Технология инъецирования **VME**

Картридж **VME** + шпилька **V-A** / **VM-A** (1 м)
Оцинкованная версия, ≥ 5мкм / Нержавеющая сталь A4 / Горячеоцинкованная версия

Шпилька **V-A**

Шпилька **VM-A** (1 м)

Картридж **VME**

Назначение: для установки в сжатой и растянутой (шпилька V-A Ø12–24) зоне бетона и природном камне.

Материал: картридж VME состоит из эпоксидной смолы, специального заполнителя и отвердителя. Шпилька V-A — сталь класса 5.8, оцинкованная версия ≥ 5 мкм, шпилька V-A A4 — нержавеющая сталь A4.

Свойства: разработан специально для применения с арматурой периодического профиля в отверстиях, в том числе выполненных установкой алмазного бурения, имеющих идеально гладкие стенки. Устойчив к влаге, имеет высокий коэффициент сцепления, практически не подвержен усадочной деформации.

Применение: используется для установки резьбовых шпилек и арматуры при реконструкции и новом строительстве. Часто применяется при монолитном домостроении, при строительстве терминалов, портов, а так же для крепления стоек шумозащитных экранов к железобетонному ростверку, где отверстия выполнены алмазными колонковыми бурами. Идеально подходит для крепления элементов каркаса быстровозводимых зданий, мостового полотна, а также гидротехнических сооружений, объектов энергетики (ГЭС, ТЭС, АЭС). Широкое применение при строительстве метро, транспортных развязок, аэропортов и спортивных сооружений.

Бетон

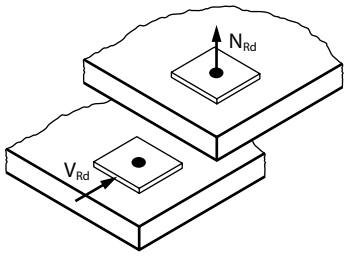
Природный камень

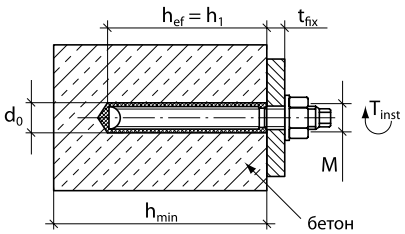
Бетон с трещинами, растянутая зона

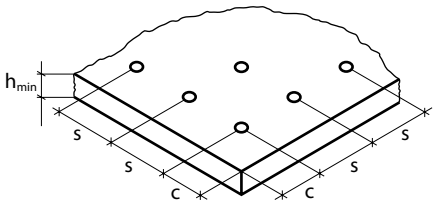
Малые межосевые и краевые расстояния

ФЦС

CE
ETA-09/0350







Расчетная нагрузка, одиночное крепление

Сжатая зона бетона	**Класс бетона**		**V-A (оцинкованная сталь класса 5.8)**												
			M8	**M10**	**M12**	**M16**	**M20**	**M24**	**M27**	**M30**	**M33**	**M36**	**M39**	**M42**	**M48**
Вырыв, N_{Rd}	C 20/25	(кН)	10,9	17,4	25,4	45,2	73,7	106,1	134,4	162,9	195,9	231,4	264,7	298,4	369,9
Срез, V_{Rd}	C 20/25	(кН)	7,9	12,6	18,3	34,6	54,0	77,8	102,5	124,6	155,3	182,2	219,1	249,1	327,6
Вырыв, N_{Rd}	C 25/30	(кН)	10,9	17,4	25,4	47,0	76,7	110,3	139,8	169,4	203,7	240,7	275,3	310,3	384,7
Срез, V_{Rd}	C 25/30	(кН)	7,9	12,6	18,3	34,6	54,0	77,8	102,5	124,6	155,3	182,2	219,1	249,1	327,6
Растянутая зона бетона	**Класс бетона**		**V-A (оцинкованная сталь класса 5.8)**												
			M8	**M10**	**M12**	**M16**	**M20**	**M24**	**M27**	**M30**	**M33**	**M36**	**M39**	**M42**	**M48**
Вырыв, N_{Rd}	C 20/25	(кН)	–	–	20,6	30,3	38,9	51,5	–	–	–	–	–	–	–
Срез, V_{Rd}	C 20/25	(кН)	–	–	18,3	34,6	54,0	77,8	–	–	–	–	–	–	–

Расчетная нагрузка, одиночное крепление

Сжатая зона бетона	**Класс бетона**		**V-A A4 (нержавеющая сталь A4)**												
			M8	**M10**	**M12**	**M16**	**M20**	**M24**	**M27**	**M30**	**M33**	**M36**	**M39**	**M42**	**M48**
Вырыв, N_{Rd}	C 20/25	(кН)	12,3	19,6	28,6	45,2	73,7	67,5	89,0	108,1	134,8	158,2	190,2	217,7	286,6
Срез, V_{Rd}	C 20/25	(кН)	8,8	14,1	20,5	38,8	60,6	48,6	64,1	77,9	97,1	113,9	137,0	156,8	206,4
Вырыв, N_{Rd}	C 25/30	(кН)	12,3	19,6	28,6	47,0	76,7	67,5	89,0	108,1	134,8	158,2	190,2	217,7	286,6
Срез, V_{Rd}	C 25/30	(кН)	8,8	14,1	20,5	38,8	60,6	48,6	64,1	77,9	97,1	113,9	137,0	156,8	206,4

Параметры установки анкера в бетон

Диаметр отверстия в бетоне	d_0	(мм)	10-12	12-14	14-16	18-20	24-26	28-30	30-35	35-37	37-40	40-45	44-47	45-50	52-55
Глубина отверстия	h_1	(мм)	82	93	115	130	175	215	245	275	310	340	370	400	460
Минимальная толщина бетона	h_{min}	(мм)	110	120	140	170	220	270	340	380	410	410	450	490	550
Эффективная глубина посадки	h_{ef}	(мм)	80	90	110	125	170	210	240	270	300	330	360	390	450

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

Минимальное осевое расстояние	s_{min}	(мм)	40	45	55	62,5	85	105	120	135	150	165	180	195	225
Минимальное расстояние до кромки бетона	c_{min}	(мм)	40	45	55	62,5	85	105	120	135	150	165	180	195	225

Время гелеобразования и полного отверждения

Температура монтажа	(°C)	от 5 до 9	от 10 до 19	от 20 до 29	от 30 до 39	40
Время гелеобразования	(мин)	60	45	30	20	12
Время полного отверждения	(ч)	72	36	10	6	4

При установке во влажный бетон время отверждения увеличивается в 2 раза.

Технология инъецирования VME

Обозначение	Арт. №	Емкость (мм)	Кол-во в коробке (шт.)	Вес коробки (кг)	Вес (кг)
Картридж VME 385	28255401	385	12	8,5	0,7
Смеситель VM-X	28305011	–	12	0,12	0,01
Stock Box VME 385	28999193	–	15	12	–
Картридж VME 585	28255601	585	12	12,09	0,98
Картридж VME 1400	28255701	1400	5	12,34	2,4

В комплект поставки картриджа входит один смеситель VM-X.
Принадлежности для установки анкера см. стр. 119.

Дозаторы для картриджей VM-P

Обозначение	Вес коробки (кг)	Вес (кг)
VM-P 385 Стандарт	28353010	1,06
VM-P 385 Профи	28353015	1,22
VM-P 585 Пневматический	28352101	3,6
VM-P 1400 Пневматический	28352201	6,4

Технические характеристики V-A (оцинк. сталь 5.8)

Обозначение	Арт. №	Диаметр бура, глубина отверст. $d_0 \times h_1$, (мм)	Макс. толщина закрепляемой детали, t_{fix}, (мм)	Упаковка (шт.)	Вес упаковки (кг)
V-A 8-20/110	21101101	10 × 80	20	10	0,43
V-A 8-60/150	21105101	10 × 80	60	10	0,53
V-A 10-15/115	21202101	12 × 90	15	10	0,73
V-A 10-30/130	21203101	12 × 90	30	10	0,81
V-A 10-65/165	21207101	12 × 90	65	10	0,98
V-A 10-90/190	21210101	12 × 90	90	10	1,11
V-A 10-150/250	21216101	12 × 90	150	10	1,42
V-A 10-200/300	21221101	12 × 90	200	10	1,71
V-A 12-10/135	21304101	14 × 110	10	10	1,19
V-A 12-35/160	21306101	14 × 110	35	10	1,37
V-A 12-85/210	21312101	14 × 110	85	10	1,73
V-A 12-95/220	21313101	14 × 110	95	10	1,82
V-A 12-125/250	21316101	14 × 110	125	10	2,02
V-A 12-175/300	21321101	14 × 110	175	10	2,83
V-A 14-35/170	21408101	16 × 120	35	10	1,91
V-A 16-20/165	21507101	18 × 125	20	10	2,77
V-A 16-45/190	21510101	18 × 125	45	10	2,96
V-A 16-85/230	21514101	18 × 125	85	10	3,65
V-A 16-105/250	21516101	18 × 125	105	10	3,91
V-A 16-155/300	21521101	18 × 125	155	10	4,58
V-A 20-20/220	21613101	25 × 170	20	10	5,56
V-A 20-60/260	21617101	25 × 170	60	10	6,39
V-A 20-100/300	21621101	25 × 170	100	10	7,23
V-A 24-15/260	21717101	28 × 210	15	5	4,89
V-A 24-55/300	21721101	28 × 210	55	5	5,54
V-A 30-70/380	21829101	35 × 280	70	6	12,00

Технические характеристики V-A fvz (горячеоцинк. версия)

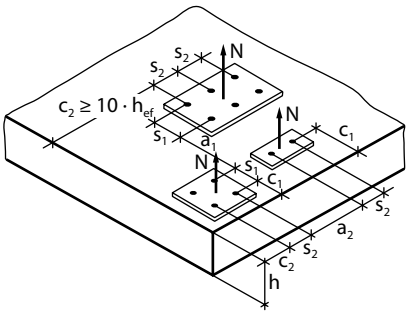
Обозначение	Арт. №	Диаметр бура, глубина отверст. $d_0 \times h_1$, (мм)	Макс. толщина закрепляемой детали, t_{fix}, (мм)	Упаковка (шт.)	Вес упаковки (кг)
V–A 8-20/110	21101201	10 × 80	20	10	0,43
V–A 10-30/130	21203201	12 × 90	30	10	0,81
V–A 10-90/190	21210201	12 × 90	90	10	1,11
V–A 12-35/160	21306201	14 × 110	35	10	1,37
V–A 12-95/220	21313201	14 × 110	95	10	1,82
V–A 16-20/165	21507201	18 × 125	20	10	2,77
V–A 16-45/190	21510201	18 × 125	45	10	2,96
V–A 16-65/210	21512201	18 × 125	65	10	3,20
V–A 20-20/220	21613201	25 × 170	20	10	5,56
V–A 20-60/260	21617201	25 × 170	60	10	6,39
V–A 24-15/260	21717201	28 × 210	15	5	4,89
V–A 24-55/300	21721201	28 × 210	55	5	5,54

Программу поставки шпилек из нержавеющей стали V-A A4 см. стр. 117.
Физико-механические характеристики шпилек V-A см. стр. 124.

Порядок установки

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

1. N_{Rd}: Вырыв

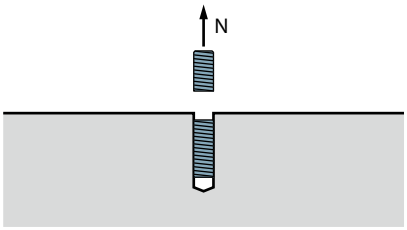


Расчетное сопротивление вырыву для одного анкера составляет наименьшее значение из:
$N_{Rd,s}$ — сопротивление разрушению по стали
$N_{Rd,p}$ — сопротивление вырыву из бетона
$N_{Rd,c}$ — сопротивление разрушению по конусу бетона

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

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

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



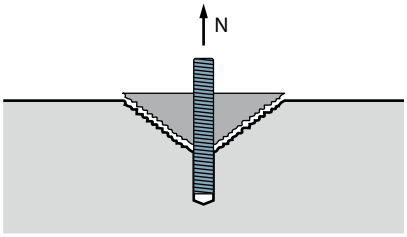
где, A_s — расчетная площадь сечения шпильки
f_{uk} — временное сопротивление
= 500 Н/мм² (для оцинкованной стали класса 5.8)
= 800 Н/мм² (для оцинкованной стали класса 8.8)
= 700 Н/мм² (для нержавеющей стали A4 M8–M20)
= 500 Н/мм² (для нержавеющей стали A4 M22–M48)
γ_{ms} — коэффициент запаса
= 1,50 Н/мм² (для оцинкованной стали классов 5.8 и 8.8)
= 1,87 Н/мм² (для нержавеющей стали A4 M8–M20)
= 2,40 Н/мм² (для нержавеющей стали A4 M22–M48)

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

Диаметр шпильки			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M48
Оцинк. сталь 8.8	$N_{Rd,s}$	(кН)	17,5	27,9	40,7	78,9	120,1	172,9	227,8	276,8	345,2	404,9	486,9	557,3	733,9
Оцинк. сталь 5.8	$N_{Rd,s}$	(кН)	10,9	17,4	25,4	49,0	75,1	108,1	142,4	173,0	215,8	253,1	304,3	348,3	458,7
Нерж. сталь A4	$N_{Rd,s}$	(кН)	12,3	19,6	28,6	54,0	84,3	67,5	89,0	108,1	134,8	158,2	190,2	217,7	286,6

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

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



где, f_T — влияние глубины заделки
$f_{BN,p}$ — влияние прочности бетона
$f_{AN,p}$ — влияние осевого расстояния между анкерами
$f_{RN,p}$ — влияние расстояния от оси анкера до кромки бетона
f_{Temp} — влияние температуры базового материала
f_W — влияние водонасыщенного бетона

1.2.1 $N^0_{Rd,p}$: Нормативное сопротивление разрушению в результате вырыва из бетона C20/25 при температуре 24°C / 40°C[1)]

Диаметр шпильки			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M48
VME	$N^0_{Rd,p}$	(кН)	15,5	21,8	31,1	45,2	73,7	106,1	134,4	162,9	195,9	231,4	269,1	313,9	407,2
	h_{nom}	(мм)	80	90	110	125	170	210	240	270	300	330	360	390	450

[1)] *Максимальная долговременная температура / максимальная кратковременная температура.*

1.2.2 f_T: Влияние глубины заделки

$$1 \le f_T = (h_{ef} / h_{nom}) \le 2{,}2$$

где, h_{ef} — фактическая глубина посадки при $h_{nom} \le h_{ef} \le 2{,}2 \cdot h_{nom}$

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

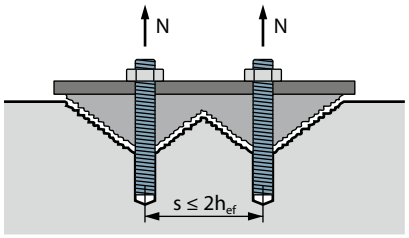
$$f_{BN,p} = (f_{ck,cube} / 25)^{0,2}$$

Коэффициенты влияния прочности бетона

Прочность бетона		C20/25	C25/30	C30/37	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{ck,cyl}$	(Н/мм²)	20	25	30	40	45	50
$f_{ck,cube}$	(Н/мм²)	25	30	37	50	55	60
f_{BN}		1,00	1,04	1,08	1,15	1,17	1,19

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

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



где, s — осевое расстояние

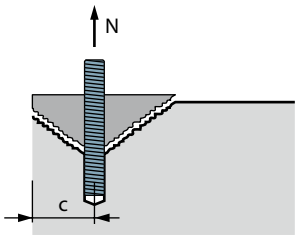
$f_{AN,p}$: Коэффициент влияния осевого расстояния между анкерами

s[1] (мм)	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M48
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	0,66	0,64	0,63					
160	1,00	0,94	0,86	0,82	0,74	0,69	0,67	0,65	0,63	0,62			
180		1,00	0,91	0,86	0,76	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64	0,63	0,62	0,60
220			1,00	0,94	0,82	0,76	0,73	0,70	0,68	0,67	0,65	0,64	0,62
250				1,00	0,87	0,80	0,76	0,73	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64
320					0,97	0,88	0,83	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,68
340					1,00	0,90	0,85	0,81	0,78	0,76	0,74	0,72	0,69
400						0,98	0,92	0,87	0,83	0,80	0,78	0,76	0,72
420						1,00	0,94	0,89	0,85	0,82	0,79	0,77	0,73
480							1,00	0,94	0,90	0,86	0,83	0,81	0,77
540								1,00	0,95	0,91	0,88	0,85	0,80
600									1,00	0,95	0,92	0,88	0,83
660										1,00	0,96	0,92	0,87
720											1,00	0,96	0,90
780												1,00	0,93
900													1,00
h_{nom} (мм)	80	90	110	125	170	210	240	270	300	330	360	390	450
s_{min} (мм)	40	45	55	63	85	105	120	135	150	165	180	195	225

[1] *Промежуточные значения по линейной интерполяции.*

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

$$f_{RN,p} = 0,35 + \frac{c}{2 \cdot h_{ef}} + 0,15 \cdot (\frac{c}{h_{nom}})^2 \leq 1$$



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	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M48
40	0,64												
45	0,68	0,64											
55	0,76	0,71	0,64										
65	0,86	0,79	0,70	0,65									
80	1,00	0,91	0,79	0,73									
90		1,00	0,86	0,79	0,66								
110			1,00	0,91	0,74	0,65							
120				0,97	0,78	0,68	0,64						
125				1,00	0,80	0,70	0,65						

c[1] (мм)	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M48
160					0,95	0,82	0,75	0,70	0,66	0,63			
170					1,00	0,85	0,78	0,72	0,68	0,65	0,62	0,60	
200						0,96	0,87	0,80	0,75	0,71	0,67	0,65	0,60
210						1,00	0,90	0,83	0,77	0,73	0,69	0,66	0,62
240							1,00	0,91	0,85	0,79	0,75	0,71	0,66
270								1,00	0,92	0,86	0,81	0,77	0,70
300									1,00	0,93	0,87	0,82	0,75
330										1,00	0,93	0,88	0,80
360											1,00	0,94	0,85
390												1,00	0,90
450													1,00
h_{nom} (мм)	80	90	110	125	170	210	240	270	300	330	360	390	450
c_{min} (мм)	40	45	55	63	85	105	120	135	150	165	180	195	225

[1] *Промежуточные значения по линейной интерполяции.*

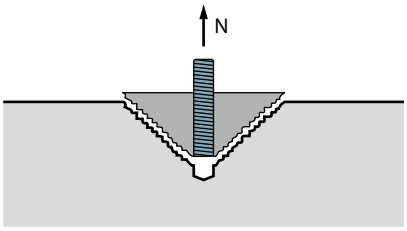
1.2.6 f_{Temp}: Влияние температуры базового материала

Температура базового материала	долгосрочная 24°C	краткосрочная 40°C	долгосрочная 50°C	краткосрочная 70°C
f_{Temp}	1,00	1,00	0,50	0,50

1.2.7 f_W: Влияние водонасыщенного бетона

$f_W = 0,7$ (для влажного бетона),
$f_W = 1,0$ (для сухого бетона)

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



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

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

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

Диаметр шпильки			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M48
VME	$N^0_{Rd,c}$	(кН)	27,7	33,1	44,7	54,2	85,9	117,9	144,1	171,9	201,4	232,3	264,7	298,4	369,9
	h_{nom}	(мм)	80	90	110	125	170	210	240	270	300	330	360	390	450

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

$$f_{T,c} = (h_{ef} / h_{nom})^{1,5}$$

где, h_{ef} — фактическая глубина посадки

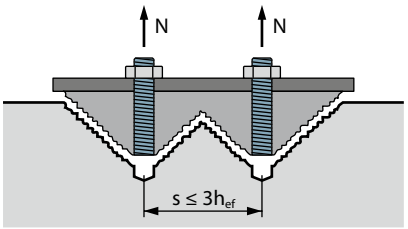
1.3.3 f_{BN}: Влияние прочности бетона

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

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



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

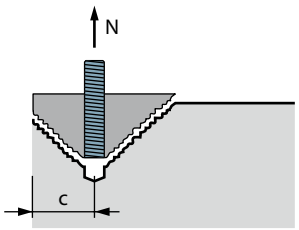
где, s — осевое расстояние

f_{AN}: Коэффициент влияния осевого расстояния между анкерами

s[1] (мм)	**M8**	**M10**	**M12**	**M16**	**M20**	**M24**	**M27**	**M30**	**M33**	**M36**	**M39**	**M42**	**M48**
40	0,58												
45	0,59	0,58											
55	0,61	0,60	0,58										
65	0,64	0,62	0,60	0,59									
85	0,68	0,66	0,63	0,61	0,58								
105	0,72	0,69	0,66	0,64	0,60	0,58							
135	0,78	0,75	0,70	0,68	0,63	0,61	0,59	0,58					
150	0,81	0,78	0,73	0,70	0,65	0,62	0,60	0,59	0,58	0,58			
165	0,84	0,81	0,75	0,72	0,66	0,63	0,61	0,60	0,59	0,58	0,58	0,57	
240	1,00	0,94	0,86	0,82	0,74	0,69	0,67	0,65	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59
270		1,00	0,91	0,86	0,76	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64	0,63	0,62	0,60
330			1,00	0,94	0,82	0,76	0,73	0,70	0,68	0,67	0,65	0,64	0,62
350				0,97	0,84	0,78	0,74	0,72	0,69	0,68	0,66	0,65	0,63
375				1,00	0,87	0,80	0,76	0,73	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64
480					0,97	0,88	0,83	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,68
540					1,03	0,93	0,88	0,83	0,80	0,77	0,75	0,73	0,70
600						0,98	0,92	0,87	0,83	0,80	0,78	0,76	0,72
630						1,00	0,94	0,89	0,85	0,82	0,79	0,77	0,73
720							1,00	0,94	0,90	0,86	0,83	0,81	0,77
810								1,00	0,95	0,91	0,88	0,85	0,80
900									1,00	0,95	0,92	0,88	0,83
990										1,00	0,96	0,92	0,87
1080											1,00	0,96	0,90
1170												1,00	0,93
1350													1,00
$h_{ef} = h_{nom}$ (мм)	80	90	110	125	170	210	240	270	300	330	360	390	450
s_{min} (мм)	40	45	55	63	85	105	120	135	150	165	180	195	225

[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)	**M8**	**M10**	**M12**	**M16**	**M20**	**M24**	**M27**	**M30**	**M33**	**M36**	**M39**	**M42**	**M48**
40	0,53												
45	0,56	0,53											
55	0,61	0,58	0,53										
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	0,56	0,53					
165			1,00	0,91	0,74	0,65	0,61	0,58	0,55	0,53	0,52	0,50	
188				1,00	0,80	0,70	0,65	0,61	0,59	0,56	0,54	0,53	0,50
200					0,83	0,73	0,67	0,63	0,60	0,58	0,56	0,54	0,51
240					0,95	0,82	0,75	0,70	0,66	0,63	0,60	0,58	0,55
255					1,00	0,85	0,78	0,72	0,68	0,65	0,62	0,60	0,56

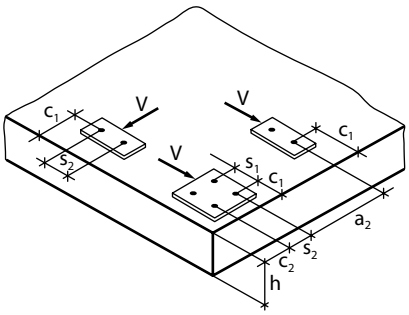
c[1] (мм)		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M48
300							0,96	0,87	0,80	0,75	0,71	0,67	0,65	0,60
315							1,00	0,90	0,83	0,77	0,73	0,69	0,66	0,62
360								1,00	0,91	0,85	0,79	0,75	0,71	0,66
405									1,00	0,92	0,86	0,81	0,77	0,70
450										1,00	0,93	0,87	0,82	0,75
495											1,00	0,93	0,88	0,80
540												1,00	0,94	0,85
585													1,00	0,90
675														1,00
$h_{ef} = h_{nom}$	(мм)	80	90	110	125	170	210	240	270	300	330	360	390	450
c_{min}	(мм)	40	45	55	63	85	105	120	135	150	165	180	195	225

[1] *Промежуточные значения по линейной интерполяции.*

1.3.6 $f_{cp,N}$: Влияние расстояния до края бетона на скол

Толщина бетона	$h_{min} \le h < h_{ef} + 5 \cdot c^{0,75}$	$h \ge h_{ef} + 5 \cdot c^{0,75}$
$f_{cp,N}$	$0,55 \le c / (2,7 \cdot h_{ef}) \le 1,0$	$0,88 \le c / (1,7 \cdot h_{ef}) \le 1,0$

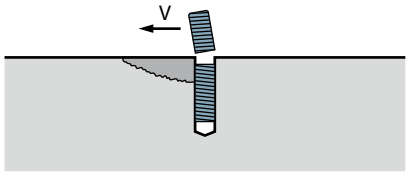
2. V_{Rd}: Срез



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



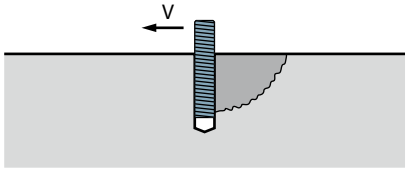
$$V_{Rd,s} = 0,6 \cdot A_s \cdot f_{uk} / \gamma_{ms}$$

где, A_s — расчетная площадь сечения шпильки
f_{uk} — временное сопротивление
= 500 Н/мм² (для оцинкованной стали класса 5.8)
= 800 Н/мм² (для оцинкованной стали класса 8.8)
= 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	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M48
Оцинк. сталь 8.8	$N_{Rd,s}$	(кН)	12,6	20,2	29,3	55,4	86,4	124,5	164,0	199,4	248,5	291,5	350,6	398,6	524,2
Оцинк. сталь 5.8	$N_{Rd,s}$	(кН)	7,9	12,6	18,3	34,6	54,0	77,8	102,5	124,6	155,3	182,2	219,1	249,1	327,6
Нерж. сталь A4	$N_{Rd,s}$	(кН)	8,8	14,1	20,5	38,8	60,6	48,6	64,1	77,9	97,1	113,9	137,0	156,8	206,4

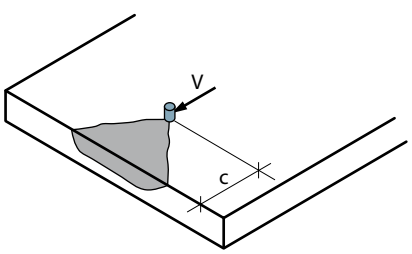
2.2 $V_{Rd,cp}$: Расчетное сопротивление разрушению на скол бетона



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

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 ($c_2 \ge 1.5c_1$)



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

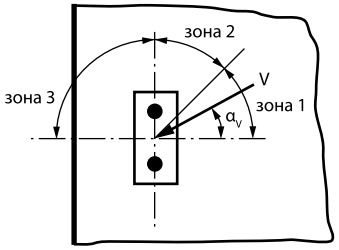
где, f_{BV} — влияние прочности бетона, $f_{BV} = f_{BN}$
$f_{\alpha,V}$ — влияние направления нагрузки на срез
$f_{AR,V}$ — влияние расстояния от оси анкера до края бетона и осевого расстояния между анкерами

2.3.1 $V^0_{Rd,c}$: Нормативное сопротивление разрушению кромки бетона для одиночных анкеров, с расстоянием от оси анкера до кромки бетона равным c_{min}, бетон C20/25

Диаметр шпильки			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39	M42	M48
VME	$V^0_{Rd,c}$	(кН)	2,5	3,3	4,8	6,5	11,9	17,9	22,9	29,3	35,7	42,9	51,2	59,1	78,7
	c_{min}	(мм)	40	45	55	63	85	105	120	135	150	165	180	195	225

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



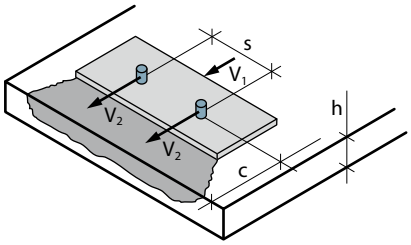
зона 1, для $0° \le \alpha_V \le 55°$ $\quad f_{\alpha,V} = 1{,}0$

зона 2, для $55° \le \alpha_V \le 90°$ $\quad f_{\alpha,V} = \dfrac{1}{\cos\alpha + 0{,}5 \cdot \sin\alpha_V}$

зона 3, для $90° \le \alpha_V \le 180°$ $\quad f_{\alpha,V} = 2{,}0$

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

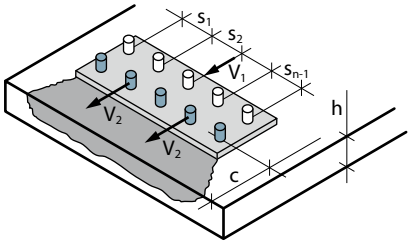
Одиночный или групповой анкер при $s \ge 3c$:



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

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

Анкерная пара при $s < 3c$:



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

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

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

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

3. Сопротивление комбинированному усилию на вырыв и срез

Комбинированная нагрузка на вырыв и срез при $N_{Sd} \le N_{Rd}$ и $V_{Sd} \le V_{Rd}$:

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} + \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \le 1{,}2$$