ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО



PCs® Консольная система

Консольная система для поддержки балок

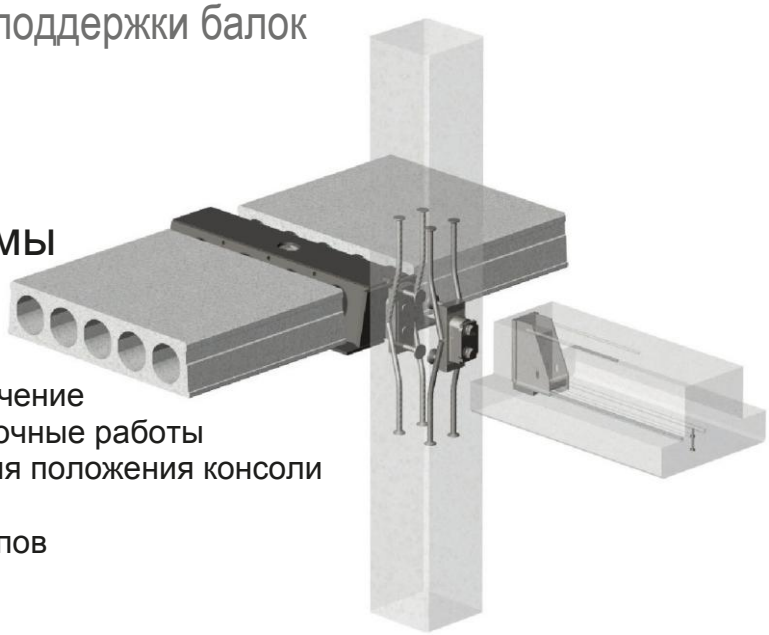
www.fastcon.ru

Fastcon

Fastcon

Консольная система PCs

Консольная система для поддержки балок



Преимущества системы

- Свободное пространство под балкой при скрытой консоли
- Постоянное поперечное сечение колонны облегчает опалубочные работы
- Возможность регулирования положения консоли после формовки колонны
- Установка балок без выступов

Консольная система PCs – это строительная система, которая служит в качестве вертикальной опоры между стальными балками, композитными балками Deltabeam, железобетонными балками, железобетонными колоннами или стенами. Она состоит из стального выступа, который крепится болтами к крепежной пластине, встроенной в колонну. Крепежная пластина закладывается в колонну при формовке вместе с основной арматурой, а консольная пластина крепится к колонне только после снятия опалубки. Форма и материал опалубки могут быть такими, как если бы консоли не было вовсе!

Размер системы PCs выбирается таким образом, что положение консольной пластины можно отрегулировать относительно закладной пластины в колонне. После того, как консольная пластина прикреплена болтами к закладной пластине, систему PCs можно использовать без необходимости выполнения каких-либо дополнительных операций на производственной или строительной площадке (заклинивание, сварка и т.п.). Стандартные модели консольных систем PCs рассчитаны на вертикальные нагрузки до 1500 кН. Такие значения сопротивлений гарантируются при использовании консолей PCs для поддержки стальных, композитных и железобетонных балок. Помимо сопротивления вертикальной нагрузке, также обеспечивается сопротивление крутящему моменту при использовании консолей PCs для поддержки стальных и композитных балок.





Содержание

О консольной системе PCs

1. **Характеристики системы 4**

1.1 Работа строительной конструкции 6

1.2 Ограничения в применении 6

1.2.1 Условия нагружения и эксплуатации 6

1.2.2 Взаимодействие с колонной и стеной 6

1.2.3 Размещение консоли 10

1.2.4 Размещение балки 11

1.3 Другие характеристики 12

2. **Сопротивления 16**

2.1 Штатное использование 16

2.2 Пожар 18

Выбор консольной системы PCs

Приложение A – Дополнительная арматура 27

Приложение B – Примеры расчетов 35

Приложение C – Другие варианты использования консольных систем PCs 39

Установка консольной системы PCs 40

1. Характеристики системы

Несмотря на то, что для решения самых сложных строительных задач имеется несколько вариантов моделей консольных систем PCs, все системы PCs состоят из следующих деталей:

- Консольная часть: включает в себя консольную пластину (3), прокладочную пластину (2) и болты (5) с шайбами (4)
- Закладная часть: стальная пластина с приваренными (на заводе Фасткон) вертикальными и горизонтальными крепежными деталями (1)

Закладная часть закладывается в колонну при формовке вместе с основной арматурой колонны; также предусматривается дополнительная арматура для обеспечения взаимодействия между закладной частью системы PCs и колонной. Подробное описание дополнительной арматуры содержится в настоящем Техническом руководстве (Приложение A).

Консольная часть устанавливается на закладную часть после затвердевания бетона и снятия опалубки. Это позволяет использовать простую сплошную форму, а не сложную форму, повторяющую геометрию консоли, которая потребовалась бы для формовки традиционных железобетонных консолей.

Поверхности закладной и консольной пластин подвергаются механообработке таким образом, что на обеих поверхностях образуются горизонтальные ребра. За счет ребер поверхности фиксируются друг относительно друга, и вместе с горизонтальными болтами это создает механизм передачи нагрузки между двумя соединенными элементами.

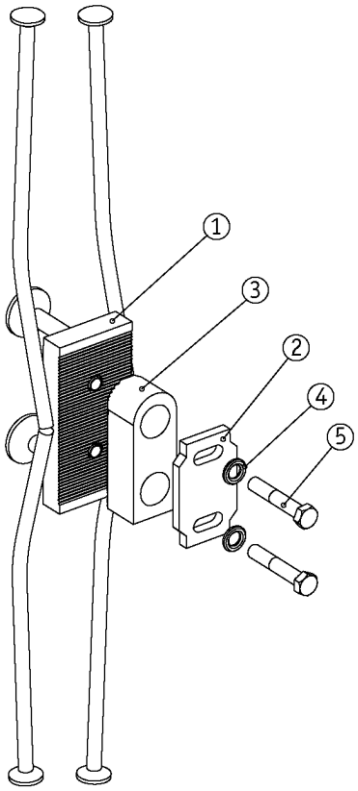
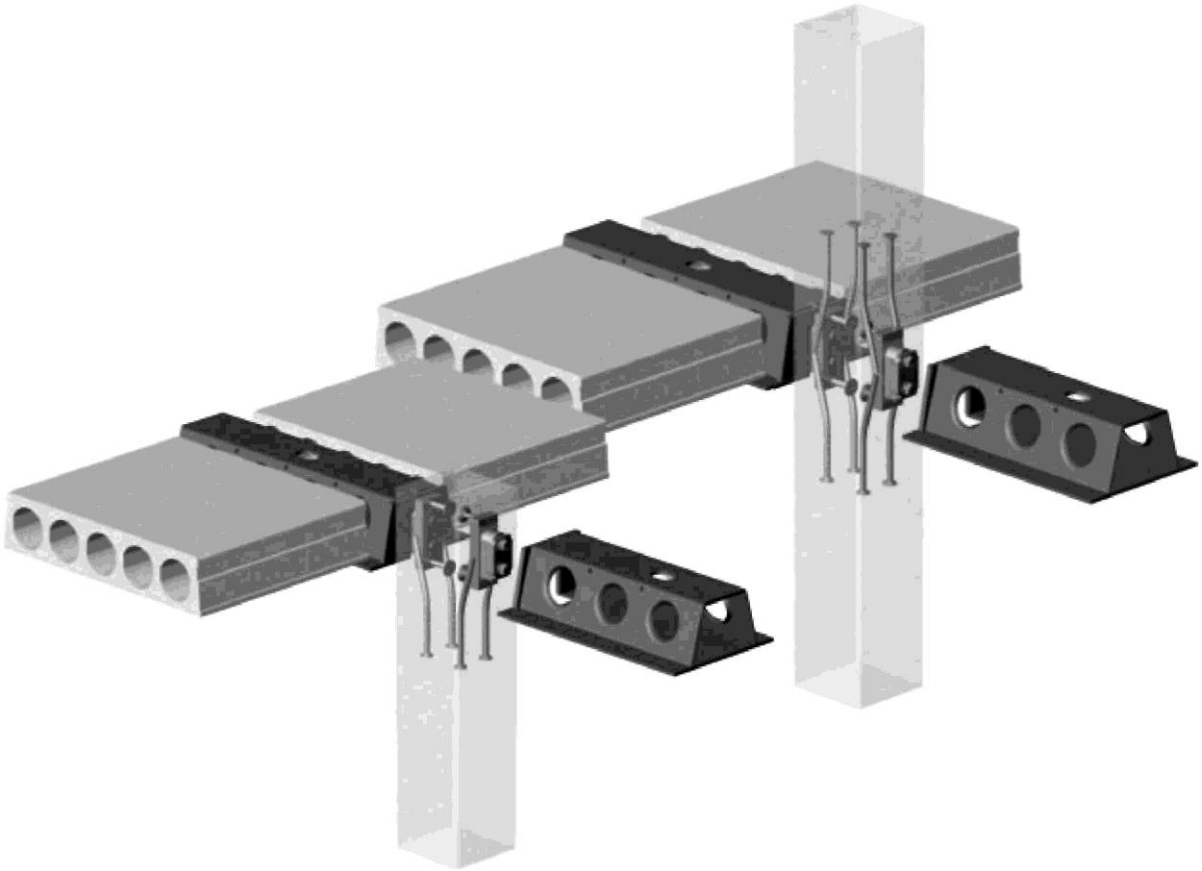


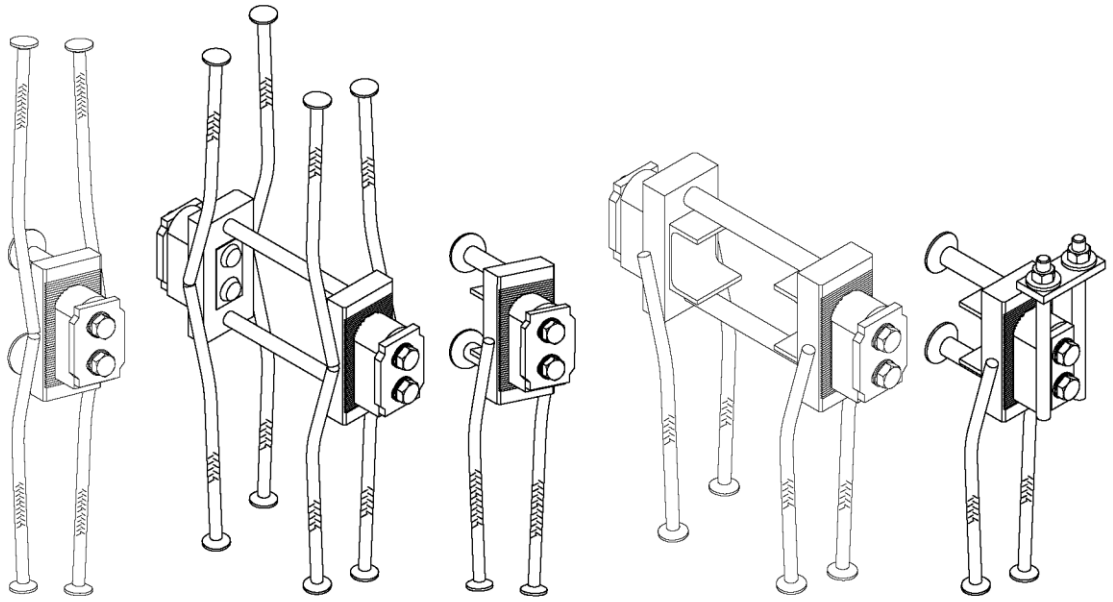
Рисунок 1. Системы PCs и PCs UP с балками Deltabeam и укрупненный вид деталей консольной системы PCs



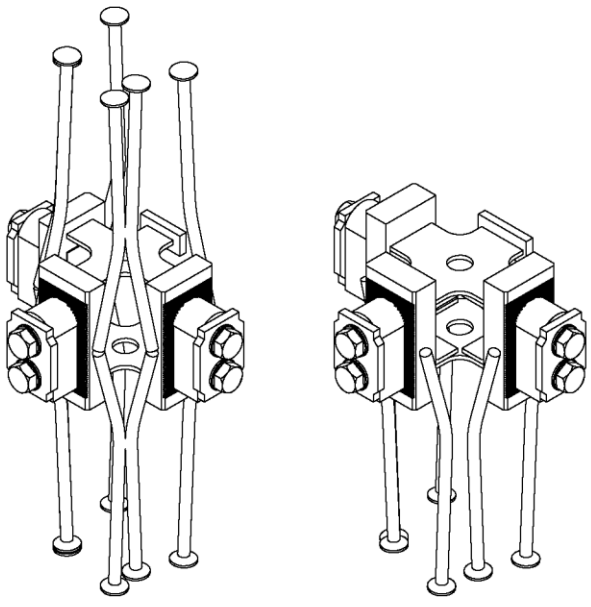
После того как консольная часть установлена, система PCs способна нести вертикальные и горизонтальные нагрузки в период монтажа, при штатной эксплуатации и при пожаре (см. максимальные значения сопротивлений в таблицах 13–18 настоящего Технического руководства). Помимо вертикальных нагрузок, система PCs, используемая для поддержки стальных или композитных балок, также способна выдерживать нагрузки, создаваемые крутящим моментом (см. диаграмму взаимодействия на рисунке 10).

Имеется несколько стандартизованных моделей консольных систем PCs для каждого класса нагрузок (* = За исключение системы PCs 15: в этом случае отсутствуют модели UP (для верхних балок)):

- базовая модель (например, PCs 3)
- двусторонняя базовая модель (например, PCs 3-2)
- модель UP* (для верхних балок) (например, PCs 3 UP)
- двусторонняя модель UP* (например, PCs 3-2 UP)
- многосторонняя базовая модель (например, PCs 3-3 d350)
- многосторонняя модель UP (например, PCs 3-3 d350 UP)
- модели LOCK (со специальным замком для предотвращения отрицательной реакции опоры) для всех вышеуказанных вариантов моделей (например, PCs 3 UP LOCK 340)



PCs 3 *PCs 3-2* *PCs 3 UP* *PCs 3-2 UP* *PCs 3 UP LOCK 340*

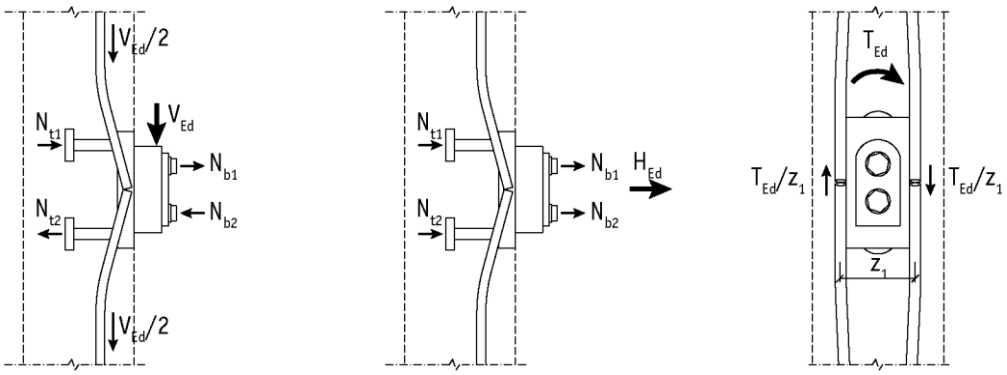


PCs 3–3 d350 *PCs 3 -3 d350 UP*

1.1 Работа строительной конструкции

Консольная система PCs представляет собой стальной блок, который несет вертикальные, горизонтальные нагрузки и нагрузки крутящего момента, передавая их на колонну в месте крепления. Передача нагрузок между балкой и консолью обеспечивается опорой торцевой пластины балки на консоль (вертикальные нагрузки и нагрузки крутящего момента) или на прокладочную пластину (горизонтальные нагрузки). Поэтому балки, поддерживаемые консольными системами PCs, должны иметь торцевую пластину с отверстием, форма которого соответствует форме консольной пластины.

Рисунок 2. Передача усилий в консольной системе PCs при вертикальном, горизонтальном и скручивающем нагружении



Механизм передачи нагрузки в консольных системах PCs при различных видах нагружения показан на рисунке 2. Консольные системы PCs спроектированы таким образом, что все элементы системы обладают достаточным сопротивлением к воздействиям, создаваемым внешними нагрузками.

1.2 Ограничения в применении

Стандартные модели консольных систем PCs рассчитаны на использование в условиях, указанных ниже в этой главе. Если эти условия могут не выполняться, пожалуйста, обратитесь в службу технической поддержки компании Фасткон, чтобы получить нестандартную конструкцию консольной системы PCs.

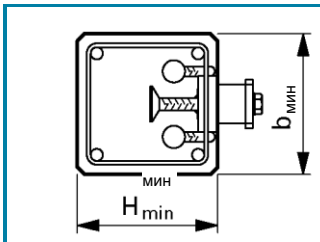
1.2.1 Условия нагружения и эксплуатации

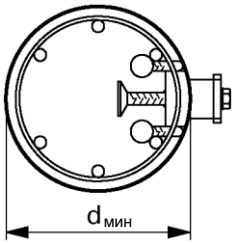
Консольные системы PCs рассчитаны на то, чтобы нести статические нагрузки. При динамических и/или усталостных нагрузках необходимы консольные системы нестандартной конструкции. Система PCs рассчитана на использование в помещениях и в сухих условиях. При использовании систем PCs в других условиях необходимо обработать поверхность или выбрать материалы элементов системы, соответствующие классу воздействия окружающей среды и предполагаемому сроку службы.

1.2.2 Взаимодействие с колонной и стеной

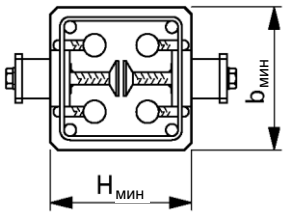
Консольные системы PCs рассчитаны на использование в колоннах и стенах с минимальными размерами, указанными в таблице 1. Пожалуйста, обратите внимание на то, что значения в таблице 1 действительны при условии, что закладная часть консольной системы PCs размещается в середине колонны. Если закладная часть устанавливается не в середине колонны, минимальное расстояние от края закладной части должно быть равным $b_{мин}/2$, где размер $b_{мин}$ берется из таблицы 1.

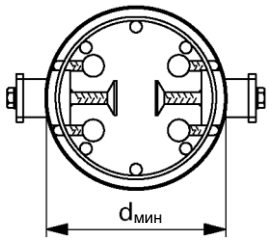
Таблица 1. Минимальные размеры колонны и стены [мм] при использовании деталей базовых моделей



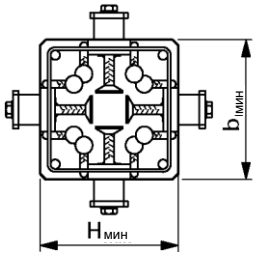


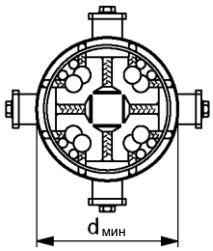
	$H_{мин}$ / $b_{мин}$	$d_{мин}$
PCs 2	280 / 280	280
PCs 3	280 / 280	280
PCs 5	280 / 280	280
PCs 7	380 / 380	380
PCs 10	380 / 380	380
PCs 15	380 / 450	450



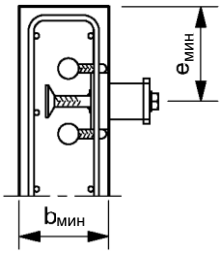


	$H_{мин}$ / $b_{мин}$	$d_{мин}$
PCs 2	280 / 280	290
PCs 3	290 / 280	320
PCs 5	310 / 310	340
PCs 7	380 / 380	380
PCs 10	380 / 380	385
PCs 15	530 / 450	560



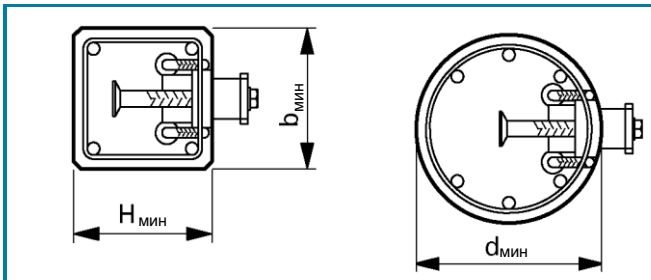


	$H_{мин}$ / $b_{мин}$	$d_{мин}$
PCs 2	310 / 310	350
PCs 3	360 / 360	380
PCs 5	380 / 380	400
PCs 7	480 / 480	500
PCs 10	480 / 480	520
PCs 15	790 / 790	830

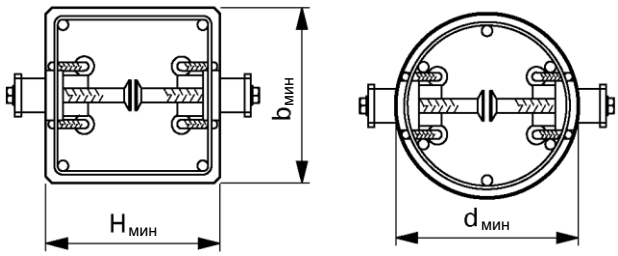


	$b_{мин}$	$e_{мин}$
PCs 2	200	140
PCs 3	200	140
PCs 5	200	140
PCs 7	200	175
PCs 10	220	175

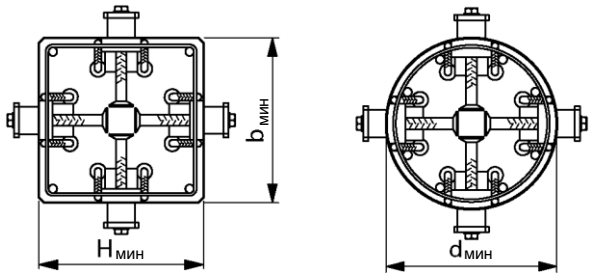
Таблица 2. Минимальные размеры колонн [мм] при использовании стандартных моделей UP



	$H_{мин}$ / $b_{мин}$	$d_{мин}$
PCs 2 UP	280 / 280	280
PCs 3 UP	280 / 280	280
PCs 5 UP	300 / 280	280
PCs 7 UP	380 / 380	380
PCs 10 UP	380 / 380	380



	$H_{мин}$ / $b_{мин}$	$d_{мин}$
PCs 2 UP	280 / 280	290
PCs 3 UP	410 / 280	430
PCs 5 UP	510 / 310	520
PCs 7 UP	430 / 380	470
PCs 10 UP	530 / 380	560



	$H_{мин}$ / $b_{мин}$	$d_{мин}$
PCs 2 UP	310 / 310	350
PCs 3 UP	480 / 480	490
PCs 5 UP	580 / 580	590
PCs 7 UP	580 / 580	600
PCs 10 UP	700 / 700	720

Минимальные размеры колонн (прямоугольного и круглого сечения), в которых должны использоваться многосторонние консольные системы PCs, указаны в таблице 3.

Таблица 3. Минимальные размеры колонны при использовании многосторонней модели

Колонна	Обозначение	Ед. изм.	PCs2	PCs3	PCs5	PCs7	PCs10
Прямоугольного сечения	$H_{мин}$	мм	280	290	340	440	450
Круглого сечения	$D_{мин}$	мм	290	310	360	480	490
Колонна	**Обозначение**	**Ед. изм.**	**PCs2UP**	**PCs3UP**	**PCs5UP**	**PCs7UP**	**PCs10UP**
Прямоугольного сечения	$H_{мин}$	мм	290	330	390	460	510
Круглого сечения	$D_{мин}$	мм	310	350	410	500	550

Разработчик проекта, в котором используется консольная система PCs, должен проверить минимальные размеры колонны, а также сопротивление колонны воздействиям, создаваемым консольной системой PCs. Конструкционные характеристики консольной системы PCs могут быть гарантированы, только если обеспечена дополнительная арматура в колонне или стене в соответствии с правилами, изложенными в Приложении А к настоящему Техническому руководству. Пожалуйста, обратите внимание на то, что дополнительная арматура используется помимо обычной арматуры и арматуры, работающей на срез, которая рассчитана на то, чтобы выдерживать внутренние усилия в колонне или стене.

Стандартные характеристики консольной системы PCs гарантируются при условии, что колонны или стены выполнены из бетона класса не ниже C30/37. Если консоль PCs используется в колоннах или стенах, выполненных из бетона, класс которого ниже, сопротивление консоли необходимо уменьшить, применяя коэффициенты, указанные в таблице 4.

Таблица 4. Понижающие коэффициенты для низких классов бетона

Марка бетона	C25/30	C20/25
PCs 2 – PCs 10	0,90	0,79
PCs 15	0,90	0,67

Консольная система PCs создает вертикальную реакцию, которая прилагается к колонне с эксцентриситетом по отношению к центру тяжести колонны или стены. Этот эксцентриситет создает изгибающий момент MEd,1, который можно определить по формуле:

$$M_{Ed,1} = V_{Ed} .(B/2 + e)$$

где эксцентриситет e берется из таблицы 5.

Прежде, чем передать конструкцию в эксплуатацию, стык между балкой и колонной необходимо залить раствором. При воздействии нагрузки на балку поворот конца балки будет вызывать появление механизма передачи нагрузки, который показан на рисунке 3. Точное значение изгибающего момента, передаваемого консольной системой PCs, ввиду ограниченного поворота балки можно оценить только индивидуально в каждом конкретном случае, исходя из вращательно-моментных свойств балки. Консервативные оценки изгибающего момента $M_{Ed,2}$, передаваемого вследствие ограниченного поворота концов балки, приведены в таблице 5. Изгибающие моменты, указанные в таблице 5 , определяются с учетом того, что в консольной системе PCs создается горизонтальная растягивающая нагрузка H_{Ed} (подробнее см. параграф 2). Если консольная система PCs располагается выше, чем указано в таблице 5 (xb > 50 мм), рекомендуется заполнить стык между торцевой пластиной и колонной деформируемой изоляцией под консолью. Тогда значения изгибающего момента, указанные в таблице 5, остаются действительными.

Рисунок 3. Момент $M_{Ed,2}$, передаваемый от консоли на колонну

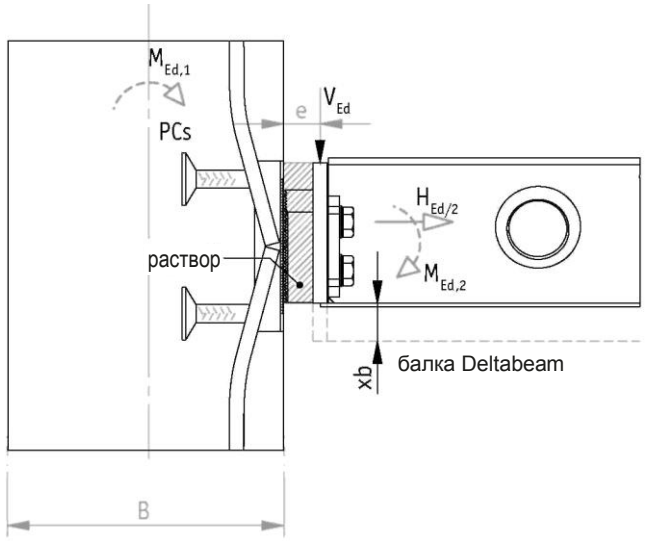


Таблица 5. Изгибающий момент, передаваемый на колонну ($M_{Ed,2}$)

	e [мм]	$M_{Ed,2}$ (xb = 0 мм) [кНм]	$M_{Ed,2}$ (xb = 10 мм) [кНм]	$M_{Ed,2}$ (xb = 50 мм) [кНм]
PCs 2	43	2,7	2,9	3,8
PCs 3	48	3,7	4,0	5,5
PCs 5	56	7,7	8,2	10,3
PCs 7	56	11,9	12,6	15,5
PCs 10	56	20,8	21,8	25,6
PCs 15	56	27,2	28,7	34,7

Суммарное значение изгибающего момента, создаваемого в колонне консолью PCs, составляет:

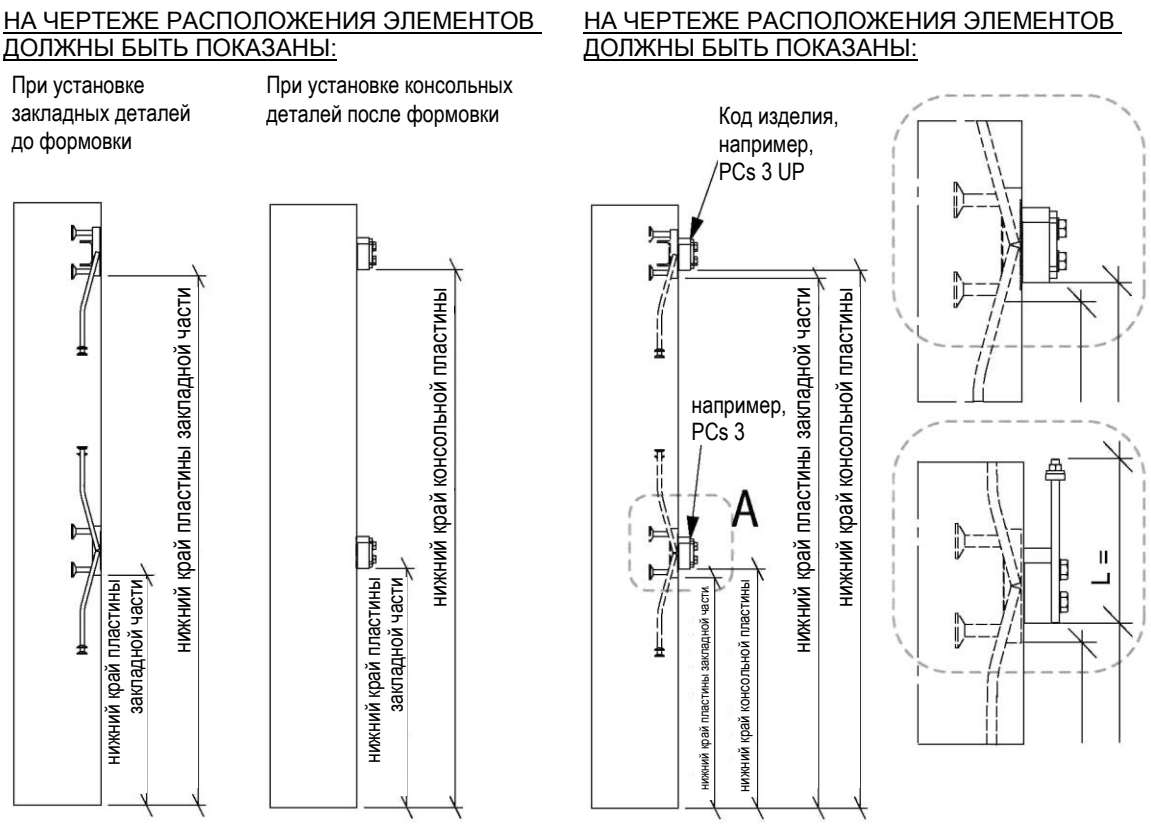
$$M_{Ed} = M_{Ed,1} + M_{Ed,2}$$

Изгибающий момент M_{Ed} необходимо учитывать в конструкции основной арматуры колонны. Пожалуйста, обратите внимание на то, что в любом случае рекомендуется рассматривать консольную систему PCs как простую опору балки.

Хотя консольная система PCs используется в основном в колоннах или стенах, возможны и другие варианты применения. Принципы использования консольной системы PCs для создания боковых соединений в балках подробно изложены в Приложении C к настоящему Техническому руководству.

1.2.3 Размещение консоли

Рисунок 4. Что должно быть показано на чертеже. На чертеже должны быть указаны требуемая дополнительная арматура, а также место нахождения консоли по всем осям



Выбор модели PCs или PCs UP осуществляется с учетом положения консольной системы PCs относительно верха колонны. Если расстояние $L_{верх}$, показанное на рисунке 5, меньше, чем минимальное значение $L_{верх, пред.}$, следует использовать модель PCs UP. Необходимо учитывать минимальное расстояние $L_{верх, мин}$ консоли PCs UP от верха колонны, указанное в таблице 5

Рисунок 5. Выбор моделей PCs UP исходя из положения консоли PCs относительно верха колонны

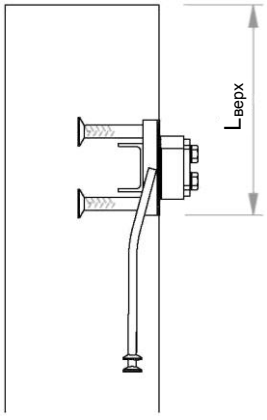


Таблица 6. Расстояние от пластины консоли PCs до верха колонны

	$L_{верх, пред.}$ [мм]		$L_{верх, пред.}$ [мм]
PCs 2	650	**PCs 2 UP**	335
PCs 3	700	**PCs 3 UP**	335
PCs 5	800	**PCs 5 UP**	415
PCs 7	850	**PCs 7 UP**	450
PCs 10	1000	**PCs 10 UP**	480
PCs 15	1000		

1.2.4 Размещение балки

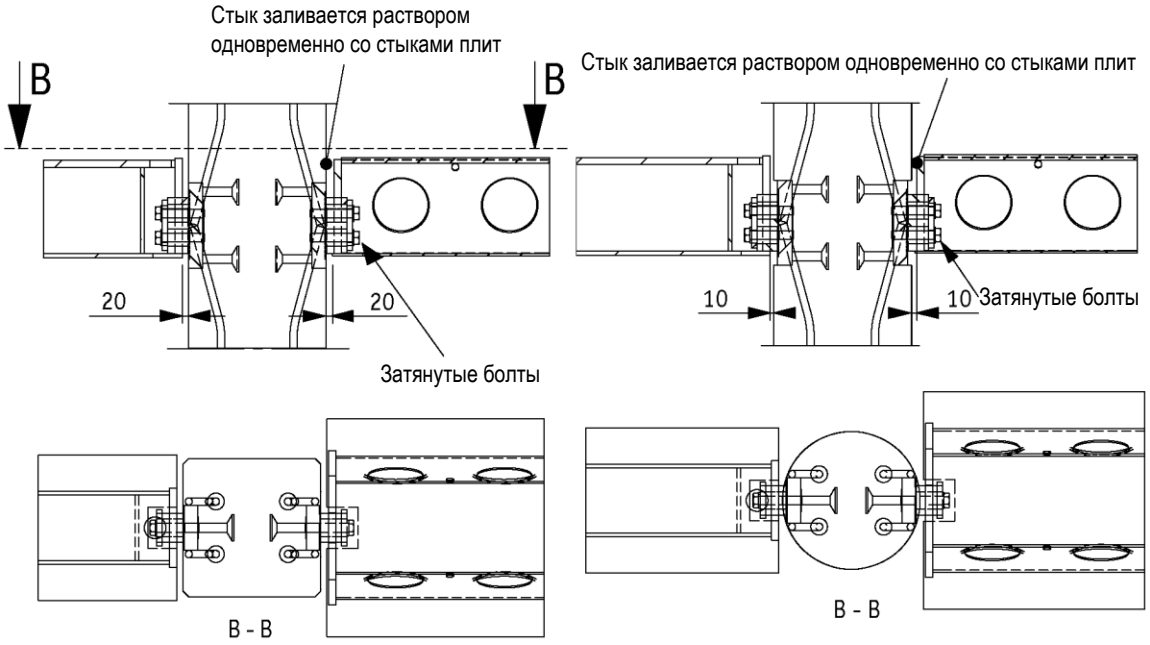
Длина балки должна быть определена таким образом, чтобы расстояние между ближайшей точкой балки и поверхностью колонны прямоугольного сечения составляло 20 мм в соответствии с рисунком 6. Тогда допуск на длину балки в месте соединения равен значению, указанному в таблице 7.

Таблица 7. Допуски на длину балки для колонны прямоугольного сечения [мм]

	PCs 2	PCs 3	PCs 5	PCs 7	PCs 10	PCs 15
Допуск +	20	20	20	20	20	20
Допуск -	-5	-10	-14	-14	-14	-14

Если колонна имеет круглое сечение, допуск на длину балки меньше. Длина балки выбирается таким образом, чтобы расстояние между ближайшей точкой балки и поверхностью колонны круглого сечения составляло 10 мм. Тогда допуск на длину балки в месте соединения составит ±10 мм (за исключение модели PCs 2, для которой допуск составляет +10/-5 мм).

Рисунок 6. Соединение балки с колонной

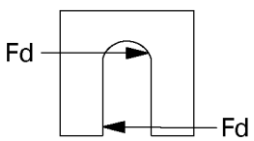


Что должно быть показано на чертеже стальной или композитной балки:

- Укрупненный вид соединения и класс консоли по размеру
- Место расположения паза по отношению к осевой линии балки
- Уровень нижней стороны консоли по отношению к нижней стороне плит

Изготовитель WQ-балок (симметричный коробчатый профиль) должен предусмотреть торцевую пластину WQ-балки для установки. Размеры торцевой пластины указаны в таблице 20. Горизонтальные силы, воздействующие на торцевую пластину, создаются крутящим моментом.

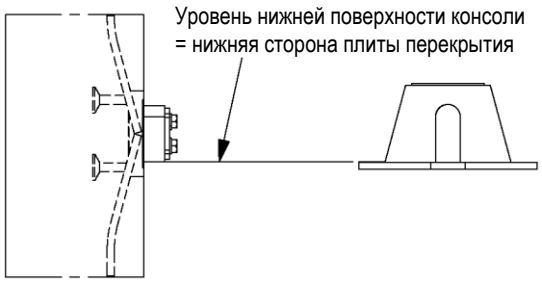
Таблица 8. Горизонтальные силы в торцевой пластине при нагружении, которое соответствует расчетному значению сопротивления скручиванию. Если крутящий момент меньше, силы можно уменьшить в соответствии с крутящим моментом. Нагружение, обусловленное крутящим моментом, одинаково для моделей PCs и PCs UP



	Fd [кН]
PCs 2 / PCs 2 UP	70
PCs 3 / PCs 3 UP	110
PCs 5 / PCs 5 UP	145
PCs 7 / PCs 7 UP	265
PCs 10 / PCs 10 UP	610
PCs 15	1000

Проектировщик балки Deltabeam позаботится о выборе размеров и формы торцевой пластины балки. Проектировщик балки Deltabeam должен иметь информацию об уровне консоли относительно нижней стороны плит.

Рисунок 7. Уровень консольной пластины при использовании балок для перекрытий небольшой толщины



1.3 Другие характеристики

Консольные системы PCs изготавливаются из стальных пластин, арматурных стержней и болтов, материалы которых имеют следующие характеристики:

Пластины	S355J2+N	EN 10025-2
	S355J0	EN 10025-2
Арматура периодического профиля	B500B	SFS 1268, EN 10080
	A500HW	SFS 1215, EN 10080
	BSt 500 S	DIN 488, EN 10080
Болты	класс прочности 10.9	EN-ISO 4014
Шайбы	класс прочности 10.9	EN-ISO 7090

Продукция компании Фасткон контролируется и периодически проверяется на соответствие производственным сертификатам и разрешительной документации различными сторонними организациями и аккредитованными лабораториями.

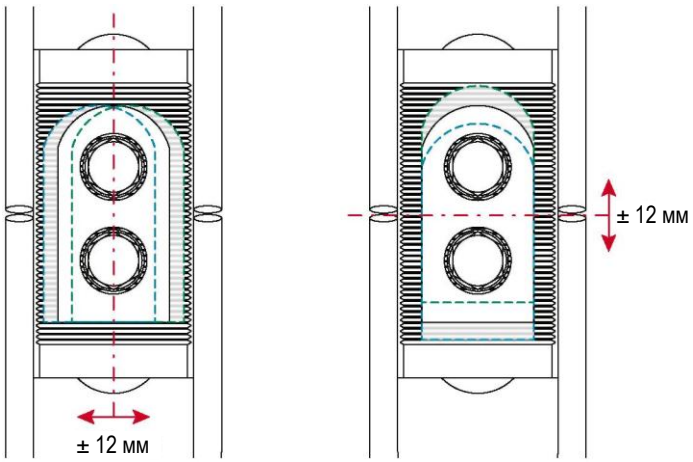
Пожалуйста, обратите внимание на то, что для различных размеров консольной системы PCs гарантированы следующие технологические допуски:

Закладная часть: глубина и ширина ±3 мм
общая высота ±10 мм

Консольная часть: ширина, высота и толщина ±3 мм

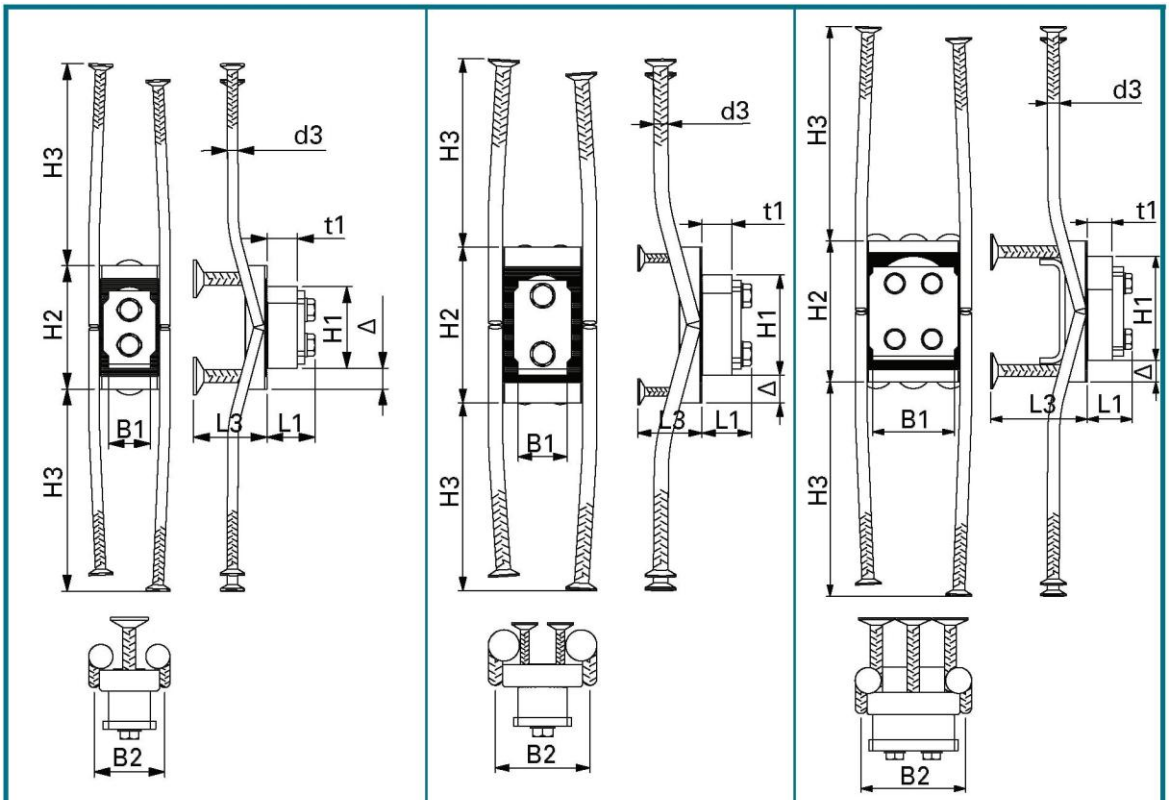
При установке консольной пластины на закладной пластине положение консольной пластины можно отрегулировать в пределах 12 мм по вертикали и горизонтали относительно центрированного положения, при использовании стандартных деталей (рисунок 8)

Рисунок 8. Макс. положения краев консольной пластины в горизонтальном и вертикальном направлениях



Для моделей PCs 2, 3 и 5 LOCK максимальные допуски по горизонтали меньше, чем у стандартной модели, показанной на рисунке 8 слева. Значение допуска по горизонтали составляет +/- 6 мм. Для моделей PCs 7, 10 и 15 LOCK допуск по горизонтали составляет +/- 12 мм.

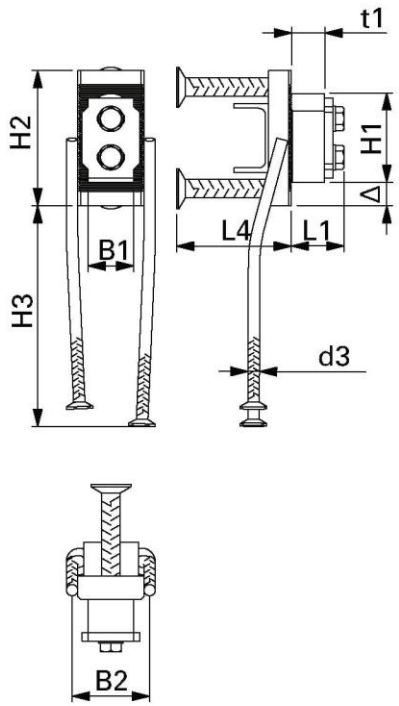
Таблица 9. Размеры [мм], массы [кг] и цветовая кодировка закладных и консольных частей

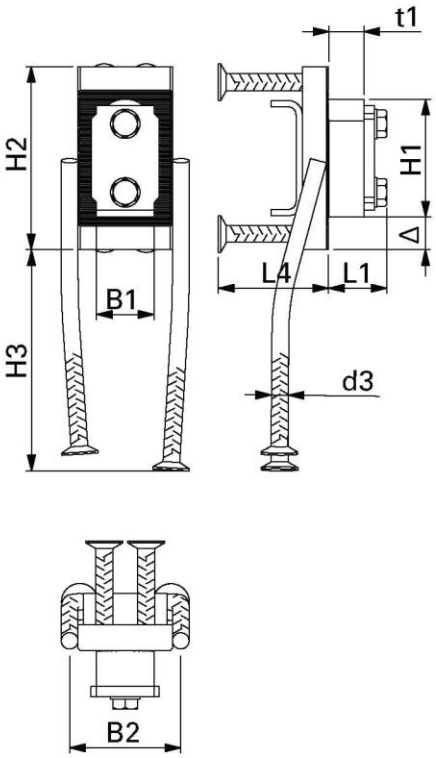


	PCs 2	PCs 3	PCs 5	PCs 7	PCs 10	PCs 15
H1	155	155	205	225	280	280
L1*	76	92	112	112	117	122
B1	60	80	90	110	145	220
t1*	45	55	65	65	65	65
болты	M16x100	M24x120	M30x145	M30x145	M30x150	M30x155
Δ	27,5	40	55	62,5	50	58
H2	210	235	315	350	380	380
H3	397	386	430	423	578	578
L3	125	140	150	145	160	260
B2	116	135	150	212	222	282
d3	16	20	25	32	32	32
масса	12,8	21,9	38,0	58,4	85,0	127,5
цвет	красный	серый	желтый	зеленый	синий	черный

* значения t1 и L1 – это расстояния от поверхности колонны до конца консольной пластины и конца болта, соответственно

Таблица 10. Размеры [мм], массы [кг] и цветовая кодировка закладных и консольных частей модели UP. В случае консольных систем класса нагрузки PCs15 модель UP отсутствует





	PCs 2 UP	PCs 3 UP	PCs 5 UP	PCs 7 UP	PCs 10 UP
H1	155	155	205	225	280
L1*	76	92	112	112	117
B1	60	80	90	110	145
t1*	45	55	65	65	65
болты	M16x100	M24x120	M30x145	M30x145	M30x150
Δ	27,5	40	55	62,5	50
H2	210	235	315	350	380
H3	397	386	430	423	578
L4	125	200	250	210	260
B2	116	135	150	212	222
d3	16	20	25	32	32
масса	12,2	21,5	37,3	57,3	84,5
цвет	красный	серый	желтый	зеленый	синий

* значения t1 и L1 – это расстояния от поверхности колонны до конца консольной пластины и конца болта, соответственно

Стандартные размеры анкерных деталей многосторонних моделей указаны в таблице 11. В случае двух- или трехсторонних консолей, в которых растягивающее усилие в горизонтальных пластинах не уравновешивается консольными пластинами на противоположной стороне, горизонтальная пластина оканчивается анкерными пластинами. На рисунке 9 показан типичный вид сверху многосторонней консольной системы PCs.

Рисунок 9. Типичный вид сверху многосторонней консольной системы PCs

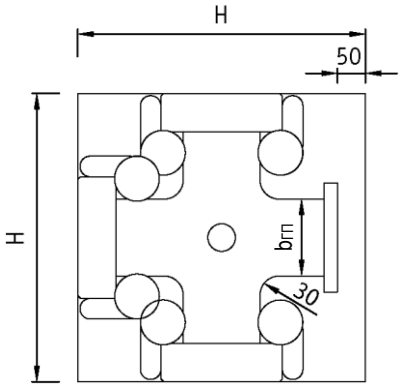


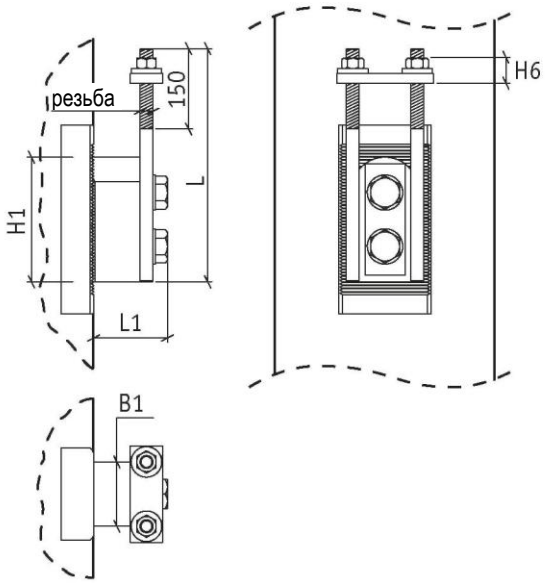
Таблица 11. Стандартная ширина горизонтальной пластины

	PCs2	PCs3	PCs5	PCs7	PCs10
bгп	50	60	70	90	90
	PCs2UP	**PCs3UP**	**PCs5UP**	**PCs7UP**	**PCs10UP**
bгп	50	70	70	80	100

Другие размеры (длина и толщина) горизонтальных пластин рассчитываются службой технической поддержки Фасткон в соответствии с размерами колонны.

Все модели, указанные в таблице 9 и 10, также выпускаются в варианте исполнения LOCK, если имеется отрицательная опорная реакция балки (подъем балки).

Таблица 12. Размеры [мм] и цветовая кодировка моделей LOCK.



Длина L должна быть указана в коде изделия. См. таблицу 22.

Например, PCs 3 LOCK 260

	PCs 2 LOCK	PCs 3 LOCK	PCs 5 LOCK	PCs 7 LOCK	PCs 10 LOCK	PCs 15 LOCK
H1	155	155	205	225	280	280
L1*	76	92	112	112	117	122
B1	60	80	90	110	145	220
резьба	M16	M22	M22	M22	M27	M30
H6	31	39	39	39	50	50
цвет	красный	серый	желтый	зеленый	синий	черный

* значение L1 – это расстояние от поверхности колонны до конца болта

2. Сопротивления

2.1 Штатное использование

Значения сопротивления консольных систем PCs определяются конструкторским решением, которое выполняется на основании следующих стандартов:

- EN 1992-1-1:2004/AC:2010
- EN 1993-1-1:2005/AC:2009
- EN 1993-1-8:2005/AC:2005
- CEN/TS 1992-4-2:2009

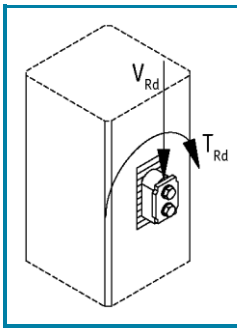
В конструкции учитываются все монтажные допуски консоли. Консоль рассчитана на то, чтобы выдерживать вертикальную нагрузку и крутящий момент. Максимальные значения сопротивления консольных систем PCs этим двум видам нагрузок указаны в таблицах 13 и 14.

Консольная система PCs работает в качестве вертикальной опоры балки. Механизм передачи нагрузки, показанный на рисунке 3, приводит к тому, что обычно с вертикальной нагрузкой, воздействующей на консоль, связана горизонтальная растягивающая нагрузка. Значение горизонтальной растягивающей нагрузки для бетонных консолей обычно оценивается как $H_{Ed}=0,2*V_{Rd}$. Для консольной системы PCs сопротивление вертикальной нагрузке определяется следующими сочетаниями нагрузок:

- Вертикальная нагрузка, действующая вместе с горизонтальной растягивающей нагрузкой H_{Ed}, которая соответствует 20% от V_{Rd}
- Вертикальная нагрузка без какой-либо горизонтальной растягивающей нагрузки

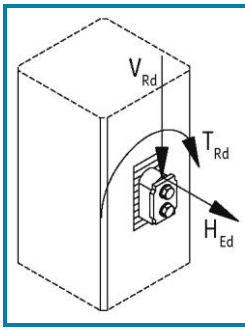
Сопротивление консоли под действием сочетания вертикальной и крутящей нагрузок можно оценить с помощью диаграммы взаимодействия, изображенной на рисунке 10.

Таблица 13. Расчетные значения сопротивлений консольной системы PCs (без горизонтальной растягивающей нагрузки)



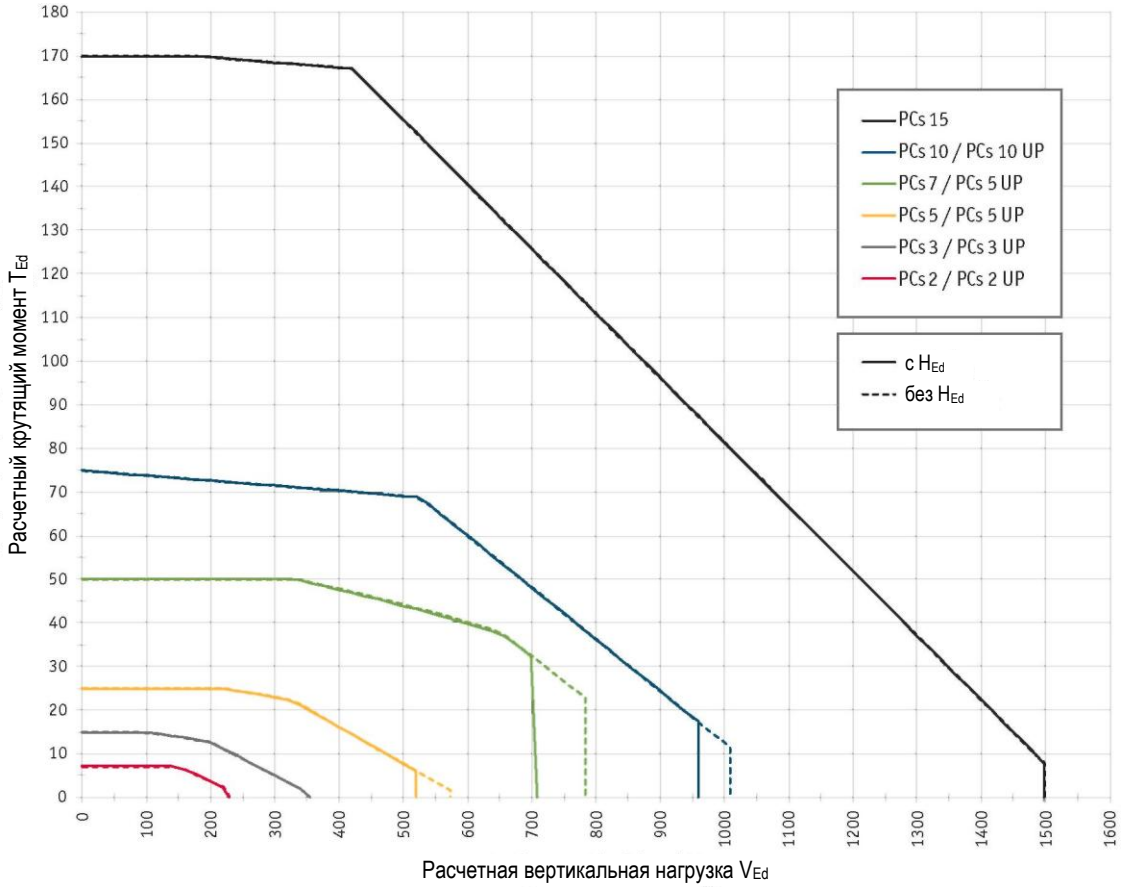
Нагрузка		Ед. изм.	PCs 2	PCs 3	PCs 5	PCs 7	PCs 10	PCs 15
Вертикальная нагрузка	V_{Rd}	кН	230	355	575	785	1010	1500
Горизонтальная нагрузка	H_{Ed}	кН	0	0	0	0	0	0
Крутящий момент	T_{Rd}	кНм	7	15	25	50	75	170

Таблица 14. Расчетные значения сопротивлений консольной системы PCs (с горизонтальной растягивающей нагрузкой $H_{Ed}=0,2*V_{Rd}$)



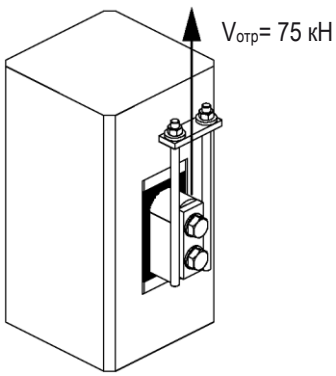
Нагрузка		Ед. изм.	PCs 2	PCs 3	PCs 5	PCs 7	PCs 10	PCs 15
Вертикальная нагрузка	V_{Rd}	кН	230	355	520	710	960	1500
Горизонтальная нагрузка	H_{Ed}	кН	46	71	104	142	192	300
Крутящий момент	T_{Rd}	кНм	7	15	25	50	75	170

Рисунок 10. Диаграмма сопротивления при сочетании вертикальной и крутящей нагрузок



Вертикальное сопротивление всех моделей LOCK составляет $V_{отр}$=75 кН.

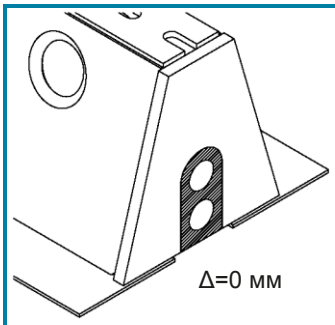
Рисунок 11. Расчетное значение сопротивления модели PCs LOCK в направлении вверх



2.2 Пожар

Значения сопротивления консольных систем в случае расчетного пожара при классах воздействия R60, R90, R120 и R180 указаны в таблицах 15 и 16. Эти значения определены с учетом того, что нижняя сторона консоли выровнена с нижней стороной балки (нижняя сторона консоли подвергается непосредственному воздействию огня).

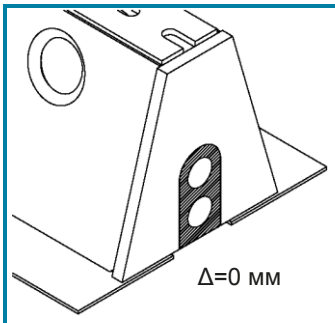
Таблица 15. Характеристические значения сопротивлений консольной системы PCs при классах воздействия пожара R60 – R180 (без горизонтальной растягивающей нагрузки)



Положение консольной системы PCs в балке

	Нагрузка	Ед. изм.	PCs 2	PCs 3	PCs 5	PCs 7	PCs 10	PCs 15
R60	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	230	355	575	785	1010	1500
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	0	0	0	0	0	0
R90	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	230	355	575	785	1010	1500
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	0	0	0	0	0	0
R120	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	145	220	410	775	710	1490
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	0	0	0	0	0	0
R180	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	40	95	160	205	240	950
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	0	0	0	0	0	0

Таблица 16. Характеристические значения сопротивлений консольной системы PCs при классах воздействия пожара R60 – R180 (с горизонтальной растягивающей нагрузкой $H_{Ed}=0,2.V_{Ed}$)



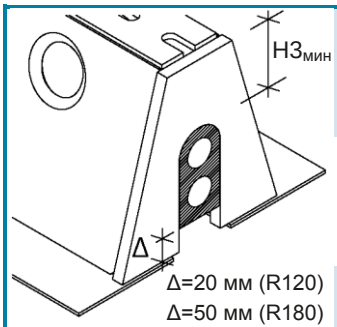
Положение консольной системы PCs в балке

	Нагрузка	Ед. изм.	PCs 2	PCs 3	PCs 5	PCs 7	PCs 10	PCs 15
R60	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	230	355	520	710	960	1500
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	46	71	104	142	192	300
R90	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	230	355	520	710	805	1500
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	46	71	104	142	161	300
R120	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	95	220	410	520	540	1490
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	19	44	82	104	108	298
R180	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	40	95	160	175	180	950
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	8	19	32	35	36	190

Сопротивления консольных систем PCs при расчетном пожаре с классами воздействия R120 и R180 можно улучшить, углубив консоль в балку и тем самым обеспечив слой бетона, закрывающий консольную пластину с нижней стороны. Значения сопротивления этой улучшенной конструкции указаны в таблицах 17 и 18. При установке консоли внутри балки необходимо обеспечить выполнение требований к минимальной глубине торцевой пластины над консолью (Н3мин) в соответствии с таблицей 20.

Сопротивлением консольной системы PCs крутящему моменту в условиях расчетного пожара следует пренебречь.

Таблица 17. Характеристические значения сопротивлений консольной системы PCs, встроенной внутрь балки (без горизонтальной растягивающей нагрузки)



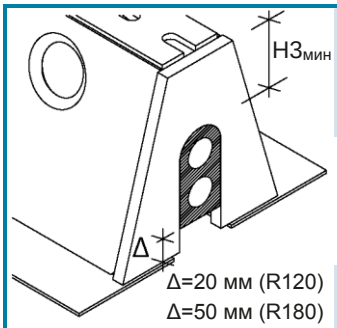
Δ=20 мм (R120)
Δ=50 мм (R180)

Положение консольной системы PCs в балке

	Нагрузка	Ед. изм.	PCs 2	PCs 3	PCs 5	PCs 7	PCs 10	PCs 15
R60	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	1)	1)	1)	1)	1)	1)
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	1)	1)	1)	1)	1)	1)
R90	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	1)	1)	1)	1)	1)	1)
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	1)	1)	1)	1)	1)	1)
R120 (Δ=20 мм)	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	230	355	575	785	1010	1500
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	0	0	0	0	0	0
R180 (Δ=50 мм)	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	185	255	575	785	1010	1500
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	0	0	0	0	0	0

1) макс. сопротивление достигается при **Δ** = 0 мм (см. таблицу 15)

Таблица 18. Характеристические значения сопротивлений консольной системы PCs, встроенной внутрь балки (с горизонтальной растягивающей нагрузкой $H_{Ed}=0,2.V_{Ed}$)



Δ=20 мм (R120)
Δ=50 мм (R180)

Положение консольной системы PCs в балке

	Нагрузка	Ед. изм.	PCs 2	PCs 3	PCs 5	PCs 7	PCs 10	PCs 15
R60	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	1)	1)	1)	1)	1)	1)
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	1)	1)	1)	1)	1)	1)
R90 (Δ=20 мм)	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	1)	1)	1)	1)	960	1)
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	1)	1)	1)	1)	192	1)
R120 (Δ=20 мм)	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	230	355	520	710	960	1500
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	46	71	104	142	192	300
R180 (Δ=50 мм)	Вертикальная нагрузка V_{Ed}	кН	185	255	520	710	960	1500
	Горизонтальная нагрузка H_{Ed}	кН	37	51	104	142	192	300

1) макс. сопротивление достигается при **Δ** = 0 мм (см. таблицу 16)

Выбор консольной системы PCs

При выборе подходящей модели консольной системы PCs для использования в проекте необходимо учитывать следующие аспекты:

- Несущая способность
- Характеристики колонны/стены и балки
- Положение консоли в колонне/стене

Несущую способность консольной системы PCs следует проверить при следующих расчетных случаях:

- Период монтажа
- Штатная эксплуатация
- Пожар

Метод, который следует применять для проверки несущей способности консольной системы PCs, зависит от того, испытывает ли консоль нагрузку крутящего момента или нет. Если балка имеет опертый конец в период монтажа и симметрично нагружена при штатной эксплуатации, консоль будет испытывать только вертикальные нагрузки. Тогда несущая способность консольной системы PCs проверяется с помощью выражения:

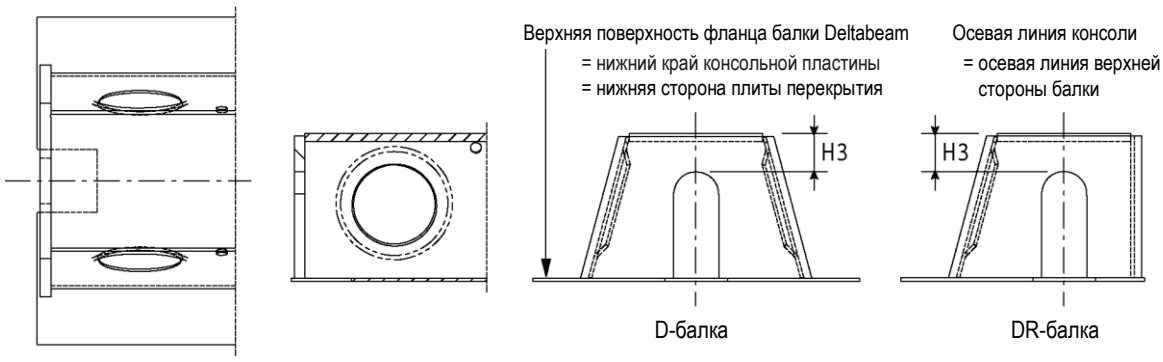
$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

где V_{Ed} – расчетное значение реакции при штатной эксплуатации
V_{Rd} – расчетное значение сопротивления из таблицы 13 или 14.

Примеры расчетов для определения реакции крутящего момента T_{Ed} во время монтажа и при штатной эксплуатации приведены в Приложении B к настоящему Техническому руководству.

При выборе подходящей модели консольной системы PCs также следует оценить взаимодействие консольной системы PCs с торцевой пластиной поддерживаемой балки. Совместимость балки Deltabeam и консольной системы PCs следует проверить по таблице 19.

Таблица 19. Возможность использования консолей с балками Deltabeam различных размеров, когда нижний край консоли находится на одном уровне с нижней стороной плиты перекрытия (=верхней поверхностью фланца балки). Диапазон применения такой же, как и в случае консоли модели LOCK. Если возникает необходимость использования консоли на более высоком уровне внутри балки (например, чтобы добиться большей пожаростойкости), следует проверить размер H3 на торцевой пластине балки. H3 должен быть, по крайней мере, равен значению, указанному в таблице 20.

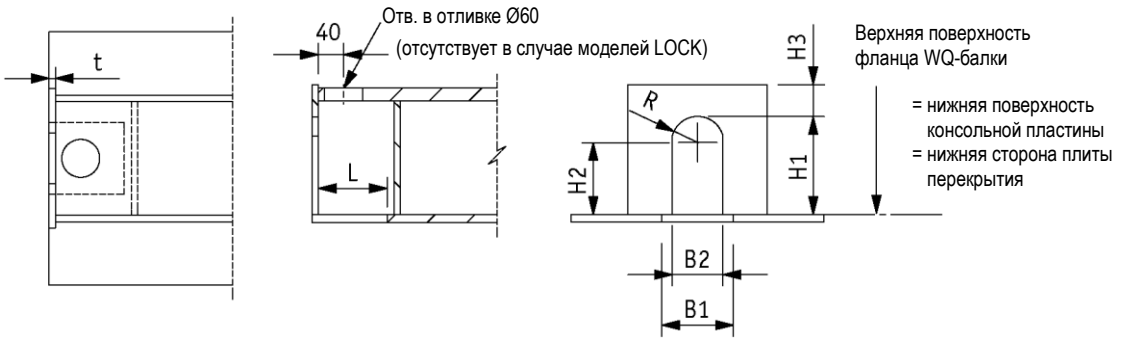


Консоль	Диапазон высот балки Deltabeam	D50, D60 D37, D40	DR37, DR40 DR50	D30, D32 DR30, DR32	D26 DR26	D20, D22, D25 DR20, DR22, DR25
	PCs 2 PCs 2 UP	диапазон применения консольной системы				
	PCs 3 PCs 3 UP	диапазон применения консольной системы				
	PCs 5 PCs 5 UP	диапазон применения консольной системы				
	PCs 7 PCs 7 UP	диапазон применения консольной системы				
	PCs 10 PCs 10 UP	диапазон применения консольной системы				
	PCs 15	диапазон применения консольной системы				

* H3 – высота торцевой пластины балки над отверстием

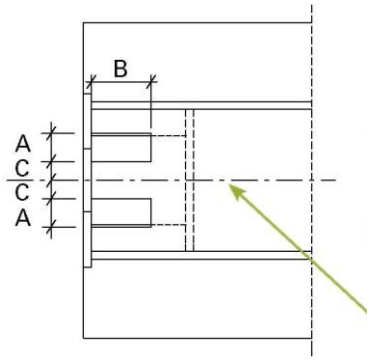
Совместимость моделей консольных систем PCs с балками других типов можно проверить по таблице 20.

Таблица 20. Возможность использования консолей различных классов по размеру с различными размерами паза WQ-балки, когда нижний край консоли находится на одном уровне с нижней стороной плиты перекрытия (=верхней поверхностью фланца балки). Если возникает необходимость использования консоли на более высоком уровне внутри балки (например, чтобы добиться большей пожаростойкости), следует проверить размер H3 на торцевой пластине балки. H3 должен быть, по крайней мере, равен значению, указанному в таблице 20.



WQ-балка		Консольная система PCs					
		PCs 2 PCs 2 UP	PCs 3 PCs 3 UP	PCs 5 PCs 5 UP	PCs 7 PCs 7 UP	PCs 10 PCs 10 UP	PCs 15
нижний фланец	B1	95	115	125	145	190	260
	L	70	80	95	95	100	105
торцевая пластина	t	15	20	25	25	25	25
	H1	155	155	205	225	280	280
	H2	123,5	113,5	158	168	204,75	167,5
	H3 мин	37	37	50	60	70	80
	B2	63±1	83±1	94±2	114±2	150,5±3	225,5±3
	R	31,5	41,5	47	57	75,25	112,5
WQ 200		диапазон применения консольной системы					
WQ 265		диапазон применения консольной системы					
WQ 320		диапазон применения консольной системы					
WQ 400		диапазон применения консольной системы					

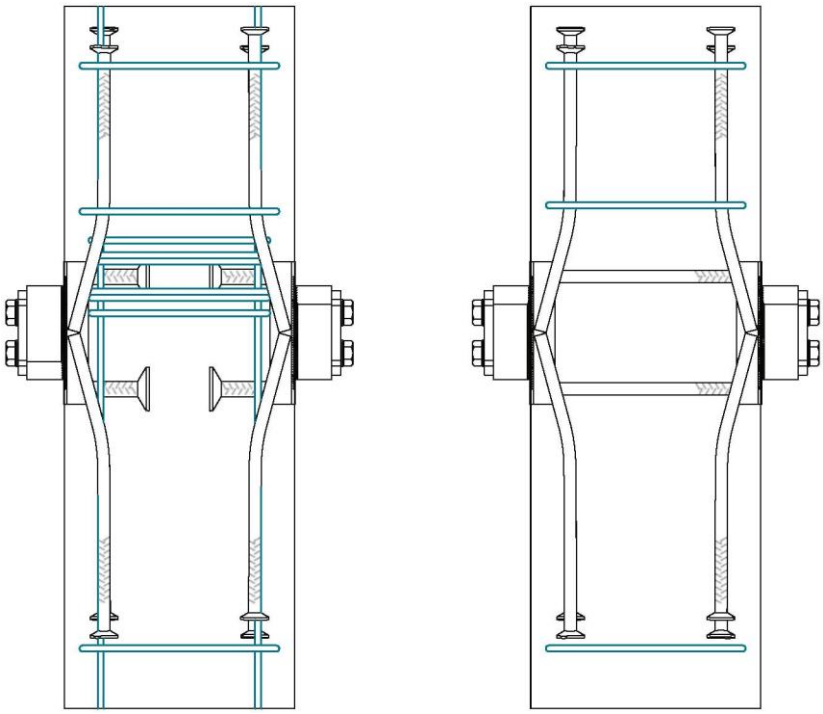
Таблица 21. При использовании консоли модели LOCK требуются дополнительные отверстия на верхней стороне WQ-балки. Связка в нижней и торцевой пластине такая же, как в таблице 20.



	PCs 2 LOCK	PCs 3 LOCK	PCs 5 LOCK	PCs 7 LOCK	PCs 10 LOCK	PCs 15 LOCK
A	35	40	40	40	45	50
B	60	70	85	85	90	95
C	15	20	25	35	50	85

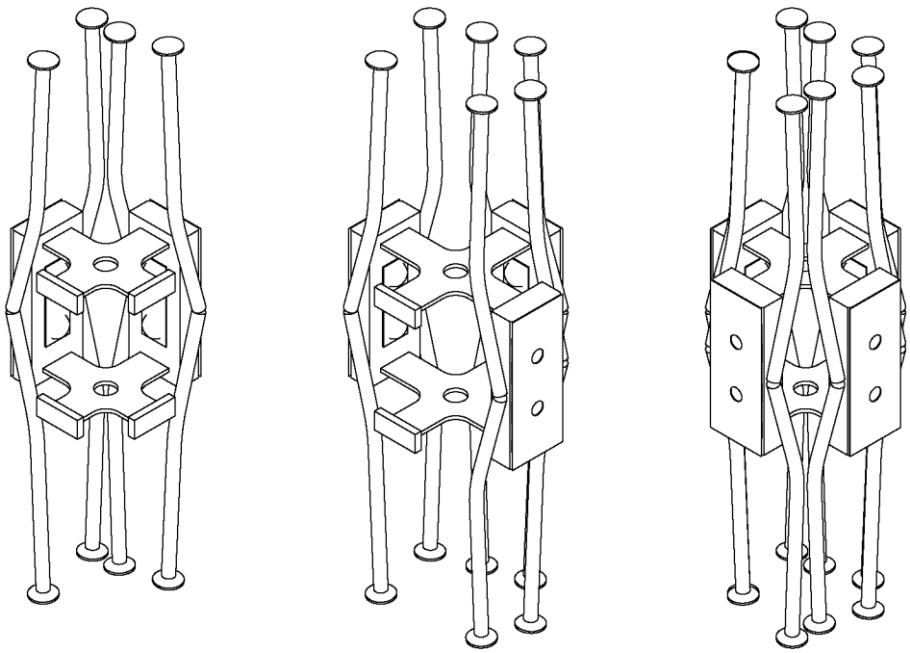
Если одни и те же модели консольных систем можно использовать на одном и том же уровне на двух противоположных сторонах колонны, консоли PCs и PCs UP могут служить в качестве двусторонних консолей (см. пример на рисунке 12). Такая конструкция позволяет снизить объем дополнительной арматуры в колонне.

Рисунок 12. Пример сокращения дополнительной арматуры в случае двусторонней консольной системы PCs по сравнению с использованием односторонних консольных систем PCs на противоположных сторонах колонны.



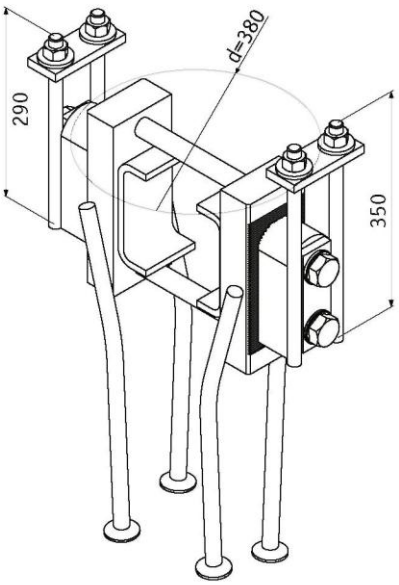
Если две консольные системы PCs или PCs UP установлены перпендикулярно друг другу или при использовании на одном уровне колонны более двух консолей, можно применять многосторонние модели консольных систем PCs и PCs UP (см. пример на рисунке 13). Консольные пластины привариваются к горизонтальным монтажным пластинам, которые используются вместо горизонтальных стержней с головками.

Рисунок 13. Многосторонние консольные системы PCs



После того как подходящая модель консольной системы PCs выбрана, можно составить код для обозначения изделия согласно правилам, изложенным в таблице 22. Пожалуйста, используйте этот код при оформлении заказа изделия в службе сбыта Фасткон.

Таблица 22. Составление кода изделия консольной системы



класс нагрузки

двусторонняя консоль (-2)

колонна прямоугольного (H) или круглого (d) сечения

диаметр / ширина колонны

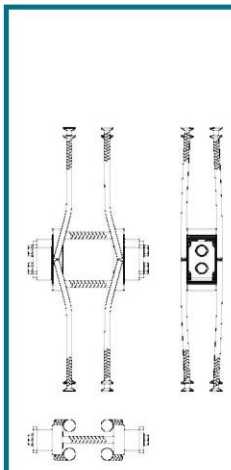
PCs 5-2 d380 UP LOCK 290 LOCK 350

модель, подходящая для верхней части колонны (UP)

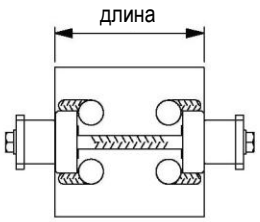
модель для предотвращения отрицательной реакции опоры (LOCK) и длина резьбы

Части кода изделия, помеченные зеленым, синим и серым цветом, не зависят друг от друга. Двусторонняя консоль обозначается символом «-2», после которого следует диаметр или ширина колонны. Буква перед размером: «H» для колонн квадратного сечения и «d» для колонн круглого сечения. Если требуется более одного ограничителя LOCK для консоли (двусторонняя консоль), каждый из них маркируется отдельно.

Таблица 23. Коды изделий для двусторонних консолей.



колонна квадратного сечения



Составление кода изделия

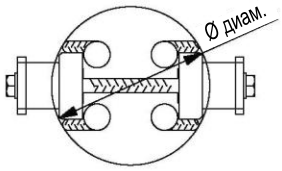
класс нагрузки консоли

двусторонняя

PCs 3-2 H [длина] ← ширина колонны

например, PCs 5-2 H280

колонна круглого сечения



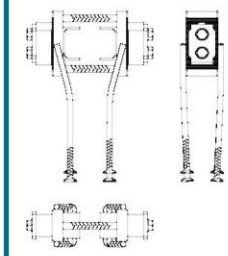
класс нагрузки консоли

двусторонняя

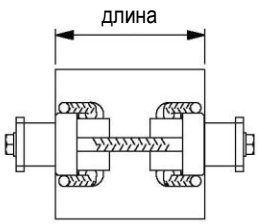
PCs 3-2 d [диаметр] ← диаметр колонны

например, PCs 5-2 d280

Расстояние до консольных пластин рассчитывают специалисты Фасткон.



колонна квадратного сечения



класс нагрузки консоли

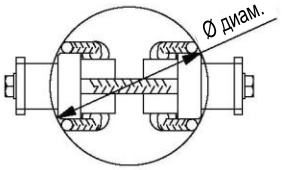
двусторонняя

ширина колонны

PCs 3-2 H [длина] UP ← Модель для верха колонны (UP)

например, PCs 5-2 H280 UP

колонна круглого сечения



класс нагрузки консоли

двусторонняя

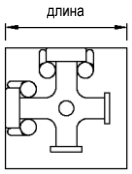
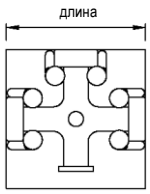
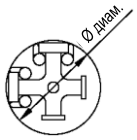
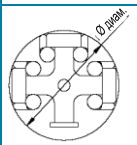
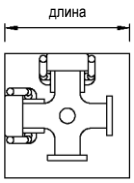
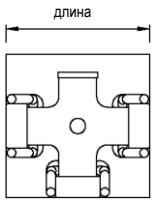
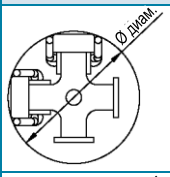
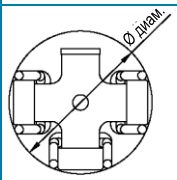
диаметр колонны

PCs 3-2 d [диаметр] UP ← Модель для верха колонны (UP)

например, PCs 5-2 d280 UP

Расстояние до консольных пластин рассчитывают специалисты Фасткон.

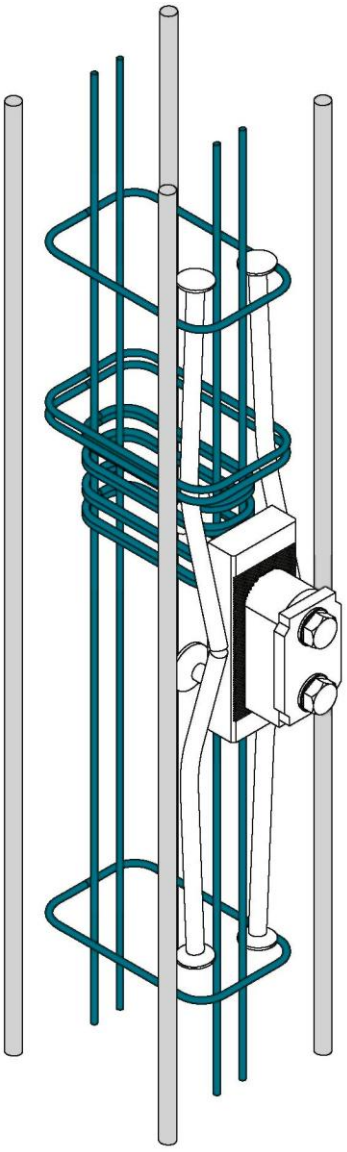
Таблица 24. Коды изделий для многосторонних консолей.

	PCs	#	-	n	H	[длина]	a90		
колонна квадратного сечения	PCs	3	-	2	H350		a90		
колонна квадратного сечения	PCs	5	-	3	H400				
	PCs	**#**	**-**	**n**	**d**	**[длина]**	**a90**		
колонна круглого сечения	PCs	3	-	2	d350		a90		
колонна круглого сечения	PCs	5	-	3	d400				
	PCs	**#**	**-**	**n**	**H**	**[длина]**	**a90**	**UP**	
колонна квадратного сечения	PCs	3	-	2	H350		a90	UP	
колонна квадратного сечения	PCs	5	-	3	H400			UP	
	PCs	**#**	**-**	**n**	**d**	**[длина]**	**a90**	**UP**	
колонна круглого сечения	PCs	3	-	2	d350		a90	UP	
колонна круглого сечения	PCs	5	-	3	d400			UP	

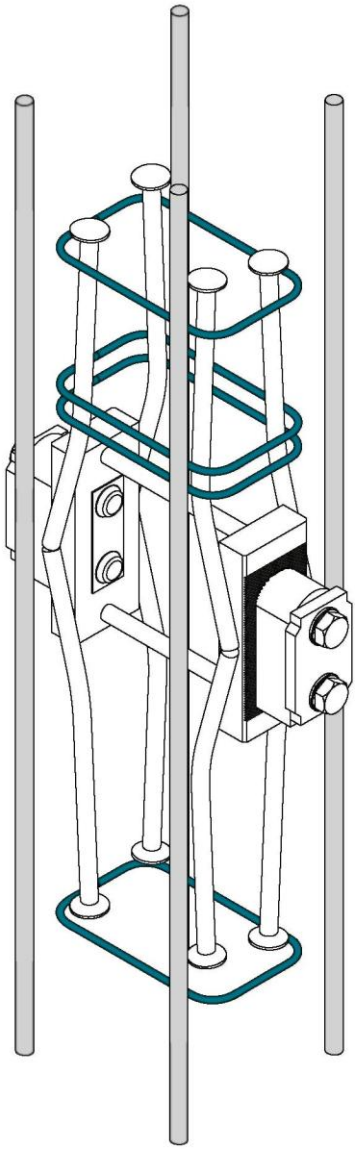
Приложение A – Дополнительная арматура

- Горизонтальные стержни с головками односторонней закладной части создают коническое разрушение в бетоне, которое необходимо связать с колонной дополнительной арматурой в соответствии с нижеприведенными рисунками.
- Дополнительная арматура для вертикальных стержней с головками размещается ниже стержней с головками. Дополнительная арматура также размещается в области изгиба верхних стержней с головками.
- В случае моделей PCs UP и PCs 15 дополнительная арматура размещается ниже U-образных фланцев.
- Основные арматурные хомуты, которые охватывают основную арматуру колонны, размещаются под пластиной закладной части и над ней. При необходимости используются диагональные арматурные хомуты на уровне пластины закладной части.

Консольная система PCs с необходимой дополнительной арматурой и воображаемая основная арматура колонны

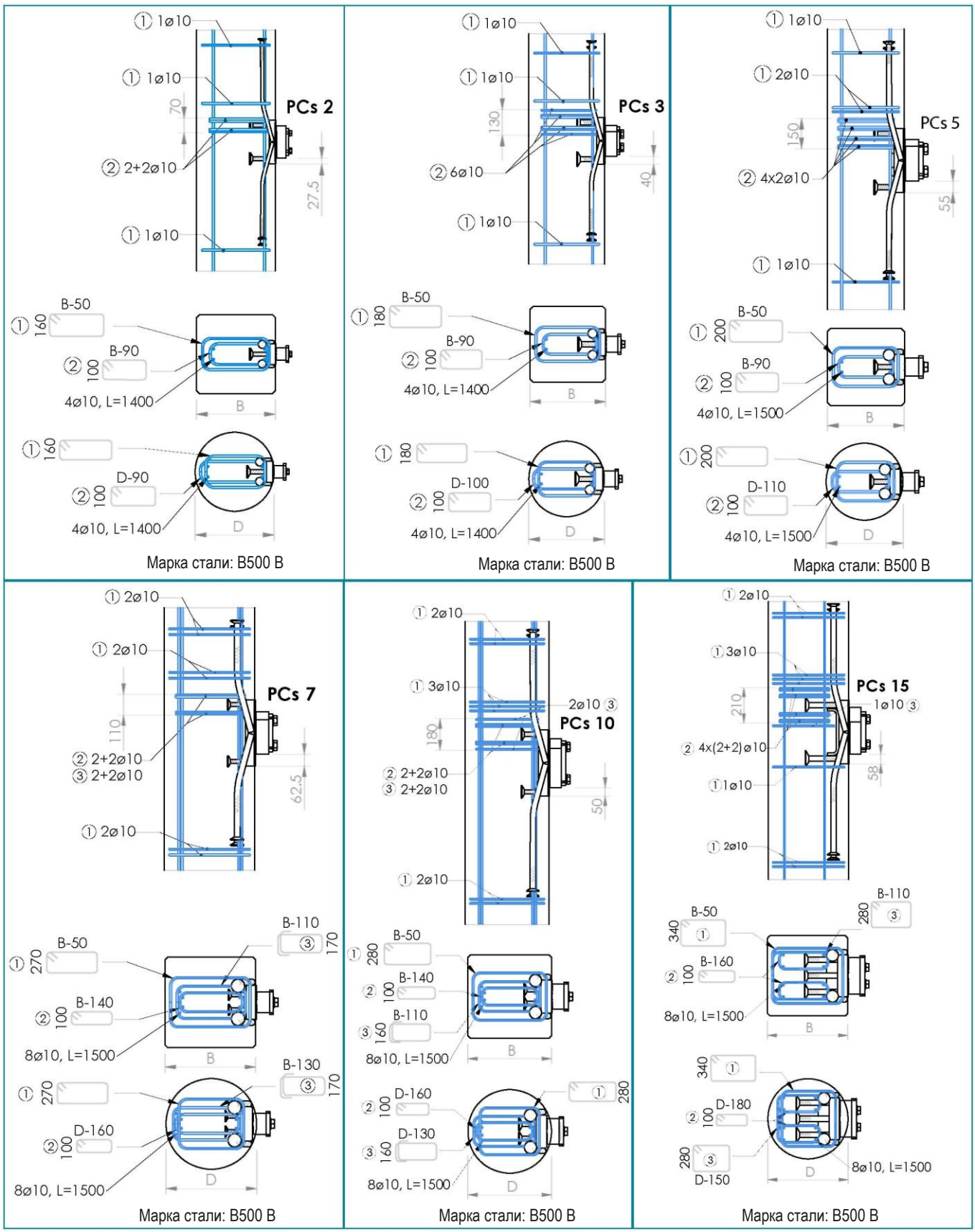


Консольная система PCs 5

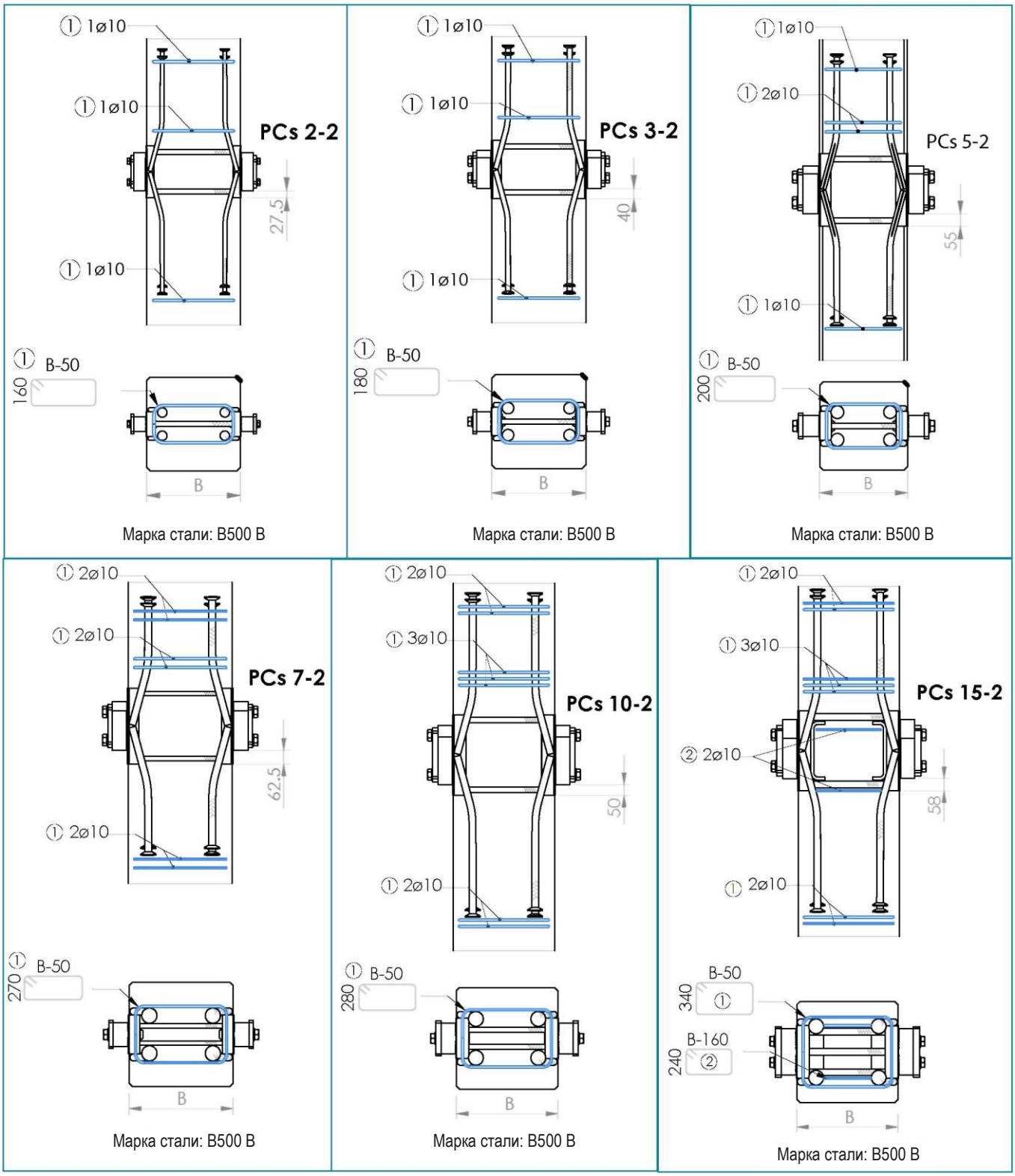


Консольная система PCs 5-2

Дополнительная арматура, которая требуется для базовой модели консольной системы PCs. Марка стали: B500 B



Дополнительная арматура, которая требуется для базовой модели двусторонней консольной системы PCs.
Марка стали: B500 B



Дополнительная арматура, которая требуется для базовой модели многосторонней консольной системы PCs. Марка стали: B500 B

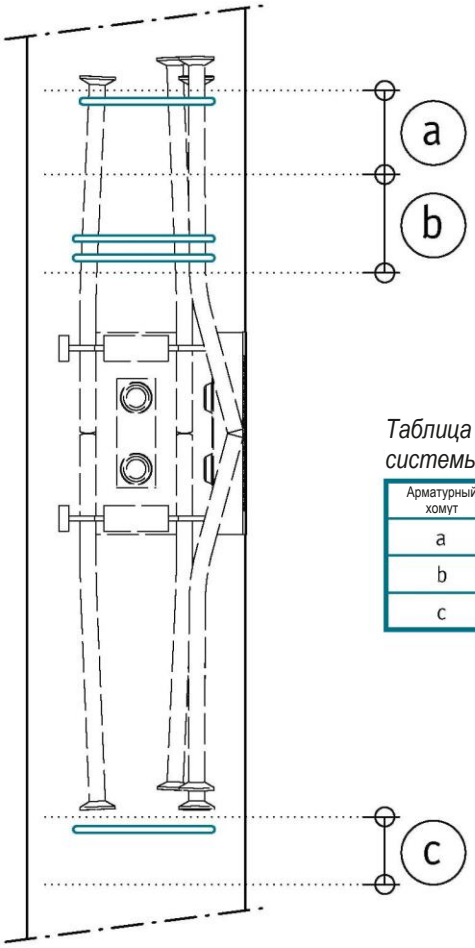
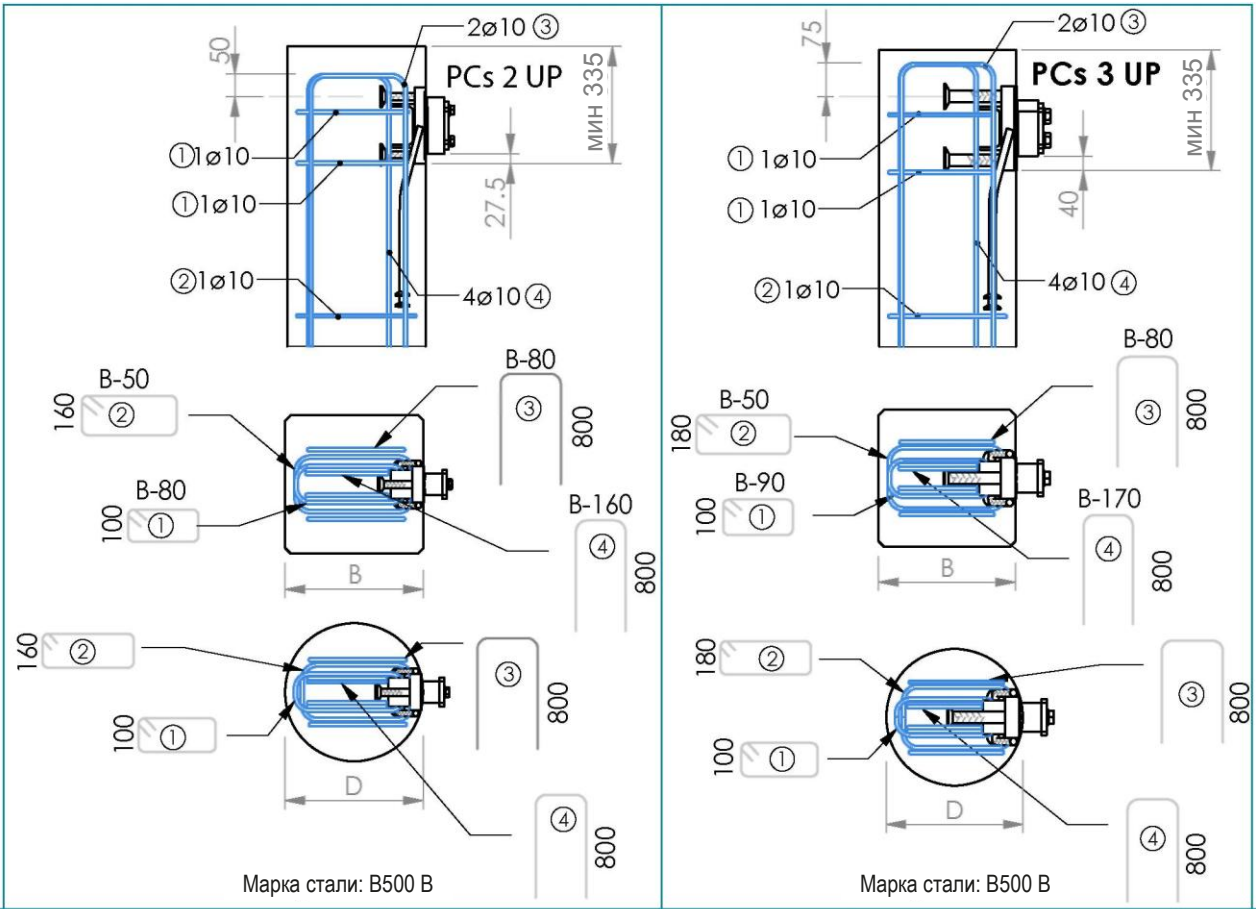


Таблица 25. Дополнительная арматура для многосторонней консольной системы PCs

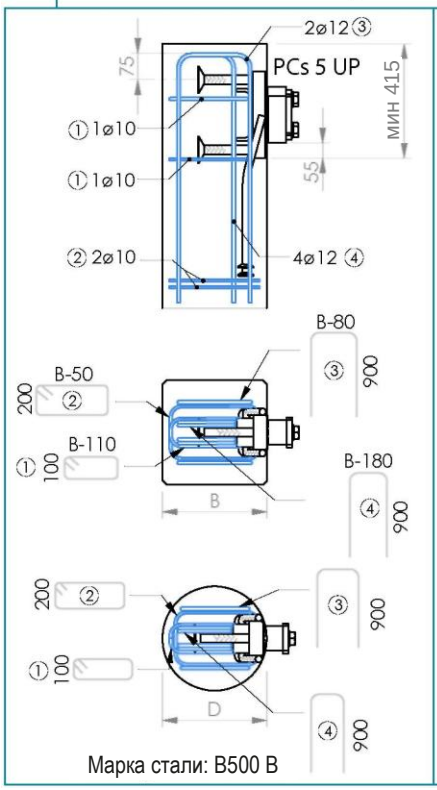
Арматурный хомут	Диаметр	PCs2	PCs3	PCs5	PCs7	PCs10
a	10	1	1	1	2	2
b	10	1	1	2	2	3
c	10	1	1	1	2	2

Дополнительная арматура, которая требуется для модели UP консольной системы PCs. Марка стали: B500 B.

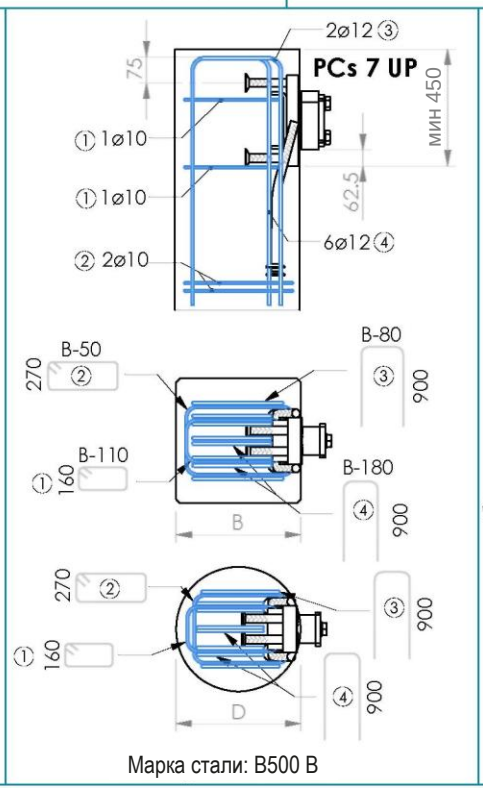


Марка стали: B500 B

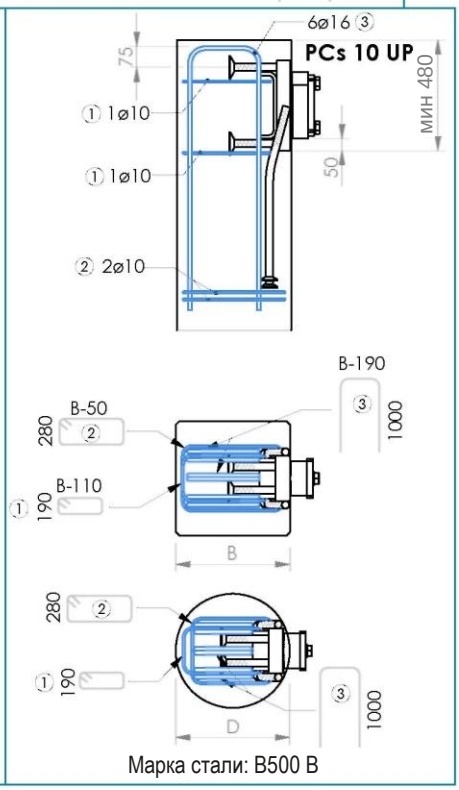
Марка стали: B500 B



Марка стали: B500 B

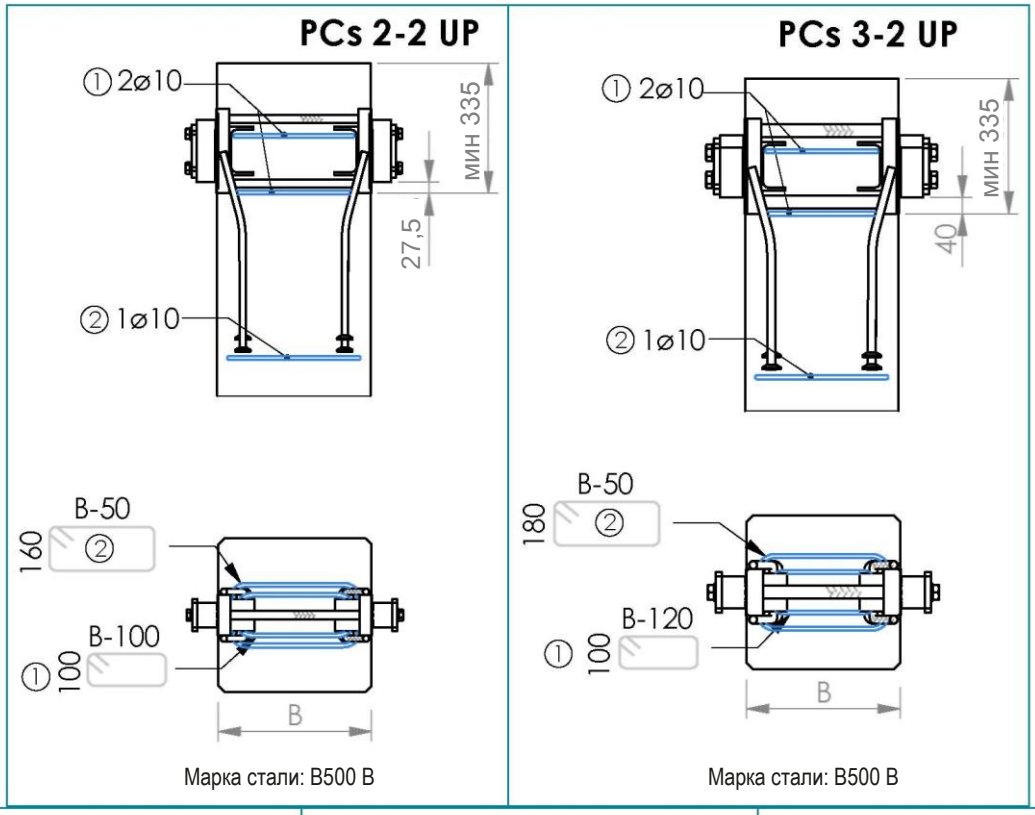


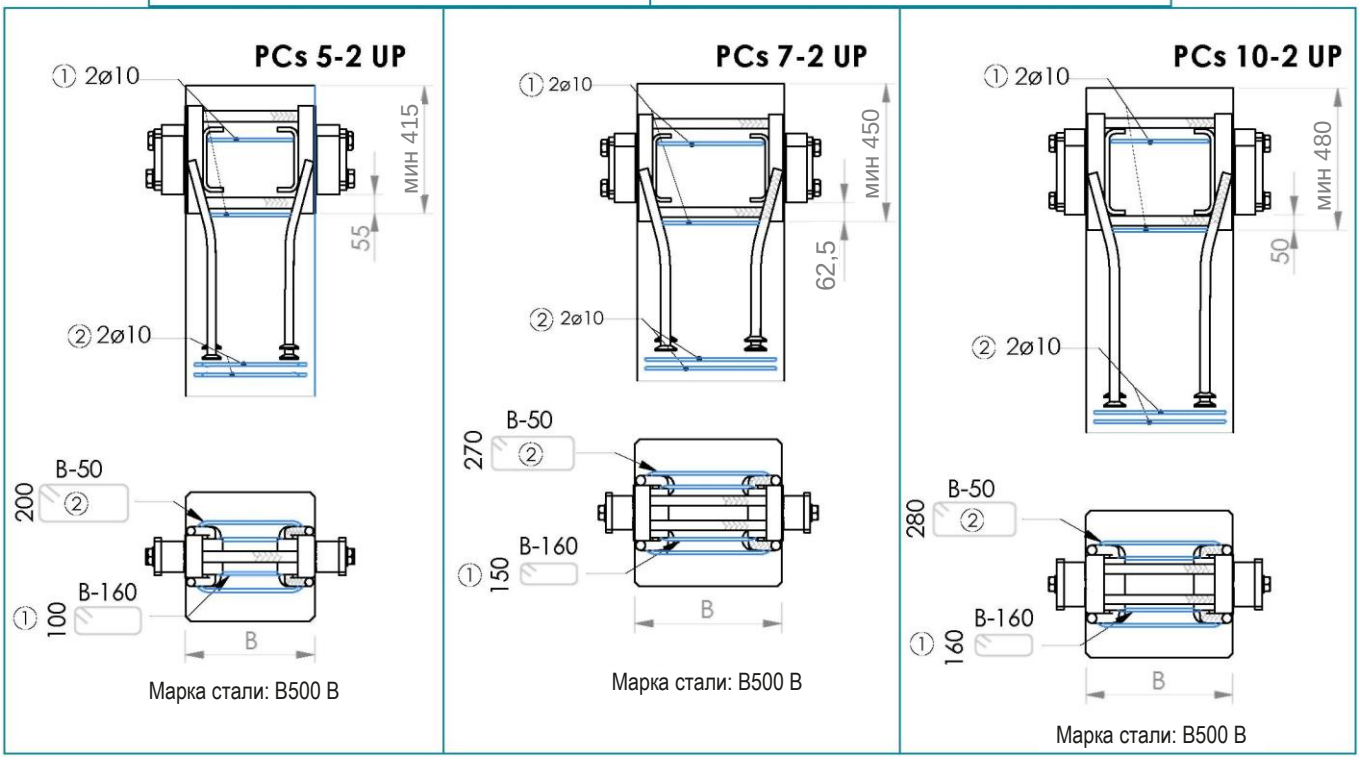
Марка стали: B500 B



Марка стали: B500 B

Дополнительная арматура, которая требуется для модели UP двусторонней консольной системы PCs.
Марка стали: B500 B

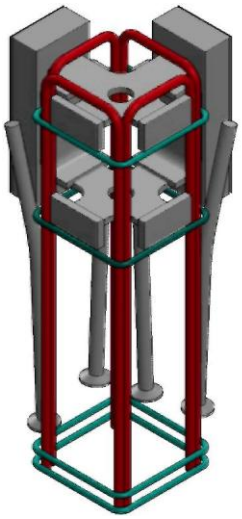




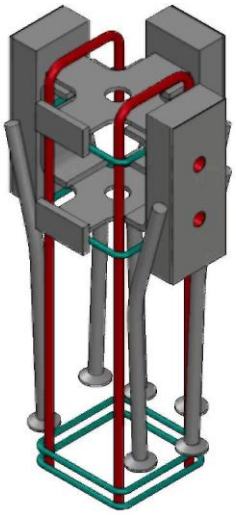
Дополнительная арматура, которая требуется для модели UP многосторонней консольной системы PCs. Марка стали: B500 B

Требования к арматуре с горизонтальными арматурными хомутами в колоннах с многосторонними консольными системами PCs UP такие же, как и требования в случае колонн с двусторонними консольными системами PCs UP, которые изложены на предыдущей странице. Помимо горизонтальных арматурных хомутов, указанных на предыдущей странице, необходимо использовать вертикальные крюки, как показано на рисунке 14 и в таблице 26.

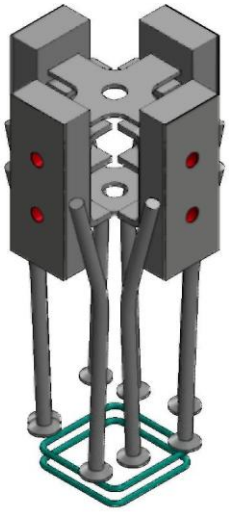
Рисунок 14. Вертикальные крюки, необходимые для многосторонних консольных систем PCs UP



Двусторонняя консольная система PCs UP



Трехсторонняя консольная система PCs UP

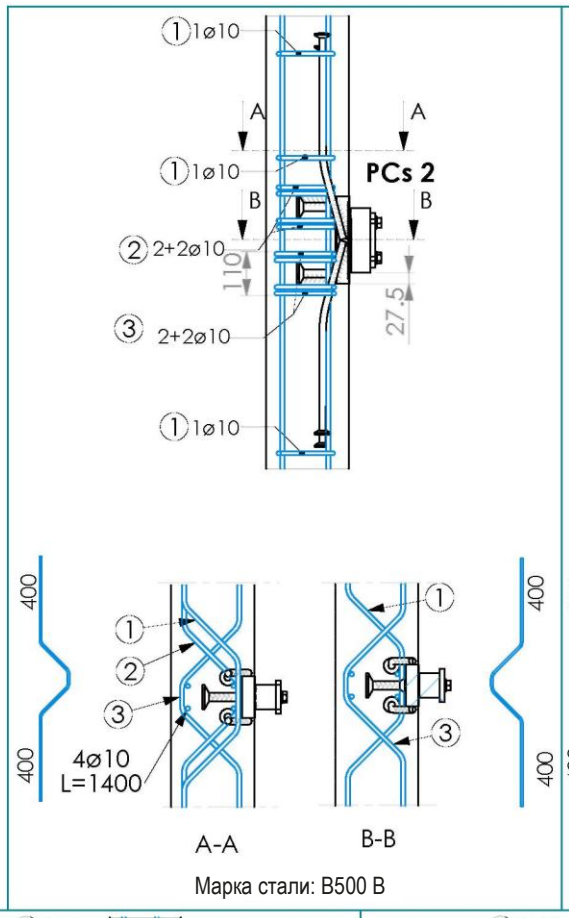


Четырехсторонняя консольная система PCs UP

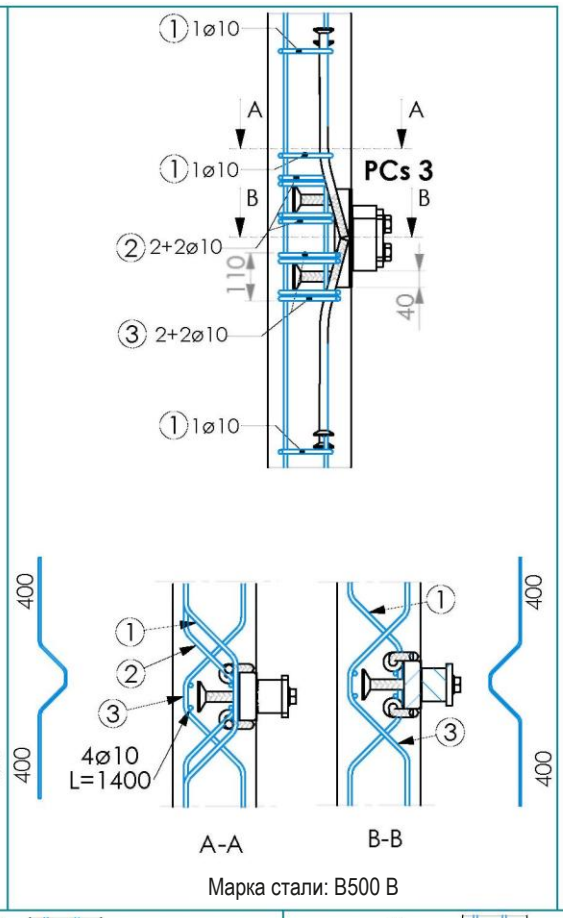
Таблица 26. Дополнительная арматура (вертикальные крюки) для многосторонней консольной системы PCs UP

Арматурный хомут	Диаметр	PCs2 UP	PCs3 UP	PCs5 UP	PCs7 UP	PCs10 UP
2-СТОРОННЯЯ						
d	16	4	4	4	4	8
3-СТОРОННЯЯ						
d	16	2	2	2		4

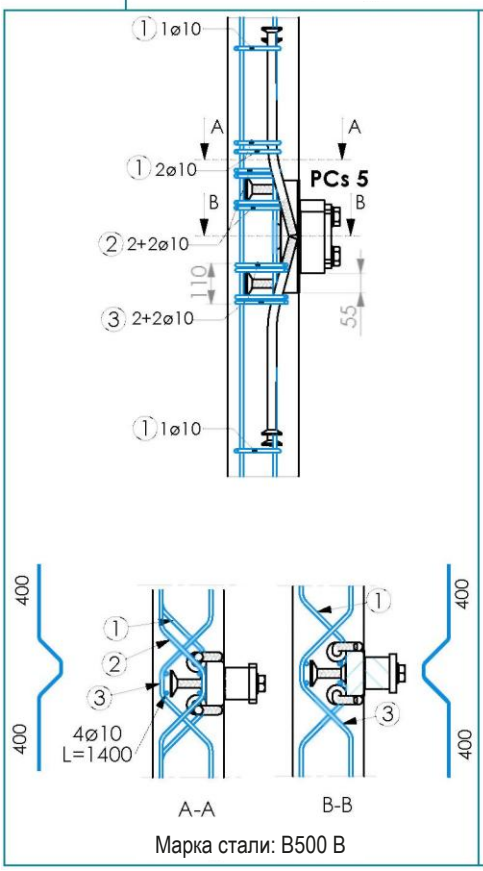
Дополнительная арматура, которая требуется при установке консольной системы PCs в стене. Марка стали: B500 B



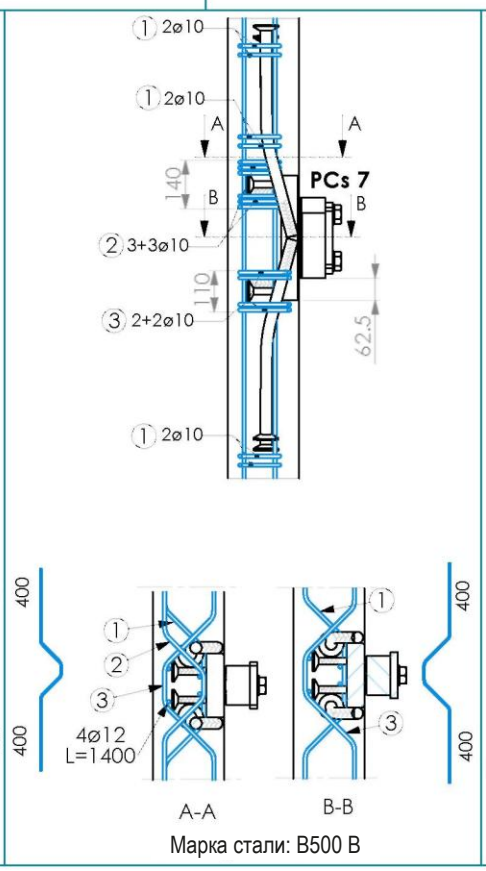
Марка стали: B500 B



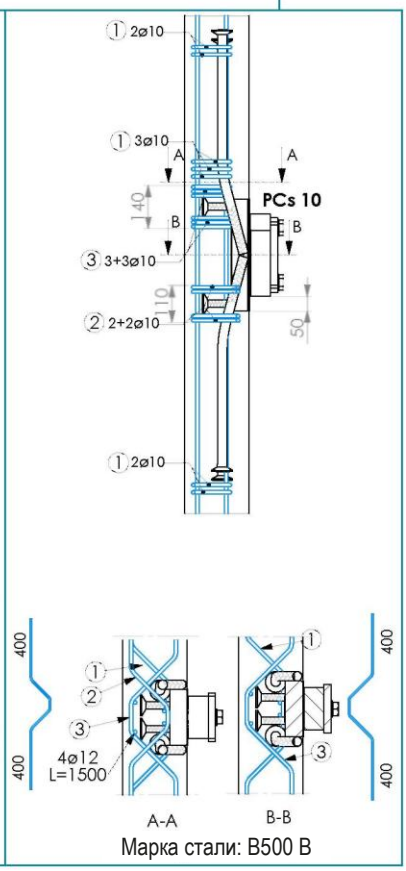
Марка стали: B500 B



Марка стали: B500 B



Марка стали: B500 B



Марка стали: B500 B

Приложение B – Примеры расчетов

Консольные системы PCs предназначены для передачи вертикального усилия и крутящего момента от стальных и композитных балок на колонну. Взаимодействие вертикальной силы и крутящего момента необходимо проверить в соответствии с рисунком 10. Необходимо проверить взаимодействие во время монтажа и в окончательной конструкции. Следует заметить, что даже если крутящий момент, воздействующий на консольную систему PCs, ниже, чем ее сопротивление крутящему моменту, по эстетическим причинам (вращение балки на консоли) может потребоваться поддержка балки во время монтажа.

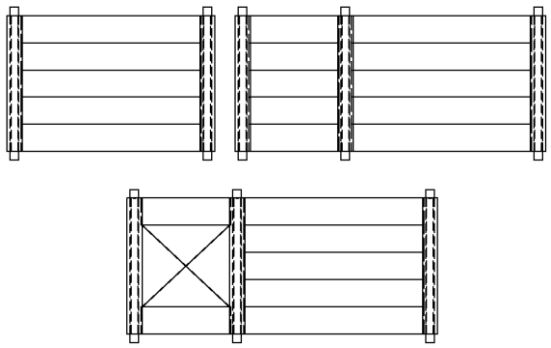
Помимо сопротивления консоли необходимо проверить следующее:

1. Сопротивление колонны изгибающему моменту, который создается поворотом балки
2. Не создает ли крутящий момент слишком сильного изгиба колонны
3. Сопротивление балки крутящему моменту
4. Не создает ли крутящий момент слишком сильного поворота балки

Монтаж

Крутящий момент имеет место в балке, когда, например:

1. Плиты перекрытия сначала монтируются только с одной стороны балки и балка не имеет подпорки
2. Неодинаковое плитное пролетное строение или неодинаковый вес плит по обеим сторонам балки и балка не имеет подпорки
3. Имеются отверстия в перекрытии и балка не имеет подпорки



Когда смонтированы все плиты перекрытия, крутящий момент может:

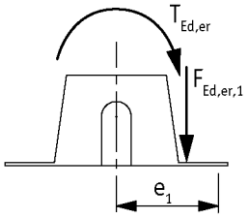
1. Отсутствовать (=симметричные плиты перекрытия по обеим сторонам балки)
2. Уменьшиться (=несимметричная установка плит перекрытия по сторонам балки)
3. Остаться прежним (= с одной из сторон балки плит перекрытия нет = крайняя балка)

Необходимо проверить наибольший крутящий момент в ходе монтажа. Часто он имеет место, когда плиты перекрытия монтируются сначала с одной стороны балки.

Взаимодействие во время монтажа крутящего момента $T_{Ed,\ монт}$ и реакции опоры $V_{Ed,\ монт}$ необходимо проверить согласно рисунку 9.

$T_{Ed,\ монт} = F_{Ed,монт,1} \times e_1$

$V_{Ed,монт} = F_{Ed,монт,1} + F_{Ed,балк}$



$F_{Ed,монт,1}$ = расчетная реакция опоры, вызванная собственным весом плит перекрытия и временной нагрузкой во время монтажа на конец балки

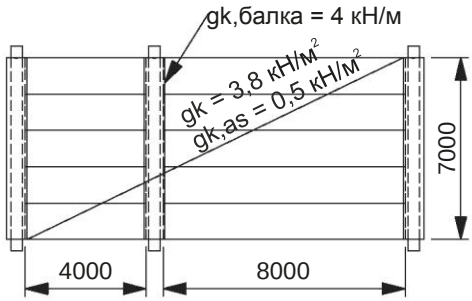
e_1 = эксцентриситет реакции опоры (= расстояние от точки приложения реакции опоры плит до осевой линии консоли)

$F_{Ed,балк}$ = расчетная реакция опоры, вызванная собственным весом балки

Во всех следующих ниже примерах используются коэффициенты запаса, соответствующие стандарту EN 1990: для благоприятных постоянных нагрузок 1,0, для неблагоприятных постоянных нагрузок 1,35 и для временных нагрузок 1,5

Пример 1:

Более длинные плиты перекрытий монтируются первыми с одной стороны балки, и балки не имеют подпорок во время монтажа.



$F_{Ed,монт,1}$ = 7 x 0,5 x 8 x 0,5 x (1,35 x 3,8 + 1,5 x 0,5)
= 82,3 кН

e_1 = 275 мм

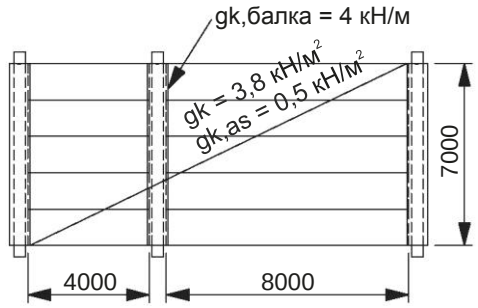
$T_{Ed,монт}$ = 82,3 x 0,275 = 22,6 кНм

$V_{Ed,монт}$ = 82,3 + 1,35 x 4 x 7 x 0,5 = 101,2 кН

Из диаграммы сопротивления видно, что подходит консольная система PCs 5.

Пример 2:

Короткие плиты перекрытий монтируются первыми с одной стороны балки, и балки не имеют подпорок во время монтажа.



$F_{Ed,монт,1}$ = 7 x 0,5 x 4 x 0,5 x (1,35 x 3,8 + 1,5 x 0,5)
= 41,2 кН
e_1 = 275 мм
$T_{Ed,монт}$ = 41,2 x 0,275 = 11,3 кНм
$V_{Ed,монт}$ = 41,2 + 1,35 x 4 x 7 x 0,5 = 60,1 кН

Из диаграммы сопротивления видно, что подходит консольная система PCs 3.

Если сопротивление консоли оказывается превышено, можно:

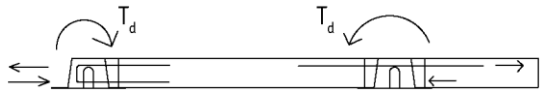
- Выбрать консольную систему большего размера, имеющую достаточное сопротивление
- Предусмотреть такой порядок монтажа плит перекрытия, чтобы был снижен крутящий момент (-> план монтажа плит перекрытия)
- Предусмотреть подпорки балок на период монтажа плит перекрытия (-> план опор для балок)

Окончательная конструкция

Крутящий момент, имеющийся в окончательной конструкции, зависит от ситуации, которая имела место при заливке стыков плит перекрытия, и от нагрузок после формовки.

Крутящий момент во время заливки стыков можно исключить, обеспечив подпорки балок во время этой операции.

После заливки стыков плит перекрытия воздействующий на консоль крутящий момент, который вызывает временные нагрузки, зависит от связи балки и плит перекрытия. Хорошей связи можно добиться с помощью арматуры в стыках. Арматура должна иметь анкерное крепление, как в балке, так и в стыке плит.



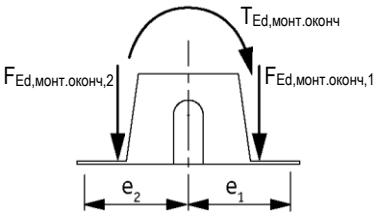
Крайняя балка Средняя балка

Изгиб или провисание плит перекрытия не будет создавать крутящего момента ввиду деформируемости соединения консоли.

Балки и плиты перекрытия с хорошей связью

Если арматура в стыке способна передавать растягивающие усилия, вызванные крутящим моментом временной нагрузки, крутящий момент на консоль не увеличивается после заливки стыков. Необходимо проверить взаимодействие крутящего момента в конце монтажа $T_{d,монт.оконч}$ и расчетной реакции опоры окончательной конструкции V_{Ed}. См. пример 3.

$T_{Ed,монт.оконч} = F_{Ed,монт.оконч,1} \times e_1 – F_{Ed,монт.оконч,2} \times e_2$
$V_{Ed} = F_{Ed,1} + F_{Ed,2} + F_{Ed,балка}$

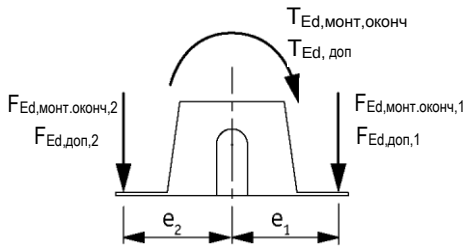


$F_{Ed,монт,оконч,1 или 2}$ = расчетная реакция опоры, обусловленная собственным весом плит на конце балки
$e_{1 или 2}$ = эксцентриситет реакции опоры
$F_{Ed,1 или 2}$ = расчетная реакция опоры, обусловленная воздействием плит на конце балки окончательной конструкции
$F_{Ed,балк}$ = расчетная реакция опоры

Балки и плиты перекрытия со слабой связью

Связь с плитами перекрытия и балками слабая, если арматура в стыке не способна передавать растягивающее усилие, создаваемое крутящим моментом временной нагрузки. Сначала необходимо рассчитать сумму крутящего момента в конце монтажа $T_{Ed,монт.оконч}$ и крутящего момента временной нагрузки $T_{Ed,доп}$. Затем следует проверить взаимодействие суммарной и расчетной реакции опоры окончательной конструкции V_{Ed}. См. пример 4.

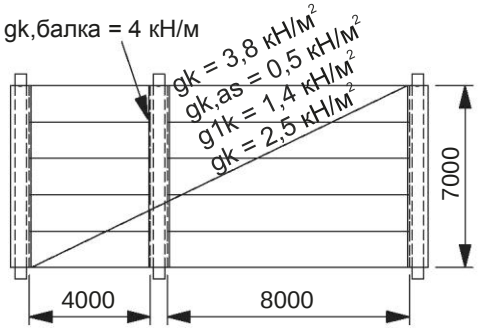
$T_{Ed,монт,оконч} + T_{Ed,доп} = F_{Ed,монт,оконч,1} \times e_1 - F_{Ed,монт,оконч,2} \times e_2 + F_{Ed,доп,1} \times e_1 - F_{Ed,доп,2} \times e_2$
$V_{Ed} = F_{Ed,1} + F_{Ed,2} + F_{Ed,балка}$



$F_{Ed,монт,оконч,1 или 2}$ = расчетная реакция опоры, обусловленная собственным весом плит на конце балки
$e_{1 или 2}$ = эксцентриситет реакции опоры
$F_{Ed,доп,1 или 2}$ = расчетная реакция опоры, обусловленная весом плит временной нагрузки после монтажа на конце балки
$F_{Ed,1 или 2}$ = расчетная реакция опоры, обусловленная воздействием плит на конце балки окончательной конструкции
$F_{Ed,балк}$ = расчетная реакция опоры, вызванная собственным весом балки

Пример 3: (Балки и плиты перекрытия с хорошей связью)

В этом случае балки не имеют подпорок во время монтажа. Крутящий момент обусловлен разницей длин плит перекрытия. Коэффициенты запаса для нагрузок выбираются таким образом, чтобы проверить наименее благоприятный вариант. Те же коэффициенты запаса используются и при вычислении расчетной опоры реакции балки. Крутящий момент, создаваемый временной нагрузкой, не имеет место, если между балками и плитами хорошая связь, и поэтому временная нагрузка рассчитывается полностью для обеих сторон балки.



$F_{Ed,монт.оконч,1}$ = 7 x 0,5 x 8 x 0,5 x 1,35 x 3,8 = 71,8 кН
$F_{Ed,монт.оконч,2}$ = 7 x 0,5 x 4 x 0,5 x 1,0 x 3,8 = 26,6 кН
$e_1 = e_2$ = 275 мм
$T_{Ed,монт.оконч}$ = 71,8 x 0,275 – 26,6 x 0,275 = 12,4 кНм

Расчетная реакция опоры балки при наличии крутящего момента:

V_{Ed} = 7 x 0,5 x 8 x 0,5 x (1,35 x 3,8 + 1,35 x 1,4 + 1,5 x 2,5) + 7 x 0,5 x 4 x 0,5 x (1,0 x 3,8 + 1,35 x 1,4 + 1,5 x 2,5) + 1,35 x 4 x 7 x 0,5 = 235,8 кН

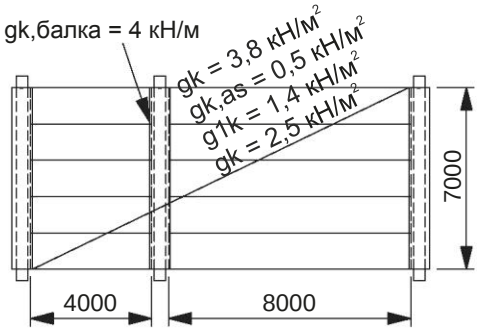
Наибольшая расчетная реакция опоры балки в окончательной конструкции:

$V_{Ed,макс}$ = 7 x 0,5 x (8 x 0,5 + 4 x 0,5) x (1,35 x 3,8 + 1,35 x 1,4 + 1,5 x 2,5) + 1,35 x 4 x 7 x 0,5 = 245,1 кН

Из диаграммы сопротивления можно видеть, что консольная система PCs 5 подходит для передачи усилий V_{Ed} и $T_{Ed,монт.оконч}$ на колонну.

Пример 4: (Балка и плиты перекрытия со слабой связью)

В этом случае балки не имеют подпорок во время монтажа. Крутящий момент обусловлен разницей длин плит перекрытия. Коэффициенты запаса для нагрузок выбираются таким образом, чтобы проверить наименее благоприятный вариант. Те же коэффициенты запаса используются и при вычислении расчетной опоры реакции балки. Крутящий момент, создаваемый временной нагрузкой, имеет место, если между балками и плитами слабая связь, и поэтому временная нагрузка рассчитывается только на одну сторону балки.



$F_{Ed,монт.оконч,1}$ = 7 x 0,5 x 8 x 0,5 x 1,35 x 3,8 = 71,8 кН
$F_{Ed,монт.оконч,2}$ = 7 x 0,5 x 4 x 0,5 x 1,0 x 3,8 = 26,6 кН
$e_1 = e_2$ = 275 мм
$T_{Ed,монт.оконч}$ = 71,8 x 0,275 – 26,6 x 0,275 = 12,4 кНм

После монтажа плит будет иметь место больше реакций опор:

$F_{Ed,доп,1}$ = 7 x 0,5 x 8 x 0,5 x (1,35 x 1,4 + 1,5 x 2,5) = 79,0 кН
$F_{Ed,доп,2}$ = 7 x 0,5 x 4 x 0,5 x 1,0 x 1,4 = 9,8 кН
$T_{Ed,доп}$ = 79,0 x 0,275 – 9,8 x 0,275 = 19,0 кНм

Общий крутящий момент: $T_{Ed} = T_{Ed,монт.оконч} + T_{Ed,доп}$ = 31,4 кНм

Расчетная реакция опоры балки при наличии общего крутящего момента:

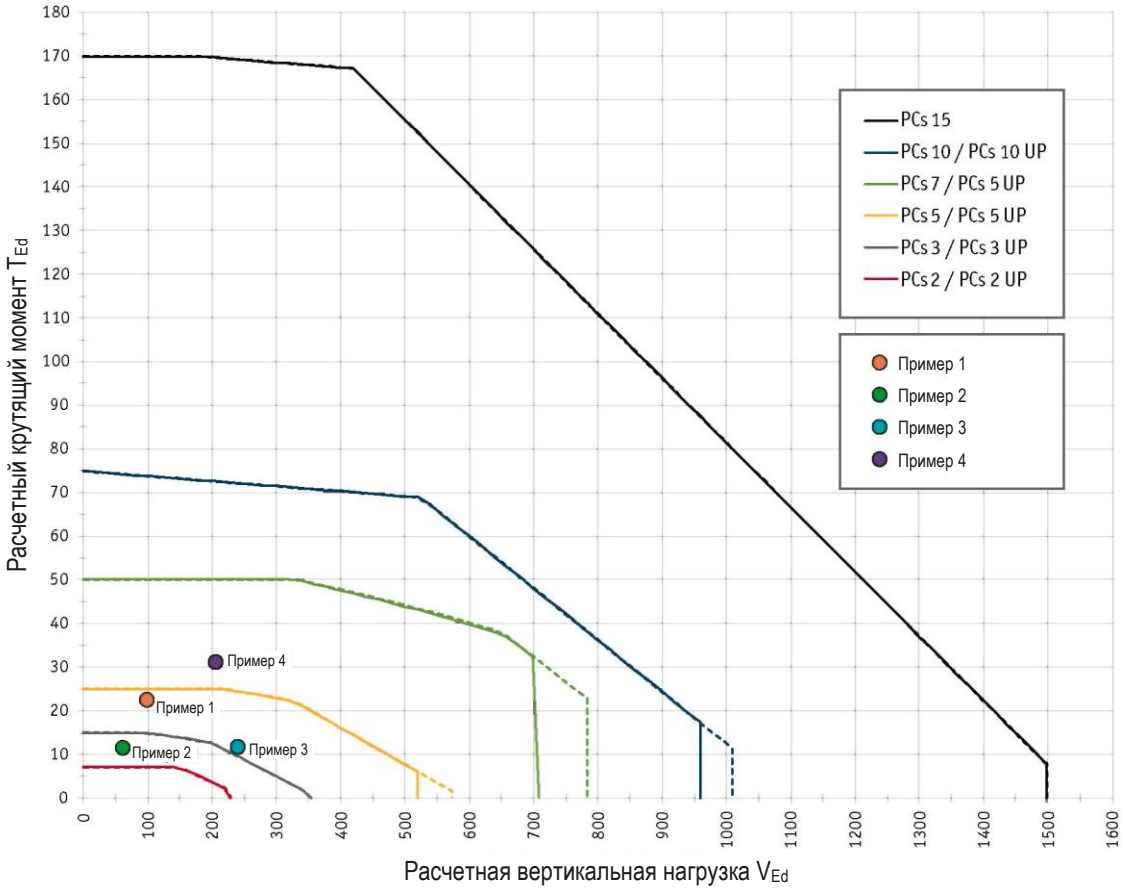
V_{Ed} = 7 x 0,5 x 8 x 0,5 x (1,35 x 3,8 + 1,35 x 1,4 + 1,5 x 2,5) + 7 x 0,5 x 4 x 0,5 x (1,0 x 3,8 + 1,0 x 1,4) + 1,35 x 4 x 7 x 0,5 = 206,1 кН

Наибольшая расчетная реакция опоры балки в окончательной конструкции:

$V_{Ed,макс}$ = 7 x 0,5 x (8 x 0,5 + 4 x 0,5) x (1,35 x 3,8 + 1,35 x 1,4 + 1,5 x 2,5) + 1,35 x 4 x 7 x 0,5 = 245,1 кН

Из диаграммы сопротивления можно видеть, что консольная система PCs 7 подходит для передачи усилий V_{Ed} и T_{Ed} на колонну.

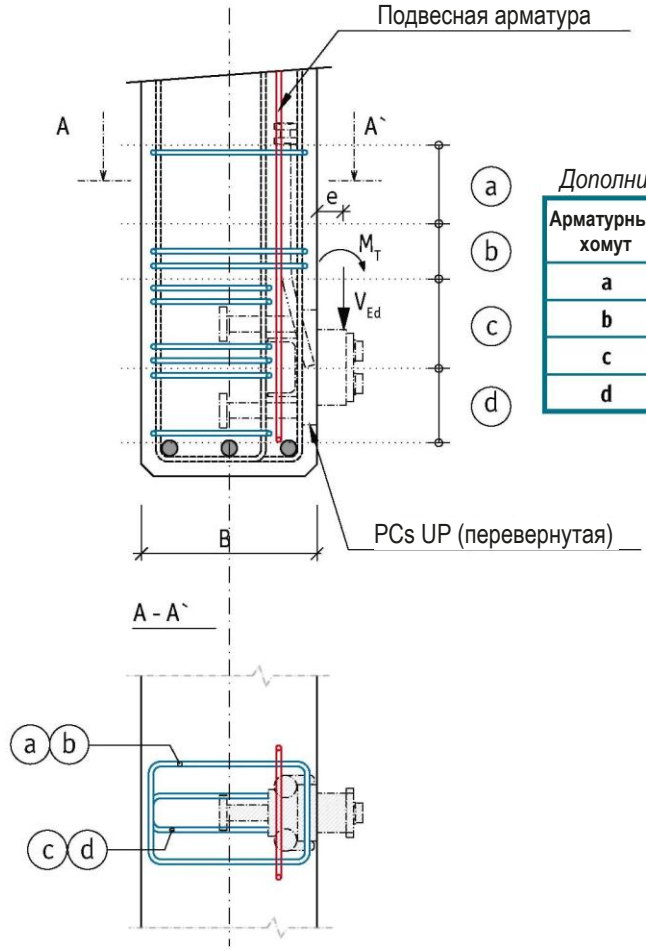
Примеры расчетов на диаграмме сопротивления.



Приложение C – Другие варианты использования консольных систем PCs

Консольная система PCs обычно используется в качестве вертикальной опоры стальных, композитных или железобетонных балок на железобетонных колоннах. Возможны и другие варианты применения (консольная система PCs используется для создания бокового соединения между балками).

Пример, когда консольная система PCs встроена в железобетонную балку для поддержки поперечной балки, показан на нижеприведенном рисунке. Закладная часть консольной системы PCs модели UP перевернута по сравнению с ее стандартным использованием в колонне. Консольные части крепятся болтами к ней таким образом, что скругленная сторона консольной пластины обращена к верхней стороне балки. В колонне должна быть предусмотрена дополнительная горизонтальная арматура в соответствии с прилагаемой таблицей (если требуется использовать консольную систему PCs 7 UP или PCs 10 UP, пожалуйста, обращайтесь в службу технической поддержки Фасткон).



Дополнительная арматура в балке

Арматурный хомут	Диаметр [мм]	PCs 2 UP	PCs 3 UP	PCs 5 UP
a	10	1	1	1
b	10	1	1	2
c	10	4	6	8
d	10	2	2	2

Если закладная часть располагается близко к нижнему краю балки, должна быть предусмотрена дополнительная подвесная арматура в балке, чтобы не допустить разрушения бетона под консолью и обеспечить надлежащее функционирование системы. Арматура должна быть спроектирована таким образом, чтобы:

$$A_s \cdot F_{yd} = V_{Ed}$$

где

V_{Ed} – расчетное значение вертикальной нагрузки
F_{yd} – предел текучести дополнительной арматуры
A_s – площадь поперечного сечения дополнительной арматуры

Поддерживающая балка будет испытывать нагрузку крутящего момента M_T ввиду приложения нагрузки V_{Ed} с эксцентриситетом. Крутящий момент аналогичен изгибающему моменту M_{Ed}, определяемому в соответствии с рисунком 3 в параграфе 1.2.2.

Установка консольной системы PCs

Идентификация изделия
Имеются различные модели (например, PCs, PCs UP и PCs LOCK) и различные размеры (2, 3, 5, 7, 10 и 15) консольной системы PCs. Модели и размеры можно определить по названию на этикетке изделия; размеры также можно узнать по цвету изделия. Цветовая кодировка указана в нижеприведенной таблице.

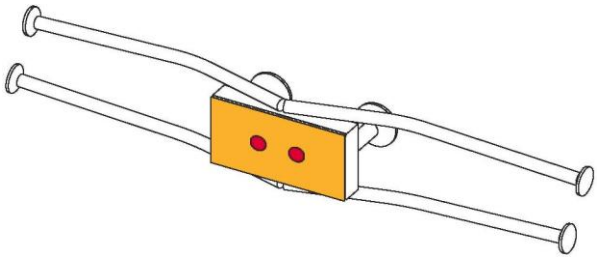
На заводе сборных железобетонных конструкций – перед формовкой

Закладная часть устанавливается в форму в соответствии с проектными планами колонны, вместе с арматурой колонны.

Закладная часть фиксируется таким образом, что она остается неподвижной во время формовки. На закладной части есть тонкая пластина для защиты ребер и пластмассовые колпачки для защиты внутренних резьб. Пластмассовые колпачки можно снять для того, чтобы закрепить болтами закладную часть через форму (например, при использовании деревянной формы или формы из стекловолокна, когда могут быть необходимы отверстия в форме для крепления после формовки). Закладную часть также можно закрепить на основной арматуре колонны так, чтобы она не могла двигаться во время формовки.

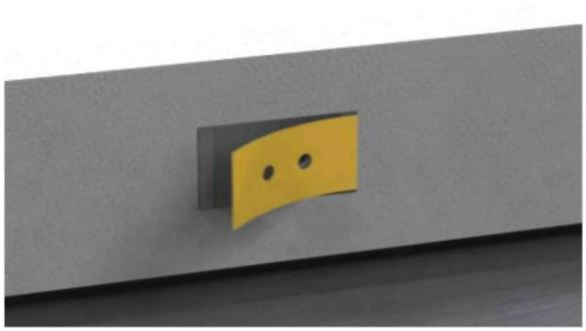
Внутренние резьбы должны быть защищены от цементного раствора.

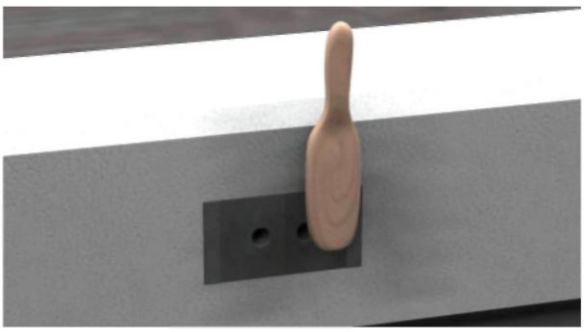
Дополнительная арматура должна быть размещена в области закладной части в соответствии с проектными планами колонны.



На заводе сборных железобетонных конструкций – после формовки

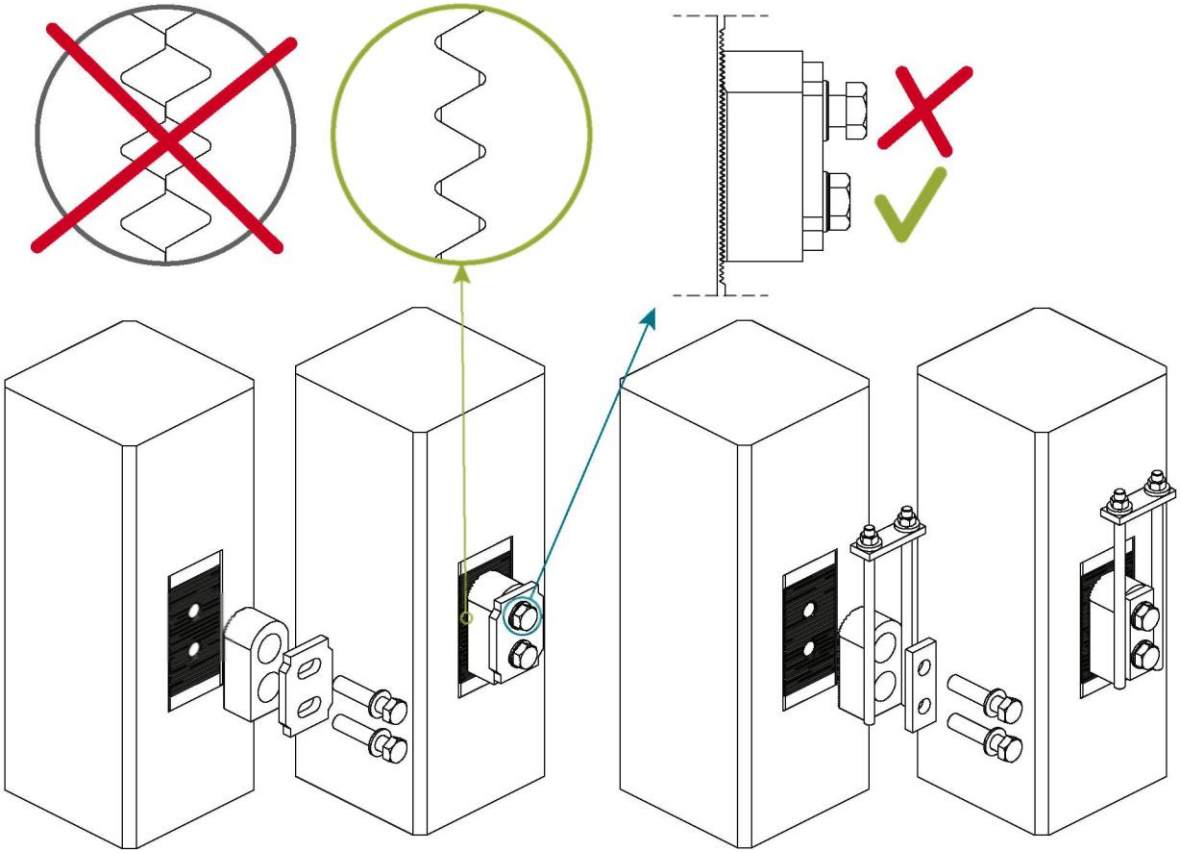
Тонкую пластину, которая закрывает ребра, снимают после формовки; ребра следует зачистить, если необходимо.





	цвет	резьба болта	длина болта [мм]	[мм]	крутящий момент [Нм]
PCs 2		M16	100	24	40
PCs 3		M24	120	36	130
PCs 5		M30	145	46	220
PCs 7		M30	145	46	220
PCs 10		M30	150	46	220

Необходимо проверить ребра закладной и консольной частей; они не должны быть повреждены перед установкой консольных деталей. Консольные детали устанавливаются в соответствии с проектными планами колонны с помощью болтов, так чтобы скругленная поверхность была обращена к верхней части колонны, при этом ребра должны быть плотно сцеплены, а головки болтов должны быть затянуты и прижаты к шайбам.



Болты затягиваются в соответствии с крутящими моментами, указанными в таблице.

На строительной площадке

Перед установкой балки необходимо выполнить визуальную проверку, убедившись в том, что детали консольной системы установлены таким образом, что ребра плотно сцеплены, а головки болтов плотно затянуты и прижаты к шайбам. Это важно для обеспечения сопротивления консоли.

Можно изменить положение деталей консоли на строительной площадке, ослабив болты. Затем необходимо убедиться в том, что болты вновь затянуты, ребра плотно сцеплены, а головки болтов прижаты к шайбам.

Балки устанавливаются и поддерживаются в соответствии с планами установки и поддержки. Консоль будет располагаться в пазу торца балки, а торцевая пластина балки будет находиться на консольной пластине.

Гайки и шайбы на вертикальных резьбовых стержнях в моделях LOCK необходимо снять перед установкой балки и установить их назад сразу же после установки балки.

Стык между колонной и балкой заливается бетоном одновременно со стыками плит перекрытия.

Примечания

Fastcon

СРЕДСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Пользуйтесь нашим профессиональным программным обеспечением, чтобы ускорить свою работу, а процесс расчета сделать простым и надежным. Средства проектирования Фасткон включают в себя программное обеспечение для проектирования, 3D компоненты для моделирования, инструкции по установке, технические руководства и сертификаты соответствия продукции Фасткон.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

Команда нашей технической состоит из квалифицированных инженеров и доступна для помощи в составлении расчётов и ответов на ваши технические вопросы по проектированию, установке и применению продукции Фасткон

СЕРТИФИКАТЫ СООТВЕТСТВИЯ

Сертификаты соответствия, Технические руководства и другие нормативные документы размещены на официальных страницах продуктов на веб-сайте нашей компании.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ДЕКЛАРАЦИИ И СЕРТИФИКАТЫ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА

Экологические декларации и сертификаты системы менеджмента размещены в разделе “Качество, окружающая среда и безопасность” на официальном веб-сайте нашей компании.

ООО «Фасткон»
194292, Россия, Санкт-Петербург
ул. Домостроительная, д. 16
Телефон: +7 (812) 329 07 04
www.fastcon.ru