расчетное сопротивление разрушению кромки бетона

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_{BV} \cdot f_{a,V} \cdot f_{AR,V}$$

где, f_{BV} — влияние прочности бетона, $f_{BV} = f_{BN}$
 $f_{a,V}$ — влияние направления нагрузки на срез
 $f_{AR,V}$ — влияние расстояния от оси анкера до края бетона и осевого расстояния между анкерами



2.3.1 $V_{Rd,c}^0$: Нормативное сопротивление разрушению кромки бетона для одиночных анкеров, с расстоянием от оси анкера до кромки бетона равным c_{min} , бетон С20/25

Диаметр шпильки		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
VMU / VMU A4	$V_{Rd,c}^0$ (кН)	2,5	3,3	4,8	6,9	11,6	17,5	28,5
	c_{min} (мм)	40	45	55	65	85	105	135

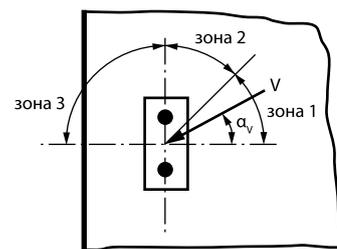
2.3.2 $f_{a,V}$: Влияние направления нагрузки на срез

α	0°–55°	60°	70°	80°	90°–180°
$f_{a,V}$	1	1,1	1,2	1,5	2

зона 1, для $0^\circ \leq \alpha_v \leq 55^\circ$ $f_{a,V} = 1,0$

зона 2, для $55^\circ \leq \alpha_v \leq 90^\circ$ $f_{a,V} = \frac{1}{\cos \alpha + 0,5 \cdot \sin \alpha_v}$

зона 3, для $90^\circ \leq \alpha_v \leq 180^\circ$ $f_{a,V} = 2,0$



2.3.3 $f_{AR,V}$: Влияние расстояния от оси анкера до края бетона и осевого расстояния между анкерами

Одиночный или групповой анкер при $s \geq 3c$:

при $h \geq 1,5 \cdot c$ $f_{AR,V} = (c / c_{min}) \cdot \sqrt{c / c_{min}}$

при $h < 1,5 \cdot c$ $f_{AR,V} = (h / 1,5 / c_{min}) \cdot \sqrt{h / 1,5 / c_{min}}$

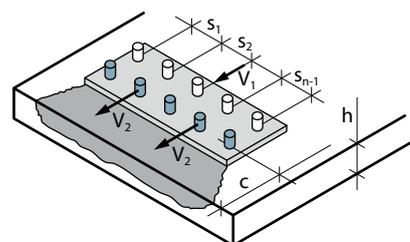
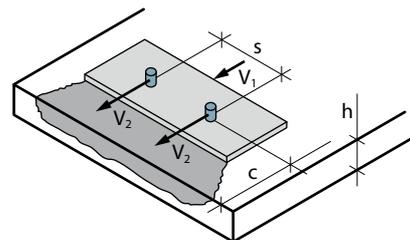
Анкерная пара при $s < 3c$:

при $h \geq 1,5 \cdot c$ $f_{AR,V} = (3c + s) / 6c_{min} \cdot \sqrt{c / c_{min}}$

при $h < 1,5 \cdot c$ $f_{AR,V} = (3h / 1,5 + s) / 6c_{min} \cdot \sqrt{h / 1,5 / c_{min}}$

Общая формула для n анкеров при $s < 3c$; $c' = \min(c; h / 1.5)$:

$$f_{AR,V} = (3c' + s_1 + s_2 + \dots + s_{n-1}) / 3n \cdot c_{min} \cdot \sqrt{c' / c_{min}}$$



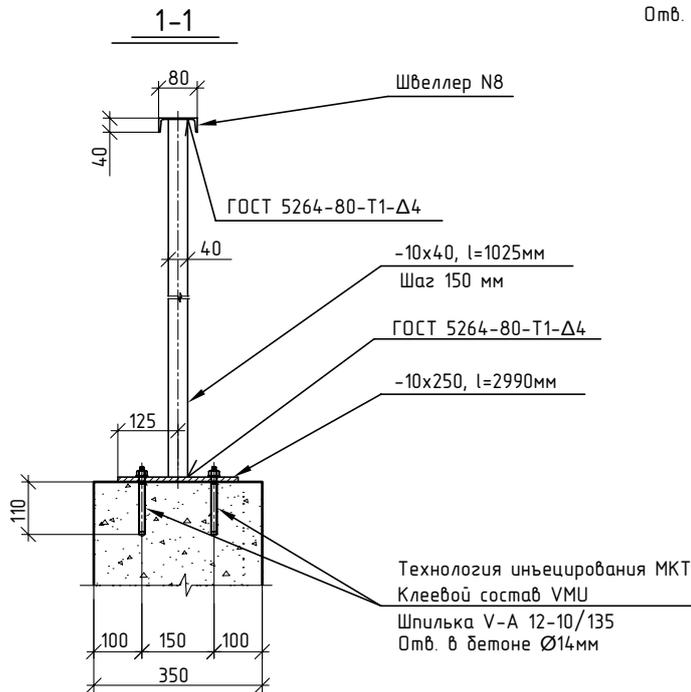
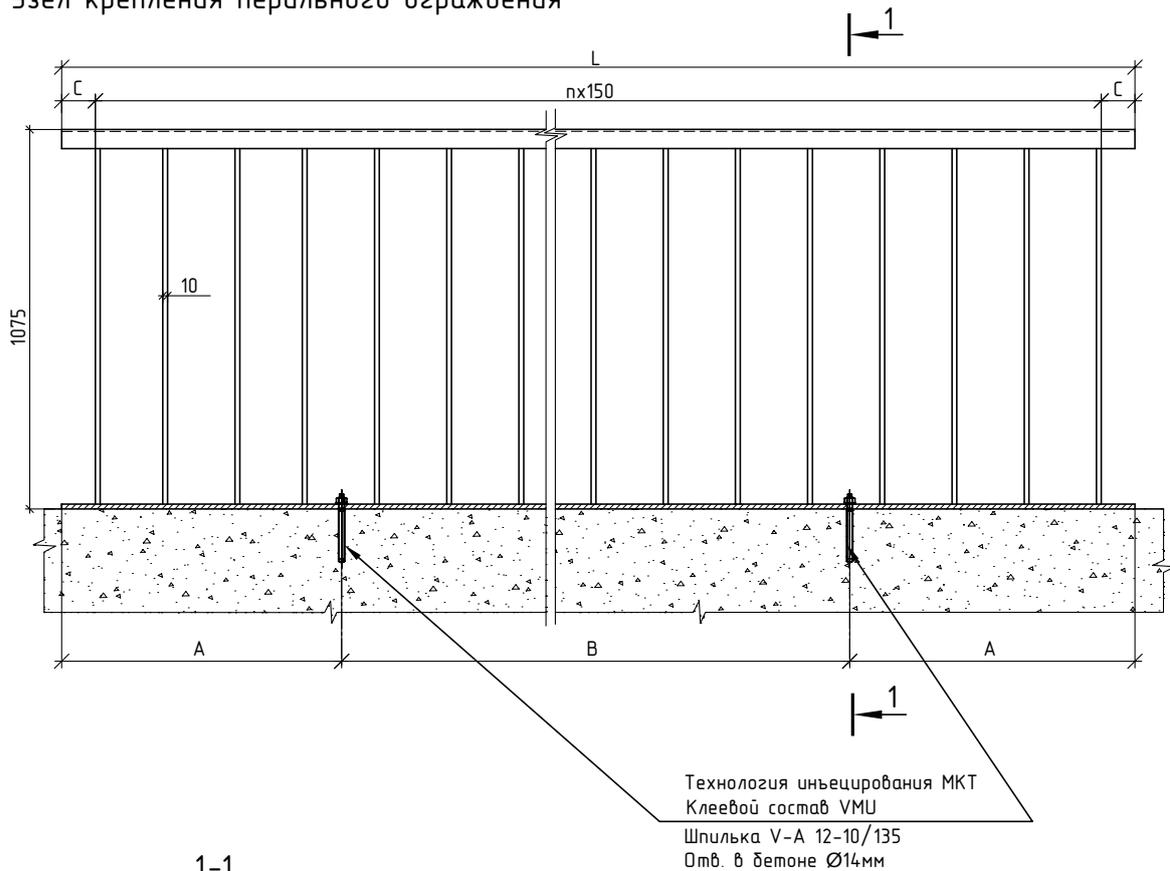
3. Сопротивление комбинированному усилию на вырыв и срез

Комбинированная нагрузка на вырыв и срез при $N_{sd} \leq N_{Rd}$ и $V_{sd} \leq V_{Rd}$:

$$\frac{N_{sd}}{N_{Rd}} + \frac{V_{sd}}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

Пример обозначения анкера в чертежах

Узел крепления перильного ограждения



Геометрические характеристики ПО-1

	ПО-1
A, мм	650
B, мм	1690
C, мм	70
L, мм	2990

Технология инъектирования VMU

Картридж VMU + арматура A500C

Назначение: для установки в сжатой зоне бетона и природном камне.

Материал: картридж VMU, содержащий винилэстеровую смолу с отвердителем, без стирола, без запаха. Арматура периодического профиля класса A500C по ГОСТ Р 52544-2006.

Свойства: технология инъектирования VMU — высокопрочное крепление в бетоне. Арматура периодического профиля устанавливается в отверстие, в которое предварительно закачали химический состав. Не создает внутренних напряжений в базовом материале. Возможна установка при малых межосевых и краевых расстояниях. Быстро набирает прочность, устанавливается при температуре до -5°C . Герметично заполняет отверстия. Используется как для наружных, так и для внутренних работ (не содержит стирол). Допускается установка во влажные отверстия (увеличивается время отверждения). Отверстия, выполненные установкой алмазного бурения, требуют доработки поверхности специальным инструментом.

Применение: Используется для усиления фундаментов, кирпичной кладки, несущих конструкций путем вклейки арматурных стержней в базовый материал. Организация арматурных выпусков при возведении монолитных стен, колонн и перекрытий. Также при реконструкции мостового полотна для связи существующего бетона с новым бетонным покрытием.



Арматура



Картридж VMU



Бетон



Природный камень



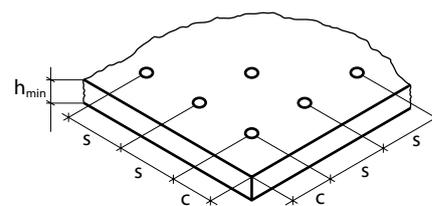
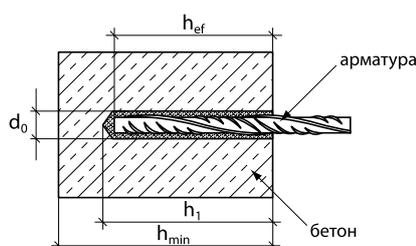
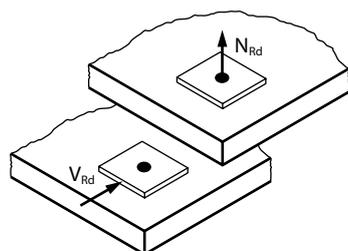
Кирпич



Пустотелый кирпич



Малые межосевые и краевые расстояния



Расчетная нагрузка, одиночное крепление

Сжатая зона бетона	Класс бетона	Арматура A500C								
			$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 14$	$\varnothing 16$	$\varnothing 18$	$\varnothing 20$	$\varnothing 22$	$\varnothing 25$
Вырыв, N_{Rd}	C 20/25 (кН)		19,4	25,1	31,0	37,7	44,8	51,8	58,3	69,7
Срез, V_{Rd}	C 20/25 (кН)		17,3	24,9	33,9	44,2	56,0	69,1	83,6	108,0
Вырыв, N_{Rd}	C 25/30 (кН)		20,6	26,6	32,9	40,0	47,5	54,9	61,8	73,9
Срез, V_{Rd}	C 25/30 (кН)		17,3	24,9	33,9	44,2	56,0	69,1	83,6	108,0

При установке арматурного стержня на большую глубину, либо используя арматуру класса A400 (AIII), рекомендуем обратиться в инженерный отдел МКТ для определения расчетных усилий.

Параметры установки анкера

Параметр	Обозначение	Единица	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 14$	$\varnothing 16$	$\varnothing 18$	$\varnothing 20$	$\varnothing 22$	$\varnothing 25$
Диаметр отверстия в бетоне	d_0	(мм)	14	16	18	20	22	25	28	30
Глубина отверстия	h_1	(мм)	100	120	140	160	180	200	220	250
Минимальная толщина бетона	h_{min}	(мм)	128	152	176	200	224	250	276	310
Эффективная глубина посадки	h_{ef}	(мм)	100	120	140	160	180	200	220	250

Осевое расстояние между анкерами и расстояние от оси анкера до кромки бетона

Параметр	Обозначение	Единица	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 14$	$\varnothing 16$	$\varnothing 18$	$\varnothing 20$	$\varnothing 22$	$\varnothing 25$
Минимальное осевое расстояние	s_{min}	(мм)	50	60	70	80	90	100	110	125
Минимальное расстояние до кромки бетона	c_{min}	(мм)	50	60	70	80	90	100	110	125

Время гелеобразования и полного отверждения

Температура монтажа	(°C)	-5	0	5	10	20	30	35	40
Максимальное время гелеобразования	(мин)	90	45	20	12	6	4	2	1,4
Минимальное время полного отверждения (сухой бетон)	(мин)	330	180	120	80	45	25	20	15
Минимальное время полного отверждения (сырой бетон)	(мин)	660	360	240	160	90	50	40	30

Технология инъецирования VMU

Обозначение	Арт. №	Емкость (мм)	Кол-во в коробке (шт.)	Вес коробки (кг)	Вес (кг)
Картридж VMU 150	28255261	150	12	4,20	0,34
Картридж VMU 300	28255140	300	12	6,40	0,53
Картридж VMU 345	28255371	345	12	8,00	0,55
Картридж VMU 420	28257001	420	12	10,1	0,83
Stock Vox VMU 420	28999195	-	20	-	-
Смеситель VM-X	28305111	-	12	0,12	0,01
Удлинитель VM-XL (200 мм)	28306011	-	12	-	0,01

В комплект поставки картриджа входят два смесителя VM-X.
Принадлежности для установки анкера см. стр. 119.

Дозаторы для картриджей VM-P

Обозначение	Вес коробки (кг)	Вес (кг)
VM-P 345 Стандарт	28350505	0,87
VM-P 420 Стандарт	28353005	1,10
VM-P 345 Профи	28350511	1,20
VM-P 420 Профи	28351001	1,22

Щетка для прочистки отверстий RB-H

Обозначение	Арт. №	Диаметр (мм)	Для отверстий диаметром (мм)
RB-H 14	28814501	10	8–13
RB-H 18	29918501	18	14–18
RB-H 20	29920301	20	18–20
RB-H 28	29928501	28	20–28

**Щетка для прочистки отверстий RB**

Обозначение	Арт. №	Для отверстий диаметром (мм)	Для анкера диаметром (мм)
RB 10	33408101	14	VMU M8
RB 12	33410101	12	VMU M10
RB 14	33412101	14	VMU M12
RB 18	33416101	18	VMU M16
RB 22	33418101	22	VMU M20
RB 26	33424101	26	VMU M24
RB 32	33432101	32	VMU M30

**Насос для прочистки отверстий VM-AP**

Обозначение	Арт. №
VM-AP (для отверстий до 35 мм)	29990002

**Порядок установки**

Методика расчета несущей способности анкера, в соответствии с Европейскими техническими требованиями ETAG, для сжатой зоны бетона. Технология инъецирования VMU с арматурой периодического профиля A500 по ГОСТ 52544-2006.

Свойства стержневой арматуры периодического профиля класса A500С см. ГОСТ Р 52544-2006 «Прокат арматурный свариваемый периодического профиля классов A500С и B500С для армирования железобетонных конструкций». Для арматуры A400 (AIII) см. ГОСТ 5781-82 «Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций».

1. N_{Rd} : Вырыв

Расчетное сопротивление вырыву для одного анкера составляет наименьшее значение из:

$N_{Rd,s}$ — сопротивление разрушению по стали

$N_{Rd,p}$ — сопротивление вырыву из бетона

$N_{Rd,c}$ — сопротивление разрушению по конусу бетона

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

1.1 $N_{Rd,s}$: Расчетное сопротивление разрушению по стали для одиночных анкеров

$$N_{Rd,s} = A_s \cdot f_{uk} / \gamma_{ms}$$

где, A_s — расчетная площадь сечения арматурного стержня

f_{uk} — временное сопротивление стали для A500С равно 550 Н/мм²

γ_{ms} — коэффициент запаса для A500С равен 1,4

$N_{Rd,s}$: Расчетное сопротивление разрушению по стали для одиночных анкеров

Диаметр арматуры		Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø25
A500С	$N_{Rd,s}$ (кН)	30,9	44,4	60,5	79,0	100,0	123,4	149,3	192,8

1.2 $N_{Rd,p}$: Расчетное сопротивление разрушению в результате вырыва из бетона, для одиночных анкеров

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \cdot f_T \cdot f_{BN,p} \cdot f_{AN,p} \cdot f_{RN,p}$$

где, f_T — влияние глубины заделки арматуры

$f_{BN,p}$ — влияние прочности бетона

$f_{AN,p}$ — влияние осевого расстояния между анкерами

$f_{RN,p}$ — влияние расстояния от оси анкера до кромки бетона

1.2.1 $N_{Rd,p}^0$: Нормативное сопротивление разрушению в результате вырыва из бетона C20/25 при температуре 50°C / 80°C¹⁾

Диаметр арматуры		Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø25
Арматура	$N_{Rd,p}^0$ (кН)	19,4	25,1	31,0	37,7	44,8	51,8	58,3	69,7
VMU	$h_{ef} = 10 \cdot \varnothing$ (мм)	100	120	140	160	180	200	220	250

¹⁾ Максимальная долговременная температура / максимальная кратковременная температура. В случае с расчетным сопротивлением вырыву учитываются данные дополнительного анализа длительной нагрузки согласно стандарту АС308 3.3.1.1.

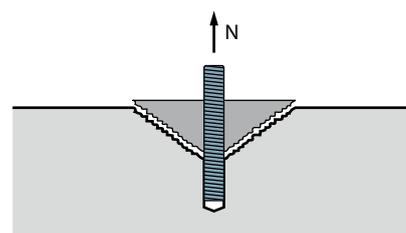
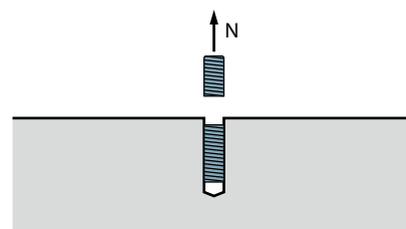
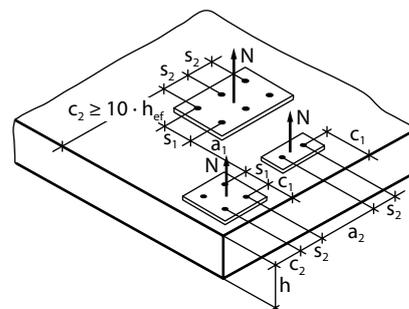
1.2.2 f_T : Влияние глубины заделки арматуры

При $8 \cdot \varnothing \leq h_{ef} \leq 18 \cdot \varnothing$, где \varnothing — диаметр арматуры:

$$f_T = h_{ef} / (10 \cdot \varnothing)$$

1.2.3 $f_{BN,p}$: Влияние прочности бетона

$$f_{BN,p} = (f_{ck,cube} / 25)^{0,3}$$



Коэффициенты влияния прочности бетона

Прочность бетона		C20/25	C25/30	C30/37	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{ck,cyl}$	(Н/мм ²)	20	25	30	40	45	50
$f_{ck,cube}$	(Н/мм ²)	25	30	37	50	55	60
f_{BN}		1,00	1,06	1,12	1,23	1,27	1,30

1.2.4 $f_{AN,p}$: Влияние осевого расстояния между анкерами

$$f_{AN,p} = 0,5 + \frac{s}{40 \cdot \varnothing} \leq 1$$

где, s — осевое расстояние

 $f_{AN,p}$: Коэффициент влияния осевого расстояния между анкерами

$s^1)$ (мм)	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø25	
50	0,63								
60	0,65	0,63							
70	0,68	0,65	0,63						
80	0,70	0,67	0,64	0,63					
90	0,73	0,69	0,66	0,64	0,63				
100	0,75	0,71	0,68	0,66	0,64	0,63			
110	0,78	0,73	0,70	0,67	0,65	0,64	0,63		
125	0,81	0,76	0,72	0,70	0,67	0,66	0,64	0,63	
200	1,00	0,92	0,86	0,81	0,78	0,75	0,73	0,70	
240		1,00	0,93	0,88	0,83	0,80	0,77	0,74	
280			1,00	0,94	0,89	0,85	0,82	0,78	
320				1,00	0,94	0,90	0,86	0,82	
360					1,00	0,95	0,91	0,86	
400						1,00	0,95	0,90	
440							1,00	0,94	
480								0,98	
500								1,00	
$h_{ef} = 10 \cdot \varnothing$	(мм)	100	120	140	160	180	200	220	250
s_{min}	(мм)	50	60	70	80	90	100	110	125

¹⁾ Промежуточные значения по линейной интерполяции.

1.2.5 $f_{RN,p}$: Влияние расстояния от оси анкера до края бетона

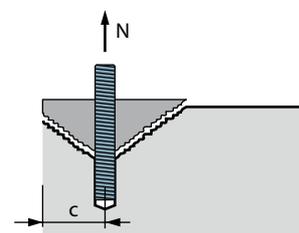
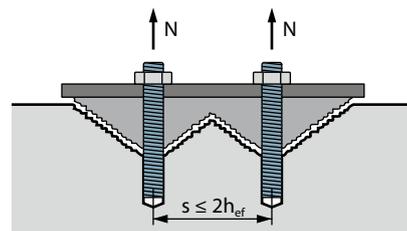
$$f_{RN,p} = 0,35 + \frac{c}{20 \cdot \varnothing} + 0,6 \cdot \left(\frac{c}{20 \cdot \varnothing} \right)^2 \leq 1$$

где, c — расстояние до края бетона

 $f_{RN,p}$: Коэффициент влияния расстояния от оси анкера до края бетона

$c^1)$ (мм)	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø25	
50	0,64								
60	0,70	0,64							
65	0,74	0,66	0,61	0,58					
75	0,81	0,72	0,66	0,62					
90	0,92	0,81	0,73	0,68	0,64				
100	1,00	0,87	0,78	0,72	0,67	0,64			
110		0,93	0,84	0,76	0,71	0,67	0,64		
120		1,00	0,89	0,81	0,75	0,70	0,67	0,62	
125			0,92	0,83	0,77	0,72	0,68	0,64	
140			1,00	0,90	0,83	0,77	0,73	0,68	
160				1,00	0,91	0,85	0,79	0,73	
180					1,00	0,92	0,86	0,79	
200						1,00	0,93	0,85	
220							1,00	0,91	
240								0,97	
250								1,00	
$h_{ef} = 10 \cdot \varnothing$	(мм)	100	120	140	160	180	200	220	250
c_{min}	(мм)	50	60	65	65	90	100	110	125

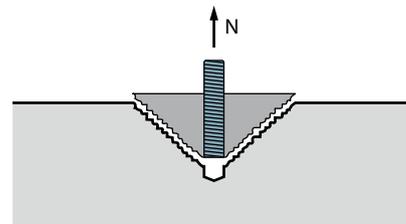
¹⁾ Промежуточные значения по линейной интерполяции.



1.3 N_{Rd,c}: Расчетное сопротивление разрушению бетонного конуса, для одиночных анкеров

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_{T,c} \cdot f_{BN} \cdot f_{AN} \cdot f_{RN}$$

где, $f_{T,c}$ — влияние глубины посадки анкера
 f_{BN} — влияние прочности бетона
 f_{AN} — влияние осевого расстояния между анкерами
 f_{RN} — влияние расстояния от оси анкера до края бетона



1.3.1 N_{Rd,c}⁰: Нормативное сопротивление разрушению бетонного конуса, бетон C20/25

Диаметр арматуры		Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø25
Арматура	N _{Rd,c} ⁰ (кН)	38,8	50,9	64,2	78,4	93,6	109,6	126,4	153,2
VMU	h _{ef} = 10 · Ø (мм)	100	120	140	160	180	200	220	250

1.3.2 f_{T,c}: Влияние глубины заделки арматуры

При 8 · Ø ≤ h_{ef} ≤ 18 · Ø, где Ø — диаметр арматуры:

$$f_{T,c} = \left(\frac{h_{ef}}{10 \cdot \text{Ø}} \right)^{1,5}$$

1.3.3 f_{BN}: Влияние прочности бетона

$$f_{BN} = \sqrt{f_{ck,cube} / 25}$$

Коэффициенты влияния прочности бетона

Прочность бетона		C20/25	C25/30	C30/37	C40/50	C45/55	C50/60
f _{ck,cyl}	(Н/мм ²)	20	25	30	40	45	50
f _{ck,cube}	(Н/мм ²)	25	30	37	50	55	60
f _{BN}		1,00	1,10	1,22	1,41	1,48	1,55

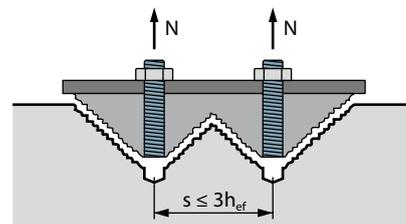
1.3.4 f_{AN}: Влияние осевого расстояния между анкерами

$$f_{AN} = 0,5 + \frac{s}{6 \cdot h_{ef}} \leq 1$$

где, s — осевое расстояние

f_{AN}: Коэффициент влияния осевого расстояния между анкерами

s ¹⁾ (мм)	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø25	
50	0,58								
60	0,60	0,58							
70	0,62	0,60	0,58						
80	0,63	0,61	0,60	0,58					
90	0,65	0,63	0,61	0,59	0,58	0,58			
100	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58			
110	0,68	0,65	0,63	0,61	0,60	0,59	0,58		
125	0,71	0,67	0,65	0,63	0,62	0,60	0,59	0,58	
150	0,75	0,71	0,68	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60	
200	0,83	0,78	0,74	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	
220	0,87	0,81	0,76	0,73	0,70	0,68	0,67	0,65	
250	0,92	0,85	0,80	0,76	0,73	0,71	0,69	0,67	
280	0,97	0,89	0,83	0,79	0,76	0,73	0,71	0,69	
300	1,00	0,92	0,86	0,81	0,78	0,75	0,73	0,70	
360		1,00	0,93	0,88	0,83	0,80	0,77	0,74	
420			1,00	0,94	0,89	0,85	0,82	0,78	
480				1,00	0,94	0,90	0,86	0,82	
540					1,00	0,95	0,91	0,86	
600						1,00	0,95	0,90	
660							1,00	0,94	
700								0,97	
750								1,00	
h _{ef} = 10 · Ø	(мм)	100	120	140	160	180	200	220	250
s _{min}	(мм)	50	60	70	80	90	100	110	125



¹⁾ Промежуточные значения по линейной интерполяции.

1.3.5 f_{RN} : Влияние расстояния от оси анкера до края бетона

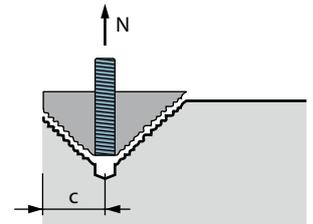
$$f_{RN} = 0,35 + \frac{c}{3 \cdot h_{ef}} + 0,6 \cdot \left(\frac{c}{3 \cdot h_{ef}} \right)^2 \leq 1$$

где, c — расстояние до края бетона

f_{RN} : Коэффициент влияния расстояния от оси анкера до края бетона

c^1 (мм)	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø25
50	0,53							
60	0,57	0,53						
65	0,59	0,55	0,52	0,50				
80	0,66	0,60	0,56	0,53				
90	0,70	0,64	0,59	0,56	0,53			
100	0,75	0,67	0,62	0,58	0,56	0,53		
110	0,80	0,71	0,65	0,61	0,58	0,55	0,53	
125	0,87	0,77	0,70	0,65	0,61	0,58	0,56	0,53
150	1,00	0,87	0,78	0,72	0,67	0,64	0,61	0,57
180		1,00	0,89	0,81	0,75	0,70	0,67	0,62
210			1,00	0,90	0,83	0,77	0,73	0,68
240				1,00	0,91	0,85	0,79	0,73
270					1,00	0,92	0,86	0,79
300						1,00	0,93	0,85
330							1,00	0,91
375								1,00
$h_{ef} = 10 \cdot \varnothing$ (мм)	100	120	140	160	180	200	220	250
c_{min} (мм)	50	60	65	65	90	100	110	125

¹⁾ Промежуточные значения по линейной интерполяции.



2. V_{Rd} : Срез

Расчетное сопротивление срезу для одного анкера составляет наименьшее значение из:

$V_{Rd,s}$ — сопротивление разрушению по стали

$V_{Rd,cp}$ — сопротивление разрушению на скол бетона

$V_{Rd,c}$ — сопротивление разрушению кромки бетона

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

2.1 $V_{Rd,s}$: Расчетное сопротивление стали срезающему усилию

$$V_{Rd,s} = 0,6 \cdot A_s \cdot f_{uk} / \gamma_{ms}$$

где, A_s — расчетная площадь сечения арматурного стержня

f_{uk} — временное сопротивление стали для A500C равно 550 Н/мм²

γ_{ms} — коэффициент запаса для A500C равен 1,5

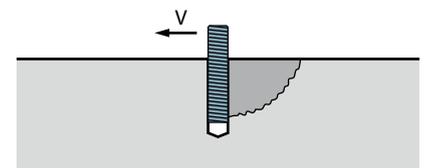
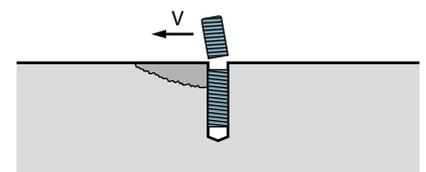
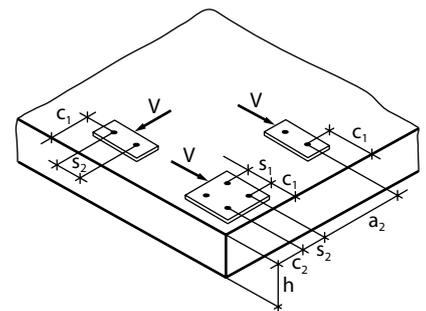
$V_{Rd,s}$: Расчетное сопротивление стали срезающему усилию

Диаметр арматуры	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø25
A500C $V_{Rd,s}$ (кН)	17,3	24,9	33,9	44,2	56,0	69,1	83,6	108,0

2.2 $V_{Rd,cp}$: Расчетное сопротивление разрушению на скол бетона

$$V_{Rd} = 2 \min (N_{Rd,c}; N_{Rd,p})$$

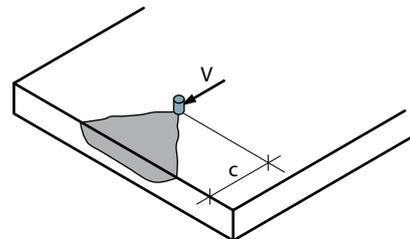
Расчет для $N_{Rd,c}$ и $N_{Rd,p}$ см. в пункте 1.3.



2.3 $V_{Rd,c}$: Расчетное сопротивление разрушению кромки бетона

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_{BV} \cdot f_{\alpha,V} \cdot f_{AR,V}$$

где, f_{BV} — влияние прочности бетона, $f_{BV} = f_{BN}$
 $f_{\alpha,V}$ — влияние направления нагрузки на срез
 $f_{AR,V}$ — влияние расстояния от оси анкера до края бетона и осевого расстояния между анкерами



2.3.1 $V_{Rd,c}^0$: Нормативное сопротивление разрушению кромки бетона для одиночных анкеров, с расстоянием от оси анкера до кромки бетона равным c_{min} , бетон С20/25

Диаметр арматуры		Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø25
Арматура	$V_{Rd,c}^0$ (кН)	4,1	5,8	7,0	7,5	12,8	15,9	19,4	24,6
VMU	c_{min} (мм)	50	60	65	65	90	100	110	125

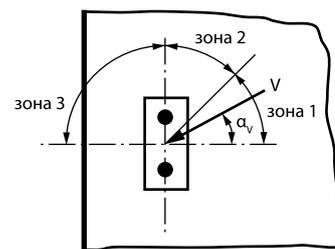
2.3.2 $f_{\alpha,V}$: Влияние направления нагрузки на срез

α	0°–55°	60°	70°	80°	90°–180°
$f_{\alpha,V}$	1	1,1	1,2	1,5	2

зона 1, для $0^\circ \leq \alpha_V \leq 55^\circ$ $f_{\alpha,V} = 1,0$

зона 2, для $55^\circ \leq \alpha_V \leq 90^\circ$ $f_{\alpha,V} = \frac{1}{\cos \alpha + 0,5 \cdot \sin \alpha_V}$

зона 3, для $90^\circ \leq \alpha_V \leq 180^\circ$ $f_{\alpha,V} = 2,0$



2.3.3 $f_{AR,V}$: Влияние расстояния от оси анкера до края бетона и осевого расстояния между анкерами

Одиночный или групповой анкер при $s \geq 3c$:

при $h \geq 1,5 \cdot c$ $f_{AR,V} = (c / c_{min}) \cdot \sqrt{c / c_{min}}$

при $h < 1,5 \cdot c$ $f_{AR,V} = (h / 1,5 / c_{min}) \cdot \sqrt{h / 1,5 / c_{min}}$

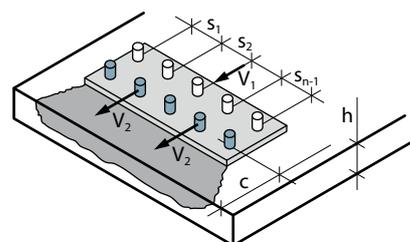
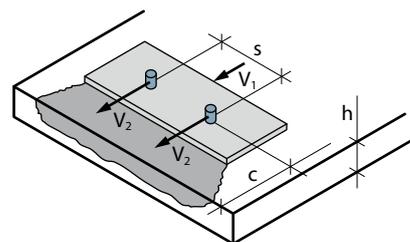
Анкерная пара при $s < 3c$:

при $h \geq 1,5 \cdot c$ $f_{AR,V} = (3c + s) / 6c_{min} \cdot \sqrt{c / c_{min}}$

при $h < 1,5 \cdot c$ $f_{AR,V} = (3h / 1,5 + s) / 6c_{min} \cdot \sqrt{h / 1,5 / c_{min}}$

Общая формула для n анкеров при $s < 3c$; $c' = \min(c; h / 1,5)$:

$$f_{AR,V} = (3c' + s_1 + s_2 + \dots + s_{n-1}) / 3n \cdot c_{min} \cdot \sqrt{c' / c_{min}}$$



3. Сопротивление комбинированному усилию на вырыв и срез

Комбинированная нагрузка на вырыв и срез при $N_{sd} \leq N_{Rd}$ и $V_{sd} \leq V_{Rd}$:

$$\frac{N_{sd}}{N_{Rd}} + \frac{V_{sd}}{V_{Rd}} \leq 1,2$$

