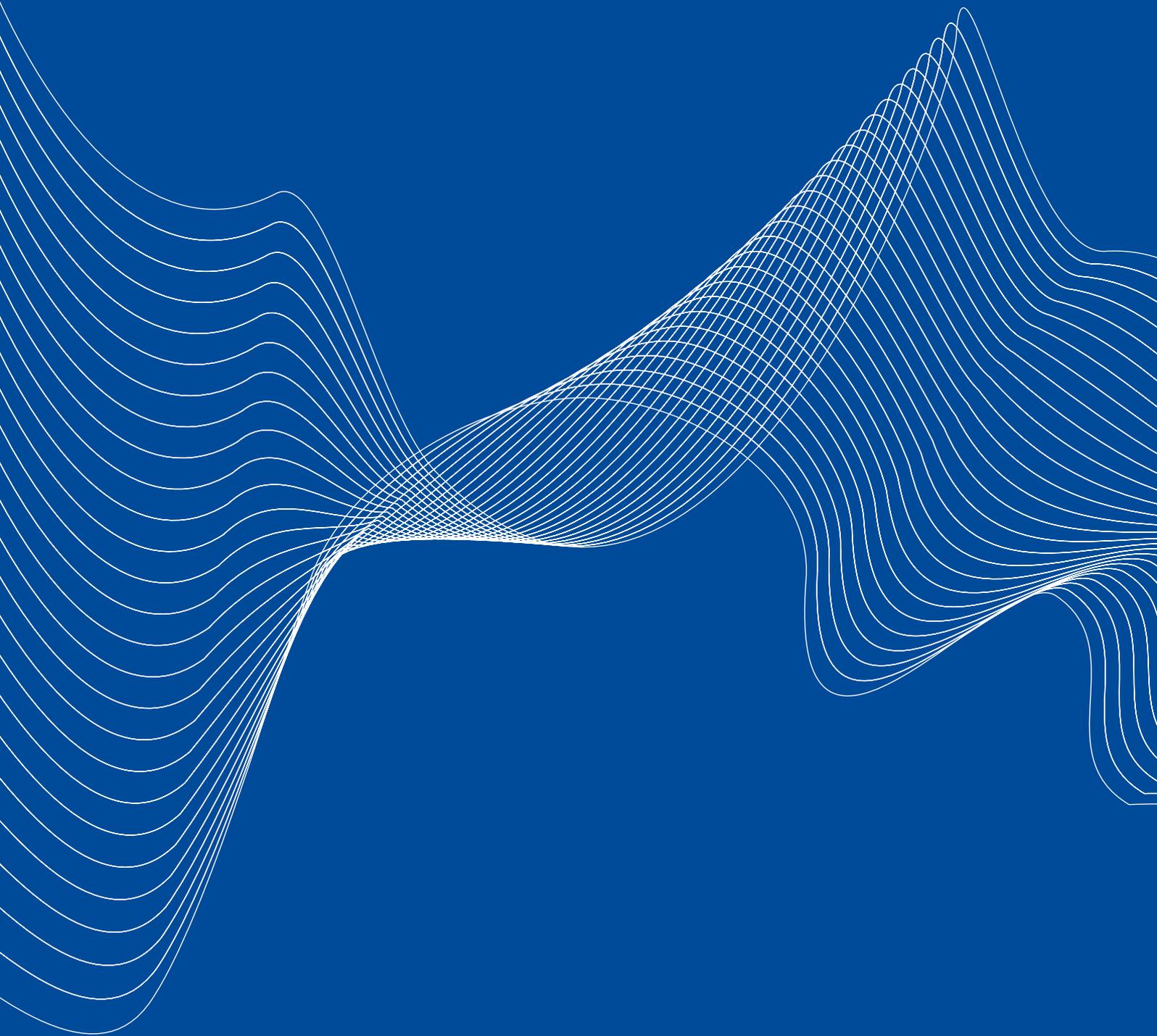


**ИННОВАЦИОННЫЕ
РЕШЕНИЯ**



MK4
Innovative Solutions





СОДЕРЖАНИЕ	2
Введение	2
Качество	2
НАПРЯГАЕМЫЙ ЭЛЕМЕНТ И ЕГО КОМПОНЕНТЫ	3
Введение	3
Арматурные канаты	4
Каналообразователи	5
Активные анкеры MSA	6
Соединительные мульти-муфты	7
Пассивные анкеры	8
Активные анкеры плит	11
Моно-муфты	13
Свойства напрягаемых элементов	14
НАПРЯГАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ	16
Мульти-напрягающий домкрат	16
Моно-напрягающий домкрат	17
Гидравлические насосы	17
Необходимые размеры и требования к прямым анкерам	18
РАСЧЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	19

МеКапо4 - специализированная компания, которая предлагает технические решения для конструкции мостов и сооружений путем поставок на рынок широкого ассортимента продукции и услуг высокого класса качества и сервисного обслуживания по всему миру.

В сферу нашей деятельности входит проектирование, поставка и монтаж вантовых канатов, технология пост-напряжения, мостовые опорные части и деформационные швы для мостов, грунтовые анкеры и стержни высокопрочного материала.

Предложенная система пост-напряжения МК4 включает широкий ряд анкеров, вспомогательное и обязательное оборудование, отвечающее техническим требованиям для возведения мостов и других сооружений.

Проектирование и расчет всех элементов выполняются согласно новому европейскому Коду ETAG-013, исполнение требований которого обязательно во всех ПН строениях, построенных в Европейском Союзе.

Наш опыт во многих областях применения пост-напряжения и наша команда инженеров и техников - гарантия нашего успеха и взгляда на новые возможности в области инженерных сооружений. Мы обеспечиваем поставку и применение ПН- систем и вантовых элементов для таких сооружений, как: мосты, хранилища сжиженного газа, силосохранилища, покрытия, мачты связи, атомные станции, подвесные сооружения и прочие здания.

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МЕКАНО4 ВКЛЮЧАЕТ СЛЕДУЮЩИЕ АСПЕКТЫ:

- Техническую помощь на всех этапах проекта: от проектирования до реализации проекта
- Широкий ассортимент активных и пассивных анкеров и муфт, легко модифицируемых в соответствии с требованиями проекта.
- Система МеКапо4 успешно протестирована согласно новому европейскому стандарту ETAG-013 для ПН систем.
- Возможность использования металлических и пластмассовых каналобразователей в зависимости от спецификаций проекта.
- Автоматическое, облегченное оборудование для натяжения элементов.
- Рассмотрение альтернативных вариантов при проектировании и строительстве, что дает оптимальные показатели проекта.

КАЧЕСТВО

МеКапо4 развивает комплексную Программу Обеспечения Качества, согласованную с ISO 9001:2000 согласно требованиям нового европейского Кода ETAG-013 для пост-напряжения, включая проектирование, производство, поставку и монтаж всех необходимых деталей ПН системы, как анкеры, вспомогательное оборудование; натягаемые пряди, натягающее инъецирование. Таким образом, эта комплексная система качества охватывает все работы пост-натягаемых систем, выполняемых МеКапо4.





НАПРЯГАЕМЫЙ ЭЛЕМЕНТ И ЕГО КОМПОНЕНТЫ

Элемент состоит из одного или более прядей, ограниченных на обоих концах. Напрягаемый элемент — основной элемент пост-напряженной (ПН) системы. Напрягаемый элемент состоит из одного или более арматурных канатов, помещенных внутри каналобразователя, ограниченных на обоих концах компактными эффективными и легко устанавливаемыми анкерами.

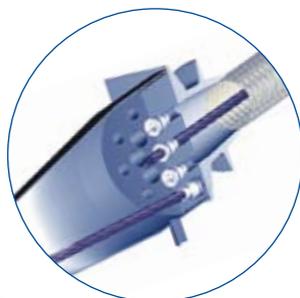
На рисунке показана общая схема напрягаемого элемента, состоящего из двух частей напрягаемых элементов, соединенных муфтой.

Все напрягаемые элементы заранее монтируются и проталкиваются в каналобразователь, или арматурные канаты вталкиваются индивидуально в каналобразователь, при помощи толкателя канатов (до или после бетонирования в соответствии с последовательностью строительного процесса). Все напрягаемые элементы натягиваются при помощи гидравлических домкратов.

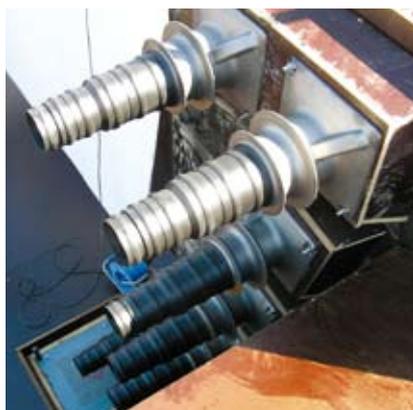
Активный анкер



Муфта



Пассивный анкер



АРМАТУРНЫЕ КАНАТЫ

Арматурные канаты, используемые для пост-натяженных напрягаемых элементов состоят из 7 проволок стали низкой релаксации. Основные диаметры 0.6" (15.2/15.7 мм) и 0.5" (12.7/12.9 мм) соответствуют прочности на растяжение 1770/1860 Н/мм² и 1860 Н/мм² соответственно.

Основные характеристики арматурных канатов разных размеров, см. табл.



Тип каната	Стандарт	Прочность на растяжение	Номинал	Поперечное сечение	Вес	Минимальное разрушающее усилие, F _{рк}	Релаксация 1000 час. при 70% F _{рк}	Предел текучести 0,1% относит. деформация
			мм	мм ²	г/м	кН		кН
0,6" (15 мм)	EN-10138-3	1860 МПа	15,2	140	1095	260	2,50%	224
	ASTM A416M-99	270 ksi	15,24	140	1102	260,7	2,50%	234,6
	BS 5896:1980	1770 МПа	15,7	150	1180	265	2,50%	225
	EN-10138-3	1860 МПа	16	150	1170	279	2,50%	240
0,5" (13 мм)	ASTM A416M-99	270 ksi	12,7	98,71	775	183,7	2,50%	165,3
	BS 5896:1980	1860 МПа	12,9	100	785	186	2,50%	158
	EN-10138-3	1860 МПа	13	100	781	186	2,50%	160



Номинал	Стандарт	Первоначальное усилие пост-натяжения P ₀ (кН)		
		Еврокод 85% F _{р0,1} или 75% F _{рк}	ЕНЕ 98 75% F _{рк}	BS 5400-4 70% F _{рк}
15,2	EN-10138-3	190,4	195,0	182,0
15,24	ASTM A416M-99	195,5	195,5	182,5
15,7	BS 5896:1980	191,3	198,8	185,5
16	EN-10138-3	204,0	209,3	195,3
12,7	ASTM A416M-99	137,8	137,8	128,6
12,9	BS 5896:1980	134,3	139,5	130,2
13	EN-10138-3	136,0	139,5	130,2





КАНАЛООБРАЗОВАТЕЛИ

Пост-напрягаемые элементы помещаются в конструкцию в каналобразователях, которые обычно изготовлены из гофрированной (гальванизированной) стали толщиной 0,3 ÷ 0,5 мм. В таблице можно найти размеры наиболее часто используемых каналобразователей.

Каналообразователи обычно поставляются длиной 4–6 м и соединяются на месте. Каналообразователи инъецируются цементным раствором, воском или другими коррозионностойкими смесями после напряжения.



Канат	Тип напрягаемого элемента	Каналообразователи	
		внутренний диаметр, мм	внешний диаметр, мм
0,5" (13 мм)	4	51	56
	7		
	9	62	67
	12		
	15	72	77
	19		
	22	90	95
	27		
0,6" (15 мм)	31	110	115
	35		
	4	51	56
	5		
	7	62	67
	9		
	12	85	90
	15		
	19	100	105
	24		
27	120	125	
31			
37	130	137	



КАНАЛООБРАЗОВАТЕЛИ HDPE И PP

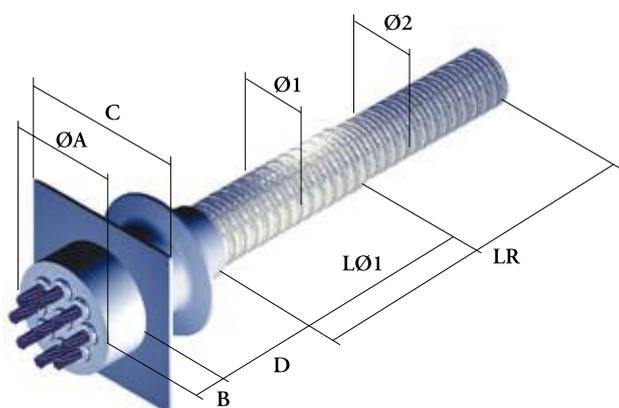
Для увеличения защиты от коррозии и сопротивления усталости напрягаемых элементов настоятельно рекомендуется использовать каналобразователи из гофрированного высокопрочного полиэтилена (HDPE) и полипропилена (PP). Мы можем поставить каналобразователи разных диаметров: 59, 76, 100, 115, 130мм. Более подробную информацию Вы можете получить в нашем техническом отделе.

АКТИВНЫЙ АНКЕР MSA

Все анкеры сконструированы по одному принципу, меняются только в размере и количестве прядей.

Активные анкеры облегчают применение напрягающего усилия, напряжение в напрягаемом элементе при производстве осуществляется гидравлическими домкратами.

Активные анкеры MSA были сконструированы для полного соответствия наиболее требовательным международным стандартам, таких как PTI, BS и т.д. Каждый основной анкер состоит из раструба, плиты анкера и клина. Все элементы анкеров и их размеры были тщательно разработаны с целью достижения большей экономии в конструкции (см. таблицу ниже).



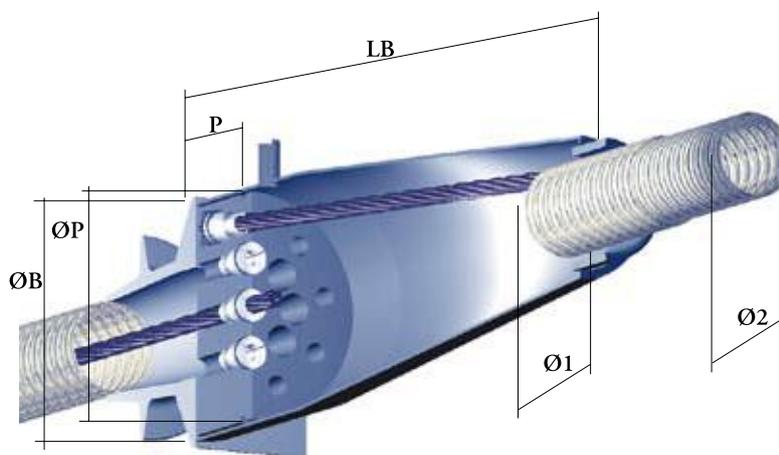
Тип каната	Тип напрягаемого элемента	Тип раструба	ØA	B	C	D	LØ1	LR	Ø1	Ø2	Мин. радиус изгиба
			мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
0,6" (15 мм)	4	T-4	110	50	170	155		600		51/56	3.000
	5	T-4	110	50	170	155		600		51/56	3.000
	7	T-5	129	61	194	150		600		62/67	3.000
	9	T-6	144	60	220	175		900		72/77	4.000
	12	T-7	165	72	254	200		900		85/90	4.000
	15	T-8	186	78	282	235		900		90/95	4.500
	19	T-19	200	94	314	230	250	1200	103/108	100/105	5.000
	24	TR-24	239	95	356	640		1200		110/115	5.000
	27	TR-31	252	105	404	720		1500		120/125	6.000
	31	TR-31	268	115	404	720		1500		120/125	6.000
0,5" (13 мм)	37	TR-37	296	128	444	770		1500		130/137	6.500
	43	TR-43	330	144	490	1100		1500		140/147	6.500
	4	T-4	110	45	170	155		600		51/56	3.000
	5	T-4	110	45	170	155		600		51/56	3.000
	7	T-4	110	45	170	155		600		51/56	3.000
	9	T-5	125	50	194	150		600		62/67	3.000
	12	T-6	143	55	220	175		900		72/77	4.000
	15	T-7	160	60	254	200	500	900	85/90	72/77	4.000
	19	T-8	179	70	282	235	500	900	90/95	85/90	4.000
	22	T-19	192	75	314	230	500	1200	100/105	90/95	4.500
	27	TR-24	227	85	356	640	500	1200	110/115	100/105	5.000
	31	TR-24	233	90	356	640		1200		110/115	5.000
	35	TR-24	239	95	356	640		1200		110/115	5.000



СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ МУЛЬТИ-МУФТА МСВ

Ряд муфт был сконструирован для легкости монтажа на месте. Муфты используются для обеспечения непрерывности напрягаемого элемента, который невозможно установить или натянуть как один блок из-за его большой длины или особенностей строительного процесса.

Первая часть напрягаемого элемента натягивается и анкеруется обычным образом, а пассивный анкер второй части напрягаемого элемента собирается вокруг активного анкера предыдущей части напрягаемого элемента. Сборочный комплект муфты имеет защиту в виде конической/цилиндрической крышки (раструба) с отверстием для инъектирования.

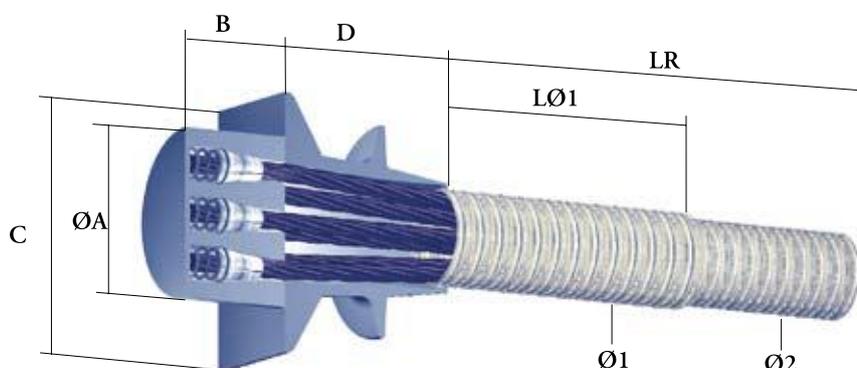


Тип каната	Тип напрягаемого элемента	Тип раструба	øB	LB	ø1	ø2	øP	P	
			мм	мм	мм	мм	мм	мм	
0,6" (15 мм)	Конической	4	140	385	62	51	134	87	
		5	156	463	62	51	150	87	
		7	188	615	72	62	180	98	
		9	208	664	85	72	200	97	
		12	252	749	95	85	244	97	
	Цилиндрической	15	N-8	270	784	100	90	265	102
		19	T-19	274	773	110	100	265	127
		24	TR-24	325	1015	120	110	315	122
		27	TR-31	350	1280	130	120	341	127
		31	TR-31	350	1280	130	120	341	127
0,5" (13 мм)	Конической	37	TR-37	390	1300	135	130	375	155
		43	TR-43	455	1600	150	140	445	180
		4	T-4	156	463	62	51	150	87
		5	T-4	156	463	62	51	150	87
		7	T-4	156	463	62	51	150	87
	Цилиндрической	9	T-5	188	615	72	62	180	97
		12	T-6	208	664	85	72	200	97
		15	T-7	252	749	85	72	244	97
		19	T-8	270	784	95	85	265	102
		22	T-19	274	773	100	90	265	120
Цилиндрической	27	TR-24	325	1015	110	100	315	122	
	31	TR-24	325	1015	120	110	315	122	
	35	TR-24	325	1015	120	110	315	122	

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПАССИВНЫЙ АНКЕР МРА

Уникальный автоматический пассивный анкер МРА МК4 предназначен для использования на одном конце натягаемого элемента, другой конец устанавливается с активным анкером MSA.

Главная характеристика — это автоматическое удерживание канатов плитой анкера и первичное использование данного анкера в ситуациях, где из-за ограниченного пространства невозможно применить напрессованные зажимы.



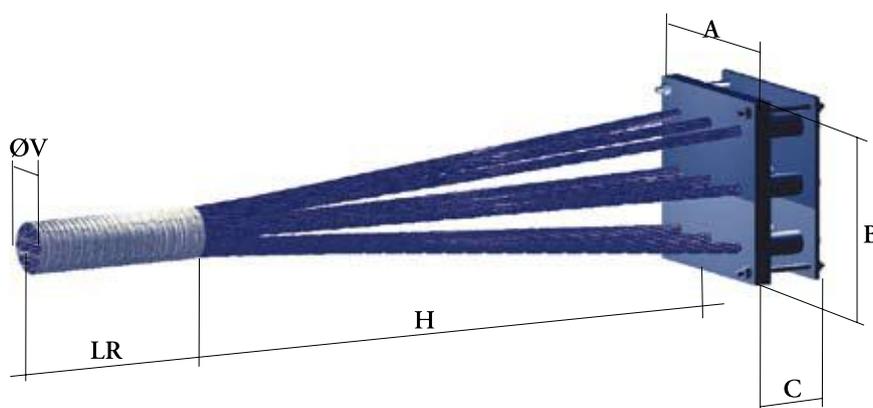
Тип каната	Тип натягаемого элемента	Тип раструба	øA	B	C	D	Lø1	LR	ø1	ø2	Мин. радиус изгиба
			мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
0,6" (15 мм)	4	T-4	110	88	170	155		600		51/56	3.000
	5	T-4	110	88	170	155		600		51/56	3.000
	7	T-5	129	93	194	150		600		62/67	3.000
	9	T-6	144	93	220	175		900		72/77	4.000
	12	T-7	165	105	254	200		900		85/90	4.000
	15	T-8	186	111	282	235		900		90/95	4.500
	19	T-19	200	128	314	230	250	1200	103/108	100/105	5.000
	24	TR-24	239	128	356	640		1200		110/115	5.000
	27	TR-31	252	138	404	720		1500		120/125	6.000
	31	TR-31	268	148	404	720		1500		120/125	6.000
0,5" (13 мм)	37	TR-37	296	161	444	770		1500		130/137	6.500
	43	TR-43	330	177	490	1100		1500		140/147	6.500
	4	T-4	110	78	170	155		600		51/56	3.000
	5	T-4	110	78	170	155		600		51/56	3.000
	7	T-4	110	78	170	155		600		51/56	3.000
	9	T-5	125	83	194	150		600		62/67	3.000
	12	T-6	143	88	220	175		900		72/77	4.000
	15	T-7	160	93	254	200	500	900	85/90	72/77	4.000
	19	T-8	179	103	282	235	500	900	90/95	85/90	4.000
	22	T-19	192	108	314	230	500	1200	100/105	90/95	4.500
	27	TR-24	227	118	356	640	500	1200	110/115	100/105	5.000
	31	TR-24	233	123	356	640		1200		110/115	5.000
	35	TR-24	239	128	356	640		1200		110/115	5.000



ПОЛУСЦЕПЛЯЮЩИЙ ПАССИВНЫЙ АНКЕР MPSB

Анкер MPSB состоит из опорной плиты, напрессованных зажимов и плиты стопорного устройства. Эти анкеры бетонируются в конструкции и таким образом способствуют сцеплению между канатами и бетоном.

Если усилие должно быть перенесено к бетону исключительно через опорную плиту, то на арматурные канаты между концом каналообразователя и опорной плитой могут быть применены пластмассовые оболочки.

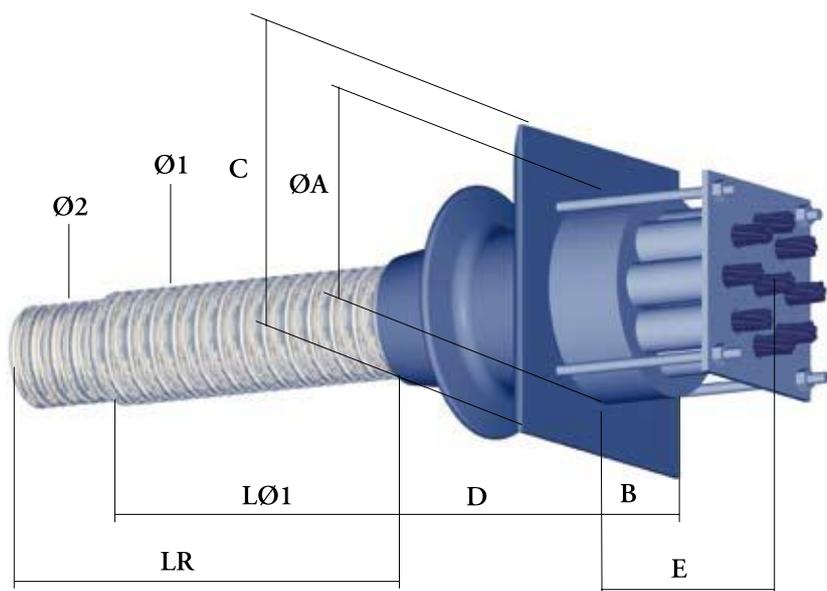


Тип каната	Тип напрягаемого элемента	A	B	C	H	LR	ØV	Мин. радиус изгиба
		MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM
0,6" (15MM)	4	160	160	115	600	600	51/56	3.000
	5	160	240	115	600	600	51/56	3.000
	7	240	240	115	750	600	62/67	3.000
	9	240	240	115	750	900	72/77	4.000
	12	240	320	115	900	900	85/90	4.000
	15	240	400	115	900	900	90/95	4.500
	19	320	400	115	900	1200	100/105	5.000
0,5" (13MM)	4	140	140	100	600	600	51/56	3.000
	5	140	200	100	600	600	51/56	3.000
	7	200	200	100	600	600	51/56	3.000
	9	200	200	100	600	600	62/67	3.000
	12	200	260	100	900	900	72/77	4.000
	15	200	330	100	900	900	72/77	4.000
	19	270	330	100	900	900	85/90	4.000
22	330	330	100	1200	1200	90/95	4.500	

ПАССИВНЫЙ АНКЕР С НАПРЕССОВАННЫМ ЗАЖИМОМ МРТ

В ситуациях, когда анкеры должны быть забетонированы или труднодоступны, применяется ряд пассивных анкеров.

Эти пассивные анкеры МРТ состоят из раструба, плиты анкера, напрессованного зажима и плиты удерживания.

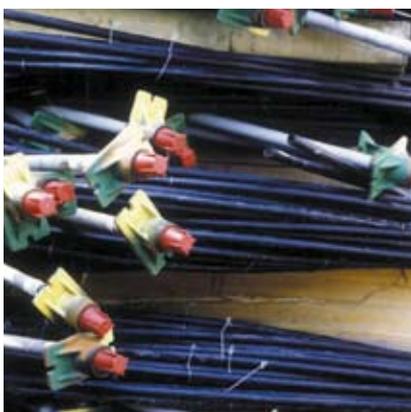
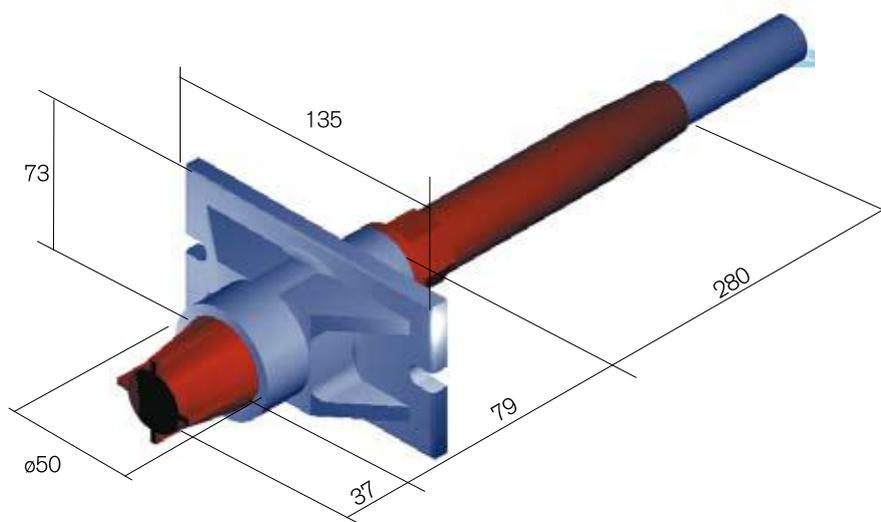


Тип каната	Тип напрягаемого элемента	Тип раструба	øA	B	C	D	E	Lø1	LR	ø1	ø2	Мин. радиус изгиба
			MM	MM	MM	MM						
0,6" (15 мм)	4	T-4	110	45	170	155	125		600		51/56	3.000
	5	T-4	110	45	170	155	125		600		51/56	3.000
	7	f-5	129	55	194	150	135		600		62/67	3.000
	9	T-6	144	55	220	175	135		900		72/77	4.000
	12	T-7	165	65	254	200	145		900		85/90	4.000
	15	T-8	186	70	282	235	150		900		90/95	4.500
	19	T-19	200	85	314	230	165	250	1200	103/108	100/105	5.000
0,5" (13 мм)	24	TR-24	239	90	356	640	170		1200		110/115	5.000
	27	TR-31	252	95	404	720	175		1500		120/125	6.000
	31	TR-31	268	100	404	720	180		1500		120/125	6.000
	37	TR-37	296	115	444	770	195		1500		130/137	6.500
	4	T-4	110	45	170	155	125		600		51/56	3.000
	5	T-4	110	45	170	155	125		600		51/56	3.000
	7	T-4	110	45	170	155	125		600		51/56	3.000
	9	T-5	125	45	194	150	125		600		62/67	3.000
	12	T-6	143	50	220	175	130		900		72/77	4.000
	15	T-7	160	55	254	200	135	500	900	85/90	72/77	4.000
	19	T-8	179	65	282	235	145	500	900	90/95	85/90	4.000
	22	T-19	192	70	314	230	150	500	1200	100/105	90/95	4.500
	27	TR-24	227	80	356	640	160	500	1200	110/115	100/105	5.000
	31	TR-24	233	85	356	640	162		1200		110/115	5.000
	35	TR-24	239	90	356	640	170		1200		110/115	5.000



АКТИВНЫЙ АНКЕР MUNB 1/0.6"

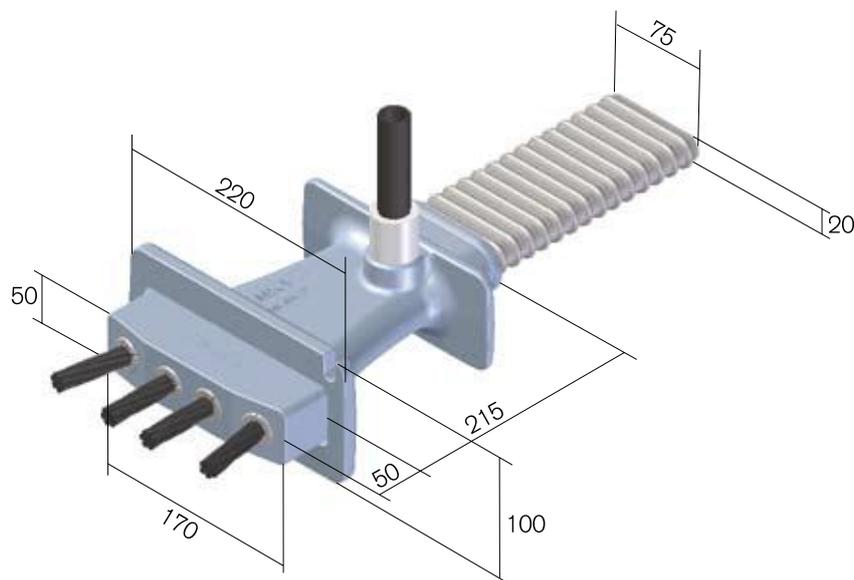
МК4 моноканатная система не имеющая сцепления с бетоном конструкции, использует канат диаметром 15 мм (0.6") и активный анкер MUNB 1/0.6", который можно также использовать как пассивный анкер путем присоединения защитной крышки уплотнения и пружины. Канаты в производственных условиях защищают от коррозии смазочным материалом облученным в полиэтиленовую оболочку.



ПЛОСКИЙ АКТИВНЫЙ АНКЕР ML4/0.6"

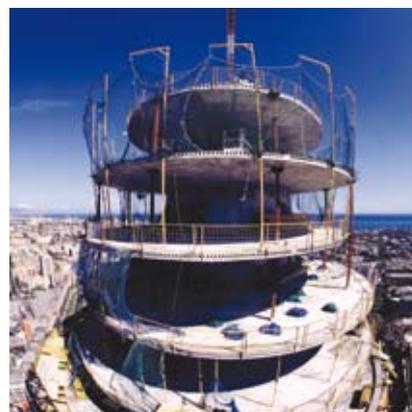
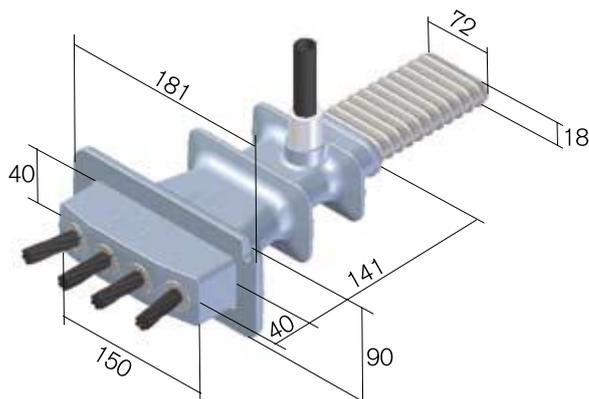
Анкеры МК4 для ПН-систем в зданиях, пролетных строениях мостов и других областях применения включают в себя до 5 арматурных канатов диаметром 15 мм (0.6") помещенных в плоский каналобразователь с соответствующими анкерами ML4/0.6".

Арматурные канаты напряжены и зафиксированы каждый по отдельности при помощи моно-домкрата.



ПЛОСКИЙ АКТИВНЫЙ АНКЕР ML4/0.5"

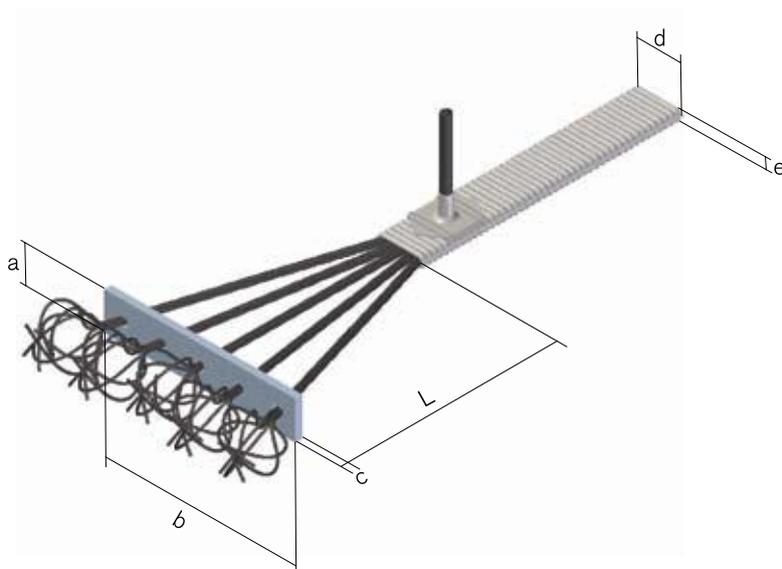
Другим анкером, используемым в плитах, может быть ML4/0.5", он имеет конструкцию подобную ML4/0.6", но предназначен для каната 0.5".
Используемый каналобразователь 72 x 18 мм.



ПЛОСКИЙ ПАССИВНЫЙ АНКЕР MPC

В качестве плоских пассивных анкеров ML, мы предлагаем анкера типа MPC, легко изготавливаемые и высокоэффективные.
Длины анкера и размеры плиты показаны в таблице.

Более подробную информацию Вы можете получить в нашем техническом отделе.



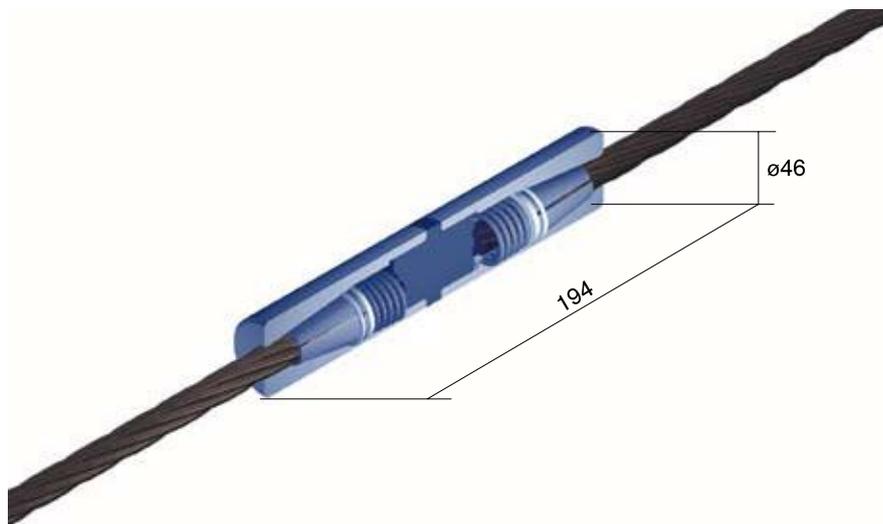
	a	b	c	d	e	L
4/0,5"	170	135	317	352	484	559
5/0,5"	504	991	850	741	742	764
4/0,6"	610	1196	1150	960	952	966



МОНО-МУФТА МСУ

Моно-муфта МСУ — это муфта для одиночного арматурного каната. Главное преимущество это то, что ее можно использовать в стесненных условиях работы.

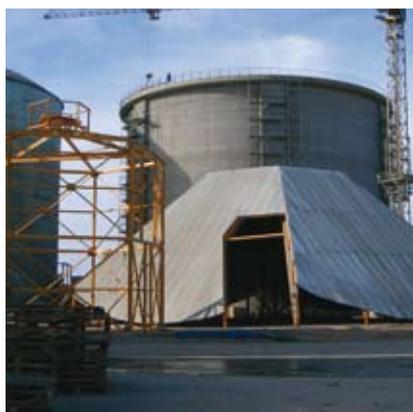
Это идеальная система для пролетных строений моста с ограничениями толщины, где множественное соединение МСВ невозможно поместить в доступное пространство.



НАПРЯГАЕМАЯ МОНО-МУФТА МУТ

Эта муфта/разъем состоит из спаренных литых цилиндров с расположенными напротив клиньями, которая служит как муфта, так и разъем для подсоединения домкрата.

Из-за уникальной геометрии эту муфту/разъем можно использовать там, где другой тип муфты не подходит. Блок МУТ главным образом применяется для напряжения круговых конструкций, таких как танкеры и силосохранилища и для напряжения в которых используются монопрядевые домкраты.



Канат 0.6"												
Напрягаемый элемент		Канат $\phi 16$ мм Y 1860 S7 EN-10138-3				Канат $\phi 15,24$ мм Grade 270 ASTM A416M-99				Канало-образователь	Цемент	Домк-рат
Тип	Кол. канат	Разрушающая нагрузка F_{pk} [кН]	Напр. усилие P_0 [кН]	Вес кг/м	Сечение мм ²	Разрушающая нагрузка F_{pk} [кН]	Напр. усилие P_0 [кН]	Вес кг/м	Сечение мм ²	Внутр. диам. канала ϕ , мм	кг/мп	
1-0.6"	1	279	204	1.17	150	260.7	195.5	1.102	140	-	-	Arrow
4-0.6"	2	558	408	2.34	300	521	391	2.20	280		2.6	MS-1
	3	837	612	3.51	450	782	586	3.31	420	51	2.4	
	4	1.116	816	4.68	600	1.042	782	4.41	560		2.2	
5-0.6"	5	1.395	1.020	5.85	750	1.303	977	5.51	700	51	2.0	MS-2
7-0.6"	6	1.674	1.224	7.02	900	1.564	1.173	6.61	840	62	3.2	MS-3
	7	1.953	1.428	8.19	1.050	1.824	1.368	7.71	980		3.0	
9-0.6"	8	2.232	1.632	9.36	1.200	2.085	1.564	8.82	1.120	72	4.3	MS-3
	9	2.511	1.836	10.53	1.350	2.346	1.759	9.92	1.260		4.1	
12-0.6"	10	2.790	2.040	11.70	1.500	2.607	1.955	11.02	1.400		6.2	MS-4
	11	3.069	2.244	12.87	1.650	2.867	2.150	12.12	1.540	85	6.0	
	12	3.348	2.448	14.04	1.800	3.128	2.346	13.22	1.680		5.8	
15-0.6"	13	3.627	2.652	15.21	1.950	3.389	2.541	14.33	1.820		6.6	MS-4
	14	3.906	2.856	16.38	2.100	3.649	2.737	15.43	1.960	90	6.4	
	15	4.185	3.060	17.55	2.250	3.910	2.932	16.53	2.100		6.2	
19-0.6"	16	4.464	3.264	18.72	2.400	4.171	3.128	17.63	2.240		8.2	MS-6
	17	4.743	3.468	19.89	2.550	4.431	3.323	18.73	2.380	100	8.0	
	18	5.022	3.672	21.06	2.700	4.692	3.519	19.84	2.520		7.8	
24-0.6"	19	5.301	3.876	22.23	2.850	4.953	3.714	20.94	2.660		7.6	MS-6
	20	5.580	4.080	23.40	3.000	5.214	3.910	22.04	2.800		9.8	
	21	5.859	4.284	24.57	3.150	5.474	4.105	23.14	2.940		9.6	
	22	6.138	4.488	25.74	3.300	5.735	4.301	24.24	3.080	110	9.4	
	23	6.417	4.692	26.91	3.450	5.996	4.496	25.35	3.220		9.2	
27-0.6"	24	6.696	4.896	28.08	3.600	6.256	4.692	26.45	3.360		9.0	MS-7
	25	6.975	5.100	29.25	3.750	6.517	4.887	27.55	3.500		11.4	
	26	7.254	5.304	30.42	3.900	6.778	5.083	28.65	3.640	120	11.2	
	27	7.533	5.508	31.59	4.050	7.038	5.278	29.75	3.780		11.0	
	28	7.812	5.712	32.76	4.200	7.299	5.474	30.86	3.920		10.8	
31-0.6"	29	8.091	5.916	33.93	4.350	7.560	5.669	31.96	4.060	120	10.6	MS-8
	30	8.370	6.120	35.10	4.500	7.821	5.865	33.06	4.200		10.4	
	31	8.649	6.324	36.27	4.650	8.081	6.060	34.16	4.340		10.2	
37-0.6"	32	8.928	6.528	37.44	4.800	8.342	6.256	35.26	4.480		12.8	MS-8
	33	9.207	6.732	38.61	4.950	8.603	6.451	36.37	4.620		12.6	
	34	9.486	6.936	39.78	5.100	8.863	6.647	37.47	4.760	130	12.4	
	35	9.765	7.140	40.95	5.250	9.124	6.842	38.57	4.900		12.2	
	36	10.044	7.344	42.12	5.400	9.385	7.038	39.67	5.040		12.0	
43-0.6"	37	10.323	7.548	43.29	5.550	9.645	7.233	40.77	5.180		11.8	MS-14
	38	10.602	7.752	44.46	5.700	9.907	7.429	41.88	5.320		14.7	
	39	10.881	7.956	45.63	5.850	10.167	7.625	42.98	5.460		14.5	
	40	11.160	8.160	46.80	6.000	10.428	7.820	44.08	5.600	140	14.2	
	41	11.439	8.364	47.97	6.150	10.689	8.016	45.18	5.740		14.0	
	42	11.718	8.568	49.14	6.300	10.949	8.211	46.28	5.880		13.8	
	43	11.997	8.772	50.31	6.450	11.210	8.407	47.39	6.020		13.5	

(1) P_0 согласно Eurocode 2 [85% $F_{p0,1}$ или 75% F_{pk}]

(2) P_0 согласно ENE 98 [75% F_{pk}]

Примечания: Более подробную информацию по комплектации Вы можете получить в нашем техническом отделе.

СВОЙСТВА НАПРЯГАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ



Канат 0.5"												
Напрягаемый элемент		Канат $\phi 13$ мм Y 1860 S7 EN-10138-3				Канат $\phi 12,7$ мм Grade 270 ASTM A416M-99				Канало-образователь	Цемент	Домк-рат
Тип	Кол. канат	Разрушающая нагрузка F_{pk} [кН]	Напр. усилие P_o [кН]	Вес кг/м	Сечение мм ²	Разрушающая нагрузка F_{pk} [кН]	Напр. усилие P_o [кН]	Вес кг/м	Сечение мм ²	Внутр. диам. канала ϕ , мм	кг/мп	
1-0.5"	1	186	138	0.78	100	183.7	137.8	0.775	99	-	-	Arrow
4-0.5"	2	372	272	1.56	200	367	275	1.55	197		2.7	MS-1
	3	558	408	2.34	300	551	413	2.33	296	51	2.6	
	4	744	544	3.12	400	734	551	3.10	394		2.4	
5-0.5"	5	930	680	3.91	500	918	689	3.88	493	51	2.3	MS-2
7-0.5"	6	1.116	818	4.69	600	1.102	826	4.65	592	51	2.2	MS-3
	7	1.302	952	5.47	700	1.285	964	5.43	690		2.0	
9-0.5"	8	1.488	1.088	6.25	800	1.469	1.102	6.20	789	62	3.3	MS-3
	9	1.674	1.224	7.03	900	1.653	1.240	6.98	888		3.1	
12-0.5"	10	1.860	1.360	7.81	1.000	1.837	1.378	7.75	987		4.5	MS-4
	11	2.046	1.496	8.59	1.100	2.020	1.515	8.53	1.087	72	4.4	
	12	2.232	1.632	9.37	1.200	2.204	1.653	9.30	1.184		4.2	
15-0.5"	13	2.418	1.768	10.15	1.300	2.388	1.791	10.08	1.283		4.1	MS-4
	14	2.604	1.904	10.93	1.400	2.571	1.929	10.85	1.381	72	3.9	
	15	2.790	2.040	11.72	1.500	2.755	2.067	11.63	1.480		3.8	
19-0.5"	16	2.976	2.176	12.50	1.600	2.939	2.204	12.40	1.579		6.0	MS-6
	17	3.162	2.312	13.28	1.700	3.122	2.342	13.18	1.678	85	5.8	
	18	3.348	2.448	14.06	1.800	3.306	2.480	13.95	1.776		5.7	
	19	3.534	2.584	14.84	1.900	3.490	2.618	14.73	1.875		5.6	
22-0.5"	20	3.720	2.720	15.62	2.000	3.674	2.756	15.50	1.974		6.4	MS-6
	21	3.906	2.856	16.40	2.100	3.857	2.893	16.28	2.072		6.3	
	22	4.092	2.992	17.18	2.200	4.041	3.031	17.05	2.171	90	6.1	
27-0.5"	23	4.278	3.128	17.96	2.300	4.225	3.169	17.83	2.270		8.1	MS-6
	24	4.464	3.264	18.74	2.400	4.408	3.307	18.60	2.369		8.0	
	25	4.650	3.400	19.53	2.500	4.592	3.445	19.38	2.467	100	7.9	
	26	4.836	3.536	20.31	2.600	4.776	3.582	20.15	2.566		7.7	
	27	5.022	3.672	21.09	2.700	4.959	3.720	20.93	2.665		7.6	
31-0.5"	28	5.208	3.808	21.87	2.800	5.143	3.858	21.70	2.763		9.8	MS-6
	29	5.394	3.944	22.65	2.900	5.327	3.996	22.48	2.862	110	9.7	
	30	5.580	4.080	23.43	3.000	5.511	4.134	23.25	2.961		9.5	
	31	5.766	4.216	24.21	3.100	5.694	4.271	24.03	3.060		9.4	
37-0.5"	32	5.952	4.352	24.99	3.200	5.878	4.409	24.80	3.158		9.2	MS-6
	33	6.138	4.488	25.77	3.300	6.062	4.547	25.58	3.257	110	9.1	
	34	6.324	4.624	26.55	3.400	6.245	4.685	26.35	3.356		9.0	
	35	6.510	4.760	27.34	3.500	6.429	4.823	27.13	3.454		8.8	

(1) P_o согласно Eurocode 2 [85% $F_{p0,1}$ или 75% F_{pk}]

(2) P_o согласно ENE 98 [75% F_{pk}]

Примечания: Более подробную информацию по комплектации Вы можете получить в нашем техническом отделе.

МУЛЬТИ-НАПРЯГАЮЩИЕ ДОМКРАТЫ. MS СЕРИЯ

МК4 натяжные домкраты представляют четвертое поколение в мульти-натяжном оборудовании. Эти домкраты удобны в применении, в них заложены инновационные решения, они компактны и имеют высокую точность.

МК4 натяжные домкраты, со сквозным отверстием по центру, двойного типа действия с фиксированным цилиндром идвигающимся поршнем сконструированы для работы при давлении 700 атм.

Внутренний блок домкрата можно вращать, таким образом облегчая выравнивание с натягаемым элементом.

Домкраты можно эксплуатировать в стандартном горизонтальном положении или вертикальном. Они имеют особенное автоматическое гидравлическое приспособление для правильной установки клина, чтобы таким образом уменьшить потери нагрузки при передаче.

Все домкраты калибруются перед поставкой для того чтобы установить индивидуальные характеристики усилия/давления.



Общие характеристики	ATB-1	Arrow-3	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-6	MS-7	MS-8	MS-14
Внешний диаметр втулки (мм)	170	135	317	352	484	559	652	703	754	890
Полная длина домкрата (мм)	504	991	850	741	742	764	881	903	930	960
Максимальная длина (мм)	610	1196	1150	960	952	966	1136	1156	1185	1160
Площадь поршня (см ²)	45.36	40.08	175.93	223.64	433.53	678.56	904.78	1099.53	1347.74	2160.04
Усиливающий ход (мм)	105	205	300	219	210	202	255	253	255	200
Максимальное рабочее давление (атм)	637	605	580	690	700	700	660	660	660	700
Максимальное рабочее усилие (кН)	284	256	1020	1542	3033	4748	5969	7254	8892	15.100
Полный вес (кг)	18	35	155	275	385	565	820	900	1010	2350



МК4 МОНО-НАПРЯГАЮЩИЕ ДОМКРАТЫ. СТРЕЛОВИДНАЯ СЕРИЯ (Arrow)

Стреловидный домкрат главным образом сконструирован для натяжения одиночного каната активного анкера типа MUNB 1/0.6" и плоского анкера ML. Этот домкрат облегченный (устанавливается вручную) и имеет фиксирующие приспособление для обеспечения правильной позиции клина внутри анкера, таким образом предотвращая отпуск каната под напряжением.



ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ НАСОСЫ

Имеется полный диапазон оборудования гидравлического насоса и центральной консоли установленных на тележку.

В дополнение к стандартному гидравлическому насосу BPT1, используемому со стреловидным домкратом, домкратами MS1 и MS2, имеется новый гидравлический насос повышенной мощности BPT11. Этот насос предназначен для использования с более крупными мульти-домкратами и способен работать с самым большим домкратом, который производится МК4.

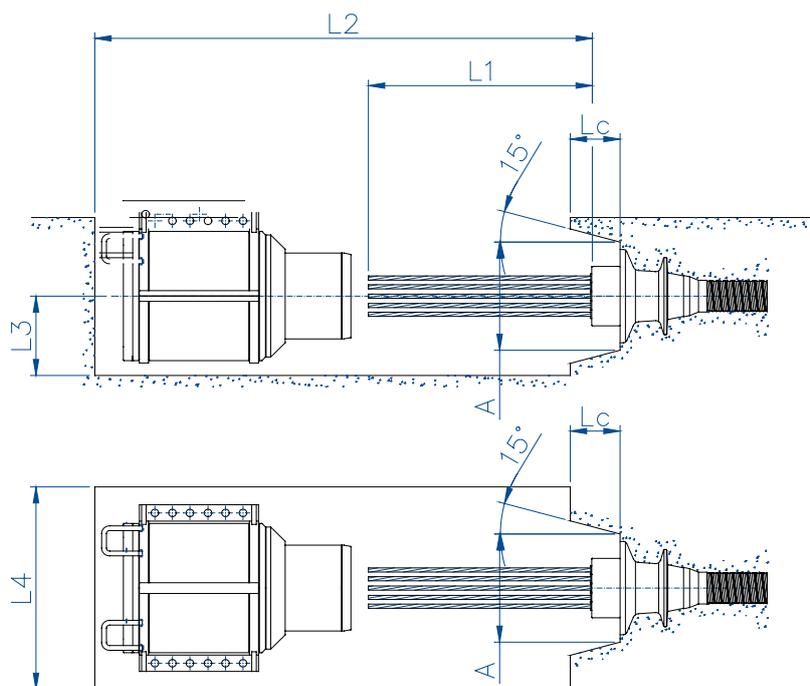


Общие характеристики

Поставка масла	9.5 л/мин.
Максимальное рабочее давление масла	700 бар
Вес	400 кг
Масло	ISO 46 или ISO 68 гидравлический
Мощность	11 кВт 1450 об/мин
Охлаждение	Перемещение горячего воздуха
Электрическое напряжение	24 В
Электрическая поставка	трехфазные 380 В + нейтраль + заземление (64 А, 50 Гц)
Размеры (высота, ширина, длина)	950 мм, 595 мм, 1050 мм

НЕОБХОДИМЫЕ РАЗМЕРЫ И ТРЕБОВАНИЯ К ПРИЯМКАМ АНКЕРА

Приведенные таблицы показывают габаритные размеры приямка анкера и длины канатов с требованиями пространства для расположения домкратов.



Канат	Тип напрягаемого элемента	L1	L2	L3	L4	A	LC
		мм	мм	мм	мм	мм	мм
0,6" (15 мм)	4	800	1750	188	410	220	120
	5	800	1650	200	450	220	120
	7	800	1650	200	450	244	131
	9	850	1700	240	580	270	130
	12	850	1700	240	580	304	142
	15	900	1750	280	660	332	148
	19	900	1750	280	660	364	164
0,5" (13 мм)	24	1000	2000	380	760	406	165
	27	1000	2000	380	800	445	175
	31	1000	2000	380	800	445	185
	37	1000	2100	430	860	494	198
	43	950	2060	430	1000	510	210
	4	800	1750	188	410	220	115
	5	800	1750	188	410	220	115
	7	800	1750	188	410	220	115
	9	800	1650	200	450	244	120
	12	850	1700	240	580	270	125
	15	850	1700	240	580	304	130
	19	900	1750	280	660	332	140
	22	900	1750	280	660	364	145
	27	1000	2000	380	760	445	155
	31	1000	2000	380	760	445	160
35	1000	2000	380	760	445	165	

Примечание. Изменения могут быть сделаны к информации, которая содержится в этой брошюре в любое время по мере того как разрабатываются новые методы или материалы.

Введение

I. ОГРАНИЧЕНИЕ УСИЛИЯ ПРЕДНАПРЯЖЕНИЯ

II. ПОТЕРИ ПРЕДНАПРЯЖЕНИЙ

A. Мгновенные (первые) потери

- а) Потери трением в каналообразователе
- б) Потери напряжения при передаче
- с) Потери напряжения из-за пластичной деформации бетона

B. Долговременные (вторые) потери

III. УДЛИНЕНИЕ НАПРЯГАЕМОГО ЭЛЕМЕНТА

IV. БЛОК АНКЕРА

A. Напряжение опорной части

B. Сила раскалывания





ВВЕДЕНИЕ

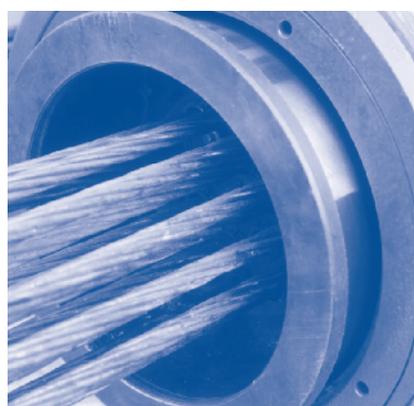
Для проектирования и применения пост-натяженных напрягаемых элементов следует рассмотреть следующие факторы:

- I Ограничение усилия напряжения
- II Потери преднапряжений
- III Удлинение напрягаемого элемента
- IV Блок анкера

Методы расчета приводятся в соответствии с требованиями европейского стандарта Еврокод 2 «Проектирование бетонных конструкций» и «Руководство пост-натяжения» от PTI (Post-tensioning Institute).

Если эти примечания использованы в странах, где применяются другие стандарты, то проверка должна быть сделана для того, чтобы обеспечить соответствиерасчетов с местными требованиями.

Некоторые параграфы вводят примечания, ссылаясь на другие стандарты, в этом случае наименования стандарта указаны.



I. ОГРАНИЧЕНИЕ УСИЛИЯ ПРЕДНАПРЯЖЕНИЯ

Максимальное первоначальное преднапряжение

Сразу после установки клиньев на место, усилие в пост-натяженных напрягаемых элементах не должно превышать значения:

- Еврокод 2 Минимум от следующих значений:
- 75% от нормативного сопротивления напрягаемого элемента растяжению
 - 85% предела текучести (0,1% контрольное напряжение)
- BS 5400-4
- 70% от нормативного сопротивления напрягаемого элемента растяжению



Усилие домкрата

Усилие домкрата может быть увеличено во время напряжения от максимального первоначального преднапряжения до следующих ограничений:

- Еврокод 2 Минимум от следующих значений:
- 80% от нормативного сопротивления напрягаемого элемента растяжению
 - 90% от предела текучести (0,1% контрольное напряжение)
- BS 5400-4
- 80% от нормативного сопротивления напрягаемого элемента растяжению

Максимальное усилие домкратом можно применять только временно к напрягаемым элементам. Усилие в напрягаемом элементе не может превышать максимальный показатель преднапряжения после перехода от домкрата к анкеру.



II. ПОТЕРИ ПРЕДНАПРЯЖЕНИЙ

Первоначальное пост-натягаемое усилие (P_0), приложенное к активному анкеру, переданное вдоль напрягаемого элемента уменьшается вследствие мгновенных и долгосрочных потерь.

Эффективное ПН усилие (P_e) в каждой точке напрягаемого элемента можно вывести следующим образом:

$$P_x = P_o - \Delta P_i - \Delta P_{dif}$$

где:

P_x — ПН усилие в точке, расположенном в x метрах от анкера;

P_o — усиливающее напряжение или первоначальное усилие пост-напряжения на анкере ($x = 0$);

ΔP_i — мгновенные (первые) пост-напряженные потери;

ΔP_{dif} — длительные (вторые) пост-напряженные потери.

Для определения точного значения P_o , кривые калибровки для оборудования (домкраты и манометры) должны быть обеспечены.

Для мгновенных (первых) потерь необходимо учесть следующее:

- трение между напрягаемым элементом и каналообразователем;
- притяжку клина внутри анкера;
- эластичные деформации бетона.

Для длительных (вторых) потерь необходимо учесть следующее:

- усадку бетона;
- ползучесть бетона;
- релаксацию стали.

А. Мгновенные (первые) потери

а) Потери от трения в каналообразователе

Потери от трения рассчитаны в соответствии с формулой Кулона.

$$\Delta P = P_o \left(1 - e^{-(\mu\alpha + kx)} \right)$$

где:

μ — коэффициент для определения потерь от трения напрягаемого элемента (рад^{-1});

α — суммарный угол поворота оси напрягаемого элемента (рад);

k — коэффициент для определения потерь от трения напрягаемого элемента (м^{-1});

x — длина участка от натяжного устройства до расчетного сечения (м)

Коэффициент трения зависит от таких факторов как состояние внутренней поверхности каналообразователя, состояние внешней поверхности арматурного каната и расположение напрягаемых элементов.

Когда $\mu\alpha + kx \leq 0.3$ используется следующее приближённое линейное уравнение:

$$\Delta P = P_o (\mu\alpha + kx)$$

Коэффициент трения		μ (рад^{-1})	k (10^3 м^{-1})
Не смазанные напрягаемые элементы	Промежуток	0.18–0.26	0.6–3.3
	Применяемое значение	0.22	2.5
Смазанные напрягаемые элементы	Промежуток	0.12–0.18	0.6–1.8
	Применяемое значение	0.15	1.8
Не сцепленные напрягаемые элементы	Промежуток	0.05–0.07	0.3–0.7
	Применяемое значение	0.07	0.7

б) Потеря преднапряжения при передаче

Потеря преднапряжения происходит когда нагрузка усилия переходит от домкрата к анкеру напрягаемого элемента. Результатом этой потери преднапряжения, во время передачи, будет сокращение напрягаемого элемента на переходе из-за притяжки клина внутри анкера, скольжения каната по отношению к клину и установки по месту плиты анкера на раструб.

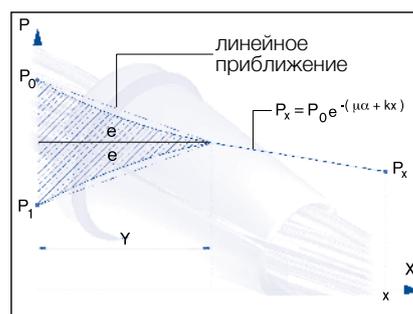
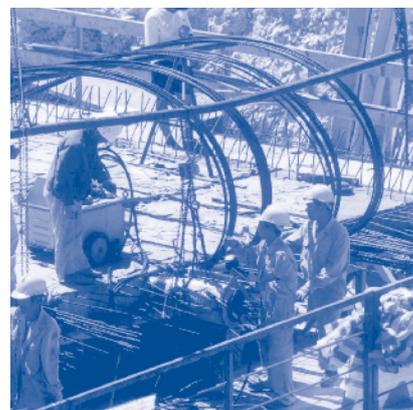
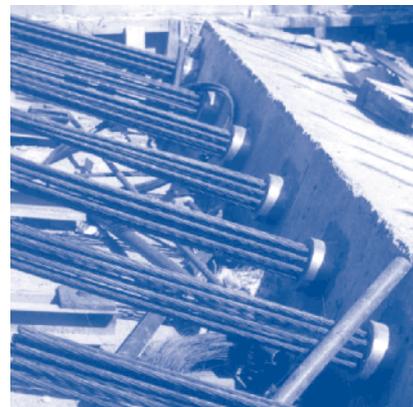


Рис. 1



После напряжения, клин устанавливается в свой анкер при помощи гидравлического приспособления внутри домкрата. После того как домкрат отпускает канат, напрягаемое усилие передается с домкрата на плиту анкера.

В результате этой процедуры клин входит внутрь анкера до нескольких миллиметров, до достижения уравнивания напряжения и деформации. Скольжение каната и установка по месту плиты анкера почти незначительны. Все эти факторы приводят к сокращению напрягаемого элемента и из-за этого к потере преднапряжения и, как следствие этого, «притяжка клина» составляет от 4 до 6 мм для систем МеКапо4.

Из-за потерь трением потеря преднапряжения, из-за притяжки клина, влияет только на некоторую длину напрягаемого элемента, от максимальной потери у анкера до длины « l_a » от анкера.



В случае коротких напрягаемых элементов особое внимание должно быть уделено потерям из-за притяжки клиньев, однако потери напряжения в этом случае из-за укорачивания напрягаемого элемента гораздо более высоки.

$$l_a = \frac{\alpha E_p A_p}{P_o (\mu \alpha + k l_a)}$$

l_a вычисляется итеративным путем

где:

l_a — длина влияющая на притяжку клина внутри (м);

α — притяжка клина (4–6 мм) (мм);

E_p — модуль упругости стали (кН/мм²);

A_p — площадь сечения напрягаемого элемента (мм).

Потери из-за притяжки клина (P_2) рассчитываются следующим образом:

$$\Delta P_2 = 2 P_o \left(1 - e^{-(\mu \alpha + k l_a)} \right)$$



с) Потеря преднапряжения из-за эластичной деформации бетона

В момент натяжения напрягаемых элементов бетон мгновенно претерпевает эластичное сокращение из-за усилия обжатия. Если все напрягаемые элементы сечения бетона не натягиваются одновременно, то будет прогрессивная потеря преднапряжения из-за сокращения напрягаемых элементов вследствие деформации бетона. Предполагается, что все напрягаемые элементы испытывают равномерное сокращение и напрягаются один за другим, в этом случае потери можно рассчитать по следующей формуле:

$$\Delta P_3 = \frac{n-1}{2n} \frac{E_p}{E_{cj}} A_p \sigma_{cp}$$

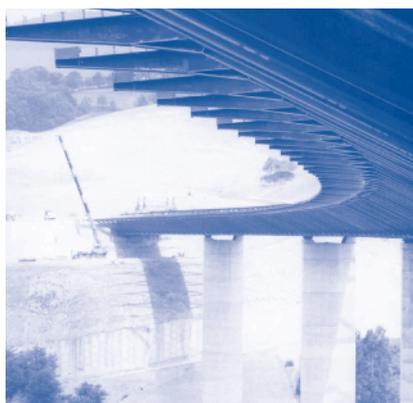
где:

σ_{cp} — напряжение при сжатии бетона на уровне центра тяжести напрягаемых элементов из-за усилия пост-напряжения и других сил возникающих в момент натяжения

$$\sigma_{cp} = \frac{P_o - \Delta P_1 - \Delta P_2}{A_c} + \frac{(P_o - \Delta P_1 - \Delta P_2) e^2 - M_{cp} \cdot e}{I_c}$$

где:

E_{cj} — модуль упругости бетона в j дней;



e — эксцентриситет напрягаемого элемента относительно центра тяжести сечения бетона;

I_c — момент инерции площади сечения бетона;

M_{cp} — максимальный момент площади сечения бетона;

A_c — площадь сечения бетона;

n — количество напрягаемых элементов в сечении бетона;

j — время приложения преднапрягающего усилия.

В. Длительные (вторые) потери

Эти потери преднапряжения происходят в результате ползучести и усадки бетона, а также релаксации стали арматурных канатов.

Высчитать долговременные потери можно используя следующие формулы:

$$\Delta P_{df} = \frac{n\varphi(t, t_0) \sigma_{cp} + E_p \varepsilon_{cs}(t, t_0) + 0.80 \Delta \sigma_{pr}}{1 + n \frac{A_p}{A_c} \left(1 + \frac{A_c y_p^2}{I_c}\right) (1 + \chi \varphi(t, t_0))} A_p$$

где:

n — коэффициент между модулем упругости стали и модулем упругости бетона:

E_p/E_c ;

$\varphi(t, t_0)$ — коэффициент ползучести бетона во время напряжения напрягаемых элементов;

σ_{cp} — напряжение при сжатии бетона на уровне центра тяжести напрягаемого элемента, из-за усилия пост-напряжения, постоянной и дополнительной нагрузок;

ε_{cs} — относительная деформация от усадки бетона.

Принято приближенное значение: $\varepsilon_{cs} = 0,4$ мм/м через бесконечный промежуток времени;

σ_{pr} — напряжение из-за релаксации стали:

$$\Delta \sigma_{pr} = \rho_j \frac{P_0 - \Delta P_1 - \Delta P_2 - \Delta P_3}{A_p}$$

где:

ρ_j — значение релаксации стали через бесконечный промежуток времени;

Принято приближенные значения: $\rho_j = 0,029$ на 60% ГППР

$\rho_j = 0,058$ на 70% ГППР

(ГППР — гарантированный предел прочности на растяжение напрягаемой стали);

$y_p = e$ — расстояние между центром силы тяжести бетонной части и центром силы тяжести напрягаемого элемента;

$\chi = 0,8$ — коэффициент, учитывающий время твердения бетона;

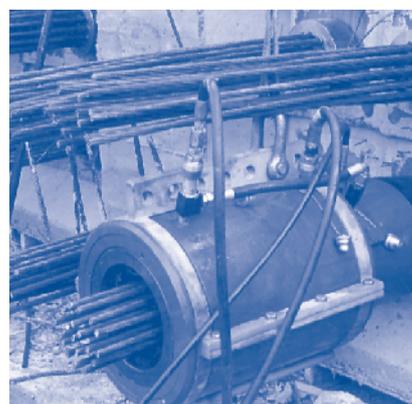
M_{cp} — предельный момент постоянной и дополнительной нагрузок в сечении бетона.

III. УДЛИНЕНИЕ НАПРЯГАЕМОГО ЭЛЕМЕНТА

Натягивание напрягаемого элемента — контролируемый процесс при котором удлинение и показания давления на приборе контролируются на всех этапах.

Окончательное удлинение напрягаемого элемента, полученное путем измерений на месте, сравнивается с теоретическим значением удлинения для того, чтобы проверить приемлемость результатов.

Предполагается, что удлинении линейное и высчитывается при помощи закона Хука.



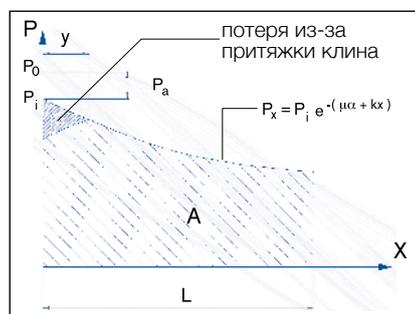


Рис. 2

$$\Delta l = \varepsilon \cdot l = \frac{\sigma_s l}{E_p}$$

где:

Δl — удлинение напрягаемого элемента;

l — длина напрягаемого элемента;

$\varepsilon \cdot l$ — относительная деформация напрягаемого элемента на единицу длины;

σ_s — напряжение растяжения стали для преднапряжения ($\sigma_s = P/A_p$).

Из-за потерь пост-напряжения удлинение дается как функция усилия, приложенного на каждом участке напрягаемого элемента.

$$\Delta l = \int_0^l \frac{\sigma_s}{E_p} dx$$

Удлинение пропорционально площади области под диаграммой усилий, приложенного к напрягаемому элементу (см. рис. 2).

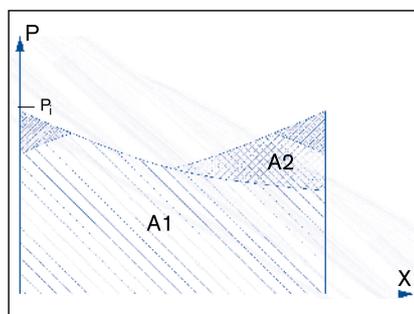


Рис. 3

$$\Delta l = \frac{l}{A_p E_p} \int_0^l P_x dx$$

где:

l — длина напрягаемого элемента;

P_x — усилие на участке «x» (усилие домкрата минус потери трения).

Если напрягаемый элемент имеет 2 активных анкера, то его можно напрягать с обоих концов и, таким образом, удлинение напрягаемого элемента будет пропорционально площади области под диаграммой усилий, приложенных к обоим концам напрягаемого элемента, т.е. пропорционально к зоне A1+A2 (см. рис. 3).

IV. БЛОК АНКЕРА

Блок анкера обозначен зоной высокого напряжения бетона вокруг двух конечных точек пост-напряженного напрягаемого элемента. Он располагается от анкера напрягаемого элемента к тому сечению бетона, где предположительно происходит линейное распределение напряжения во всем сечении.

При конструировании блоков анкера необходимо учитывать две разные группы сил, которые возникают вокруг анкерного блока:

- напряжение опорной части;
- сила раскалывания.

Проверка напряжения опорной части анкера помогает определить правильность выбора типа анкера и допустимую (необходимую) прочность бетона при сжатии. Проверка сила раскалывания требуется для определения необходимого усиления анкера ненапрягаемой арматурой.

А. Напряжение опорной части

Усилие, переданное через зону опорной части анкера к конечному блоку, производит высокую концентрацию напряжений бетона, которую можно оценить следующим образом:

$$\sigma_c = \frac{P}{A_b}$$

где:

P — усилие приложенное на анкере;

A_b — площадь опорной части анкера.

Площадь опорной части для разных раструбов анкеров системы МК4 перечислена в следующей таблице.

Тип анкера		Площадь опорной части анкера
0,6" (15 мм)	0,5" (13 мм)	
	4/0,5"	328
	5/0,5"	328
4/0,6"		328
	7/0,5"	328
5/0,6"		328
	9/0,5"	454
7/0,6"		454
	12/0,5"	582
9/0,6"		582
	15/0,5"	778
12/0,6"		778
	19/0,5"	981
	22/0,5"	1198
15/0,6"		981
	27/0,5"	1561
19/0,6"		1198
	31/0,5"	1561
	35/0,5"	1561
24/0,6"		1561
27/0,6"		2050
31/0,6"		2050
37/0,6"		2487
43/0,6"		2822

Напряжение обжатия в зоне опорной части анкера должно быть проверено на двух разных этапах:

- При передаче нагрузки (усилие домкрата).

$$\sigma_{co} = \frac{P_o}{A_b}$$

где:

P_o — максимальное усилие домкрата, приложенное к анкеру при натяжении;

A_b — площадь опорной части анкера;

σ_{co} — напряжение при сжатии бетона при передаче нагрузки.

σ_{co} не должно превышать самое низкое из двух значений σ_{coP0} (допустимого напряжения при сжатии бетона при передаче нагрузки).

$$\sigma_{co} \leq \sigma_{coP0} = 0.8f_{ci} \sqrt{\left(\frac{A'_b}{A_b} - 0.2\right)}$$

$$\sigma_{co} \leq \sigma_{coP0} = 1.25f_{ci}$$

где:

f_{ci} — прочность бетона на сжатие во время натяжения

A'_b — площадь блока анкера — максимальная площадь бетона вокруг анкера, ограниченная границами сечения бетона или другого блока анкера.

- При эксплуатационных нагрузках.

$$\sigma_{cs} = \frac{P_s}{A_b}$$

где:

σ_{cs} — напряжение бетона на сжатие при эксплуатационных нагрузках;

P_s — усилие преднапряжения пост-напряженного напрягаемого элемента при эксплуатации.

Эксплуатационные нагрузки могут быть вычислены путем вычитания всех потерь преднапряжения от первоначального усилия в зоне анкера.

Предполагаемая эксплуатационная нагрузка: 80% от прилагаемого домкратом усилия.

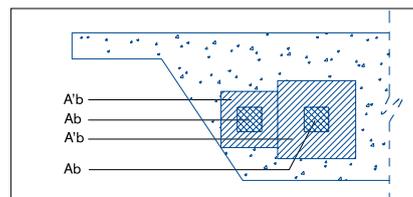
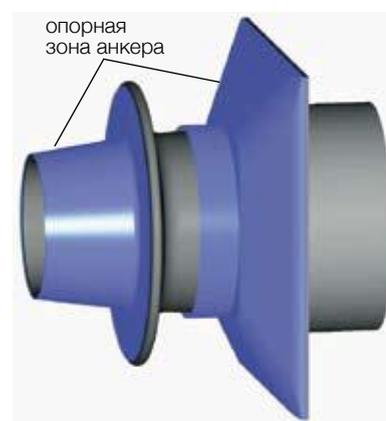
σ_{cs} не должно превышать самое низкое, из двух следующих значений σ_{cps} (допустимого напряжения при сжатии при передаче нагрузки).

$$\sigma_{cs} \leq \sigma_{cps} = 0.6f_c \sqrt{\left(\frac{A'_b}{A_b}\right)}$$

$$\sigma_{cs} \leq \sigma_{cps} = 1.25f_c$$

где:

f_c — расчетная прочность бетона на сжатие.





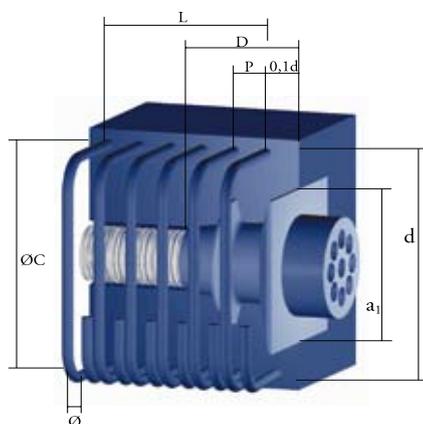
В. Сила раскалывания

В блоке анкера появляются растяжимые усилия, которые надо компенсировать дополнительным арматурным усилением. Эти разрывные растяжимые усилия происходят от изгиба линии усилия и возникают в зоне опорной части анкера, где линии усилия расходятся, пока они не достигают равномерного распределения.

На рис. 6 показано распределение напряжений из-за возникновения силы раскалывания, перпендикулярно к оси напрягаемого элемента.

$$f_s A_s = Z = 0.25 P_o \left(1 - \frac{a_1}{d}\right)$$

$$f_s A_s = Z = 0.25 P_o \left(1 - \frac{\Omega a_1}{d}\right)$$



где:

Z — общая сила раскалывания;

f_s — проектная прочность арматурного усиления;

Предполагаемая прочность арматурного усиления:

400 Н/мм² * (для стали с пределом текучести 500 Н/мм²);

A_s — площадь стали необходимая для предотвращения раскалывания;

P_o — максимальная сила домкрата при натяжении;

Ω — фактор формы.

Предполагаемые факторы формы:

$\Omega = 1$ для анкеров с одиночной опорной плитой без ребер.

$\Omega = 0,93$ для анкеров MeKaHo4 с ребрами.

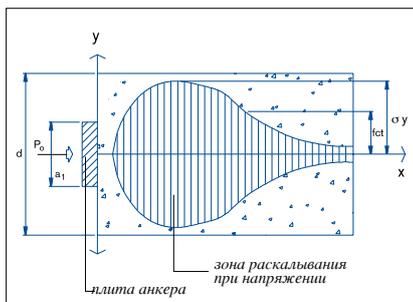


Рис. 6

Примечание. Кроме ограничения прочности арматурного усиления максимально до 80% от предела текучести, также необходимо установить предел напряжения соответствующий относительной деформаций стали равный значению 0.002. Этот последний предел должен быть уменьшен до относительной деформаций стали 0.001 в зонах, где защитный слой арматуры меньше чем 50 мм.

В таблице приведены данные для арматурного усиления анкеров МК4-MS. При подготовке таблицы сделаны следующие предположения:

Сила преднапряжения = 85% от нормативного сопротивления напрягаемого элемента растяжению

Коэффициент между наружной стороной раструба и стороной блока анкера (a_1/d) = 0.5.

Прочность на сжатие бетона 28 Н/мм² (цилиндрический пробный образец).



Анкера		Раструб	a_1	D	L	P	ϕ C	хомуты	ϕ
15 мм	13 мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	шт.	мм
	4/0.5"	T-4	170	155	240	80	210	4	10
	5/0.5"	T-4	170	155	240	80	210	4	10
4/0.6"		T-4	170	155	240	80	210	4	12
	7/0.5"	T-4	170	155	240	80	210	4	12
5/0.6"		T-4	170	155	240	60	210	5	12
	9/0.5"	T-5	194	150	285	95	260	4	14
7/0.6"		T-5	194	150	280	70	260	5	14
	12/0.5"	T-6	220	175	320	80	310	5	14
9/0.6"		T-6	220	175	325	65	310	6	14
	15/0.5"	T-7	254	200	360	90	350	5	16
12/0.6"		T-7	254	200	375	75	350	6	16
	19/0.5"	T-8	282	235	400	80	400	6	16
	22/0.5"	T-19	314	230	440	110	440	5	20
15/0.6"		T-8	282	235	420	60	400	8	16
	27/0.5"	TR-24	356	520	510	170	500	4	25
19/0.6"		T-19	314	230	450	90	440	6	20
	31/0.5"	TR-24	356	520	510	170	500	4	25
	35/0.5"	TR-24	356	520	500	125	500	5	25
24/0.6"		TR-24	356	520	500	125	500	5	25
27/0.6"		TR-31	404	570	575	115	560	6	25
31/0.6"		TR-31	404	570	570	95	560	7	25
37/0.6"		TR-37	444	670	630	90	620	8	25
43/0.6"		TR-43	490	1100	720	80	680	10	25

Примечание. $a_1/d = 0,5$ — прочность бетона на сжатие = 28 Н/мм²

Если значение a_1/d не равно 0.5 и прочность бетона на сжатие не соответствует 28 Н/мм², то арматурное усиление, перечисленное в таблице, не может быть применено и новые арматурные усиления для анкера должны быть пересчитаны.

Примечание. Изменения могут быть сделаны к информации, которая содержится в этой брошюре, в любое время, по мере того как развиваются новые методы или материалы.



www.mekano4.com



MeKano4, S.A.



BARCELONA
Head Office

Carretera de Rubí 72-74
Edificio Horizon
08173 Sant Cugat del Vallès

Tel. +34 902 153 533
Fax +34 935 706 003

mk4@mekano4.com

MADRID

Av. Labradores 1
Planta 4º, Oficina nº1
28760 Tres Cantos

Tel. +34 918 049 260
Fax +34 918 032 864

mk4_mdr@mekano4.com

Официальный представитель
МЕКАНО4 в Украине

ООО "Контек Украина"
01032, Украина, город Киев
бульвар Т.Шевченко, дом 33,
13 этаж

тел.: +38 095 281 9717

ukraine@mekano4.com

www.mekano4.com