

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

«ВсВ»

ИНН: 9705127098 КПП: 770501001

ОГРН: 1197746024300

115035 г. Москва, ул. Садовническая, д. 8, оф. 1



УТВЕРЖДАЮ:  
Генеральный директор

Козлов В.А.

13.04.23

**Технические характеристики анкеров  
WAM, WAM-N, WAM-W, HSA-F  
M8, M10, M12, M16, M20 в бетоне B25-B60  
для проектирования**

Москва, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

Приложение 1. Обработка результатов испытаний анкерных креплений в сериях.....	3
M8 Серия 1.2.....	5
M8. Серия 1.3.....	7
M8 Серия 2.1.....	8
M8 Серия 2.2.....	9
M8 Серия 2.3.....	10
M8 Серия 2.5.....	11
M8 Серия «Сталь».....	12
M10 Серия 1.2.....	14
M10 Серия 1.3.....	16
M10 Серия 2.1.....	17
M10 Серия 2.2.....	18
M10 Серия 2.3.....	19
M10 Серия 2.5.....	20
M10 Серия «Сталь».....	21
M12 Серия 1.2.....	23
M12. Серия 1.3.....	25
M12 Серия 2.1.....	26
M12 Серия 2.2.....	27
M12 Серия 2.3.....	28
M12 Серия 2.5.....	29
M12 Серия «Сталь».....	30
M16 Серия 1.2.....	31
M16 Серия 1.3.....	33
M16 Серия 2.1.....	35
M16 Серия 2.2.....	36
M16 Серия 2.3.....	37
M16 Серия 2.5.....	38
M16Серия «Сталь».....	39
M20 Серия 1.2.....	40
M20Серия 1.3.....	42
M20 Серия 2.1.....	44
M20 Серия 2.2.....	45
M20 Серия 2.3.....	46
M20 Серия 2.5.....	47
M20 Серия «Сталь».....	48
Приложение 2. Расчетная часть.....	49
Расчет анкеров и анкерных креплений при действии растягивающих усилий.....	50
1. Расчет анкеров по прочности стали при растяжении.....	50
2. Определение нормативных и расчетных сопротивлений анкеров растяжению в бетоне B25 без трещин.....	51
3. Определение нормативных и расчетных сопротивлений анкеров растяжению в бетоне B60 без трещин.....	53
Расчет анкеров и анкерных креплений при действии сдвигающих усилий.....	55
1. Расчет анкеров по прочности стали на срез.....	55
2. Определение расчетных сопротивлений анкеров сдвигу в бетоне B25.....	56
3. Определение расчетных сопротивлений анкеров сдвигу в бетоне B60.....	57
Перечень использованных документов.....	58

**ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ АНКЕРНЫХ  
КРЕПЛЕНИЙ В СЕРИЯХ**

(M8x95 – серии №1.2; 1.3; 2.1; 2.2; 2.3; 2.5; «сталь»  
M10x120 – серии №1.2; 1.3; 2.1; 2.2; 2.3; 2.5; «сталь»  
M12x120 – серии №1.2; 1.3; 2.1; 2.2; 2.3; 2.5; «сталь»  
M16x140 – серии №1.2; 1.3; 2.1; 2.2; 2.3; 2.5; «сталь»  
M20x180 – серии №1.2; 1.3; 2.1; 2.2; 2.3; 2.5; «сталь»)

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M8
Серия	1.2
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона R, МПа	37,27

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$N_{cont}^*$ , кН**	$\delta_{N_i}$ , мм	$\delta_{N_0}$ , мм
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН			
1	12,14	9,94	9,89	0,20	2,01	3,40	9,22	5,12	0,34	0,35
2	12,32	10,09							0,21	
3	11,87	9,72							0,26	
4	12,28	10,06							0,43	
5	11,78	9,65							0,50	
6										
7										
8										
9										
10										

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$N_{cont} = \frac{N_{n,p}^0}{\gamma_f \cdot \gamma_{bt}}$$

Где  $N_{cont}$  – контрольное растягивающее усилие;

$N_{n,p}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 1.2;

$\gamma_f$  – усредненный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,2;

$\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5.

\*\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$\delta_{N_0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{N_i}}{n}$$

Где  $\delta_{N_i}$  – перемещение  $i$ -го анкера при действии  $N_{cont}$ ;

$\delta_{N_0}$  – перемещение анкера при кратковременном действии растягивающих усилий;

$n$  – количество испытаний в серии.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	М8
Серия	1.2 продолжение
Механизм разрушения	«по контакту»

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{m,исп.i}$ , кН	$N_{m,исп}$ , кН	$0,5 \cdot N_{m,исп}$ , кН	$\delta_{исп.i}$ , мм	$v_\delta$
1	12,14	13,44	6,72	2,48	13,22
2	12,32			2,77	
3	11,87			2,52	
4	12,28			2,89	
5	11,78			2,02	
6					
7					
8					
9					
10					

$\delta_{исп.i}$  – перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4 мм при нагрузке  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .
2. При выполнении 6.5 [1]:  $v_\delta \leq 40\%$ .

Где  $v_\delta$  – коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M8
Серия	1.3
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	60
Среднее значение фактической прочности бетона R, МПа	58,35

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В60 $N_i$ , кН*	Статистическое величины					$N_{cont}^{**}$ , кН	$\delta_{N_i}$ , мм	$\delta_{N_0}$ , мм
			$N_m$ , кН	S, кН	v, %	k	$N_{n.p}^0$ , кН			
1	16,12	16,35	16,09	0,28	1,75	3,40	15,14	8,41	0,27	0,32
2	15,78	16,00							0,48	
3	16,21	16,44							0,36	
4	15,60	15,82							0,36	
5	15,65	15,87							0,14	
6										
7										
8										
9										
10										

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где x – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$N_{cont} = \frac{N_{n.p}^0}{\gamma_f \cdot \gamma_{bt}}$$

Где  $N_{cont}$  – контрольное растягивающее усилие;

$N_{n.p}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 1.2;

$\gamma_f$  – усредненный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,2;

$\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5.

\*\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$\delta_{N_0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{N_i}}{n}$$

Где  $\delta_{N_i}$  – перемещение i-го анкера при действии  $N_{cont}$ ;

$\delta_{N_0}$  – перемещение анкера при кратковременном действии растягивающих усилий;

n – количество испытаний в серии.

### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	М8
Серия	1.3 продолжение
Механизм разрушения	«по контакту»

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{т,исп,i}$ , кН	$N_{т,исп}$ , кН	$0,5 \cdot N_{т,исп}$ , кН	$\delta_{исп,i}$ , мм	$v_\delta$
1	16,12	20,08	10,04	2,16	12,61
2	15,78			2,52	
3	16,21			2,03	
4	15,60			2,71	
5	15,65			2,66	
6					
7					
8					
9					
10					

$\delta_{исп,i}$  – перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5 \cdot N_{т,исп}$ .

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4 мм при нагрузке  $0,5 \cdot N_{т,исп}$ .
2. При выполнении 6.5 [1]:  $v_\delta \leq 40\%$ .

Где  $v_\delta$  – коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5 \cdot N_{т,исп}$ .

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M8
Серия	2.1
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	37,27
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_{n,p}^0$ , кН	9,22
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_m$ , кН	9,89

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$\alpha_{2,1}^{**}$		$\gamma_{Np}^{***}$
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН	$\frac{N_{n,p,2.1}^0}{N_{n,p,1.2}^0}$	$\frac{N_{m,2.1}}{N_{m,1.2}}$	
1	11,92	9,76	9,76	0,20	2,02	3,40	9,09	0,99		1,0
2	11,59	9,49								
3	12,13	9,93								
4	11,79	9,66								
5	12,17	9,97								
6								0,99		
7										
8										
9										
10										

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 5.10 [1]:

$$\alpha_{2,1} = \min \text{ из: } \frac{N_{n,p,2.1}^0}{N_{n,p,1.2}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.1}}{N_{m,1.2}}$$

Где  $\alpha_{2,1}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.1;

$N_{n,p,2.1}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.1;

$N_{m,2.1}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.1.

\*\*\* – Применяется в зависимости от значения коэффициента  $\alpha_{2,1}$  по Таблице 5.2 [1]:

Значение $\alpha_{2,1}$	$\gamma_{Np}$
$0,95 \leq \alpha_{2,1}$	1,0
$0,80 \leq \alpha_{2,1} < 0,95$	1,2
$0,70 \leq \alpha_{2,1} < 0,80$	1,4
$\alpha_{2,1} < 0,70$	сила сопротивления анкера не может быть нормирована



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	<b>M8</b>
Серия	<b>2.2</b>
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	37,27
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_{n,p}^0$ , кН	9,22
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_m$ , кН	9,89

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, приведен. к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$\alpha_{2,2}^{**}$	
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН	$\frac{N_{n,p,2.2}^0}{N_{n,p,1.2}^0}$	$\frac{N_{m,2.2}}{N_{m,1.2}}$
1	11,34	9,29	9,03	0,21	2,37	3,40	8,31	0,90	
2	10,78	8,83							
3	10,92	8,94							
4	11,28	9,24							
5	10,83	8,87							
6								0,90	0,91
7									
8									
9									
10									

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 5.11 [1]:

$$\alpha_{2,2} = \min \text{ из: } \frac{N_{n,p,2.2}^0}{N_{n,p,1.2}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.2}}{N_{m,1.2}}$$

Где  $\alpha_{2,2}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.2;

$N_{n,p,2.2}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.2;

$N_{m,2.2}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.2.

### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M8
Серия	2.3
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	60
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	58,35
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.3, $N_{n,p}^0$ , кН	15,14
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.3, $N_m$ , кН	16,09

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В60 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$\alpha_{2,3}^{**}$	
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН	$\frac{N_{n,p,2.3}^0}{N_{n,p,1.3}^0}$	$\frac{N_{m,2.3}}{N_{m,1.3}}$
1	16,92	17,16	17,17	0,22	1,25	3,40	16,44	1,07	
2	16,74	16,98							
3	17,02	17,26							
4	16,73	16,96							
5	17,24	17,48							
6								1,09	1,07
7									
8									
9									
10									

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{60}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 5.11 [1]:

$$\alpha_{2,3} = \min \text{ из: } \frac{N_{n,p,2.3}^0}{N_{n,p,1.3}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.3}}{N_{m,1.3}}$$

Где  $\alpha_{2,3}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.3;

$N_{n,p,2.3}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.3;

$N_{m,2.3}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.3.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M8
Серия	2.5
Механизм разрушения	«по контакту»
Условный предел текучести стали по техническому условию $R_{pf,nom}$ , МПа	480
Условный предел текучести стали по результатам испытаний $R_{pf}$ , МПа	500
Площадь поперечного сечения резьбовой части анкера $A_s$ , мм <sup>2</sup>	36,6

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{1,i}$ , кН	Статистические величины					$R_{pf,nom} \cdot A_s$ , кН**
		$N_{m1}$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,1}$ , кН	
1	2,26	2,30	0,52	22,72	3,40	0,52	17,57
2	2,55						
3	1,76						
4	3,04						
5	1,87						
6							
7							
8							
9							
10							

\* –  $N_{n,1}$  – нормативное значение растягивающего усилия в теле анкера, вызванного его затяжкой.

\*\* –  $R_{pf,nom} \cdot A_s$  – нормативное значение растягивающего усилия в теле анкера, соответствующее появлению пластических деформаций.

$N_{n,1} < R_{pf,nom} \cdot A_s$  – условие, при соблюдении которого не требуется уменьшение момента затяжки.

### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M8
Серия	«сталь»
Механизм разрушения	«по стали»
Номинальное значение предела прочности $R_{m,nom}$ , МПа*	600
Номинальное значение условного предела текучести $R_{pf,nom}$ , МПа	480
Нормативное значение силы сопротивления анкера по стилю (для резьбой части) $N_{n,s}$ *	21,96

\* – По ГОСТ ISO 898-1-2014 для указанного класса прочности резьбовой части анкера.

№ исп.	Предел прочности по результатам испытания $R_{m,i}$ , МПа	Коэффициент надежности по стали $\gamma_{NS}$ **
1	610	1,5
2	615	
3	602	
4	614	
5	612	

Соответствие марки стали анкера считается подтвержденным при выполнении условия 5.1 [1]:

$$R_{m,i} \geq R_{m,nom}$$

\*\* – Вычисляется по формуле 5.2 [1]:

$$\gamma_{NS} = \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{el,nom}} \text{ или } \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{p0,2,nom}} \text{ или } \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{pf,nom}}$$

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M10
Серия	1.2
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	37,27

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$N_{cont}^{**}$ , кН	$\delta_{N_i}$ , мм	$\delta_{N_0}$ , мм
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n.p}^0$ , кН			
1	26,17	21,43	21,36	0,23	1,08	3,40	20,58	11,43	0,41	0,33
2	26,35	21,58							0,33	
3	25,87	21,19							0,19	
4	26,32	21,56							0,35	
5	25,71	21,06							0,36	
6										
7										
8										
9										
10										

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$N_{cont} = \frac{N_{n.p}^0}{\gamma_f \cdot \gamma_{bt}}$$

Где  $N_{cont}$  – контрольное растягивающее усилие;

$N_{n.p}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 1.2;

$\gamma_f$  – усредненный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,2;

$\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5.

\*\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$\delta_{N_0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{N_i}}{n}$$

Где  $\delta_{N_i}$  – перемещение  $i$ -го анкера при действии  $N_{cont}$ ;

$\delta_{N_0}$  – перемещение анкера при кратковременном действии растягивающих усилий;

$n$  – количество испытаний в серии.

### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	М10
Серия	1.2 продолжение
Механизм разрушения	«по контакту»

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{m,исп,i}$ , кН	$N_{m,исп}$ , кН	$0,5 \cdot N_{m,исп}$ , кН	$\delta_{исп,i}$ , мм	$v_\delta$
1	26,17	24,86	12,43	2,87	14,01
2	26,35			2,80	
3	25,87			2,28	
4	26,32			2,99	
5	25,71			2,18	
6					
7					
8					
9					
10					

$\delta_{исп,i}$  – перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4 мм при нагрузке  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .
2. При выполнении 6.5 [1]:  $v_\delta \leq 40\%$ .

Где  $v_\delta$  – коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M10
Серия	1.3
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	60
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	58,35

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{ucn,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В60 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$N_{cont}^{**}$ , кН	$\delta_{N_i}$ , мм	$\delta_{N_0}$ , мм
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН			
1	37,10	37,62	37,36	0,31	0,84	3,40	36,30	20,17	0,49	0,25
2	36,75	37,27							0,14	
3	37,23	37,75							0,41	
4	36,50	37,01							0,12	
5	36,65	37,16							0,08	
6										
7										
8										
9										
10										

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{ucn,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{ucn,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$N_{cont} = \frac{N_{n,p}^0}{\gamma_f \cdot \gamma_{bt}}$$

Где  $N_{cont}$  – контрольное растягивающее усилие;

$N_{n,p}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 1.2;

$\gamma_f$  – усредненный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,2;

$\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5.

\*\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$\delta_{N_0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{N_i}}{n}$$

Где  $\delta_{N_i}$  – перемещение  $i$ -го анкера при действии  $N_{cont}$ ;

$\delta_{N_0}$  – перемещение анкера при кратковременном действии растягивающих усилий;

$n$  – количество испытаний в серии.

### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	М10
Серия	1.3 продолжение
Механизм разрушения	«по контакту»

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{т,исп,i}$ , кН	$N_{т,исп}$ , кН	$0,5 \cdot N_{т,исп}$ , кН	$\delta_{исп,i}$ , мм	$v_\delta$
1	37,10	41,44	20,72	2,63	11,99
2	36,75			2,65	
3	37,23			2,93	
4	36,50			2,18	
5	36,65			2,99	
6					
7					
8					
9					
10					

$\delta_{исп,i}$  – перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5 \cdot N_{т,исп}$ .

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4 мм при нагрузке  $0,5 \cdot N_{т,исп}$ .
2. При выполнении 6.5 [1]:  $v_\delta \leq 40\%$ .

Где  $v_\delta$  – коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5 \cdot N_{т,исп}$ .



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M10
Серия	2.1
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	37,27
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_{n,p}^0$ , кН	20,58
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_m$ , кН	21,36

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН*	Статистические величины				$\alpha_{2,1}^{**}$		$\gamma_{N_p}^{***}$	
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН	$\frac{N_{n,p,2.1}^0}{N_{n,p,1.2}^0}$		$\frac{N_{m,2.1}}{N_{m,1.2}}$
1	25,90	21,21	21,22	0,20	0,94	3,40	20,55	0,99	1,00	
2	25,58	20,95								
3	26,12	21,39								
4	25,79	21,12								
5	26,17	21,43								
6								1,00		0,99
7										
8										
9										
10										

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 5.10 [1]:

$$\alpha_{2,1} = \min \text{ из: } \frac{N_{n,p,2.1}^0}{N_{n,p,1.2}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.1}}{N_{m,1.2}}$$

Где  $\alpha_{2,1}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.1;

$N_{n,p,2.1}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.1;

$N_{m,2.1}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.1.

\*\*\* – Применяется в зависимости от значения коэффициента  $\alpha_{2,1}$  по Таблице 5.2 [1]:

Значение $\alpha_{2,1}$	$\gamma_{N_p}$
$0,95 \leq \alpha_{2,1}$	1,0
$0,80 \leq \alpha_{2,1} < 0,95$	1,2
$0,70 \leq \alpha_{2,1} < 0,80$	1,4
$\alpha_{2,1} < 0,70$	сила сопротивления анкера не может быть нормирована

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M10
Серия	2.2
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона R, МПа	37,27
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_{n,p}^0$ , кН	20,58
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_m$ , кН	21,36

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные результаты испытаний в серии, приведенные к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$\alpha_{2,2}^{**}$	
			$N_m$ , кН	S, кН	$v$ , %	k	$N_{n,p}^0$ , кН	$\frac{N_{n,p,2.2}^0}{N_{n,p,1.2}^0}$	$\frac{N_{m,2.2}}{N_{m,1.2}}$
1	25,34	20,75	20,49	0,23	1,11	3,40	19,72	0,96	
2	24,75	20,27							
3	24,91	20,40							
4	25,29	20,71							
5	24,80	20,31							
6								0,96	0,96
7									
8									
9									
10									

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где x – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 5.11 [1]:

$$\alpha_{2,2} = \min \text{ из: } \frac{N_{n,p,2.2}^0}{N_{n,p,1.2}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.2}}{N_{m,1.2}}$$

Где  $\alpha_{2,2}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.2;

$N_{n,p,2.2}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.2;

$N_{m,2.2}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.2.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	<b>M10</b>
Серия	<b>2.3</b>
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	60
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	58,35
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.3, $N_{n,p}^0$ , кН	36,30
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.3, $N_m$ , кН	37,36

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{ucn,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В60 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$\alpha_{2,3}^{**}$	
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН	$\frac{N_{n,p,2.3}^0}{N_{n,p,1.3}^0}$	$\frac{N_{m,2.3}}{N_{m,1.3}}$
1	36,90	37,42	37,44	0,22	0,60	3,40	36,68	1,00	
2	36,75	37,27							
3	37,01	37,53							
4	36,70	37,22							
5	37,25	37,77							
6								1,01	1,00
7									
8									
9									
10									

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{ucn,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{ucn,i} \left( \frac{60}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 5.11 [1]:

$$\alpha_{2,3} = \min \text{ из } : \frac{N_{n,p,2.3}^0}{N_{n,p,1.3}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.3}}{N_{m,1.3}}$$

Где  $\alpha_{2,3}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.3;

$N_{n,p,2.3}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.3;

$N_{m,2.3}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.3.

### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M10
Серия	2.5
Механизм разрушения	«по контакту»
Условный предел текучести стали по техническому условию $R_{pf,nom}$ , МПа	480
Условный предел текучести стали по результатам испытаний $R_{pf}$ , МПа	500
Площадь поперечного сечения резьбовой части анкера $A_s$ , мм <sup>2</sup>	58,0

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{1,i}$ , кН	Статистические величины					$R_{pf,nom} \cdot A_s$ , кН**
		$N_{m1}$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n.1}$ , кН*	
1	5,23	5,13	0,40	7,72	3,40	3,78	27,84
2	4,75						
3	5,76						
4	5,04						
5	4,87						
6							
7							
8							
9							
10							

\* –  $N_{n.1}$  – нормативное значение растягивающего усилия в теле анкера, вызванного его затяжкой.

\*\* –  $R_{pf,nom} \cdot A_s$  – нормативное значение растягивающего усилия в теле анкера, соответствующее появлению пластических деформаций.

$N_{n.1} < R_{pf,nom} \cdot A_s$  – условие, при соблюдении которого не требуется уменьшение момента затяжки.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	М10
Серия	«сталь»
Механизм разрушения	«по стали»
Номинальное значение предела прочности $R_{m,nom}$ , МПа*	600
Номинальное значение условного предела текучести $R_{pf,nom}$ , МПа	480
Нормативное значение силы сопротивления анкера по стали (для резьбовой части) $N_{n,s}$ *	34,80

\* – По ГОСТ ISO 898-1-2014 для указанного класса прочности резьбовой части анкера.

№ исп.	Предел прочности по результатам испытания $R_{m,i}$ , МПа	Коэффициент надежности по стали $\gamma_{NS}$ **
1	608	1,5
2	606	
3	610	
4	606	
5	600	

Соответствие марки стали анкера считается подтвержденным при выполнении условия 5.1 [1]:

$$R_{m,i} \geq R_{m,nom}$$

\*\* – Вычисляется по формуле 5.2 [1]:

$$\gamma_{NS} = \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{el,nom}} \text{ или } \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{p0,2,nom}} \text{ или } \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{pf,nom}}$$

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M12
Серия	1.2
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона R, МПа	37,27

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{ucn,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$N_{cont}$ , кН**	$\delta_{N_i}$ , мм	$\delta_{N_0}$ , мм
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН			
1	49,16	40,26	40,20	0,23	0,56	3,40	39,43	21,90	0,25	0,28
2	49,34	40,41							0,18	
3	48,86	40,02							0,36	
4	49,33	40,40							0,36	
5	48,73	39,91							0,24	
6										
7										
8										
9										
10										

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{ucn,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{ucn,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$N_{cont} = \frac{N_{n,p}^0}{\gamma_f \cdot \gamma_{bt}}$$

Где  $N_{cont}$  – контрольное растягивающее усилие;

$N_{n,p}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 1.2;

$\gamma_f$  – усредненный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,2;

$\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5.

\*\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$\delta_{N_0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{N_i}}{n}$$

Где  $\delta_{N_i}$  – перемещение  $i$ -го анкера при действии  $N_{cont}$ ;

$\delta_{N_0}$  – перемещение анкера при кратковременном действии растягивающих усилий;

$n$  – количество испытаний в серии.

### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M12
Серия	1.2 продолжение
Механизм разрушения	«по контакту»

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	$N_{m,исп}$ , кН	$0,5 \cdot N_{m,исп}$ , кН	$\delta_{исп,i}$ , мм	$v_\delta$
1	49,16	43,72	21,86	2,12	12,96
2	49,34			2,85	
3	48,86			2,24	
4	49,33			2,22	
5	48,73			2,63	
6					
7					
8					
9					
10					

$\delta_{исп,i}$  – перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4 мм при нагрузке  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .
2. При выполнении 6.5 [1]:  $v_\delta \leq 40\%$ .

Где  $v_\delta$  – коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M12
Серия	1.3
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	60
Среднее значение фактической прочности бетона R, МПа	58,35

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В60 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$N_{cont}$ , кН	$\delta_{N_i}$ , мм	$\delta_{N_0}$ , мм
			$N_m$ , кН	S, кН	v, %	k	$N_{n,p}^0$ , кН			
1	62,17	63,04	62,97	0,29	0,45	3,40	62,00	34,45	0,19	0,33
2	62,38	63,26							0,41	
3	61,89	62,76							0,45	
4	62,33	63,21							0,23	
5	61,73	62,60							0,39	
6										
7										
8										
9										
10										

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где x – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$N_{cont} = \frac{N_{n,p}^0}{\gamma_f \cdot \gamma_{bt}}$$

Где  $N_{cont}$  – контрольное растягивающее усилие;

$N_{n,p}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 1.2;

$\gamma_f$  – усредненный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,2;

$\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5.

\*\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$\delta_{N_0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{N_i}}{n}$$

Где  $\delta_{N_i}$  – перемещение i-го анкера при действии  $N_{cont}$ ;

$\delta_{N_0}$  – перемещение анкера при кратковременном действии растягивающих усилий;

n – количество испытаний в серии.



### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	М12
Серия	1.3 продолжение
Механизм разрушения	«по контакту»

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{m,исп.i}$ , кН	$N_{m,исп}$ , кН	$0,5 \cdot N_{m,исп}$ , кН	$\delta_{исп.i}$ , мм	$v_\delta$
1	62,17	66,72	33,36	2,48	10,23
2	62,38			2,40	
3	61,89			2,02	
4	62,33			2,68	
5	61,73			2,30	
6					
7					
8					
9					
10					

$\delta_{исп.i}$  – перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4 мм при нагрузке  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .
2. При выполнении 6.5 [1]:  $v_\delta \leq 40\%$ .

Где  $v_\delta$  – коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .

### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M12
Серия	2.1
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона R, МПа	37,27
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_{n.p.}^0$ , кН	39,43
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_m$ , кН	40,20

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН*	Статистические величины				$\alpha_{2.1}^{**}$		$\gamma_{Np}^{***}$
			$N_m$ , кН	S, кН	v, %	k	$N_{n.p.}^0$ , кН	$\frac{N_{n.p.2.1}^0}{N_{n.p.1.2}^0}$	
1	47,92	39,25	38,56	0,43	1,12	3,40	37,09	0,94	1,00
2	46,53	38,11							
3	47,05	38,53							
4	46,76	38,30							
5	47,17	38,63							
6									
7									
8									
9									
10									
								0,94	
								0,94	0,96

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где x – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 5.10 [1]:

$$\alpha_{2.1} = \min \text{ из: } \frac{N_{n.p.2.1}^0}{N_{n.p.1.2}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.1}}{N_{m,1.2}}$$

Где  $\alpha_{2.1}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.1;

$N_{n.p.2.1}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.1;

$N_{m,2.1}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.1.

\*\*\* – Применяется в зависимости от значения коэффициента  $\alpha_{2.1}$  по Таблице 5.2 [1]:

Значение $\alpha_{2.1}$	$\gamma_{Np}$
$0,95 \leq \alpha_{2.1}$	1,0
$0,80 \leq \alpha_{2.1} < 0,95$	1,2
$0,70 \leq \alpha_{2.1} < 0,80$	1,4
$\alpha_{2.1} < 0,70$	сила сопротивления анкера не может быть нормирована

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M12
Серия	2.2
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	37,27
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_{n,p}^0$ , кН	39,43
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_m$ , кН	40,20

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$\alpha_{2,2}^{**}$	
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН	$\frac{N_{n,p,2.2}^0}{N_{n,p,1.2}^0}$	$\frac{N_{m,2.2}}{N_{m,1.2}}$
1	46,34	37,95	37,85	0,34	0,89	3,40	36,71	0,93	
2	45,75	37,47							
3	45,91	37,60							
4	46,29	37,91							
5	46,80	38,33							
6								0,93	0,94
7									
8									
9									
10									

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 5.11 [1]:

$$\alpha_{2,2} = \min \text{ из: } \frac{N_{n,p,2.2}^0}{N_{n,p,1.2}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.2}}{N_{m,1.2}}$$

Где  $\alpha_{2,2}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.2;

$N_{n,p,2.2}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.2;

$N_{m,2.2}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.2.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M12
Серия	2.3
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	60
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	58,35
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.3, $N_{n,p}^0$ , кН	62,00
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.3, $N_m$ , кН	62,97

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В60 $N_i$ , кН*	Статистические величины				$\alpha_{2,3}^{**}$		
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН	$\frac{N_{n,p,2.3}^0}{N_{n,p,1.3}^0}$	$\frac{N_{m,2.3}}{N_{m,1.3}}$
1	59,92	60,76	60,78	0,22	0,37	3,40	60,02	0,97	
2	59,76	60,60							
3	60,01	60,85							
4	59,72	60,56							
5	60,27	61,12							
6								0,97	0,97
7									
8									
9									
10									

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left(\frac{B}{R}\right)^x = N_{исп,i} \left(\frac{60}{37,27}\right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 5.11 [1]:

$$\alpha_{2,3} = \min \text{ из: } \frac{N_{n,p,2.3}^0}{N_{n,p,1.3}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.3}}{N_{m,1.3}}$$

Где  $\alpha_{2,3}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.3;

$N_{n,p,2.3}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.3;

$N_{m,2.3}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.3.

### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M12
Серия	2.5
Механизм разрушения	«по контакту»
Условный предел текучести стали по техническому условию $R_{pf, nom}$ , МПа	480
Условный предел текучести стали по результатам испытаний $R_{pf}$ , МПа	500
Площадь поперечного сечения резьбовой части анкера $A_s$ , мм <sup>2</sup>	84,3

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{1,i}$ , кН	Статистические величины					$R_{pf, nom} \cdot A_s$ , кН <sup>**</sup>
		$N_{m1}$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,1}$ , кН	
1	7,33	6,77	0,56	8,21	3,40	4,88	40,46
2	6,86						
3	6,72						
4	7,09						
5	5,87						
6							
7							
8							
9							
10							

\* –  $N_{n,1}$  – нормативное значение растягивающего усилия в теле анкера, вызванного его затяжкой.

\*\* –  $R_{pf, nom} \cdot A_s$  – нормативное значение растягивающего усилия в теле анкера, соответствующее появлению пластических деформаций.

$N_{n,1} < R_{pf, nom} \cdot A_s$  – условие, при соблюдении которого не требуется уменьшение момента затяжки.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M12
Серия	«сталь»
Механизм разрушения	«по стали»
Номинальное значение предела прочности $R_{m,nom}$ , МПа*	600
Номинальное значение условного предела текучести $R_{pf,nom}$ , МПа	480
Нормативное значение силы сопротивления анкера по стали (для резьбой части) $N_{n,s}$ *	50,58

\* – По ГОСТ ISO 898-1-2014 для указанного класса прочности резьбовой части анкера.

№ исп.	Предел прочности по результатам испытания $R_{m,i}$ , МПа	Коэффициент надежности по стали $\gamma_{NS}$ **
1	615	1,5
2	607	
3	600	
4	609	
5	616	

Соответствие марки стали анкера считается подтвержденным при выполнении условия 5.1 [1]:

$$R_{m,i} \geq R_{m,nom}$$

\*\* – Вычисляется по формуле 5.2 [1]:

$$\gamma_{NS} = \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{el,nom}} \text{ или } \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{p0,2,nom}} \text{ или } \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{pf,nom}}$$

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M16
Серия	1.2
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	37,27

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$N_{cont}^{**}$ , кН	$\delta_{N_i}$ , мм	$\delta_{N_0}$ , мм
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН			
1	58,16	47,63	47,55	0,24	0,49	3,40	46,75	25,97	0,09	0,17
2	58,32	47,76							0,25	
3	57,82	47,36							0,22	
4	58,30	47,75							0,34	
5	57,69	47,25							0,47	
6										
7										
8										
9										
10										

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$N_{cont} = \frac{N_{n,p}^0}{\gamma_f \cdot \gamma_{bt}}$$

Где  $N_{cont}$  – контрольное растягивающее усилие;

$N_{n,p}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 1.2;

$\gamma_f$  – усредненный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,2;

$\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5.

\*\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$\delta_{N_0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{N_i}}{n}$$

Где  $\delta_{N_i}$  – перемещение  $i$ -го анкера при действии  $N_{cont}$ ;

$\delta_{N_0}$  – перемещение анкера при кратковременном действии растягивающих усилий;

$n$  – количество испытаний в серии.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M16
Серия	1.2 продолжение
Механизм разрушения	«по контакту»

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	$N_{т,исп}$ , кН	$0,5 \cdot N_{т,исп}$ , кН	$\delta_{исп,i}$ , мм	$v_{\delta}$
1	58,16	51,14	25,57	2,02	10,31
2	58,32			2,64	
3	57,82			2,17	
4	58,30			2,30	
5	57,69			2,43	
6					
7					
8					
9					
10					

$\delta_{исп,i}$  – перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5 \cdot N_{т,исп}$ .

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4 мм при нагрузке  $0,5 \cdot N_{т,исп}$ .
2. При выполнении 6.5 [1]:  $v_{\delta} \leq 40\%$ .

Где  $v_{\delta}$  – коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5 \cdot N_{т,исп}$ .



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M16
Серия	1.3
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	60
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	58,35

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В60 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$N_{cont}^{**}$ , кН	$\delta_{N_i}$ , мм	$\delta_{N_0}$ , мм
			$N_{sp}$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n.p}^0$ , кН			
1	71,12	72,12	72,02	0,30	0,42	3,40	70,99	39,44	0,32	0,30
2	70,74	71,73							0,33	
3	71,25	72,25							0,40	
4	71,34	72,34							0,25	
5	70,68	71,67							0,19	
6										
7										
8										
9										
10										

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$N_{cont} = \frac{N_{n.p}^0}{\gamma_f \cdot \gamma_{bt}}$$

Где  $N_{cont}$  – контрольное растягивающее усилие;

$N_{n.p}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 1.2;

$\gamma_f$  – усредненный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,2;

$\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5.

\*\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$\delta_{N_0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{N_i}}{n}$$

Где  $\delta_{N_i}$  – перемещение  $i$ -го анкера при действии  $N_{cont}$ ;

$\delta_{N_0}$  – перемещение анкера при кратковременном действии растягивающих усилий;

$n$  – количество испытаний в серии.

### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M16
Серия	1.3 продолжение
Механизм разрушения	«по контакту»

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	$N_{т,исп}$ , кН	$0,5 \cdot N_{т,исп}$ , кН	$\delta_{исп,i}$ , мм	$v_\delta$
1	71,12	75,82	37,91	2,27	10,70
2	70,74			2,19	
3	71,25			2,39	
4	71,34			2,49	
5	70,68			2,86	
6					
7					
8					
9					
10					

$\delta_{исп,i}$  – перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5 \cdot N_{т,исп}$ .

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4 мм при нагрузке  $0,5 \cdot N_{т,исп}$ .
2. При выполнении 6.5 [1]:  $v_\delta \leq 40\%$ .

Где  $v_\delta$  – коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5 \cdot N_{т,исп}$ .

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M16
Серия	2.1
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона R, МПа	37,27
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_{n,p}^0$ , кН	46,75
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_m$ , кН	47,55

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН <sup>†</sup>	Статистические величины					$\alpha_{2,1}^{**}$		$\gamma_{N_p}^{***}$
			$N_m$ , кН	S, кН	$v$ , %	k	$N_{n,p}^0$ , кН	$\frac{N_{n,p,2.1}^0}{N_{n,p,1.2}^0}$	$\frac{N_{m,2.1}}{N_{m,1.2}}$	
1	56,92	46,62	46,77	0,23	0,49	3,40	45,98	0,98		1,00
2	57,51	47,10								
3	57,12	46,78								
4	56,77	46,50								
5	57,18	46,83								
6										
7										
8										
9										
10										
								$\frac{N_{n,p,2.1}^0}{N_{n,p,1.2}^0}$	$\frac{N_{m,2.1}}{N_{m,1.2}}$	
								0,98	0,98	

<sup>†</sup> – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где x – показатель степенной функции.

<sup>\*\*</sup> – Вычисляется по формуле 5.10 [1]:

$$\alpha_{2,1} = \min \text{ из: } \frac{N_{n,p,2.1}^0}{N_{n,p,1.2}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.1}}{N_{m,1.2}}$$

Где  $\alpha_{2,1}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.1;

$N_{n,p,2.1}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.1;

$N_{m,2.1}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.1.

<sup>\*\*\*</sup> – Применяется в зависимости от значения коэффициента  $\alpha_{2,1}$  по Таблице 5.2 [1]:

Значение $\alpha_{2,1}$	$\gamma_{N_p}$
$0,95 \leq \alpha_{2,1}$	1,0
$0,80 \leq \alpha_{2,1} < 0,95$	1,2
$0,70 \leq \alpha_{2,1} < 0,80$	1,4
$\alpha_{2,1} < 0,70$	сила сопротивления анкера не может быть нормирована

### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M16
Серия	2.2
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона R, МПа	37,27
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_{n,p}^0$ , кН	46,75
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_m$ , кН	47,55

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{ucn,i}$ , кН	Единичные результаты испытаний в серии, приведенные к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН*	Статистические величины				$\alpha_{2.2}^{**}$		
			$N_m$ , кН	S, кН	v, %	k	$N_{n,p}^0$ , кН	$\frac{N_{n,p,2.2}^0}{N_{n,p,1.2}^0}$	$\frac{N_{m,2.2}}{N_{m,1.2}}$
1	57,32	46,95	46,70	0,21	0,45	3,40	45,98	0,98	
2	56,76	46,49							
3	56,90	46,60							
4	57,28	46,91							
5	56,85	46,56							
6								0,98	0,98
7									
8									
9									
10									

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{ucn,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{ucn,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где x – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 5.11 [1]:

$$\alpha_{2.2} = \min \text{ из: } \frac{N_{n,p,2.2}^0}{N_{n,p,1.2}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.2}}{N_{m,1.2}}$$

Где  $\alpha_{2.2}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.2;

$N_{n,p,2.2}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.2;

$N_{m,2.2}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.2.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	<b>M16</b>
Серия	<b>2.3</b>
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	60
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	58,35
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.3, $N_{n,p}^0$ , кН	70,99
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.3, $N_m$ , кН	72,02

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В60 $N_i$ , кН*	Статистические величины				$\alpha_{2,3}^{**}$	
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН	$\frac{N_{n,p,2.3}^0}{N_{n,p,1.3}^0}$
1	71,90	72,91	72,73	0,30	0,41	3,40	71,73	1,01
2	71,75	72,76						
3	72,01	73,02						
4	71,70	72,71						
5	71,25	72,25						
6								1,01
7								
8								
9								
10								

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{60}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 5.11 [1]:

$$\alpha_{2,3} = \min \text{ из: } \frac{N_{n,p,2.3}^0}{N_{n,p,1.3}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.3}}{N_{m,1.3}}$$

Где  $\alpha_{2,3}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.3;

$N_{n,p,2.3}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.3;

$N_{m,2.3}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.3.

### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M16
Серия	2.5
Механизм разрушения	«по контакту»
Условный предел текучести стали по техническому условию $R_{pf, nom}$ , МПа	480
Условный предел текучести стали по результатам испытаний $R_{pf}$ , МПа	500
Площадь поперечного сечения резьбовой части анкера $A_s$ , мм <sup>2</sup>	157,00

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{1,i}$ , кН	Статистические величины					$R_{pf, nom} \cdot A_s$ , кН**
		$N_{m1}$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,1}$ , кН	
1	9,15	8,14	0,86	10,51	3,40	5,23	75,36
2	8,65						
3	6,89						
4	8,17						
5	7,85						
6							
7							
8							
9							
10							

\* –  $N_{n,1}$  – нормативное значение растягивающего усилия в теле анкера, вызванного его затяжкой.

\*\* –  $R_{pf, nom} \cdot A_s$  – нормативное значение растягивающего усилия в теле анкера, соответствующее появлению пластических деформаций.

$N_{n,1} < R_{pf, nom} \cdot A_s$  – условие, при соблюдении которого не требуется уменьшение момента затяжки.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M16
Серия	«сталь»
Механизм разрушения	«по стали»
Номинальное значение предела прочности $R_{m,nom}$ , МПа*	600
Номинальное значение условного предела текучести $R_{pf,nom}$ , МПа	480
Нормативное значение силы сопротивления анкера по стилю (для резьбой части) $N_{n,s}$ *	94,2

\* – По ГОСТ ISO 898-1-2014 для указанного класса прочности резьбовой части анкера.

№ исп.	Предел прочности по результатам испытания $R_{m,i}$ , МПа	Коэффициент надежности по стали $\gamma_{NS}$ **
1	604	1,5
2	613	
3	601	
4	611	
5	612	

Соответствие марки стали анкера считается подтвержденным при выполнении условия 5.1 [1]:

$$R_{m,i} \geq R_{m,nom}$$

\*\* – Вычисляется по формуле 5.2 [1]:

$$\gamma_{NS} = \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{el,nom}} \text{ или } \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{p0,2,nom}} \text{ или } \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{pf,nom}}$$

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M20
Серия	1.2
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона R, МПа	37,27

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{ucn,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН	Статистические величины					$N_{cont}$ , кН	$\delta_{N_i}$ , мм	$\delta_{N_0}$ , мм
			$N_m$ , кН	S, кН	v, %	k	$N_{n,p}^0$ , кН			
1	78,26	64,10	63,95	0,24	0,38	3,40	63,13	35,07	0,43	0,28
2	78,22	64,06							0,36	
3	77,72	63,65							0,18	
4	78,40	64,21							0,05	
5	77,82	63,74							0,39	
6										
7										
8										
9										
10										

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{ucn,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{ucn,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где x – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$N_{cont} = \frac{N_{n,p}^0}{\gamma_f \cdot \gamma_{bt}}$$

Где  $N_{cont}$  – контрольное растягивающее усилие;

$N_{n,p}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 1.2;

$\gamma_f$  – усредненный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,2;

$\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5.

\*\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$\delta_{N_0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{N_i}}{n}$$

Где  $\delta_{N_i}$  – перемещение i-го анкера при действии  $N_{cont}$ ;

$\delta_{N_0}$  – перемещение анкера при кратковременном действии растягивающих усилий;

n – количество испытаний в серии.



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M20
Серия	1.2 продолжение
Механизм разрушения	«по контакту»

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{m,исп,i}$ , кН	$N_{m,исп}$ , кН	$0,5 \cdot N_{m,исп}$ , кН	$\delta_{исп,i}$ , мм	$v_\delta$
1	78,26	67,61	33,81	2,05	10,89
2	78,22			2,14	
3	77,72			2,41	
4	78,40			2,22	
5	77,82			2,68	
6					
7					
8					
9					
10					

$\delta_{исп,i}$  – перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4 мм при нагрузке  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .
2. При выполнении 6.5 [1]:  $v_\delta \leq 40\%$ .

Где  $v_\delta$  – коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M20
Серия	1.3
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	60
Среднее значение фактической прочности бетона R, МПа	58,35

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{ucn,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В60 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$N_{cont}^*$ , кН	$\delta_{N_i}$ , мм	$\delta_{N_0}$ , мм
			$N_m$ , кН	S, кН	v, %	k	$N_{n,p}^0$ , кН			
1	91,16	92,44	92,31	0,27	0,30	3,40	91,38	50,77	0,48	0,41
2	90,76	92,03							0,31	
3	91,19	92,47							0,38	
4	91,31	92,59							0,37	
5	90,72	91,99							0,50	
6										
7										
8										
9										
10										

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{ucn,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{ucn,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где x – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$N_{cont} = \frac{N_{n,p}^0}{\gamma_f \cdot \gamma_{bt}}$$

Где  $N_{cont}$  – контрольное растягивающее усилие;

$N_{n,p}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 1.2;

$\gamma_f$  – усредненный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,2;

$\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5.

\*\*\* – Вычисляется по формуле 6.1 [1]:

$$\delta_{N_0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{N_i}}{n}$$

Где  $\delta_{N_i}$  – перемещение i-го анкера при действии  $N_{cont}$ ;

$\delta_{N_0}$  – перемещение анкера при кратковременном действии растягивающих усилий;

n – количество испытаний в серии.

### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M20
Серия	1.3 продолжение
Механизм разрушения	«по контакту»

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	$N_{m,исп}$ , кН	$0,5 \cdot N_{m,исп}$ , кН	$\delta_{исп,i}$ , мм	$v_\delta$
1	91,16	96,31	48,16	2,69	10,28
2	90,76			2,52	
3	91,19			2,71	
4	91,31			2,96	
5	90,72			2,23	
6					
7					
8					
9					
10					

$\delta_{исп,i}$  – перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4 мм при нагрузке  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .
2. При выполнении 6.5 [1]:  $v_\delta \leq 40\%$ .

Где  $v_\delta$  – коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5 \cdot N_{m,исп}$ .

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M20
Серия	2.1
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	37,27
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_{n,p}^0$ , кН	63,13
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_m$ , кН	63,95

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН*	Статистические величины				$\alpha_{2,1}^{**}$		$\gamma_{Np}^{***}$
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН	$\frac{N_{n,p,2.1}^0}{N_{n,p,1.2}^0}$	
1	76,83	62,92	63,14	0,30	0,47	3,40	62,13	0,98	1,00
2	77,62	63,57							
3	77,16	63,19							
4	76,68	62,80							
5	77,19	63,22							
6									
7									
8									
9									
10									
								0,98	

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 5.10 [1]:

$$\alpha_{2,1} = \min \text{ из: } \frac{N_{n,p,2.1}^0}{N_{n,p,1.2}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.1}}{N_{m,1.2}}$$

Где  $\alpha_{2,1}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.1;

$N_{n,p,2.1}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.1;

$N_{m,2.1}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.1.

\*\*\* – Применяется в зависимости от значения коэффициента  $\alpha_{2,1}$  по Таблице 5.2 [1]:

Значение $\alpha_{2,1}$	$\gamma_{Np}$
$0,95 \leq \alpha_{2,1}$	1,0
$0,80 \leq \alpha_{2,1} < 0,95$	1,2
$0,70 \leq \alpha_{2,1} < 0,80$	1,4
$\alpha_{2,1} < 0,70$	сила сопротивления анкера не может быть нормирована

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M20
Серия	2.2
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	37,27
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_{n,p}^0$ , кН	63,13
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.2, $N_m$ , кН	63,95

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В25 $N_i$ , кН*	Статистические величины				$\alpha_{2,2}^{**}$		
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$\nu$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН	$\frac{N_{n,p,2.2}^0}{N_{n,p,1.2}^0}$	$\frac{N_{m,2.2}}{N_{m,1.2}}$
1	77,34	63,34	63,08	0,24	0,37	3,40	62,28	0,99	
2	76,82	62,92							
3	76,86	62,95							
4	77,32	63,33							
5	76,75	62,86							
6								0,99	0,99
7									
8									
9									
10									

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left( \frac{B}{R} \right)^x = N_{исп,i} \left( \frac{25}{37,27} \right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 5.11 [1]:

$$\alpha_{2,2} = \min \text{ из: } \frac{N_{n,p,2.2}^0}{N_{n,p,1.2}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.2}}{N_{m,1.2}}$$

Где  $\alpha_{2,2}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.2;

$N_{n,p,2.2}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.2;

$N_{m,2.2}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.2.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M20
Серия	2.3
Механизм разрушения	«по контакту»
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний В, МПа	60
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	58,35
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.3, $N_{n,p}^0$ , кН	91,38
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии 1.3, $N_m$ , кН	92,31

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	Единичные рез-ты испытаний в серии, привед. к прочн. бетона В60 $N_i$ , кН*	Статистические величины					$\alpha_{2,3}^{**}$	
			$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n,p}^0$ , кН	$\frac{N_{n,p,2.3}^0}{N_{n,p,1.3}^0}$	$\frac{N_{m,2.3}}{N_{m,1.3}}$
1	91,93	93,22	93,01	0,35	0,38	3,40	91,80	1,00	
2	91,69	92,98							
3	92,12	93,41							
4	91,67	92,96							
5	91,19	92,47							
6								1,00	1,01
7									
8									
9									
10									

\* – Вычисляется по формуле 5.7 [1]:

$$N_i = N_{исп,i} \left(\frac{B}{R}\right)^x = N_{исп,i} \left(\frac{60}{37,27}\right)^{0,5}$$

Где  $x$  – показатель степенной функции.

\*\* – Вычисляется по формуле 5.11 [1]:

$$\alpha_{2,3} = \min \text{ из: } \frac{N_{n,p,2.3}^0}{N_{n,p,1.3}^0} \text{ и } \frac{N_{m,2.3}}{N_{m,1.3}}$$

Где  $\alpha_{2,3}$  – коэффициент учета нарушения условий работы в серии 2.3;

$N_{n,p,2.3}^0$  – нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.3;

$N_{m,2.3}$  – среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний 2.3.

### Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M20
Серия	2.5
Механизм разрушения	«по контакту»
Условный предел текучести стали по техническому условию $R_{pf,nom}$ , МПа	480
Условный предел текучести стали по результатам испытаний $R_{pf}$ , МПа	500
Площадь поперечного сечения резьбовой части анкера $A_s$ , мм <sup>2</sup>	245,00

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{1,i}$ , кН	Статистические величины					$R_{pf,nom} \cdot A_s$ , кН**
		$N_{m1}$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %	$k$	$N_{n.1}$ , кН	
1	11,09	10,09	0,82	8,15	3,40	7,29	117,60
2	10,56						
3	8,92						
4	10,13						
5	9,75						
6							
7							
8							
9							
10							

\* –  $N_{n.1}$  – нормативное значение растягивающего усилия в теле анкера, вызванного его затяжкой.

\*\* –  $R_{pf,nom} \cdot A_s$  – нормативное значение растягивающего усилия в теле анкера, соответствующее появлению пластических деформаций.

$N_{n.1} < R_{pf,nom} \cdot A_s$  – условие, при соблюдении которого не требуется уменьшение момента затяжки.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	M20
Серия	«сталь»
Механизм разрушения	«по стали»
Номинальное значение предела прочности $R_{m,nom}$ , МПа*	600
Номинальное значение условного предела текучести $R_{pf,nom}$ , МПа	480
Нормативное значение силы сопротивления анкера по стали (для резьбой части) $N_{п.с}$ *	147

\* – По ГОСТ ISO 898-1-2014 для указанного класса прочности резьбовой части анкера.

№ исп.	Предел прочности по результатам испытания $R_{m,i}$ , МПа	Коэффициент надежности по стали $\gamma_{NS}$ **
1	609	1,5
2	610	
3	604	
4	603	
5	600	

Соответствие марки стали анкера считается подтвержденным при выполнении условия 5.1 [1]:

$$R_{m,i} \geq R_{m,nom}$$

\*\* – Вычисляется по формуле 5.2 [1]:

$$\gamma_{NS} = \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{el,nom}} \text{ или } \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{p0,2,nom}} \text{ или } \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{pf,nom}}$$



## РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

## РАСЧЕТ АНКЕРОВ И АНКЕРНЫХ КРЕПЛЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ РАСТЯГИВАЮЩИХ УСИЛИЙ

### 1. Расчет анкеров по прочности стали при растяжении

1.1 Нормативное значение силы сопротивления анкеров по стали (для резьбовой части):

- анкер М8

$$N_{n,s} = A_s \cdot R_{m,nom} = 36,6 \cdot 600 = 21960 \text{ Н}$$

- анкер М10

$$N_{n,s} = A_s \cdot R_{m,nom} = 58,0 \cdot 600 = 34800 \text{ Н}$$

- анкер М12

$$N_{n,s} = A_s \cdot R_{m,nom} = 84,3 \cdot 600 = 50580 \text{ Н}$$

- анкер М16

$$N_{n,s} = A_s \cdot R_{m,nom} = 157,0 \cdot 600 = 94200 \text{ Н}$$

- анкер М20

$$N_{n,s} = A_s \cdot R_{m,nom} = 245,0 \cdot 600 = 147000 \text{ Н}$$

Прочность стали резьбовой части анкеров проверена испытаниями.

Полученные результаты соответствуют таблице 4.

Исходные данные Заказчика (см. Описание продукции и таблицу 1) подтверждаются.

1.2 Нормативное значение силы сопротивления анкеров по стали (для распорной части):

- анкер М8

$$N_{n,s} = A_s \cdot R_{m,nom} = 24,6 \cdot 600 = 14760 \text{ Н}$$

- анкер М10

$$N_{n,s} = A_s \cdot R_{m,nom} = 37,8 \cdot 600 = 22680 \text{ Н}$$

- анкер М12

$$N_{n,s} = A_s \cdot R_{m,nom} = 53,1 \cdot 600 = 31860 \text{ Н}$$

- анкер М16

$$N_{n,s} = A_s \cdot R_{m,nom} = 95,0 \cdot 600 = 57000 \text{ Н}$$

- анкер М20

$$N_{n,s} = A_s \cdot R_{m,nom} = 167,9 \cdot 600 = 100740 \text{ Н}$$

Прочность стали распорной части анкеров испытаниями не проверялась.

Поскольку значения прочности распорной части анкеров ниже, чем резьбовой, окончательный расчет «по стали» для растягивающих усилий производилась для распорной части.

1.3 Коэффициент надежности по стали принимаем для подтвержденных испытаниями значений предела прочности (600,0 МПа) и условного предела текучести (480 МПа):

$$\gamma_{NS} = \frac{1,2 \cdot R_{m,nom}}{R_{pf,nom}} = \frac{1,2 \cdot 600,0}{480,0} = 1,5$$

1.4 Расчетные сопротивления (предельные растягивающие усилия) из условий прочности по стали вычисляются по формуле (6.3) [2]:

- анкер М8

$$N_{u,s} = \frac{N_{n,s}}{\gamma_{NS}} = \frac{14,76}{1,5} = 9,84 \text{ кН}$$

- анкер М10

$$N_{u,s} = \frac{N_{n,s}}{\gamma_{NS}} = \frac{22,68}{1,5} = 15,12 \text{ кН}$$

- анкер M12

$$N_{u,s} = \frac{N_{n,s}}{\gamma_{NS}} = \frac{31,86}{1,5} = 21,24 \text{ кН}$$

- анкер M16

$$N_{u,s} = \frac{N_{n,s}}{\gamma_{NS}} = \frac{57,00}{1,5} = 38,00 \text{ кН}$$

- анкер M20

$$N_{u,s} = \frac{N_{n,s}}{\gamma_{NS}} = \frac{100,74}{1,5} = 67,16 \text{ кН}$$

## 2. Определение нормативных и расчетных сопротивлений анкеров растяжению в бетоне В25 без трещин

2.1 Определение нормативных и расчетных сопротивлений анкеров растяжению при механизме разрушения «по контакту с основанием».

Нормативные значения силы сопротивления анкера при механизме разрушения «по контакту с основанием» вычисляются по формуле (5.3) [1]:

- анкер M8

$$N_{n,p} = N_{n,p}^0 \cdot \left( \frac{\alpha_{ij}}{[\alpha_{ij}]_{\min}} \right) = N_{n,p}^0 \cdot \frac{\alpha_{2.3}}{[\alpha_{2.3}]} = 9,22 \cdot \frac{1,07}{0,95} = 10,38 \text{ кН}$$

- анкер M10

$$N_{n,p} = N_{n,p}^0 \cdot \left( \frac{\alpha_{ij}}{[\alpha_{ij}]_{\min}} \right) = N_{n,p}^0 \cdot \frac{\alpha_{2.3}}{[\alpha_{2.3}]} = 20,58 \cdot \frac{1,00}{0,95} = 21,66 \text{ кН}$$

- анкер M12

$$N_{n,p} = N_{n,p}^0 \cdot \left( \frac{\alpha_{ij}}{[\alpha_{ij}]_{\min}} \right) = N_{n,p}^0 \cdot \frac{\alpha_{2.3}}{[\alpha_{2.3}]} = 39,43 \cdot \frac{0,97}{0,95} = 40,26 \text{ кН}$$

- анкер M16

$$N_{n,p} = N_{n,p}^0 \cdot \left( \frac{\alpha_{ij}}{[\alpha_{ij}]_{\min}} \right) = N_{n,p}^0 \cdot \frac{\alpha_{2.3}}{[\alpha_{2.3}]} = 46,75 \cdot \frac{1,01}{0,95} = 49,70 \text{ кН}$$

- анкер M20

$$N_{n,p} = N_{n,p}^0 \cdot \left( \frac{\alpha_{ij}}{[\alpha_{ij}]_{\min}} \right) = N_{n,p}^0 \cdot \frac{\alpha_{2.3}}{[\alpha_{2.3}]} = 63,13 \cdot \frac{1,00}{0,95} = 66,45 \text{ кН}$$

Где  $N_{n,p}^0$  – нормативные значения сил сопротивления анкера при механизме разрушения «по контакту с основанием» в сериях 1.2;

$\alpha_{ij}$  – коэффициент учета нарушений условий работы анкеров в сериях 2.2; 2.3; и 2.4 с наименьшими значениями;

$[\alpha_{ij}]$  – минимально допустимое значение коэффициента учета нарушений условий работы для соответствующей серии, при котором не требуется корректировка нормативных сопротивлений  $N_{n,p}^0$  по таблице 5.3 [1].

Таблица 5.3 (сокращенная)

Номер серии испытаний	Минимально допустимое значение $[\alpha_{ij}]$ , при котором не требуется корректировка нормативных сопротивлений $N_{n,p}^0$
$ij$	Бетон без трещин
2.2	0,80
2.3	0,95
2.4	0,95

Расчетные сопротивления (предельные растягивающие усилия) из условия прочности при механизме разрушения «по контакту с основанием» вычисляются по формуле (6.6) [2]:

- анкер М8

$$N_{u,p} = \frac{N_{n,p}}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_p}} = \frac{10,38}{1,5 \cdot 1,0} = 6,92 \text{ кН}$$

- анкер М10

$$N_{u,p} = \frac{N_{n,p}}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_p}} = \frac{21,66}{1,5 \cdot 1,0} = 14,44 \text{ кН}$$

- анкер М12

$$N_{u,p} = \frac{N_{n,p}}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_p}} = \frac{40,26}{1,5 \cdot 1,0} = 26,84 \text{ кН}$$

- анкер М16

$$N_{u,p} = \frac{N_{n,p}}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_p}} = \frac{49,70}{1,5 \cdot 1,0} = 33,14 \text{ кН}$$

- анкер М20

$$N_{u,p} = \frac{N_{n,p}}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_p}} = \frac{66,45}{1,5 \cdot 1,0} = 44,30 \text{ кН}$$

Где  $N_{n,p}$  – нормативное значение силы сопротивления анкеров при механизме разрушения «по контакту с основанием», см. п. 2.1.1;

$\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5;

$\gamma_{N_p}$  – коэффициент условий работы анкеров при механизме разрушения «по контакту с основанием», определяется по результатам испытаний серий 2.1.

2.2 Определение нормативных и расчетных сопротивлений анкеров растяжению при механизме разрушения «выкалывание бетона основания».

Нормативные значения сил сопротивления для одиночного анкера, расположенного на значительном удалении от края основания и соседнего анкера при механизме разрушения «выкалывание бетона основания» вычисляются по формуле (6.10) [2]:

- анкер М8

$$N_{n,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{R_{b,n}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 11,8 \cdot \sqrt{18,5} \cdot 47^{1,5} = 16353,65 \text{ Н}$$

- анкер М10

$$N_{n,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{R_{b,n}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 11,8 \cdot \sqrt{18,5} \cdot 60^{1,5} = 23588,20 \text{ Н}$$

- анкер М12

$$N_{n,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{R_{b,n}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 11,8 \cdot \sqrt{18,5} \cdot 70^{1,5} = 29724,53 \text{ Н}$$

- анкер М16

$$N_{n,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{R_{b,n}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 11,8 \cdot \sqrt{18,5} \cdot 85^{1,5} = 39773,72 \text{ Н}$$

- анкер М20

$$N_{n,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{R_{b,n}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 11,8 \cdot \sqrt{18,5} \cdot 101^{1,5} = 51516,92 \text{ Н}$$

Где  $k_1$  – коэффициент, зависящий от состояния основания, принимаемый равным:

8,4 – в бетоне с трещинами;

11,8 – в бетоне без трещин;

$R_{b,n}$  – нормативное сопротивление бетона сжатию, принимаемое по СП 63.13330 в зависимости от класса бетона на сжатие, МПа;

$h_{ef}$  – эффективная глубина анкерки, мм.

Расчетные сопротивления (предельные растягивающие усилия) из условия прочности при механизме разрушения «выкалывание бетона основания» вычисляются по формуле (6.9) [2]:

- анкер М8

$$N_{u,c} = \frac{N_{n,c}^0}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_c}} = \frac{16,35}{1,5 \cdot 1,0} = 10,90 \text{ кН}$$

- анкер M10

$$N_{u,c} = \frac{N_{n,c}^0}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_c}} = \frac{23,59}{1,5 \cdot 1,0} = 15,73 \text{ кН}$$

- анкер M12

$$N_{u,c} = \frac{N_{n,c}^0}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_c}} = \frac{29,72}{1,5 \cdot 1,0} = 19,82 \text{ кН}$$

- анкер M16

$$N_{u,c} = \frac{N_{n,c}^0}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_c}} = \frac{39,77}{1,5 \cdot 1,0} = 26,52 \text{ кН}$$

- анкер M20

$$N_{u,c} = \frac{N_{n,c}^0}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_c}} = \frac{51,52}{1,5 \cdot 1,0} = 34,34 \text{ кН}$$

Где  $N_{n,c}^0$  – нормативное значение силы сопротивления для одиночного анкера при механизме разрушения «выкалывание бетона основания», см. п.2.2.1;

$\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5;

$\gamma_{N_c}$  – коэффициент условий работы анкеров при механизме разрушения «выкалывание бетона основания», принимаемый равным  $\gamma_{N_p}$ .

### 3. Определение нормативных и расчетных сопротивлений анкеров растяжению в бетоне B60 без трещин

3.1 Определение нормативных и расчетных сопротивлений анкеров растяжению при механизме разрушения «по контакту с основанием».

Расчет коэффициентов, учитывающих фактическую прочность бетона:

Используя среднеарифметические значения серий 1.2 и 1.3 анкеров (M8, M10, M12, M16 и M20) определяем значения коэффициента  $\psi_c$  для бетона B60 по формуле (7.1) [1]:

- анкер M8

$$\psi_{60} = \frac{N_{m,60}}{N_{m,25}} = \frac{16,09}{9,89} = 1,63$$

- анкер M10

$$\psi_{60} = \frac{N_{m,60}}{N_{m,25}} = \frac{37,36}{21,36} = 1,75$$

- анкер M12

$$\psi_{60} = \frac{N_{m,60}}{N_{m,25}} = \frac{62,97}{40,20} = 1,57$$

- анкер M16

$$\psi_{60} = \frac{N_{m,60}}{N_{m,25}} = \frac{72,02}{47,55} = 1,51$$

- анкер M20

$$\psi_{60} = \frac{N_{m,60}}{N_{m,25}} = \frac{92,31}{63,95} = 1,44$$

Имея нормативные значения сил сопротивления анкеров (M8, M10, M12, M16 и M20) при механизме разрушения «по контакту с основанием» в бетоне B25 и соответствующие им значения  $\psi_{60}$ , определяем нормативные значения сил сопротивления анкеров в бетоне B60:

- анкер M8

$$N_{n,p(60)} = N_{n,p(25)} \cdot \psi_{60} = 10,38 \cdot 1,63 = 16,89 \text{ кН}$$

- анкер M10

$$N_{n,p(60)} = N_{n,p(25)} \cdot \Psi_{60} = 21,66 \cdot 1,75 = 37,89 \text{ кН}$$

- анкер M12

$$N_{n,p(60)} = N_{n,p(25)} \cdot \Psi_{60} = 40,26 \cdot 1,57 = 63,06 \text{ кН}$$

- анкер M16

$$N_{n,p(60)} = N_{n,p(25)} \cdot \Psi_{60} = 49,70 \cdot 1,51 = 75,28 \text{ кН}$$

- анкер M20

$$N_{n,p(60)} = N_{n,p(25)} \cdot \Psi_{60} = 66,45 \cdot 1,44 = 95,92 \text{ кН}$$

Принимая зависимость между нормативными значениями сил сопротивления анкеров (M8, M10, M12, M16 и M20) в бетоне прочностью B25 и B60 линейной, методом интерполяции вычисляем значения коэффициентов  $\Psi_c$  для других прочностей бетона.

Значение коэффициента  $\Psi_c$  для бетонов различных классов прочности приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Класс бетона по прочности на сжатие	Типоразмеры анкером WAM				
	WAM M8	WAM M10	WAM M12	WAM M16	WAM M20
B25	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
B35	1,18	1,21	1,16	1,15	1,23
B45	1,36	1,43	1,32	1,29	1,25
B55	1,54	1,64	1,49	1,44	1,38
B60	1,63	1,75	1,57	1,51	1,44

Расчетные сопротивления (предельные растягивающие усилия) из условия прочности при механизме разрушения «по контакту с основанием» вычисляются по формуле (6.6) [2]:

- анкер M8

$$N_{u,p} = \frac{N_{n,p}}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{Np}} = \frac{16,89}{1,5 \cdot 1,0} = 11,26 \text{ кН}$$

- анкер M10

$$N_{u,p} = \frac{N_{n,p}}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{Np}} = \frac{37,89}{1,5 \cdot 1,0} = 25,26 \text{ кН}$$

- анкер M12

$$N_{u,p} = \frac{N_{n,p}}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{Np}} = \frac{63,06}{1,5 \cdot 1,0} = 42,04 \text{ кН}$$

- анкер M16

$$N_{u,p} = \frac{N_{n,p}}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{Np}} = \frac{75,28}{1,5 \cdot 1,0} = 50,19 \text{ кН}$$

- анкер M20

$$N_{u,p} = \frac{N_{n,p}}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{Np}} = \frac{95,92}{1,5 \cdot 1,0} = 63,95 \text{ кН}$$

3.2 Определение нормативных и расчетных сопротивлений анкеров растяжению при механизме разрушения «выкалывание бетона основания».

Нормативные значения сил сопротивления для одиночного анкера, расположенного на значительном удалении от края основания и соседнего анкера при механизме разрушения «выкалывание бетона основания» вычисляются по формуле (6.10) [2]:

- анкер M8

$$N_{n,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{R_{b,n}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 11,8 \cdot \sqrt{43,0} \cdot 47^{1,5} = 24932,34 \text{ Н}$$

- анкер M10

$$N_{n,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{R_{b,n}} \cdot h_{ef}^{1.5} = 11,8 \cdot \sqrt{43,0} \cdot 60^{1.5} = 35961,94 \text{ Н}$$

- анкер M12

$$N_{n,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{R_{b,n}} \cdot h_{ef}^{1.5} = 11,8 \cdot \sqrt{43,0} \cdot 70^{1.5} = 45317,22 \text{ Н}$$

- анкер M16

$$N_{n,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{R_{b,n}} \cdot h_{ef}^{1.5} = 11,8 \cdot \sqrt{43,0} \cdot 85^{1.5} = 60637,97 \text{ Н}$$

- анкер M20

$$N_{n,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{R_{b,n}} \cdot h_{ef}^{1.5} = 11,8 \cdot \sqrt{43,0} \cdot 101^{1.5} = 78541,34 \text{ Н}$$

Расчетные сопротивления (предельные растягивающие усилия) из условия прочности при механизме разрушения «выкалывание бетона основания» вычисляются по формуле (6.9) [2]:

- анкер M8

$$N_{u,c} = \frac{N_{n,c}^0}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_c}} = \frac{24,93}{1,5 \cdot 1,0} = 16,62 \text{ кН}$$

- анкер M10

$$N_{u,c} = \frac{N_{n,c}^0}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_c}} = \frac{35,96}{1,5 \cdot 1,0} = 23,97 \text{ кН}$$

- анкер M12

$$N_{u,c} = \frac{N_{n,c}^0}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_c}} = \frac{45,32}{1,5 \cdot 1,0} = 30,21 \text{ кН}$$

- анкер M16

$$N_{u,c} = \frac{N_{n,c}^0}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_c}} = \frac{60,64}{1,5 \cdot 1,0} = 40,43 \text{ кН}$$

- анкер M20

$$N_{u,c} = \frac{N_{n,c}^0}{\gamma_{bt} \cdot \gamma_{N_c}} = \frac{78,54}{1,5 \cdot 1,0} = 52,36 \text{ кН}$$

## РАСЧЕТ АНКЕРОВ И АНКЕРНЫХ КРЕПЛЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ СДВИГАЮЩИХ УСИЛИЙ

### 1. Расчет анкеров по прочности стали на срез

1.1 Нормативное значение силы сопротивления анкеров по стали (для резьбовой части) для бетонов без трещин и с трещинами вычисляется по формуле (5.27) [1]:

- анкер M8

$$V_{n,s} \geq 0,5 \cdot A_s \cdot R_{m,nom} \geq 0,5 \cdot 36,6 \cdot 600 \geq 10980 \text{ Н}$$

- анкер M10

$$V_{n,s} \geq 0,5 \cdot A_s \cdot R_{m,nom} \geq 0,5 \cdot 58,0 \cdot 600 \geq 17400 \text{ Н}$$

- анкер M12

$$V_{n,s} \geq 0,5 \cdot A_s \cdot R_{m,nom} \geq 0,5 \cdot 84,3 \cdot 600 \geq 25290 \text{ Н}$$

- анкер M16

$$V_{n,s} \geq 0,5 \cdot A_s \cdot R_{m,nom} \geq 0,5 \cdot 157,0 \cdot 600 \geq 47100 \text{ Н}$$

- анкер M20

$$V_{n,s} \geq 0,5 \cdot A_s \cdot R_{m,nom} \geq 0,5 \cdot 245,0 \cdot 600 \geq 73500 \text{ Н}$$

1.2 Коэффициент надежности по стали при действии сдвигающих усилий принимаем для подтвержденных испытаниями значений предела прочности (600,0 МПа) и условного предела текучести (480,0 МПа) по формуле (5.28) [1] для сталей с пределом прочности не менее 800,0 МПа:

$$\gamma_{V_s} = \frac{R_{m,nom}}{R_{pf,nom}} = \frac{600,0}{480,0} = 1,25$$

1.3 Расчетные сопротивления (предельные сдвигающие усилия) из условий прочности по стали вычисляются по формуле (6.33) [2]:

- анкер M8

$$V_{u,p} = \frac{\lambda_s \cdot V_{n,s}}{\gamma_{V_s}} = \frac{1,0 \cdot 10,98}{1,25} = 8,78 \text{ кН}$$

- анкер M10

$$V_{u,p} = \frac{\lambda_s \cdot V_{n,s}}{\gamma_{V_s}} = \frac{1,0 \cdot 17,40}{1,25} = 13,92 \text{ кН}$$

- анкер M12

$$V_{u,p} = \frac{\lambda_s \cdot V_{n,s}}{\gamma_{V_s}} = \frac{1,0 \cdot 25,29}{1,25} = 20,23 \text{ кН}$$

- анкер M16

$$V_{u,p} = \frac{\lambda_s \cdot V_{n,s}}{\gamma_{V_s}} = \frac{1,0 \cdot 47,10}{1,25} = 37,68 \text{ кН}$$

- анкер M20

$$V_{u,p} = \frac{\lambda_s \cdot V_{n,s}}{\gamma_{V_s}} = \frac{1,0 \cdot 73,50}{1,25} = 58,80 \text{ кН}$$

Где  $\lambda_s$  – коэффициент, учитывающий условия работы анкера при сдвиге, для крепления с одиночным анкером  $\lambda_s = 1,0$ .

## 2. Определение расчетных сопротивлений анкеров сдвигу в бетоне B25

2.1 Расчетные сопротивления (предельные сдвигающие усилия) из условия прочности при механизме разрушения «выкалывание бетона основания за анкером» вычисляется по формуле (6.39) [2]:

- анкер M8

$$V_{u,cp} = k \cdot \frac{N_{u,c}}{\gamma_{V_{cp}}} = 1,0 \cdot \frac{10,90}{1,0} = 10,90 \text{ кН}$$

- анкер M10

$$V_{u,cp} = k \cdot \frac{N_{u,c}}{\gamma_{V_{cp}}} = 2,0 \cdot \frac{15,73}{1,0} = 31,45 \text{ кН}$$

- анкер M12

$$V_{u,cp} = k \cdot \frac{N_{u,c}}{\gamma_{V_{cp}}} = 2,0 \cdot \frac{19,82}{1,0} = 39,63 \text{ кН}$$

- анкер M16

$$V_{u,cp} = k \cdot \frac{N_{u,c}}{\gamma_{V_{cp}}} = 2,0 \cdot \frac{26,52}{1,0} = 53,03 \text{ кН}$$

- анкер M20

$$V_{u,cp} = k \cdot \frac{N_{u,c}}{\gamma_{V_{cp}}} = 2,0 \cdot \frac{34,34}{1,0} = 68,69 \text{ кН}$$

Где  $k$  – коэффициент, учитывающий глубину анкеровки, принимаемый равным:

$k = 1,0$  для  $h_{ef} < 60$  мм;

$k = 2,0$  для  $h_{ef} \geq 60$  мм;

$N_{u,c}$  – расчетное сопротивление (предельные растягивающие усилия) из условия прочности при механизме разрушения «выкалывание бетона основания» при действии на анкерное крепление растягивающих усилий;



$\gamma_{V_{cp}}$  – коэффициент условий работы анкера при механизме разрушения «выкалывание бетона основания за анкером» при сдвиге, принимаемый равным  $\gamma_{N_p}$ .

### 3. Определение расчетных сопротивлений анкеров сдвигу в бетоне В60

3.1 Расчетные сопротивления (предельные сдвигающие усилия) из условия прочности при механизме разрушения «выкалывание бетона основания за анкером» вычисляется по формуле (6.39) [2]:

- анкер М8

$$V_{u,cp} = k \cdot \frac{N_{u,c}}{\gamma_{V_{cp}}} = 1,0 \cdot \frac{16,62}{1,0} = 16,62 \text{ кН}$$

- анкер М10

$$V_{u,cp} = k \cdot \frac{N_{u,c}}{\gamma_{V_{cp}}} = 2,0 \cdot \frac{23,97}{1,0} = 47,95 \text{ кН}$$

- анкер М12

$$V_{u,cp} = k \cdot \frac{N_{u,c}}{\gamma_{V_{cp}}} = 2,0 \cdot \frac{30,21}{1,0} = 60,42 \text{ кН}$$

- анкер М16

$$V_{u,cp} = k \cdot \frac{N_{u,c}}{\gamma_{V_{cp}}} = 2,0 \cdot \frac{40,43}{1,0} = 80,85 \text{ кН}$$

- анкер М20

$$V_{u,cp} = k \cdot \frac{N_{u,c}}{\gamma_{V_{cp}}} = 2,0 \cdot \frac{52,36}{1,0} = 104,72 \text{ кН}$$

### Перечень использованных документов

1. СТО 36554501-052-2017. «Анкерные крепления к бетону. Правила установления нормируемых параметров». АО «НИЦ «Строительство».
2. СТО 36554501-048-2016. «Анкерные крепления к бетону. Правила проектирования». АО «НИЦ «Строительство».
3. ГОСТ ISO 898-1-2014. «Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 1. Болты, винты и шпильки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы».
4. Протокол лабораторных испытаний механических распорных анкеров М8 в бетоне № 58 от 03.04.2023. ИЛ «СтройЛаборатория СЛ».
5. Протокол лабораторных испытаний механических распорных анкеров М10 в бетоне № 57 от 31.03.2023. ИЛ «СтройЛаборатория СЛ».
6. Протокол лабораторных испытаний механических распорных анкеров М12 в бетоне № 56 от 30.03.2023. ИЛ «СтройЛаборатория СЛ».
7. Протокол лабораторных испытаний механических распорных анкеров М16 в бетоне № 59 от 04.04.2023. ИЛ «СтройЛаборатория СЛ».
8. Протокол лабораторных испытаний механических распорных анкеров М20 в бетоне № 60 от 05.04.2023. ИЛ «СтройЛаборатория СЛ».

Расчет произвел технический специалист  
Огурцов Г.Л.

