

# 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  $-5^{\circ}\text{C}$ . 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



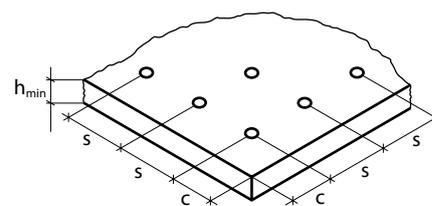
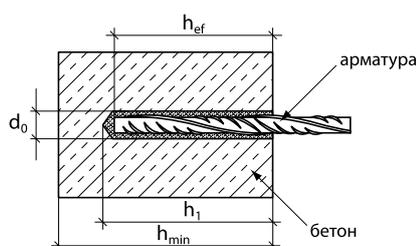
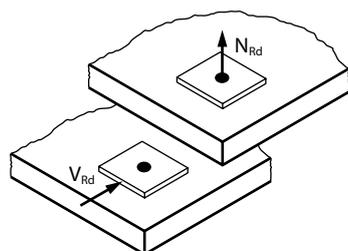
Кирпич



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/мм<sup>2</sup>

$\gamma_{ms}$  — 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°C<sup>1)</sup>

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

<sup>1)</sup> 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.

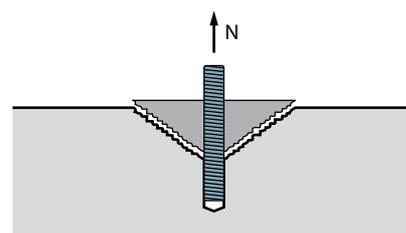
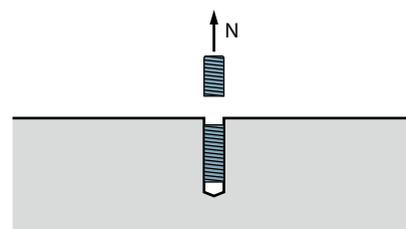
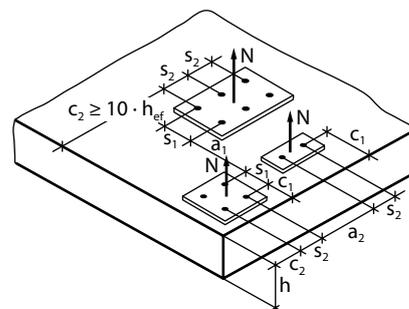
#### 1.2.2 $f_T$ : Влияние глубины заделки арматуры

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 <sup>2</sup> )	20	25	30	40	45	50
$f_{ck,cube}$	(Н/мм <sup>2</sup> )	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**

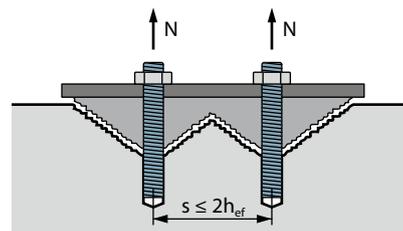
$$f_{AN,p} = 0,5 + \frac{s}{40 \cdot \varnothing} \leq 1$$

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

<sup>1)</sup> Промежуточные значения по линейной интерполяции.



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

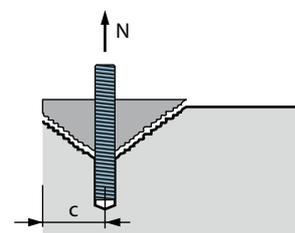
$$f_{RN,p} = 0,35 + \frac{c}{20 \cdot \varnothing} + 0,6 \cdot \left(\frac{c}{20 \cdot \varnothing}\right)^2 \leq 1$$

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

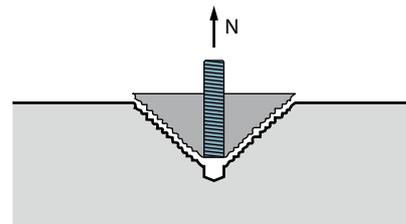
<sup>1)</sup> Промежуточные значения по линейной интерполяции.



**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
<b>Арматура</b>	$N_{Rd,c}^0$ (кН)	38,8	50,9	64,2	78,4	93,6	109,6	126,4	153,2
<b>VMU</b>	$h_{ef} = 10 \cdot \varnothing$ (мм)	100	120	140	160	180	200	220	250

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

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

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

**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 <sup>2</sup> )	20	25	30	40	45	50
$f_{ck,cube}$	(Н/мм <sup>2</sup> )	25	30	37	50	55	60
$f_{BN}$		1,00	1,10	1,22	1,41	1,48	1,55

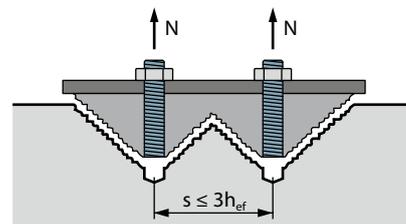
**1.3.4  $f_{AN}$ : Влияние осевого расстояния между анкерами**

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

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	
$h_{ef} = 10 \cdot \varnothing$	(мм)	100	120	140	160	180	200	220	250
$s_{min}$	(мм)	50	60	70	80	90	100	110	125



<sup>1)</sup> Промежуточные значения по линейной интерполяции.

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

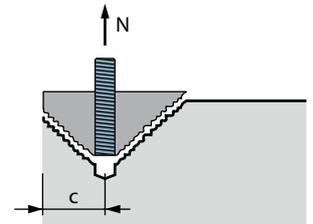
$$f_{RN} = 0,35 + \frac{c}{3 \cdot h_{ef}} + 0,6 \cdot \left( \frac{c}{3 \cdot h_{ef}} \right)^2 \leq 1$$

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

<sup>1)</sup> 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/мм<sup>2</sup>

$\gamma_{ms}$  — коэффициент запаса для A500C равен 1,5

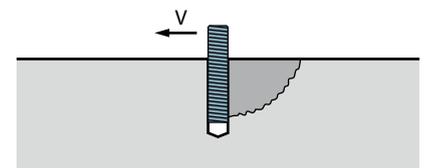
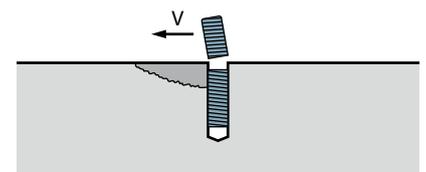
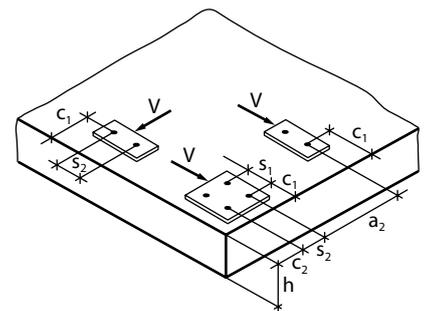
### $V_{Rd,s}$ : Расчетное сопротивление стали срезающему усилию

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

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

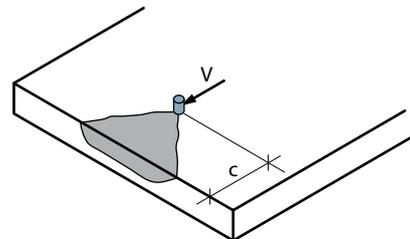
Расчет для  $N_{Rd,c}$  и  $N_{Rd,p}$  см. в пункте 1.3.



### 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

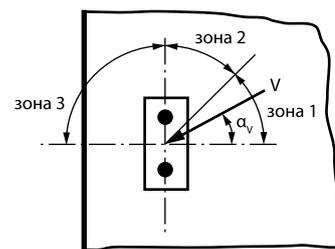
#### 2.3.2 $f_{\alpha,V}$ : Влияние направления нагрузки на срез

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

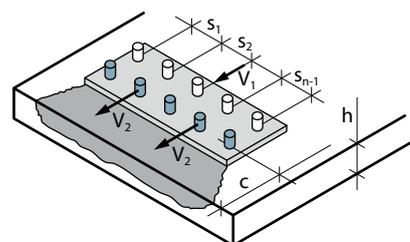
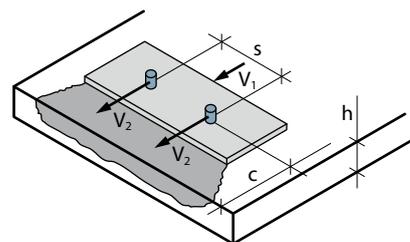
Анкерная пара при  $s < 3c$ :

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  $V_{sd} \leq V_{Rd}$ :

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

## Пример обозначения анкера в чертежах

## Крепление опорной плиты колонны

