



ООО «Технополис», 111033, г. Москва,  
Таможенный пр-д, д. 6, стр. 3, офис 119  
Тел./факс: +7 (495) 362 10 74  
Эл. почта: rykov@technopolis-lab.ru  
Сайт: www.technopolis-lab.ru

ИНН 7730582273, КПП 772201001,  
ОКПО 86396786, ОГРН 1087746576510  
Р/с 40702810000000090017  
в АО «Банк Интеза», г. Москва,  
к/с 30101810800000000922, БИК 044525922



УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор  
ООО «Технополис»

С.Г. Рыков

## Технические характеристики анкеров

**WAM II M10×100**

**в бетоне В25-В60 без трещин и с трещинами  
для проектирования**

Москва, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

Описание продукции.....	3
Технические характеристики анкеров.....	3
Приложение 1. Обработка результатов испытаний в сериях.....	8
WAM II M10×100. Серия N1.....	9
WAM II M10×100. Серия N2.....	10
Расчет значения показателя степени $m$ для бетона без трещин.....	11
Расчет значения показателя степени $m$ для бетона с трещинами.....	12
WAM II M10×100. Серия A1.....	13
WAM II M10×100. Серия A2.....	15
WAM II M10×100. Серия A3.....	17
WAM II M10×100. Серия A4.....	19
WAM II M10×100. Серия F1.....	21
WAM II M10×100. Серия F2.....	24
WAM II M10×100. Серия F7.....	27
WAM II M10×100. Серия F9.....	30
WAM II M10×100. Серия F10.....	32
Приложение 2. Расчетная часть.....	33
Расчет анкеров и анкерных креплений при действии растягивающих усилий	
1. Расчет анкеров по прочности стали при растяжении.....	34
3. Определение нормативных и расчетных сопротивлений анкеров растяжению в бетоне B25 без трещин и с трещинами.....	34
Расчет анкеров и анкерных креплений при действии сдвигающих усилий	
1. Расчет анкеров по прочности стали на срез.....	37
2. Расчет анкеров по прочности стали на изгиб.....	38
3. Определение расчетных сопротивлений анкеров сдвигу в бетоне B25.....	38
Перечень использованных документов.....	39



## 1. Описание продукции

Анкер: Торговая марка «WAM II».

Тип анкера: механический анкер с контролем момента затяжки.

Дополнительные сведения:

- класс прочности: 8.8;
- предел прочности конусной части: 800,0МПа;
- предел прочности резьбовой части: 800,0МПа.

Допускаемые условия установки в основание: бетон В25 – В60 с трещинами и без трещин, ударное сверление.

Нормативные характеристики анкеров для бетонов классов В25 – В60 принимают с учётом коэффициентов  $\psi_c$ , учитывающих фактическую прочность бетона основания (таблица 3).

Материал стержня анкера: углеродистая сталь с гальваническим цинковым покрытием.

Материал распорной гильзы: углеродистая сталь с гальваническим цинковым покрытием.

Общий вид анкера представлен на рисунке 1.

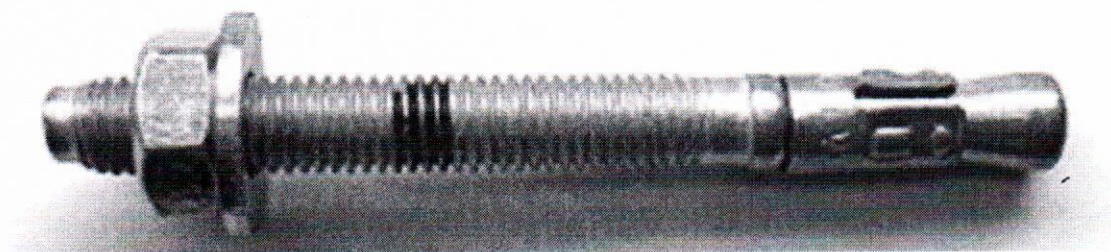


Рисунок 1 – механический анкер WAM II M10×100.

Геометрические параметры анкера приведены в таблице 1.

Таблица 1

Геометрические параметры анкеров			
Анкер		M10×100	
Диаметр резьбовой части анкера		M10	
Номинальная площадь расчетного сечения резьбовой части $A_{s, ном}$ , мм <sup>2</sup>		58,0	
Минимальный диаметр конусной части $d_s$ , мм		7,3	
Площадь поперечного сечения конусной части $A_{ds}$ , мм <sup>2</sup>		41,85	
Длина анкера $l$ , мм		100	
Длина распорной гильзы $l_s$ , мм		17	
Диаметр шайбы $d_w$ , мм		20	

## 2. Технические характеристики анкеров

Конструктивные требования по установке и размещению анкеров приведены в таблице 2.

Нормируемые параметры для расчета анкерных креплений, приведены в таблицах 3-4.

Параметры для расчета деформативности при растяжении приведены в таблицах 5-6.



Расчетные характеристики анкеров, необходимые для проектирования, приведены в таблицах 7-10.

Таблица 2

<b>Конструктивные требования к размещению анкеров в бетонном основании</b>			
Анкер		M10×100	
Эффективная глубина анкеровки $h_{ef}$ , мм		58	
Глубина заделки в основание $h_{nom}$ , мм		68	
Минимальная толщина основания $h_{min}$ , мм		120	
Минимальное межосевое расстояние $s_{min}$ , мм		60	
Соответствующее $s_{min}$ краевое расстояние $c$ , мм		75	
Минимальное краевое расстояние $c_{min}$ , мм		55	
Соответствующее $c_{min}$ межосевое расстояние $s$ , мм		90	
Момент затяжки $T_{inst}$ , Нм		40	

Таблица 3

<b>Параметры для расчета прочности при растяжении</b>			
Анкер		M10×100	
<b>1. Разрушение по стали</b>			
1.1. Нормативное значение силы сопротивления анкера по стали (для распорной части) $N_{n,s}$ , кН		33,5	
1.2. Коэффициент надежности $\gamma_{Ns}$		1,5	
<b>2. Разрушение по контакту с основанием</b>			
2.1.1. Нормативное значение силы сопротивления анкера по контакту с основанием в бетоне В25 без трещин $N_{n,p}$ , кН		14,7	
2.1.2. Нормативное значение силы сопротивления анкера по контакту с основанием в бетоне В25 с трещинами $N_{n,p}$ , кН		7,5	
2.2 Коэффициент условий работы $\gamma_{Np}$		1,0	
2.3 Коэффициент, учитывающий фактическую прочность бетона основания $\psi_c$	B25	1,00	
	B30	1,10	
	B35	1,18	
	B40	1,26	
	B45	1,34	
	B50	1,41	
	B55	1,48	
	B60	1,55	
<b>3. Разрушение от выкалывания бетона основания</b>			
3.1 Эффективная глубина анкеровки $h_{ef}$ , мм		58	
3.2 Коэффициент условий работы $\gamma_{Nc}$		1,0	
<b>4. Разрушение от раскалывания основания</b>			
4.1 Критическое краевое расстояние без раскалывания $c_{cr,sp}$ , мм		100	
4.2 Критическое межосевое расстояние без раскалывания $s_{cr,sp}$ , мм		200	
4.3 Коэффициент условий работы $\gamma_{Nsp}$		1,0	



Таблица 4

Параметры для расчета прочности при сдвиге			
Анкер		M10×100	
<b>1. Разрушение по стали</b>			
1.1 Нормативное значение силы сопротивления анкера по стали (резьбовой части) без учета дополнительного момента $V_{n,s}$ , кН		23,2	
1.2 Нормативное значение предельного момента для анкера по стали $M_{n,s}^0$ , Нм		39,9	
1.3. Коэффициент условий групповой работы анкеров $\lambda_s$		0,8	
1.4. Коэффициент надежности $\gamma_s$		1,25	
<b>2. Разрушение от выкалывания бетона основания за анкером</b>			
2.1 Коэффициент учета глубины анкеровки $k$		1,0	
2.2 Коэффициент условий работы $\gamma_{cp}$		1,0	
<b>3. Разрушение от откалывания края основания</b>			
3.1 Приведенная глубина анкеровки при сдвиге $l_f$ , мм		-	
3.2 Номинальный диаметр анкера $d_{nom}$ , мм		-	
3.3 Коэффициент условий работы $\gamma_c$		-	

Таблица 5

Параметры для расчета деформативности при растяжении в бетоне без трещин					
Анкер			M10×100		
<b>1. Смещения для одиночных анкеров</b>					
1.1. Значение контрольного усилия на анкер в бетоне В25 и В60 (серии А1; А2) $N_{cont}$ , кН			В25	В60	
			8,61	10,64	
1.2. Перемещения при кратковременном действии нагрузки $\delta_{N0}$ , мм			0,03	0,06	
1.3. Перемещения при длительном действии нагрузки $\delta_{N\infty}$ ( $1,5 \times \delta_{N0}$ ), мм			0,045	0,09	
<b>2. Смещения для анкеров в группе</b>					
2.1. Половина от среднего значения силы сопротивления анкеров в бетоне В25 и В60 (серии А1; А2) $0,5N_{m,исп.}$ , кН			14,62	19,83	
			0,48	0,92	
2.2. Перемещения анкеров в каждом испытании серии $\delta_i$ при нагрузке $0,5N_{m,исп.}$ , мм			0,18	0,68	
			0,22	1,47	
			0,61	1,42	
			0,77	1,27	
			0,65	-	
			0,93	-	
			1,45	-	
2.3. Коэффициент вариации перемещений анкеров в серии $v_\delta$ при нагрузке $0,5N_{m,исп.}$ , %			61,8	29,5	

Таблица 6

Параметры для расчета деформативности при растяжении в бетоне с трещинами					
Анкер			M10×100		
<b>1. Смещения для одиночных анкеров</b>					
1.1. Значение контрольного усилия на анкер в бетоне В25 и В60 (серии А3; А4) $N_{cont}$ , кН			В25	В60	
			4,38	7,11	
1.2. Перемещения при кратковременном действии нагрузки $\delta_{N0}$ , мм			0,04	0,09	
1.3. Перемещения при длительном действии нагрузки $\delta_{N\infty}$ ( $1,5 \times \delta_{N0}$ ), мм			0,06	0,135	
<b>2. Смещение для анкеров в группе</b>					
2.1. Половина от среднего значения силы сопротивления анкеров в бетоне В25 и В60 (серии А3; А4) $0,5N_{m, исп.}$ , кН			9,09	12,15	
2.2. Перемещения анкеров в каждом испытании серии $\delta_i$ при нагрузке $0,5N_{m, исп.}$ , мм			1,28	0,57	
			1,05	2,12	
			0,53	0,94	
			0,45	0,83	
			0,59	0,80	
			-	-	
			-	-	
2.3. Коэффициент вариации перемещений анкеров в серии $v_\delta$ при нагрузке $0,5N_{m, исп.}$			46,7	58,2	

Таблица 7

Расчетные сопротивления растяжению в бетоне В25 без трещин			
Анкер		M10×100	
Глубина заделки в основание $h_{ном}$ , мм		68	
Минимальная толщина основания $h_{min}$ , мм		120	
Расчетное сопротивление растяжению для различных механизмов разрушения			
Разрушение по стали анкера $N_{u,s}$ , кН		23,3	
Разрушение по контакту с основанием $N_{u,p}$ , кН		14,7	
Разрушение от выкалывания бетона основания $N_{u,c}$ , кН		21,4	
Разрушение от раскалывания основания, $N_{u,sp}$ , кН		-	



Таблица 8

<b>Расчетные сопротивления растяжению в бетоне В25 с трещинами</b>			
Анкер		М10×100	
Глубина заделки в основание $h_{ном}$ , мм		68	
Минимальная толщина основания $h_{мин}$ , мм		120	
<b>Расчетное сопротивление растяжению для различных механизмов разрушения</b>			
Разрушение по стали анкера $N_{u,s}$ , кН		23,3	
Разрушение по контакту с основанием $N_{n,p}$ , кН		7,5	
Разрушение от выкалывания бетона основания $N_{u,c}$ , кН		15,0	
Разрушение от раскалывания основания, $N_{u,sp}$ , кН		-	

Таблица 9

<b>Расчетные сопротивления сдвигу в бетоне В25 без трещин</b>			
Анкер		М10×100	
Глубина заделки в основание $h_{ном}$ , мм		68	
Минимальная толщина основания $h_{мин}$ , мм		120	
<b>Расчетное сопротивление сдвигу для различных механизмов разрушения</b>			
Разрушение по стали анкера (срез) $V_{u,s}$ , кН		14,9	
Разрушение от выкалывания бетона основания за анкером $V_{u,ср}$ , кН		14,3	
Разрушение от откалывания края основания $V_{u,c}$ , кН		-	

Таблица 10

<b>Расчетные сопротивления сдвигу в бетоне В25 с трещинами</b>			
Анкер		М10×100	
Глубина заделки в основание $h_{ном}$ , мм		68	
Минимальная толщина основания $h_{мин}$ , мм		120	
<b>Расчетное сопротивление сдвигу для различных механизмов разрушения</b>			
Разрушение по стали анкера (срез) $V_{u,s}$ , кН		14,9	
Разрушение от выкалывания бетона основания за анкером $V_{u,ср}$ , кН		10,0	
Разрушение от откалывания края основания $V_{u,c}$ , кН		-	

**ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ  
В СЕРИЯХ**

**WAM II M10×100 – N1; N2; A1; A2; A3; A4; F1; F2; F7; F9; F10**



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	N1
Лист / Всего листов	1 / 1
$R_p, МПа^*$	
$R_{m,ном}, МПа^*$	

\* значения по ГОСТ ISO 898-1-2014

1. Испытание стержня анкера по распорной части на растяжение.

№ исп.	Предел прочности распорной части стержня $R_m, МПа$
1	
2	
3	

2. Испытание стержня анкера по резьбовой части на растяжение (для полноразмерного крепежного изделия).

№ исп.	Предел прочности резьбовой части стержня $R_m, МПа$	Условный предел текучести при остаточном удлинении 0,0048d $R_{pf}, МПа^{**}$
1		
2		
3		

\*\*Для анкеров с классом прочности 4.8, 5.8, 6.8 по ГОСТ ISO 898-1-2014.

3. Испытание стержня анкера по резьбовой части на растяжение (для обработанного испытательного образца).

№ исп.	Предел прочности резьбовой части стержня $R_m, МПа$	Условный предел текучести при остаточном удлинении 0,2% $R_{p0.2}, МПа^*$
1	1106,2	
2	1128,2	
3	1127,8	

\*Для анкеров с классом прочности 8.8, 9.8, 10.9, 12.9 по ГОСТ ISO 898-1-2014.

Соответствие марки стали представленных для испытаний анкеров данным предприятия-производителя считается подтвержденным при выполнении условия 5.2 [1]:

$$R_{m,i} \geq R_{m,ном}$$

Где:

$R_{m,i}$  - предел прочности  $i$ -го испытанного образца;

$R_{m,ном}$  - номинальный предел прочности на растяжение по ГОСТ ISO 898-1-2014, соответствующий классу прочности, указанному предприятием-производителем.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	N2
Лист / Всего листов	1 / 1
Условный предел текучести стали $R_{pf,ном}$ или $R_{p0,2,ном}$ , МПа	640
Номинальная площадь расчетного сечения резьбы анкера, $A_{s,ном}$ или площадь поперечного сечения распорной части стержня анкера $A_{ds}$ , мм.кв.	41.85

№ исп.	Усилие растяжения в стержне анкера, соответствующее $1,3T_{inst}$ $N_{1,i}$ , кН	Статистические величины			$k$	$N_{1,n}$ , кН*	$N_{pf(0,2)}$ , кН**
		$N_{1,m}$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %			
1	12,80	11,80	0,92	7,77	3,40	14,92	26,78
2	12,80						
3	11,20						
4	11,00						
5	11,20						

\*  $N_{1,n}$  - нормативное значение растягивающего усилия в стержне анкера, вызванное его затяжкой.

\*\*

$N_{pf(0,2)} = R_{pf,ном} \times A_{ds} (R_{pf,ном} \times A_{s,ном})$  или  $R_{p0,2,ном} \times A_{ds} (R_{p0,2,ном} \times A_{s,ном})$  - нормативное значение растягивающего усилия в стержне анкера, соответствующее достижению упруго-пластического состояния.

$N_{1,n} < N_{pf(0,2)}$  - условие, при соблюдении которого не требуется уменьшение момента затяжки (5.5) [1].



**Расчет значения показателя степени «m» для бетона без трещин**

Анкер	WAM II M10×100	
Плиты лабораторного бетона	без трещин	
Среднее значение сопротивления анкера в серии А1 (1.2), $N_{m,исп.,A1}$ , кН	29,24	
Прочность основания в серии А1 (1.2), $R_{исп., A1}$ , МПа	34,54	
Среднее значение сопротивления анкера в серии А2 (1.3), $N_{m,исп.,A2}$ , кН	39,66	
Прочность основания в серии А2 (1.3), $R_{исп., A2}$ , МПа	61,41	
$m$ – показатель степени, вычисляемый по формуле (5.17) $m = \frac{\log\left(\frac{N_{m,исп.,A2}}{N_{m,исп.,A1}}\right)}{\log\left(\frac{R_{исп.,A2}}{R_{исп.,A1}}\right)} \leq 0,5$	0,53	
Принятое значение показателя степени $m$	0,5	
Коэффициент $\psi_c$ , вычисляемый по формуле (5.19) $\psi_c = \left(\frac{R_n}{R_{25}}\right)^m$	$R_n$	$\psi_c$
	25	1,00
	30	1,10
	35	1,18
	40	1,26
	45	1,34
	50	1,41
	55	1,48
	60	1,55

Расчет значения показателя степени «m» для бетона с трещинами

Анкер	WAM II M10×100	
Плиты лабораторного бетона	с трещинами	
Среднее значение сопротивления анкера в серии А3 (1.5), $N_{т.исп.,А3}, кН$	18,18	
Прочность основания в серии А3 (1.5), $R_{исп., А3}, МПа$	34,42	
Среднее значение сопротивления анкера в серии А4 (1.6), $N_{т.исп.,А4}, кН$	24,3	
Прочность основания в серии А4 (1.6), $R_{исп., А4}, МПа$	58,47	
$m$ – показатель степени, вычисляемый по формуле (5.17) $m = \frac{\log\left(\frac{N_{т.исп.,А4}}{N_{т.исп.,А3}}\right)}{\log\left(\frac{R_{исп.,А4}}{R_{исп.,А3}}\right)} \leq 0,5$	0,55	
Принятое значение показателя степени $m$	0,5	
Коэффициент $\psi_c$ , вычисляемый по формуле (5.19) $\psi_c = \left(\frac{R_n}{R_{25}}\right)^m$	$R_n$	$\psi_c$
	25	1,00
	30	1,10
	35	1,18
	40	1,26
	45	1,34
	50	1,41
	55	1,48
	60	1,55



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	A1
Лист / Всего листов	1 / 2
Плиты лабораторного бетона	без трещин
Видимый механизм разрушения	"по контакту"
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний $R_B$ , МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	34,54
Показатель степени $m$	0,5

№ исп.	$N_2$	$N_{max}$	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп.i}$ , кН	Единичные рез-ты испыт. в серии, привед. к нормат. прочн. бетона $N_i$ , кН*	Стат. величины			$k$	$N_{н.р.}^0$ , кН	$\alpha_{1,j}^{**}$	$\alpha_1$	$\beta_{cv}^{***}$
					$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %					
1			26,73	22,74	24,87	2,46	9,90	2,76	18,09	#####		1,18
2			29,80	25,35						#####		
3			23,72	20,18						#####		
4			28,28	24,06						#####		
5			30,36	25,83						#####		
6			32,44	27,60						#####		
7			31,93	27,16						#####		
8			30,63	26,06						#####		
9												
10												

\* Вычисляют по формуле 5.16 [1]:

$$N_i = N_{исп.i} \left( \frac{R_{25}}{R} \right)^m$$

Где:  $m$  - показатель степенной функции.

\*\* Вычисляют по формуле 5.20 [1]:

$$\alpha_{1,j} = \frac{N_2}{N_{max}}$$

Где:

$\alpha_{1,j}$  - значение дополнительного коэффициента в отдельном испытании серии;

$N_2$  - усилие, соответствующее на графике "нагрузка-перемещение" началу пологого участка кривой или локальному максимуму.

\*\*\* Вычисляют по формуле 5.21 [1]:  $\beta_{cv} = \frac{1}{1 + 0,03(v - 15)} \leq 1,0$  для  $15\% < v \leq 30\%$

Где:  $v$  - коэффициент вариации в серии испытаний.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	A1
Лист / Всего листов	2 / 2

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп,i}$ , кН	$0,5 \times N_{т,исп.}$ , кН	$\delta_i$ , мм	$v\delta$ , %	Единичные рез-ты испыт. в серии, привед. к нормат. прочн. бетона $N_i$ , кН	$N_{cont}$ кН*	$\delta_{Ni}$ , мм	$\delta_{N0}$ , мм**
1	26,73	14,62	0,48	61,8	22,74	8,61	0,04	0,03
2	29,80		0,18		25,35		0,02	
3	23,72		0,22		20,18		0,02	
4	28,28		0,61		24,06		0,05	
5	30,36		0,77		25,83		0,04	
6	32,44		0,65		27,60		0,02	
7	31,93		0,93		27,16		0,02	
8	30,63		1,45		26,06		0,01	
9								
10								

$\delta_i$  - перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5N_{т,исп.}$

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4мм при нагрузке  $0,5N_{т,исп.}$

2. При выполнении условия 5.44 [1]:  $v\delta \leq 25\%$

Где  $v\delta$  - коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5N_{т,исп.}$

\* Вычисляют по формуле 5.42 [1]:

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

Где:

$N_{cont}$  - контрольное растягивающее усилие;

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

$\gamma_f$  - приведенный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый 1,4;

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

\*\* Вычисляют по формуле 5.40 [1]:

$$\delta_{N0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{Ni}}{n}$$

Где:

$\delta_{Ni}$  - перемещение анкера при нагрузке, равной  $N_{cont}$ ;

$\delta_{N0}$  - перемещение анкера при кратковременном действии растягивающих усилий;

$n$  - количество испытаний в серии.



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	A2
Лист / Всего листов	1 / 2
Плиты лабораторного бетона	без трещин
Видимый механизм разрушения	"по контакту"
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний $R_B$ , МПа	60
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	61,41
Показатель степени $m$	0,5

№ исп.	$N_2$	$N_{max}$	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп.i}$ , кН	Единичные результаты испыт. в серии, привед. к нормат. прочн. бетона $N_i$ , кН*	Стат. величины			$k$	$N_{n.p.}^0$ , кН	$\alpha_{1,i}^{**}$	$\alpha_1$	$\beta_{cv}^{***}$
					$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %					
1			43,05	42,55	39,20	4,96	12,65	3,40	22,34	#####		1,08
2			31,74	31,37						#####		
3			38,68	38,23						#####		
4			40,13	39,67						#####		
5			44,69	44,17						#####		
6												
7												
8												
9												
10												

\* Вычисляются по формуле 5.16 [1]:

$$N_i = N_{исп.i} \left( \frac{R_{60}}{R} \right)^m$$

Где:  $m$  - показатель степенной функции.

\*\* Вычисляются по формуле 5.20 [1]:

$$\alpha_{1,i} = \frac{N_2}{N_{max}}$$

Где:

$\alpha_{1,i}$  - значение дополнительного коэффициента в отдельном испытании серии;

$N_2$  - усилие, соответствующее на графике "нагрузка-перемещение" началу пологого участка кривой или локальному максимуму.

\*\*\* Вычисляются по формуле 5.21 [1]:  $\beta_{cv} = \frac{1}{1 + 0,03(v - 15)} \leq 1,0$  для  $15\% < v \leq 30\%$

Где:  $v$  - коэффициент вариации в серии испытаний.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	A2
Лист / Всего листов	2 / 2

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп.i}$ , кН	$0,5 \times N_{т.исп.}$ , кН	$\delta_i$ , мм	$v\delta$ , %	Единичные рез-ты испыт. в серии, привед. к нормат. прочн. бетона $N_i$ , кН	$N_{cont}$ кН*	$\delta_{Ni}$ , мм	$\delta_{N0}$ , мм**
1	43,05	19,83	0,92	29,5	42,55	10,64	0,10	0,06
2	31,74		0,68		31,37		0,06	
3	38,68		1,47		38,23		0,04	
4	40,13		1,42		39,67		0,06	
5	44,69		1,27		44,17		0,05	
6								
7								
8								
9								
10								

$\delta_i$  - перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5N_{т.исп.}$

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4мм при нагрузке  $0,5N_{т.исп.}$

2. При выполнении условия 5.44 [1]:  $v\delta \leq 25\%$

Где  $v\delta$  - коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5N_{т.исп.}$

\* Вычисляют по формуле 5.42 [1]:

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

Где:

$N_{cont}$  - контрольное растягивающее усилие;

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

$\gamma_f$  - приведенный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый 1,4;

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

\*\* Вычисляют по формуле 5.40 [1]:

$$\delta_{N0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{Ni}}{n}$$

Где:

$\delta_{Ni}$  - перемещение анкера при нагрузке, равной  $N_{cont}$ ;

$\delta_{N0}$  - перемещение анкера при кратковременном действии растягивающих усилий;

$n$  - количество испытаний в серии.



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	A3
Лист / Всего листов	1 / 2
Плиты лабораторного бетона	с трещинами
Видимый механизм разрушения	"по контакту"
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний $R_B$ , МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	34,42
Показатель степени $m$	0,5

№ исп.	$N_2$	$N_{max}$	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп.i}$ , кН	Единичные рез-ты испыт. в серии, привед. к нормат. прочн. бетона $N_i$ , кН*	Стат. величины			$k$	$N_{n.p.}^0$ , кН	$\alpha_{1,i}^{**}$	$\alpha_1$	$\beta_{cv}^{***}$
					$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %					
1			14,98	12,77	15,49	1,85	11,95	3,40	9,20	#####		1,10
2			17,81	15,18						#####		
3			19,21	16,37						#####		
4			20,90	17,81						#####		
5			17,98	15,32						#####		
6												
7												
8												
9												
10												

\* Вычисляют по формуле 5.16 [1]:

$$N_i = N_{исп.i} \left( \frac{R_{25}}{R} \right)^m$$

Где:  $m$  - показатель степенной функции.

\*\* Вычисляют по формуле 5.20 [1]:

$$\alpha_{1,i} = \frac{N_2}{N_{max}}$$

Где:

$\alpha_{1,i}$  - значение дополнительного коэффициента в отдельном испытании серии;

$N_2$  - усилие, соответствующее на графике "нагрузка-перемещение" началу пологого участка кривой или локальному максимуму.

\*\*\* Вычисляют по формуле 5.21 [1]:  $\beta_{cv} = \frac{1}{1 + 0,03(v - 15)} \leq 1,0$  для  $15\% < v \leq 30\%$

Где:  $v$  - коэффициент вариации в серии испытаний.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	A3
Лист / Всего листов	2 / 2

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп.i}$ , кН	$0,5 \times N_{т,исп.}$ , кН	$\delta_i$ , мм	$v\delta$ , %	Единичные рез-ты испыт. в серии, привед. к нормат.	$N_{cont}$ кН*	$\delta_{Ni}$ , мм	$\delta_{N0}$ , мм**
1	14,98	9,09	1,28	46,7	12,77	4,38	0,03	0,04
2	17,81		1,05		15,18		0,10	
3	19,21		0,53		16,37		0,01	
4	20,90		0,45		17,81		0,01	
5	17,98		0,59		15,32		0,03	
6								
7								
8								
9								
10								

$\delta_i$  - перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5N_{т,исп.}$

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4мм при нагрузке  $0,5N_{т,исп.}$
2. При выполнении условия 5.44 [1]:  $v\delta \leq 25\%$

Где  $v\delta$  - коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5N_{т,исп.}$

\* Вычисляются по формуле 5.42 [1]:

$$N_{cont} = \frac{N_{н.р}^0}{\gamma_f \times \gamma_{bt}}$$

Где:

$N_{cont}$  - контрольное растягивающее усилие;

$N_{н.р}^0$  - нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний;

$\gamma_f$  - приведенный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый 1,4;

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

\*\* Вычисляются по формуле 5.40 [1]:

$$\delta_{N0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{Ni}}{n}$$

Где:

$\delta_{Ni}$  - перемещение анкера при нагрузке, равной  $N_{cont}$ ;

$\delta_{N0}$  - перемещение анкера при кратковременном действии растягивающих усилий;

$n$  - количество испытаний в серии.



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	A4
Лист / Всего листов	1 / 2
Плиты лабораторного бетона	с трещинами
Видимый механизм разрушения	"по контакту"
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний $R_B, \text{МПа}$	60
Среднее значение фактической прочности бетона $R, \text{МПа}$	58,47
Показатель степени $m$	0,5

№ исп.	$N_2$	$N_{max}$	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп.i}, \text{кН}$	Единичные результаты испыт. в серии, привед. к нормат. прочн. бетона $N_i, \text{кН}^*$	Стат. величины			$k$	$N_{n.p.}^0$ кН	$\alpha_{1,i}^{**}$	$\alpha_1$	$\beta_{cv}^{***}$
					$N_m, \text{кН}$	$S, \text{кН}$	$v, \%$					
1			24,75	25,07	24,62	2,85	11,57	3,40	14,93	#####		1,11
2			28,77	29,14						#####		
3			22,61	22,90						#####		
4			21,39	21,67						#####		
5			23,98	24,29						#####		
6												
7												
8												
9												
10												

\* Вычисляют по формуле 5.16 [1]:

$$N_i = N_{исп.i} \left( \frac{R_{60}}{R} \right)^m$$

Где:  $m$  - показатель степенной функции.

\*\* Вычисляют по формуле 5.20 [1]:

$$\alpha_{1,i} = \frac{N_2}{N_{max}}$$

Где:

$\alpha_{1,i}$  - значение дополнительного коэффициента в отдельном испытании серии;

$N_2$  - усилие, соответствующее на графике "нагрузка-перемещение" началу пологого участка кривой или локальному максимуму.

\*\*\* Вычисляют по формуле 5.21 [1]:  $\beta_{cv} = \frac{1}{1 + 0,03(v - 15)} \leq 1,0$  для  $15\% < v \leq 30\%$

Где:  $v$  - коэффициент вариации в серии испытаний.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	A4
Лист / Всего листов	2 / 2

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп.i}$ , кН	$0,5 \times N_{т.исп.}$ , кН	$\delta_i$ , мм	$v_{\delta}$ , %	Единичные рез-ты испыт. в серии, привед. к нормат. прочн. бетона $N_i$ , кН	$N_{cont}$ кН*	$\delta_{Ni}$ , мм	$\delta_{N0}$ , мм**
1	24,75	12,15	0,57	58,2	25,07	7,11	0,08	0,09
2	28,77		2,12		29,14		0,16	
3	22,61		0,94		22,90		0,09	
4	21,39		0,83		21,67		0,08	
5	23,98		0,80		24,29		0,04	
6								
7								
8								
9								
10								

$\delta_i$  - перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5N_{т.исп.}$

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4мм при нагрузке  $0,5N_{т.исп.}$
2. При выполнении условия 5.44 [1]:  $v_{\delta} \leq 25\%$

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

\* Вычисляются по формуле 5.42 [1]:

$$N_{cont} = \frac{N_{н.р}^0}{\gamma_f \times \gamma_{bt}}$$

Где:

$N_{cont}$  - контрольное растягивающее усилие;

$N_{н.р}^0$  - нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний;

$\gamma_f$  - приведенный коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый 1,4;

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

\*\* Вычисляются по формуле 5.40 [1]:

$$\delta_{N0} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{Ni}}{n}$$

Где:

$\delta_{Ni}$  - перемещение анкера при нагрузке, равной  $N_{cont}$ ;

$\delta_{N0}$  - перемещение анкера при кратковременном действии растягивающих усилий;

$n$  - количество испытаний в серии.



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	F1
Лист / Всего листов	1 / 3
Плиты лабораторного бетона	с трещинами
Видимый механизм разрушения	"по контакту"
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний $R_b$ , МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	34,42
Показатель степени $m$	0,5

№ исп.	$N_2$	$N_{max}$	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп.i}$ , кН	Единичные рез-ты испыт. в серии, привед. к нормат. прочн. бетона $N_i$ , кН*	Стат. величины			$k$	$N_{n.p.}^0$ , кН	$\alpha_{1,j}^{**}$	$\alpha_1$	$\beta_{cv}^{***}$
					$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %					
1			16,74	14,27	11,58	2,03	17,55	2,76	5,98	#####		1,08
2			10,96	9,34						#####		
3			13,27	11,31						#####		
4			17,25	14,70						#####		
5			14,67	12,50						#####		
6			11,87	10,12						#####		
7			12,30	10,48						#####		
8			11,67	9,95						#####		
9												
10												

\* Вычисляют по формуле 5.16 [1]:

$$N_i = N_{исп.i} \left( \frac{R_{25}}{R} \right)^m$$

Где:  $m$  - показатель степенной функции.

\*\* Вычисляют по формуле 5.20 [1]:

$$\alpha_{1,j} = \frac{N_2}{N_{max}}$$

Где:

$\alpha_{1,j}$  - значение дополнительного коэффициента в отдельном испытании серии;

$N_2$  - усилие, соответствующее на графике "нагрузка-перемещение" началу пологого участка кривой или локальному максимуму.

\*\*\* Вычисляют по формуле 5.21 [1]:  $\beta_{cv} = \frac{1}{1 + 0,03(v - 20)} \leq 1,0$  для  $20\% < v \leq 30\%$

Где:  $v$  - коэффициент вариации в серии испытаний.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	F1
Лист / Всего листов	2 / 3
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии АЗ, $N_{н.р.АЗ}^0$ , кН	9,20
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии АЗ, $N_{м.АЗ}$ , кН	15,49

Результаты испытаний серии F1		$\alpha_{F1}^*$	
$N_{м.F1}$ кН	$N_{н.р.F1}^0$ кН	0,65	
11,58	5,98	$\frac{N_{м.F1}}{N_{м.АЗ}}$	$\frac{N_{н.р.F1}^0}{N_{н.р.АЗ}^0}$
		0,75	0,65

- \* Вычисляются по формуле 5.23 [1]:
- $$\alpha_{F1} = \min \left( \frac{N_{м.F1}}{N_{м.АЗ}}, \frac{N_{н.р.F1}^0}{N_{н.р.АЗ}^0} \right)$$
- Где:
- $\alpha_{F1}$  - коэффициент учета нарушений условий работы анкера в серии F1;
  - $N_{м.F1}$  - среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний F1;
  - $N_{н.р.F1}^0$  - нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний F1.



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	F1
Лист / Всего листов	3 / 3

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп.i}$ , кН	$0,5 \times N_{т.исп.}$ , кН	$\delta_i$ , мм	$v\delta$ , %
1	16,74	6,80	0,13	73,0
2	10,96		0,24	
3	13,27		0,10	
4	17,25		0,10	
5	14,67		0,14	
6	11,87		0,63	
7	12,30		0,29	
8	11,67		0,40	
9				
10				

$\delta_i$  - перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5N_{т.исп.}$

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4мм при нагрузке  $0,5N_{т.исп.}$
2. При выполнении условия 5.45 [1]:  $v\delta \leq 40\%$

Где  $v\delta$  - коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5N_{т.исп.}$

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	F2
Лист / Всего листов	1 / 3
Плиты лабораторного бетона	с трещинами
Видимый механизм разрушения	"по контакту"
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний $R_B$ , МПа	60
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	58,47
Показатель степени $m$	0,5

№ исп.	$N_2$	$N_{max}$	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп.}$ , кН	Единичные результаты испыт. в серии, привед. к нормат. прочн. бетона $N_i$ , кН*	Стат. величины			$k$	$N_{н.п.}^0$ , кН	$\alpha_{1,i}^{**}$	$\alpha_1$	$\beta_{cv}^{***}$
					$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %					
1			28,92	29,30	29,09	0,85	2,93	3,40	26,19	#####		2,05
2			28,23	28,60						#####		
3			30,04	30,43						#####		
4			27,83	28,19						#####		
5			28,58	28,95						#####		
6												
7												
8												
9												
10												

\* Вычисляют по формуле 5.16 [1]:

$$N_i = N_{исп.i} \left( \frac{R_{60}}{R} \right)^m$$

Где:  $m$  - показатель степенной функции.

\*\* Вычисляют по формуле 5.20 [1]:

$$\alpha_{1,i} = \frac{N_2}{N_{max}}$$

Где:

$\alpha_{1,i}$  - значение дополнительного коэффициента в отдельном испытании серии;

$N_2$  - усилие, соответствующее на графике "нагрузка-перемещение" началу пологого участка кривой или локальному максимуму.

\*\*\* Вычисляют по формуле 5.21 [1]:  $\beta_{cv} = \frac{1}{1 + 0,03(v - 20)} \leq 1,0$  для  $20\% < v \leq 30\%$

Где:  $v$  - коэффициент вариации в серии испытаний.



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	F2
Лист / Всего листов	2 / 3
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии А4, $N_{n,p,A4}^0$ , кН	14,93
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии А4, $N_{m,A4}$ , кН	24,62

Результаты испытаний серии F2		$\alpha_{F2}^*$	
$N_{m,F2}$ кН	$N_{n,p,F2}^0$ кН	1,18	
29,09	26,19	$\frac{N_{m,F2}}{N_{m,A4}}$	$\frac{N_{n,p,F2}^0}{N_{n,p,A4}^0}$
		1,18	1,75

\* Вычисляются по формуле 5.23 [1]:

$$\alpha_{F2} = \min \left( \frac{N_{m,F2}}{N_{m,A4}}; \frac{N_{n,p,F2}^0}{N_{n,p,A4}^0} \right)$$

Где:

$\alpha_{F2}$  - коэффициент учета нарушений условий работы анкера в серии F2;

$N_{m,F2}$  - среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний F2;

$N_{n,p,F2}^0$  - нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний F2.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	F2
Лист / Всего листов	3 / 3

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп.i}$ , кН	$0,5 \times N_{т,исп.}$ , кН	$\delta_i$ , мм	$v_{\delta}$ , %
1	28,92	14,36	1,66	26,7
2	28,23		1,26	
3	30,04		1,86	
4	27,83		2,41	
5	28,58		1,37	
6				
7				
8				
9				
10				

$\delta_i$  - перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5N_{т,исп.}$

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4мм при нагрузке  $0,5N_{т,исп.}$
2. При выполнении условия 5.45 [1]:  $v_{\delta} \leq 40\%$

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



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	F7
Лист / Всего листов	1 / 3
Плиты лабораторного бетона	с трещинами
Видимый механизм разрушения	"по контакту"
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний $R_B$ , МПа	60
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	58,47
Показатель степени $m$	0,5

№ исп.	$N_2$	$N_{max}$	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп.i}$ , кН	Единичные результаты испыт. в серии, привед. к нормат. прочн. бетона $N_i$ , кН*	Стат. величины			$k$	$N_{н.р.}^0$ , кН	$\alpha_{1,j}^{***}$	$\alpha_1$	$\beta_{cv}^{***}$
					$N_m$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %					
1			28,79	29,16	28,02	0,83	2,95	3,40	25,21	#####		2,05
2			27,70	28,06						#####		
3			27,95	28,31						#####		
4			26,60	26,95						#####		
5			27,25	27,60						#####		
6												
7												
8												
9												
10												

\* Вычисляют по формуле 5.16 [1]: 
$$N_i = N_{исп.i} \left( \frac{R_{60}}{R} \right)^m$$

Где:  $m$  - показатель степенной функции.

\*\* Вычисляют по формуле 5.20 [1]: 
$$\alpha_{1,j} = \frac{N_2}{N_{max}}$$

Где:

$\alpha_{1,j}$  - значение дополнительного коэффициента в отдельном испытании серии;

$N_2$  - усилие, соответствующее на графике "нагрузка-перемещение" началу пологого участка кривой или локальному максимуму.

\*\*\* Вычисляют по формуле 5.21 [1]: 
$$\beta_{cv} = \frac{1}{1 + 0,03(v - 20)} \leq 1,0 \quad \text{для} \quad 20\% < v \leq 30\%$$

Где:  $v$  - коэффициент вариации в серии испытаний.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	F7
Лист / Всего листов	2 / 3
Нормативное значение сопротивления по результатам испытаний серии А4, $N_{n.p.A4}^0$ , кН	14,93
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии А4, $N_{m.A4}$ , кН	24,62

Результаты испытаний серии F7		$\alpha_{F7}^*$		$\gamma_{Np}^{**}$
$N_{m.F7}$ кН	$N_{n.p.F7}^0$ кН	1,14		
28,02	25,21	$\frac{N_{m.F7}}{N_{m.A4}}$	$\frac{N_{n.p.F7}^0}{N_{n.p.A4}^0}$	1,00
		1,14	1,69	

\* Вычисляются по формуле 5.23 [1]:

$$\alpha_{F7} = \min \left( \frac{N_{m.F7}}{N_{m.A4}}; \frac{N_{n.p.F7}^0}{N_{n.p.A4}^0} \right)$$

Где:

$\alpha_{F7}$  - коэффициент учета нарушений условий работы анкера в серии F7;

$N_{m.F7}$  - среднее значение сопротивления анкера в серии испытаний F7;

$N_{n.p.F7}^0$  - нормативное значение сопротивления анкера в серии испытаний F7.

\*\* Принимают в зависимости от значений коэффициента  $\alpha_{F7}$ , по Таблице 5.3 [1]:

Значение $\alpha_{F7}$	$\gamma_{Np}$
$\alpha_{F7} \geq 0,95$	1,0
$0,8 \leq \alpha_{F7} < 0,95$	1,2
$0,7 \leq \alpha_{F7} < 0,8$	1,4
$\alpha_{F7} < 0,7$	прочность анкера не нормируется.



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	F7
Лист / Всего листов	3 / 3

№ исп.	Единичные результаты испытаний в серии $N_{исп.}$ , кН	$0,5 \times N_{т.исп.}$ , кН	$\delta_i$ , мм	$v\delta$ , %
1	28,79	13,83	1,41	34,7
2	27,70		2,23	
3	27,95		3,40	
4	26,60		1,82	
5	27,25		1,96	
6				
7				
8				
9				
10				

$\delta_i$  - перемещение анкера при нагрузке, равной  $0,5N_{т.исп.}$

Работу анкеров в группе допускается нормировать:

1. При перемещении каждого анкера менее 0,4мм при нагрузке  $0,5N_{т.исп.}$
2. При выполнении условия 5.45 [1]:  $v\delta \leq 40\%$

Где  $v\delta$  - коэффициент вариации перемещений анкера при нагрузке  $0,5N_{т.исп.}$

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	F9
Лист / Всего листов	1 / 2
Плиты лабораторного бетона	без трещин
Минимальная толщина плиты $h_{min}$ , мм	120
Минимальное межосевое расстояние $s_{min}$ , мм	60
Соответствующее $s_{min}$ краевое расстояние $c$ , мм	75
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний $R_B$ , МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	26,07
Момент затяжки согласно инструкции по монтажу $T_{inst}$ , Нм	40

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $T_{исп.i}$ , Нм	Стат. величины			k	$T_{n,F9}$ , Нм
		$T_{mF9}$ , Нм	S, Нм	v, %		
1	104,0	100,4	7,09	7,06	3,40	76,3
2	88,0					
3	104,0					
4	101,0					
5	105,0					

Минимальные краевые и межосевые расстояния считают подтвержденным при выполнении условия 5.28 [1]:

$$T_{n,F9} \geq \gamma_{inst} T_{inst} \sqrt{\frac{R}{R_{25}}}$$

Где:

$\gamma_{inst} = 1,0$  - при разрушении анкера по стали;

$\gamma_{inst} = 1,7$  - при образовании трещины.

$$76,3 \geq 1,7 \times 40 \sqrt{\frac{26,07}{25}} = 69,45$$

Условие выполняется.



## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	F9
Лист / Всего листов	2 / 2
Плиты лабораторного бетона	без трещин
Минимальная толщина плиты $h_{min}$ , мм	120
Минимальное краевое расстояние $c_{min}$ , мм	55
Соответствующее $c_{min}$ межосевое расстояние $s$ , мм	90
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний $R_B$ , МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	26,07
Момент затяжки согласно инструкции по монтажу $T_{inst}$ , Нм	40

№ исп.	Единичные рез-ты испытаний в серии $T_{исп.i}$ , Нм	Стат. величины			k	$T_{n,F9}$ , Нм
		$T_{mF9}$ , Нм	$S$ , Нм	v, %		
1	95,0	105,4	6,91	6,56	3,40	81,9
2	110,0					
3	102,0					
4	108,0					
5	112,0					

Минимальные краевые и межосевые расстояния считают подтвержденным при выполнении условия 5.28 [1]:

$$T_{n,F9} \geq \gamma_{inst} T_{inst} \sqrt{\frac{R}{R_{25}}}$$

Где:

$\gamma_{inst} = 1,0$  - при разрушении анкера по стали;

$\gamma_{inst} = 1,7$  - при образовании трещины.

$$81,9 \geq 1,7 \times 40 \sqrt{\frac{26,07}{25}} = 69,45$$

Условие выполняется.

## Обработка результатов серии испытаний

Анкер	WAM II M10×100
Серия	F10
Лист / Всего листов	1 / 1
Плиты лабораторного бетона	без трещин
Минимальная толщина плиты $h_{min}$ , мм	120
Критическое краевое расстояние $c_{cr,sp}$ , мм	100
Нормативная прочность бетона для класса, принятого в серии испытаний $R_B$ , МПа	25
Среднее значение фактической прочности бетона $R$ , МПа	26,07
Показатель степени $m$	0,5
Среднее значение сопротивления по результатам испытаний серии A1, $N_{m,A1}$ , кН	24,87

№ исп.	$N_2$	$N_{max}$	Единичные рез-ты испытаний в серии $N_{исп.i}$ , кН	Единичные рез-ты испыт. в серии, привед. к нормат. прочн. бетона $N_i$ , кН*	Стат. величины		
					$N_{m,F10}$ , кН	$S$ , кН	$v$ , %
1			24,98	24,46	24,20	0,24	1,01
2			24,48	23,97			
3			24,88	24,36			
4			24,53	24,02			

\* Вычисляют по формуле 5.16 [1]:

$$N_i = N_{исп.i} \left( \frac{R_{25}}{R} \right)^m$$

Где:  $m$  - показатель степенной функции.

Критическое краевое расстояние считают подтвержденным при выполнении условия 5.29 [1]:

$$N_{m,F10} \geq 0,95 N_{m,A1}$$

$$24,20 \geq 0,95 \times 24,87 = 23,63$$

Условие выполняется.



# 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 М10

$$N_{n,s} = A_{s,nom} \times R_{m,nom} = 58,0 \times 800,0 = 46400,0 \text{ H (46,4 кН)}$$

Прочность стали резьбовой части анкеров проверена испытаниями [3].

Полученные результаты соответствуют данным табл. 4 [10].

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

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

- анкер М10

$$N_{n,s} = A_{ds} \times R_{m,nom} = 41,85 \times 800,0 = 33480,0 \text{ H (33,48 кН)}$$

1.3 Коэффициент надежности по стали принимаем для подтвержденных испытаниями значений предела прочности (800,0 МПа) и условного предела текучести (640 МПа) [3]:

$$\gamma_{Ns} = \frac{1,2 \times R_{m,nom}}{R_{pf,nom}} = \frac{1,2 \times 800,0}{640,0} = 1,5$$

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

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

- анкер М10

$$N_{u,s} = \frac{N_{n,s}}{\gamma_{Ns}} = \frac{33,48}{1,5} = 22,3 \text{ кН}$$

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

### 2.1 Бетон без трещин

2.1.1 Нормативные значения силы сопротивления анкера при механизме разрушения «по контакту с основанием» вычисляются по формуле (5.12) [1]:

$$N_{n,p} = N_{n,p}^0 \times \min \beta_{cv} \times \min \left[ \alpha_p, \min \left( \frac{\alpha_1}{[\alpha_1]} \right), \min \left( \frac{\alpha_{Fi}}{[\alpha_{Fi}]} \right) \right]$$

Где:  $N_{n,p}^0$  – нормативное значение силы сопротивления анкера в базовой серии испытаний А1;

$\beta_{cv}$  – коэффициент, учитывающий превышение коэффициента вариации от предельно допустимых в сериях испытаний;

$\alpha_p$  – коэффициент, учитывающий работу анкерного крепления в серии F3;

$\alpha_1$  и  $[\alpha_1]$  – фактическое и предельно допустимое значения дополнительных коэффициентов при проскальзывании анкера;

$\alpha_{Fi}$  – коэффициент учета нарушений условий работы анкера в сериях  $F_i$  с наименьшим значением;

$[\alpha_{Fi}]$  – предельно допустимое значение коэффициента учета нарушений условий работы в сериях  $F_i$ , при котором не требуется корректировка нормативных сопротивлений  $N_{n,p}^0$ , по табл. 1.

Таблица 1

Номер серии испытаний $F_i$	Минимально допустимые значения $[\alpha_{Fi}]$ при котором не требуется корректировка нормативных сопротивлений $N_{n,p}^0$		
	Бетон с трещинами	Бетон без трещин	Пункт [1]
F1	0,8	0,8	5.3.3.7
F2	0,8	1,0	5.3.4.7

- анкер M10

$$N_{n,p} = N_{n,p}^0 \times 1,0 \times \min \left[ 1,0; 1,0; \left( \frac{\alpha_{F1}}{[\alpha_{F1}]} \right) \right] \text{ или}$$

$$N_{n,p} = 18,09 \times 1,0 \times \frac{0,65}{0,8} = 14,7 \text{ кН}$$

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

- анкер M10

$$N_{u,p} = \frac{N_{n,p}}{\gamma_{bt} \times \gamma_{Np}} = \frac{14,70}{1,5 \times 1,0} = 9,80 \text{ кН}$$

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

$\gamma_{Np}$  – коэффициент условий работы анкеров при механизме разрушения «по контакту с основанием», определяется по результатам испытаний серий F7.

2.1.3 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 M10

$$N_{n,c}^0 = k_1 \times \sqrt{R_{b,n}} \times h_{ef}^{1,5} = 11,3 \times \sqrt{18,5} \times 58^{1,5} = 21468,0 \text{ Н (21,47 кН)}$$



Где:  $k_l$  – коэффициент, зависящий от состояния основания, принимаемый равным 11,3 для бетона 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 анкеровки, мм.

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

- анкер М10

$$N_{u,c} = \frac{N_{n,c}^0}{\gamma_{bt} \times \gamma_{Nc}} = \frac{21,47}{1,5 \times 1,0} = 14,3 \text{ кН}$$

Где:  $\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5;  
 $\gamma_{Nc}$  – коэффициент условий работы анкера при механизме разрушения «выкалывание бетона основания», принимаемый равным  $\gamma_{Np}$  т.е. 1,0.

## 2.2 Бетон с трещинами

2.2.1 Нормативные значения силы сопротивления анкера при механизме разрушения «по контакту с основанием» вычисляются по формуле (5.12) [1]:

$$N_{n,p} = N_{n,p}^0 \times \min \beta_{cv} \times \min \left[ \alpha_p, \min \left( \frac{\alpha_1}{[\alpha_1]} \right), \min \left( \frac{\alpha_{Fi}}{[\alpha_{Fi}]} \right) \right]$$

- анкер М10

$$N_{n,p} = N_{n,p}^0 \times 1,0 \times \min \left[ 1,0; 1,0; \left( \frac{\alpha_{F1}}{[\alpha_{F1}]} \right) \right] \text{ или}$$

$$N_{n,p} = 9,20 \times 1,0 \times \frac{0,65}{0,8} = 7,5 \text{ кН}$$

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

- анкер М10

$$N_{u,p} = \frac{N_{n,p}}{\gamma_{bt} \times \gamma_{Np}} = \frac{7,50}{1,5 \times 1,0} = 5,0 \text{ кН}$$

Где:  $\gamma_{bt}$  – коэффициент надежности по бетону при растяжении, принимаемый 1,5;  
 $\gamma_{Np}$  – коэффициент условий работы анкеров при механизме разрушения «по контакту с основанием», определяется по результатам испытаний серии F7.

2.2.3 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 М10

$$N_{n,c}^0 = k_1 \times \sqrt{R_{b,n}} \times h_{ef}^{1,5} = 7,9 \times \sqrt{18,5} \times 58^{1,5} = 15004,5H (15,0кН)$$

Где:  $k_1$  – коэффициент, зависящий от состояния основания, принимаемый равным 7,9 для бетона с трещинами;

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

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

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

- анкер М10

$$N_{u,c} = \frac{N_{n,c}^0}{\gamma_{bt} \times \gamma_{Nc}} = \frac{15,0}{1,5 \times 1,0} = 10,0кН$$

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

$\gamma_{Nc}$  – коэффициент условий работы анкера при механизме разрушения «выкалывание бетона основания», принимаемый равным  $\gamma_{Np}$  т.е. 1,0.

## 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 вычисляются по формуле (5.35) [1]:

- анкер М10

$$V_{n,s} = 0,5 \times A_{s,nom} \times R_{m,nom} = 0,5 \times 58,0 \times 800,0 = 23200,0H (23,2кН)$$

1.2 Коэффициент надежности по стали, при действии сдвигающих усилий принимаем для подтвержденных испытаниями значений предела прочности (800,0МПа) [3] по формуле (5.36) [1] для сталей с пределом прочности не менее 800,0МПа:

$$\gamma_{Vs} = \frac{R_{m,nom}}{R_{pf,nom}} = \frac{800,0}{640,0} = 1,25$$

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

- анкер М10



$$V_{u,s} = \frac{\lambda_s \times V_{n,s}}{\gamma_{V_s}} = \frac{0,8 \times 23,2}{1,25} = 14,9 \text{ кН}$$

Где:  $\lambda_s$  – коэффициент, учитывающий условия групповой работы анкера при сдвиге, для стали с  $\delta_s \geq 8\%$   $\lambda_s = 0,8$ .

## 2. Расчет анкеров по прочности стали на изгиб

Нормативное сопротивление изгибу из условий прочности по стали вычисляются по формуле (5.4) [1]:

- анкер М10

$$M_{n,s}^0 = w_n \times R_{p0,2} (R_{pf}) = 62,4 \times 640,0 = 39936,0 \text{ Нмм} (39,9 \text{ Нм})$$

Где:  $w_n = \frac{\pi \times d^3}{32} = 62,4 \text{ мм}^3$  – момент сопротивления резьбовой части анкера;  
 $d = 8,6 \text{ мм}$  – номинальный диаметр расчетного сечения резьбы.

## 3. Определение расчетных сопротивлений анкеров сдвигу в бетоне В25

3.1 Расчетные сопротивления (предельные сдвигающие усилия) из условия прочности при механизме разрушения «выкалывание бетона основания за анкером» вычисляются по формуле (7.39) [2].

Бетон без трещин:

- анкер М10

$$V_{u,sp} = k \times \frac{N_{u,c}}{\gamma_{Vsp}} = 1,0 \times \frac{14,3}{1,0} = 14,3 \text{ кН}$$

Бетон с трещинами:

- анкер М10

$$V_{u,sp} = k \times \frac{N_{u,c}}{\gamma_{Vsp}} = 1,0 \times \frac{10,0}{1,0} = 10,0 \text{ кН}$$

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.

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

$\gamma_{Vsp}$  – коэффициент условий работы анкера при механизме разрушения «выкалывание бетона основания за анкером» при сдвиге, принимаемый равным  $\gamma_{Np}$  т.е. 1,0.

## Перечень использованных документов

1. ГОСТ Р 56731-2023. «Анкеры механические для крепления в бетоне. Методы испытаний».
2. СТО 36554501-048-2016. «Анкерные крепления к бетону. Правила проектирования». АО «НИЦ «Строительство».
3. Протокол лабораторных испытаний обработанных испытательных образцов на растяжение из анкеров WAM II M8, M10, M12 № 033 от 15.03.2024. ИЛ «Технополис».
4. Протокол лабораторных испытаний по определению фактической прочности бетонных плит № 048 от 21.03.2023. ИЛ «Технополис».
5. Протокол лабораторных испытаний по определению фактической прочности бетонных плит № 118 от 05.09.2023. ИЛ «Технополис».
6. Протокол лабораторных испытаний по определению фактической прочности бетонных плит № 119 от 05.09.2023. ИЛ «Технополис».
7. Протокол лабораторных испытаний механических распорных анкеров WAM II M10×100 в бетоне (серия N2) № 034 от 15.03.2024. ИЛ «Технополис».
8. Протокол лабораторных испытаний механических распорных анкеров WAM II M10×100 в бетоне без трещин и с трещинами № 035 от 15.03.2024. ИЛ «Технополис».
9. Протокол лабораторных испытаний механических распорных анкеров WAM II M10×100 в бетоне без трещин (серии F9, F10) № 056 от 15.04.2024. ИЛ «Технополис».
10. 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».