ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО



Анкерные болты HPM®

Удобное и быстрое болтовое соединение

www.fastcon.ru

Fastcon

Fastcon

Арматурные анкерные болты HPM

Для болтовых соединений

Преимущества системы

- Сертифицированные и надежные соединения, прошедшие все необходимые испытания
- Широкий ассортимент продукции для всех анкерных соединений
- Дополнительные компоненты для быстрой и легкой установки
- Удобное проектирование



Анкерные болты HPM используются для крепления бетонных или стальных конструкций и механизмов на бетонных основаниях. Анкерные болты замоноличиваются в бетонное основание и конструкции крепятся на болты с помощью гаек и шайб. Затем стык между двумя конструкциями заливается раствором.

Система содержит широкий выбор прямых анкерных болтов, болтов с высаженной головкой, дополнительных монтажных компонентов и программ для проектировщиков. Болты с высаженной головкой обычно используются в неглубоких конструкциях, в то время как прямые болты используются для сращивания внахлест. Кроме болтов с обычной механической обработкой, также доступны изделия с оцинковкой горячим способом и с оцинковкой ECO. Монтажные рамки обеспечивают правильную и легкую установку анкерных болтов.





СОДЕРЖАНИЕ

Анкерные болты HPM 4

1. Характеристики изделий 4

1.1 Принципы работы конструкции 6
1.1.1 Временные условия 6
1.1.2 Финальное состояние 6

1.2 Условия применения 7
1.2.1 Нагрузки и внешние условия 7
1.2.2 Взаимодействие с основанием 8
1.2.3 Установка анкерных болтов 8

1.3 Другие характеристики 9

2. Прочностные показатели 11

2.1 Прочность на растяжение, сжатие и сдвиг 11

2.2 Совместное действие осевой нагрузки и нагрузки на сдвиг 15

2.3 Огнестойкость 15

Выбор анкерных болтов HPM 16

Приложение A - Дополнительная арматура при растягивающей нагрузке 17
A1: Армирование конуса бетона 17
A2: Арматура, противодействующая раскалыванию 18

Приложение B - Дополнительная арматура для противодействия нагрузке на сдвиг 19
B1: Краевая арматура 19

Приложение C - Дополнительная арматура при осевом сжатии 20
C1: Арматура конуса бетона, противодействующая продавливанию 20
C2: Частично нагруженные зоны, арматура противодействующая раскалыванию 21

Приложение D - Поперечная арматура в зоне нахлеста 23

Приложение E - Варианты применения анкерных болтов HPM P 24

Приложение F - Альтернативные способы передачи нагрузки на сдвиг 25

Установка анкерных болтов HPM 26

1. Характеристики изделий

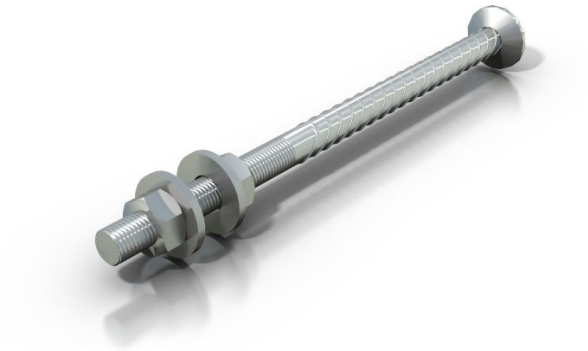
Анкерные болты HPM – это бетонируемые по месту анкера, которые используются для соединения конструктивных и неконструктивных элементов во всех типах зданий, складов, залов, мостов, дамб и электростанций.

Доступно несколько стандартных моделей анкерных болтов HPM для различных применений и условий нагружения. Анкерные болты устанавливаются в основание до заливки бетоном и предназначены для передачи нагрузок от конструкций на основание.

Номенклатура выпускаемых изделий:

- Анкерные болты короткие, с высаженной головкой-тип HPM L
- Анкерные болты прямые - тип HPM P
- Монтажные рамки

Анкерный болт HPM L



Анкерный болт HPM P



Анкерующая способность болта типа L обеспечивается благодаря высаженной шляпке на конце стержня. Нагрузки от конструкции к бетонному основанию передаются как через стержень болта, так и через шляпку на конце стержня. Благодаря относительно малой длине анкеровки болты HPM L подходят для использования в конструкциях с ограниченной глубиной (например, фундаменты, плиты, балки).

Анкерующая способность болтов типа P достигается за счет стыковки внахлест с рабочей арматурой конструкции. Нагрузки передаются через арматурные стержни периодического профиля. В основном анкерные болты HPM P используются в конструкциях с достаточной глубиной (например для соединения колонн между собой). Альтернативные варианты использования приведены в приложении E.

Конструкция анкерных болтов HPM позволяет использовать их вместе с башмаками колонн HPKM, стеновыми башмаками SUMO и балочными башмаками PC, обеспечивая решение для соединения большинства сборных конструкций (например, колонны с фундаментом, колонны с основанием, колонны с колонной, стены с фундаментом, стены со стеной, балки с колонной, балки со стеной). Болты также можно использовать для крепления стальных колонн или оборудования и станков.

Анкерные болты устанавливаются в конструкцию основания вместе с рабочей и дополнительной арматурой, как описано в приложениях A, B, C и D данного руководства. Соединение достигается путем закрепления анкерного болта к опорной плите с помощью гаек и шайб. После этого стык заливается безусадочным цементирующим материалом.

Рисунок 1. Анкерные болты HPM L в соединении бетонной колонны с основанием.

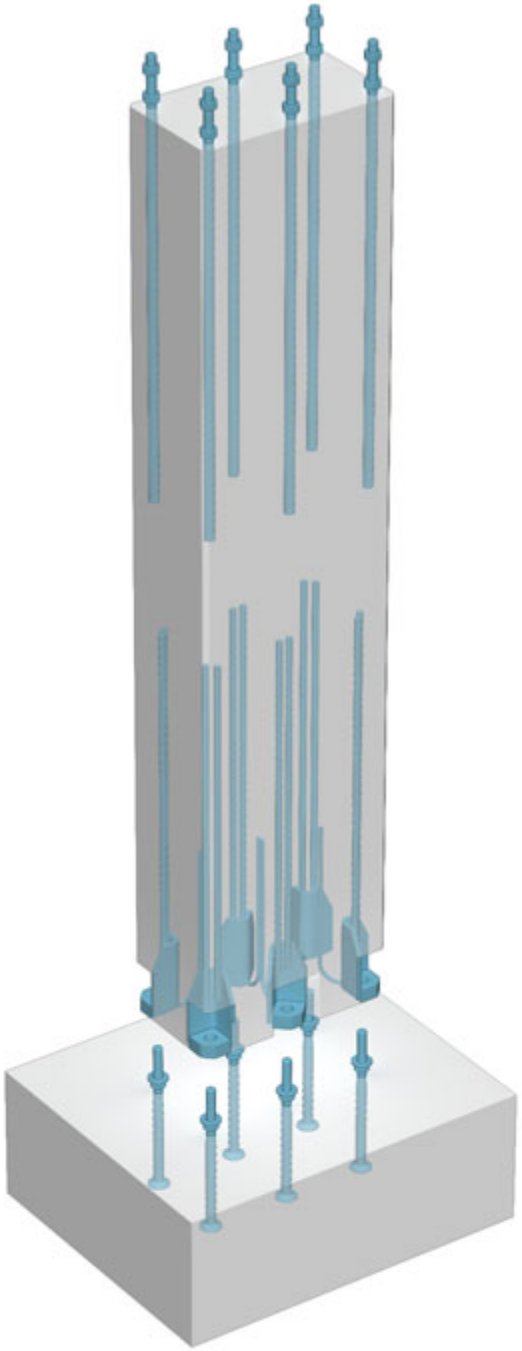
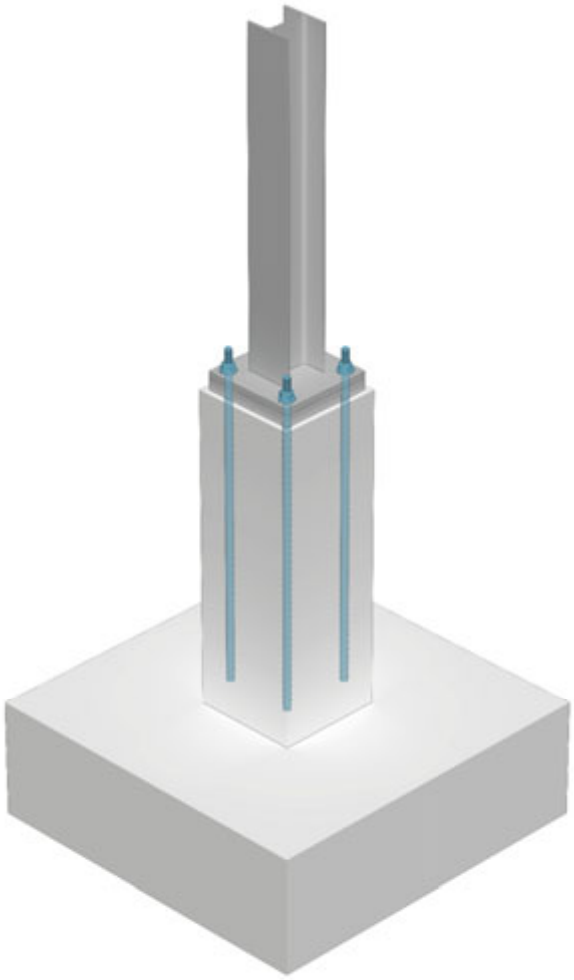


Рисунок 2. Анкерные болты HPM P в соединении стальной колонны с основанием колонны.



1.1 Принципы работы конструкции

Нагрузки передаются на анкерные болты как статически эквивалентные усилиям растяжения, сжатия и сдвига. Анкерные болты также рассчитаны на восприятие изгибающих моментов. Выбранный тип и количество анкерных болтов должны соответствовать нагрузке.

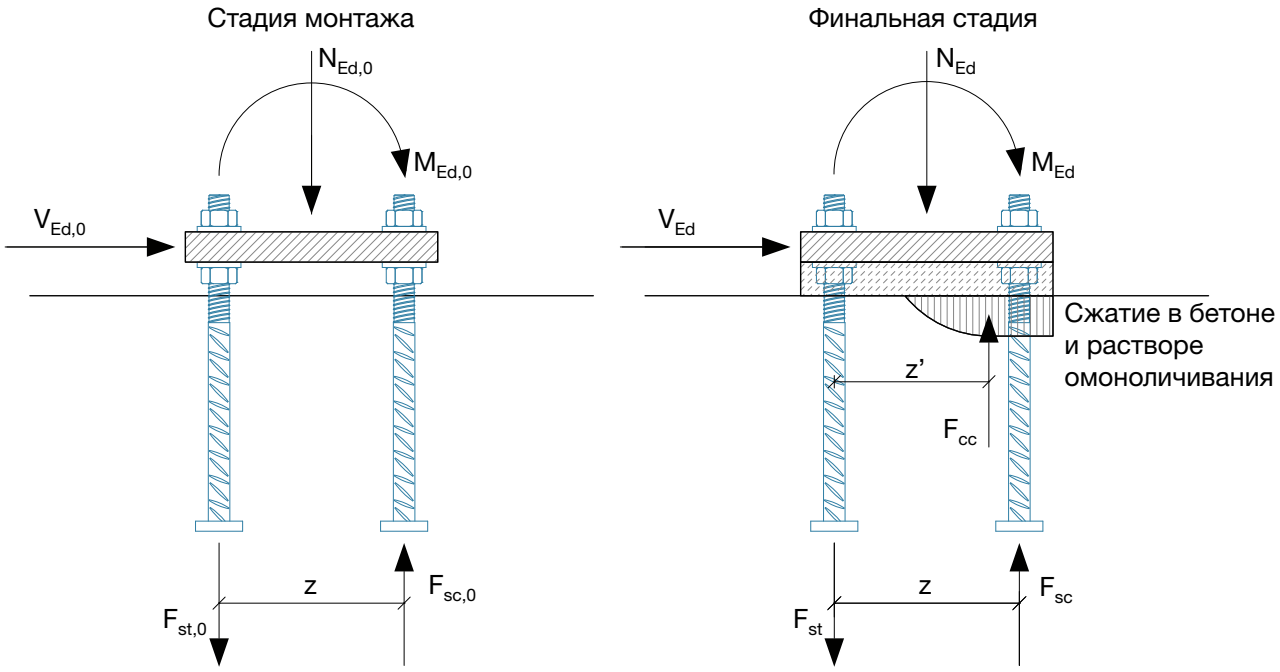
1.1.1 Временное состояние

На стадии монтажа силы, действующие на анкерные болты, вызваны преимущественно собственным весом конструкции, а также изгибающим моментом и усилием сдвига возникающем вследствие ветровой нагрузки. Так как стык еще не заполнен раствором, все усилия сосредоточены исключительно на анкерных болтах. Кроме того, болты должны быть проверены на продольный изгиб. Открытый стык между креплением и основанием необходимо залить безусадочным цементирующим раствором. Перед дальнейшим нагружением конструкции необходимо дождаться затвердевания раствора.

1.1.2 Финальное состояние

На финальной стадии, после того как раствор омоноличивания набрал достаточную прочность, соединение работает как монолитная железобетонная конструкция. Раствор омоноличивания связывает конструкцию в одно целое и передает на основание усилия сжатия и сдвига. При этом расчетная прочность раствора на сжатие должна быть не ниже самой высокой марки бетона, который используется в соединяемых элементах.

Рисунок 3. Прочностные характеристики болтового соединения на стадии монтажа и на финальной стадии.



1.2 Условия применения

Стандартные модели анкерных болтов HPM предназначены для использования в условиях, описанных в этом разделе. Если предполагаются другие условия, свяжитесь со службой технической поддержки компании Фасткон для разработки анкерных болтов HPM на заказ.

1.2.1 Нагрузки и условия окружающей среды

Анкерные болты HPM рассчитаны на восприятие статических нагрузок. Для обеспечения коррозионной стойкости толщина бетонного покрытия анкерных болтов HPM, включая шайбы и гайки, должна быть не менее минимальных значений, определенных в соответствии с классом воздействия окружающей среды и предполагаемым сроком эксплуатации. В случаях, когда требуется дополнительная защита от коррозии, компания Фасткон предлагает два стандартных варианта обработки поверхности болтов: цинкование ECO и горячее цинкование. Также возможно использовать другие антикоррозионные покрытия, например покраску. Для получения дополнительной информации обращайтесь в службу технической поддержки компании Фасткон.

Цинкование ECO – это экономичный и экологически чистый способ защиты болтов от коррозии, который позволяет частично или полностью оцинковать анкерные болты. Используется метод термического напыления цинка (в соответствии с EN ISO 2063). Минимальная толщина покрытия составляет 100 мкм, что соответствует классу окружающей среды C3 стандарта EN 9223:2012.

При горячем цинковании (согласно EN ISO 1461) болты полностью погружаются в гальванизирующий материал. Минимальная толщина покрытия составляет 55 мкм, что соответствует классу окружающей среды C3 стандарта EN 9223:2012.

Примеры для заказа оцинкованных болтов:
Оцинковка ECO => Наименование: **HPM24P-ECO**
Горячее цинкование => Наименование: **HPM30L-HDG**

Рисунок 4. Болт с оцинковкой ECO.



Таблица 1. Защита анкерных болтов от коррозии в различных условиях окружающей среды. Класс конструкции: S4, допустимое отклонение: Δ_{cdev} = 10 мм.

Класс воздействия	Требуемая номинальная толщина бетонного покрытия анкерных болтов согласно EN 1992-1-1 c_{nom} [мм]
X0	20
XC1	25
XC2 / XC3	35
XC4	40
XD1 / XS1	45
XD2 / XS2	50
XD3 / XS3	55

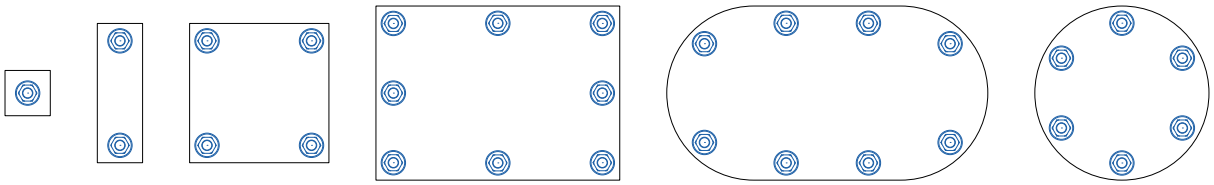
1.2.2 Взаимодействие с основанием

Анкерные болты HPM предназначены для использования в армированных основаниях (например, фундаменты, плиты, основания колонн, колонны, стены). Стандартные характеристики анкерных болтов HPM действительны для армированного тяжелого бетона класса прочности от C20/25 (B25) и до C50/60 (B60). Можно допустить, что во время срока эксплуатации в бетоне будут образовываться трещины. Величина раскрытия трещин не должна превышать нормативные значения.

1.2.3 Установка анкерных болтов

Анкерные болты HPM имеют отметку глубины заделки. Заполнение бетоном производится ровно до этой отметки. По возможности, болты должны располагаться симметрично. Компоновка болтов должна учитывать расположение существующей арматуры, чтобы можно было установить болты в предполагаемом месте.

Рисунок 5. Примеры схем компоновки анкерных болтов HPM.

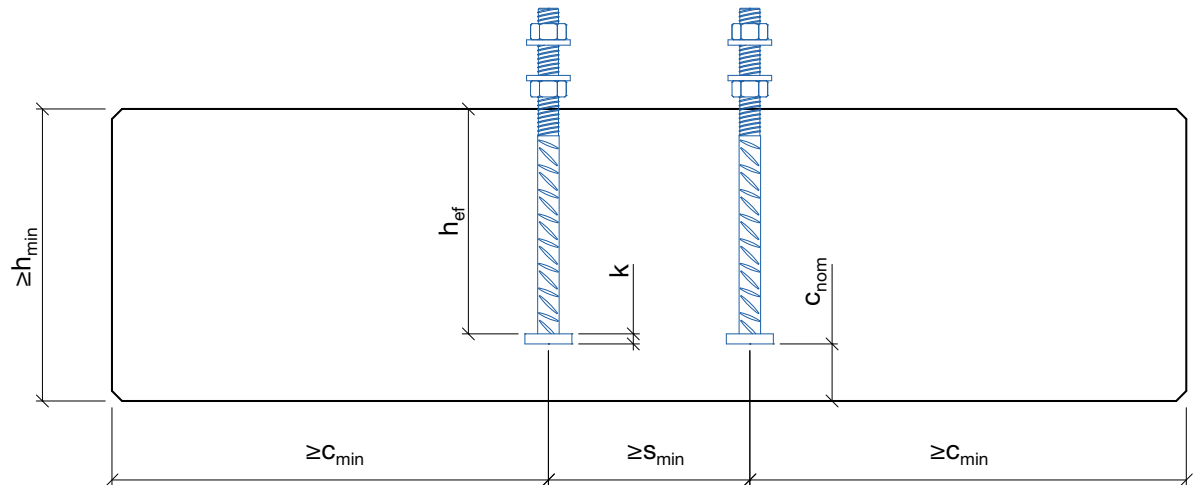


При установке анкерных болтов HPM L расстояние между болтами (s_{min}), расстояние от края (c_{min}), и толщина основания (h_{min}) не должны быть ниже минимальных значений, указанных в таблице 2. Следует отметить, что указанная в таблице 2 минимальная толщина (h_{min}) пр иведена для заливаемых на грунтовое основание конструкций, $h_{min} = h_{ef} + k + c_{nom}$, следовательно, c_{nom}=85 мм.

Таблица 2. Расположение анкерных болтов HPM L в основании.

Анкерный болт	c_{min} [мм]	s_{min} [мм]	h_{min} [мм]	h_{ef} [мм]	k [мм]
HPM 16 L	50	80	260	165	10
HPM 20 L	70	100	320	223	12
HPM 24 L	70	100	385	287	13
HPM 30 L	100	130	435	335	15
HPM 39 L	130	150	605	502	18

Рисунок 6. Установленный анкерный болт HPM L.



При установке анкерных болтов HPM P минимальное расстояние от края, согласно разделу 4 стандарта EN 1992-1-1, должно соответствовать толщине бетонного покрытия. Болты должны быть установлены на таком расстоянии друг от друга, чтобы предотвратить изгибание пучков арматуры, и соответствовать требованиям к соединяемым внахлест стержням согласно разделам 8.2 и 8.7 стандарта EN 1992-1-1.

1.3 Другие характеристики

Анкерные болты HPM изготавливаются из арматурных стержней периодического профиля из следующего материала:

Стержни периодического профиля	B500B A500C	EN 10080 GOST 52544-2006

Стандартный комплект поставки каждого анкерного болта включает в себя две шестигранные гайки и две шайбы:

Шайбы	S355J2 + N	EN 10025-2
Гайки	Класс прочности 8	EN ISO 4032 / EN 24032

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

Технология производства	
Стержни периодического профиля	Механическая резка
Нарезка резьбы	Прокатка
Шляпка болта	Ковка

Производственные допуски	
Длина	± 10 мм
Длина резьбовой части	+ 5mm, - 0 мм

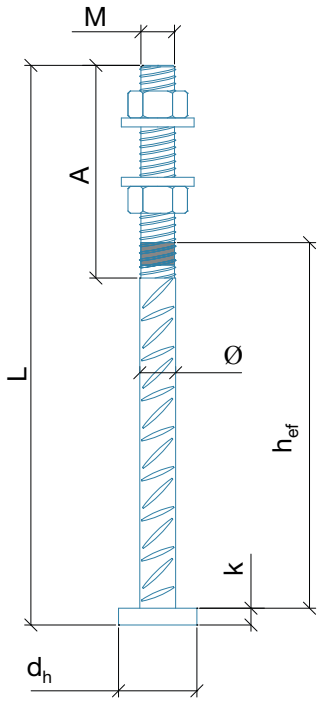
Обозначение марок стали дополнительной арматуры

B500B A500C	EN 10080 ГОСТ 34028-2016

Обозначение классов прочности бетона

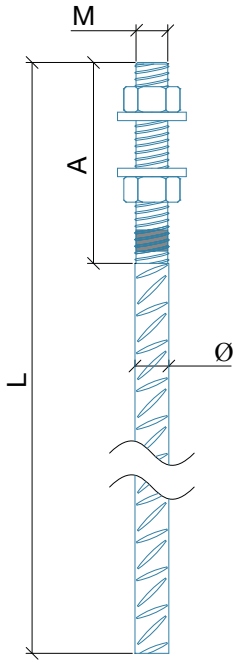
Обозначается буквой **C** и двумя числами Например: C30/37	EN 1992-1-1
Обозначается буквой **B** и одним числом Например: B40	СНиП 2.03.01-84*

Таблица 3. Размеры [мм], вес [кг] и цвета анкерных болтов HPM L.



	HPM 16 L	HPM 20 L	HPM 24 L	HPM 30 L	HPM 39 L
M	M16	M20	M24	M30	M39
A	140	140	170	190	200
Номинальная площадь Расчетного сечения	157	245	352	561	976
Ø	16	20	25	32	40
L	280	350	430	500	700
Шайба	Ø 40-6	Ø 44-6	Ø 56-6	Ø 65-8	Ø 90-10
h_{ef}	165	223	287	335	502
d_h	38	46	55	70	90
k	10	12	13	15	18
Вес	0,7	1,2	2,2	4,1	9,2
Цветовая кодировка	желтый	синий	серый	зеленый	оранжевый

Таблица 4. Размеры [мм], вес [кг] и цвета анкерных болтов HPM P.



	HPM 16 P	HPM 20 P	HPM 24 P	HPM 30 P	HPM 39 P
M	M16	M20	M24	M30	M39
A	140	140	170	190	200
Номинальная площадь Расчетного сечения	157	245	352	561	976
Ø	16	20	25	32	40
L	810	1000	1160	1420	2000
Шайба	Ø 40-6	Ø44-6	Ø 56-6	Ø 65-8	Ø 90-10
Вес	1,5	2,8	4,9	9,8	21,8
Цветовая кодировка	желтый	синий	серый	зеленый	оранжевый

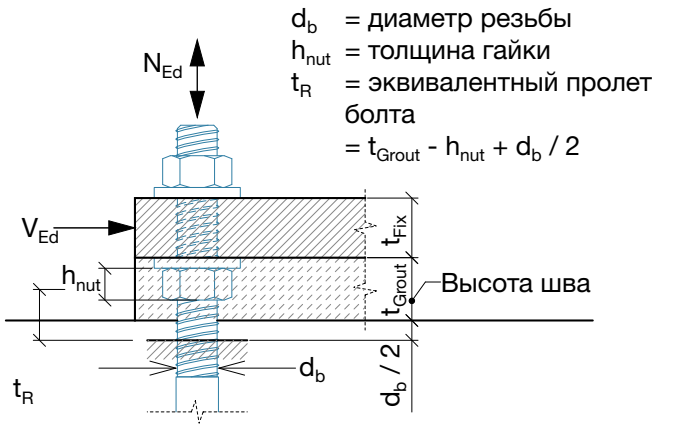
2. Прочностные показатели

2.1 Прочность на растяжение, сжатие и сдвиг

Несущие способности анкерных болтов HPM определяются проектным решением в соответствии со следующими стандартами:

- Технические условия CEN/TS 1992-4-1:2009
- Технические условия CEN/TS 1992-4-2:2009
- EN 1992-1-1:2004/AC:2010
- EN 1993-1-1:2005/AC:2009
- EN 1993-1-8:2005/AC:2005
- ETA-02/0006: сертификация ETA
- ETA-13/0603: сертификация ETA

Рисунок 7. Нагрузки и параметры, характеризующие соединение.



Несущие способности соединений с применением болтов HPM определяются сталью болта и глубиной анкеровки в бетоне. Необходимые проверки представлены ниже в этом разделе. Если из-за разрушения бетона нельзя проверить прочность стали болта на растяжение или сдвиг, можно использовать дополнительное арматурное усиление, чтобы снять нагрузки с анкерного болта. Рекомендуется рассчитывать прочность и требуемое арматурное усиление болтовых соединений.

Таблица 5. Расчетные значения прочности на растяжение или сжатие для анкерных болтов HPM. (Прочность стали).

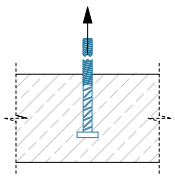
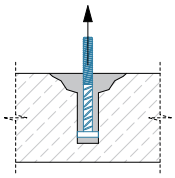
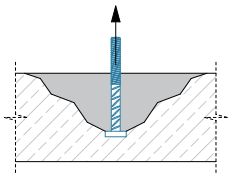
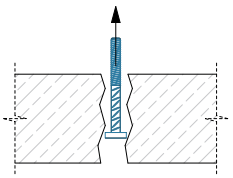
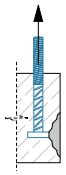
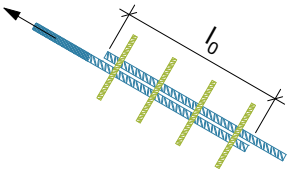
		HPM 16	HPM 20	HPM 24	HPM 30	HPM 39
N_{Rd} $N_{Rd.0}$	[кН]	62	96	139	220	383

Таблица 6. Расчетные значения прочности на сдвиг для анкерных болтов HPM. (Прочность стали). Значения прочности определяются в соответствии с ETA-13/0603.

Анкерный болт	V_{Rd} [kH] Финальная стадия	$V_{Rd.0}$ [kH] Стадия монтажа	t_{Grout} [mm]
HPM 16	**20**	**5**	**50**
HPM 20	**31**	**10**	**50**
HPM 24	**45**	**18**	**50**
HPM 30	**72**	**37**	**50**
HPM 39	**125**	**72**	**60**

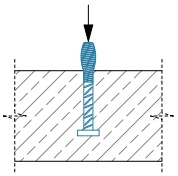
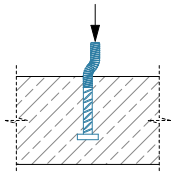
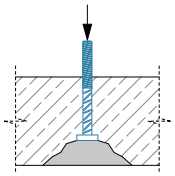
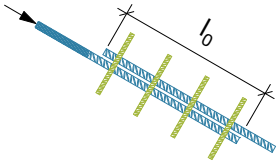
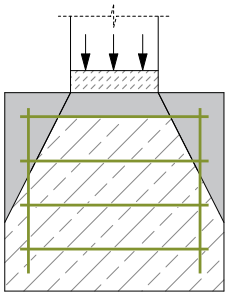
ПРИМЕЧАНИЕ 1: Значения V_{Rd} и$V_{Rd,0}$ в таблице 6 справедливы для высоты шва, равной t_{Grout}.
ПРИМЕЧАНИЕ 2: В таблицах 5 и 6 приведены значения прочности без учета совместного действия осевой и поперечной силы. Совместное действие описано в разделе 2.2 данного руководства.

Таблица 7. Требуемая проверка анкерных болтов HPM, работающих на растяжение.

Проверяемый параметр	**Пример**	**HPM L Анкерные болты**	**HPM P Анкерные болты**
Прочность стали		Требуется (для наиболее нагруженного болта)	Требуется (для наиболее нагруженного болта)
Прочность на выдергивание		Требуется (для наиболее нагруженного болта)	Не применимо
Прочность конуса бетона [1)]		Требуется (для группы болтов)	Не применимо
Прочность на раскалывание [2)]		Требуется (для группы болтов)	Не применимо
Прочность на скалывание [3)]		Требуется (для группы болтов)	Не применимо
Длина сращивания [4)]		Не применимо	Требуется (для наиболее нагруженного болта)

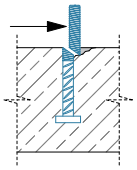
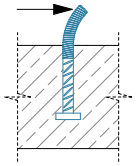
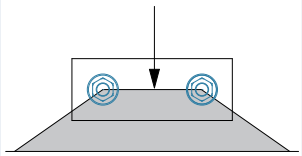
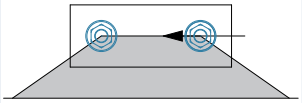
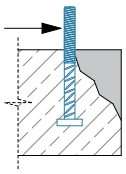
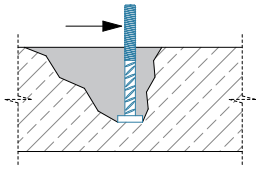
1) Не требуется, если установлена дополнительная арматура в соответствии с приложением A1.
2) Не требуется, если расстояние от края во всех направлениях составляет $c \geq 1{,}5h_{ef}$ (при использовании одного болта) и $c \geq 1{,}8h_{ef}$ (при креплении несколькими болтами) или если используется дополнительная арматура в соответствии с приложением A2.
3) Не требуется, если расстояние от края во всех направлениях составляет $c \geq 0{,}5h_{ef}$.
4) Обратитесь к приложению D для получения информации о требуемом поперечном армировании зоны нахлеста.

Таблица 8. Требуемая проверка анкерных болтов HPM, работающих на сжатие.

Проверяемый параметр	**Пример**	**HPM L Анкерные болты**	**HPM P Анкерные болты**
Прочность стали		Требуется (для наиболее нагруженного болта)	Требуется (для наиболее нагруженного болта)
Прочность на продольный изгиб [1]		Требуется (для наиболее нагруженного болта)	Требуется (для наиболее нагруженного болта)
Прочность на продавливание под шляпкой болта [2]		Требуется (для группы болтов)	Не применимо
Длина сращивания [3]		Не применимо	Требуется (для наиболее нагруженного болта)
Частично нагруженные зоны [4] • **Локальное разрушение** • **Силы поперечного растяжения**		Требуется только на конечной стадии (для основания)	Требуется только на конечной стадии (для основания)

1) Не требуется (в соответствии с ETA-13/0603), если высота шва не превышает значение, которые указаны в инструкциях по установке данного руководства. Значения t_{Grout} приведены в таблице 6.
2) Не требуется, если толщина основания позволяет сделать достаточный слой бетона под шляпкой болта, или если используется дополнительная арматура. Подробности приведены в приложении C1.
3) Обратитесь к приложению D для получения информации о требуемом поперечном армировании зоны нахлеста.
4) Обратитесь к приложению C2 для получения информации о проектировании и требуемой арматуре от раскалывания.

Таблица 9. Требуемая проверка анкерных болтов HPM, работающих на сдвиг.

Проверяемый параметр	**Пример**	**HPM L Анкерные болты**	**HPM P Анкерные болты**
Прочность стали		Требуется (для наиболее нагруженного болта)	Требуется (для наиболее нагруженного болта)
Прочность стали на иззгиб [1)]		Требуется (для наиболее нагруженного болта)	Требуется (для наиболее нагруженного болта)
Прочность края бетона [2)] • **Сдвиг перпендикулярно краю** • **Сдвиг параллельно краю** • **Сдвиг под углом**	  	Требуется (для группы болтов)	Требуется (для группы болтов)
Прочность бетона на выламывание		Требуется (для группы болтов)	Не применимо

1) Не требуется (в соответствии с ETA-13/0603), если высота шва не превышает значение, которые указаны в инструкциях по установке данного руководства. Значения t_{Grout} приведены в таблице 6. Обратите внимание, что проверка всегда выполняется на стадии монтажа.

2) Не требуется, если расстояние от края во всех направлениях составляет $c \geq \min(10h_{ef}; 60Ø)$ или если установлена дополнительная арматура в соответствии с приложением B1.

2.2 Совместное действие осевой и поперечной нагрузки

В случаях, когда на анкерные болты HPM одновременно действуют осевые и поперечные силы, необходимо выполнить проверку согласно следующим уравнениям.

ДЛЯ ПРОВЕРКИ СТАЛИ

Болты на стадии монтажа
Одновременное действие на каждый болт **осевого** усилия и **поперечного** усилия должно удовлетворять условию:

$$\frac{|N^1_{Ed,0}|}{N_{Rd,0}} + \frac{|V^1_{Ed,0}|}{V_{Rd,0}} \leq 1$$

ETA-13/0603, ур. (1)

Болты на финальной стадии
Одновременное действие на каждый болт усилия **растяжения** и усилия **сдвига** должно удовлетворять условию:

$$\frac{|N^1_{Ed}|}{1{,}4N_{Rd}} + \frac{|V^1_{Ed}|}{V_{Rd}} \leq 1$$

ETA-13/0603, ур. (10)

$$\frac{|N^1_{Ed}|}{N_{Rd}} \leq 1$$

ETA-13/0603, ур. (11)

где

$V_{Rd,0}$	=	прочность на сдвиг болта, стадия монтажа
V_{Rd}	=	прочность на сдвиг болта, финальная стадия
$N_{Rd,0}$	=	осевая прочность болта, стадия монтажа
N_{Rd}	=	осевая прочность болта, финальная стадия
$V_{Ed,0}$	=	нагрузка на сдвиг для одного болта, стадия монтажа
V^1_{Ed}	=	нагрузка на сдвиг для одного болта, финальная стадия
$N^1_{Ed,0}$	=	осевая нагрузка на один болт, стадия монтажа
N^1_{Ed} 1	=	осевая нагрузка на один болт, финальная стадия

ДЛЯ ПРОВЕРКИ БЕТОНА (применяется только для анкерных болтов HPM L)

Болты без дополнительной арматуры
Одновременное действие усилия **растяжения** и усилия **сдвига** должно удовлетворять условию:

$$|\beta_N|^{1,5} + |\beta_V|^{1,5} \leq 1$$

CEN/TS 1992-4-2, ур. (48)

Болты с дополнительной арматурой
Одновременное действие усилия **растяжения** и усилия **сдвига** должно удовлетворять условию:

$$|\beta_N|^{2/3} + |\beta_V|^{2/3} \leq 1$$

CEN/TS 1992-4-2, ур. (49)

Если дополнительная арматура предназначена для восприятия усилий растяжения и сдвига, используется уравнение (48).

где

β_N	=	наибольший коэффициент загрузки бетона под растягивающим усилием.
β_V	=	наибольший коэффициент загрузки бетона под усилием сдвига. **ПРИМЕЧАНИЕ:** Значение коэффициентов β_N и β_V принимается без учета дополнительного армирования.

2.3 Огнестойкость

Огнестойкость болтового соединения необходимо проверить в соответствии с EN 1992-1-2. Если соединение имеет недостаточную огнестойкость, необходимо увеличить толщину бетонного покрытия или использовать другие средства для достижения желаемого класса огнестойкости. Обратитесь в службу технической поддержки компании Фасткон для консультации.

Выбор анкерных болтов HPM

При выборе подходящего типа анкерных болтов HPM необходимо учитывать следующие особенности:

- Прочностные показатели
- Характеристики бетона омоноличивания
- Характеристики основания
- Положение и компоновка анкерных болтов в основании
- Расчетное значение воздействий

Прочность болтовых соединений необходимо проверить для следующих расчетных ситуаций:

- Стадия монтажа
- Финальнаяя стадия
- Пожар
- Условия воздействия окружающей среды

A1: Армирование конуса бетона

Если прочность конуса бетона превышена, необходимо использовать дополнительную арматуру от растягивающей нагрузки. Дополнительная арматура для анкерных болтов HPM L детально показана на рисунке ниже. Требуемое количество хомутов и поверхностных стержней приведено в таблице 10.

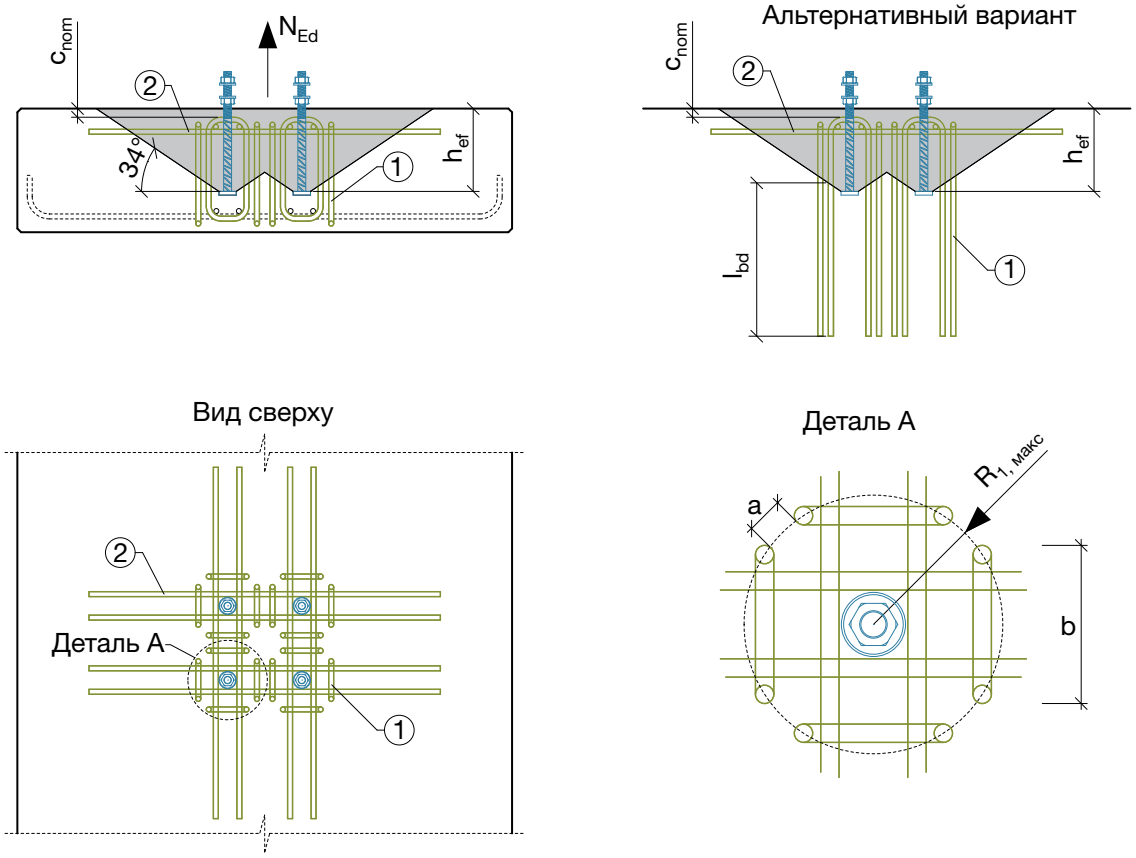
Таблица 10. Арматура конуса бетона (B500B или A500C).

Анкерный болт	Хомуты (на каждый болт) ①	Поверхностные стержни ②	c_{nom} [мм]	$R_{1,max}$ [мм]	h_{ef} [мм]	b ширина хомута [мм]
HPM 16 L	4 Ø 8	Ø 8	35	70	165	85
HPM 20 L	4 Ø 8	Ø 8	35	85	223	90
HPM 24 L	4 Ø 8	Ø 8	35	100	287	100
HPM 30 L	4 Ø 10	Ø 8	35	100	335	120
HPM 39 L	4 Ø 12	Ø 8	35	190	502	150

Указанную в таблице 10 арматуру можно использовать в следующих случаях:

- Класс прочности бетона основания равен или выше C25/30 (B30). Хорошее сцепление бетона с арматурой
- Номинальная толщина бетонного покрытия составляет 35 [мм] или меньше
- Минимальное расстояние в свету **(a)** между соседними стержнями хомутов должно быть не менее 21 [мм], как требуется по стандарту EN 1992-1-1, раздел 8.2 (максимальная фракция заполнителей = 16 мм)

Рисунок 9. Дополнительная арматура в виде хомутов и шпилек.



A2: Арматура, противодействующая раскалыванию

Если прочность на раскалывание превышена, у поверхности бетона необходимо установить дополнительную боковую и верхнюю арматуру, чтобы противодействовать раскалывающим усилиям и ограничить появление трещин. Арматура для анкерных болтов HPM L показана на рисунке ниже. Требуемое количество арматурных стержней приведено в таблице 11.

Требуемое поперечное сечение A_s арматуры от раскалывания можно определить следующим образом:

$$_s = 0{,}5 \quad \sum N_{Ed} A$$

$$\overline{f_{yk}/\gamma_{Ms,re}} \quad [mm^2]$$

CEN/TS 1992-4-2, ур. (17)

где

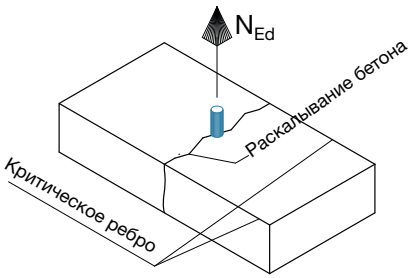
$\sum N_{Ed}$ = суммарное значение усилий растяжения, действующих на болты.

f_{yk} = номинальный предел текучести арматурной стали ≤ 500 *N*/mm²

$\gamma_{Ms,re}$ = коэффициент надежности по разрушению стали для дополнительной арматуры = 1,15

Таблица 11. Минимальная рекомендуемая арматура от раскалывания (B500B или A500C) для полностью нагруженного анкерного болта.

Анкерный болт	A_s ① + ② [mm²]	Выбранная арматура
HPM 16 L	71	3 Ø 6
HPM 20 L	111	5 Ø 6
HPM 24 L	159	4 Ø 8
HPM 30 L	253	4 Ø 10
HPM 39 L	441	5 Ø 12



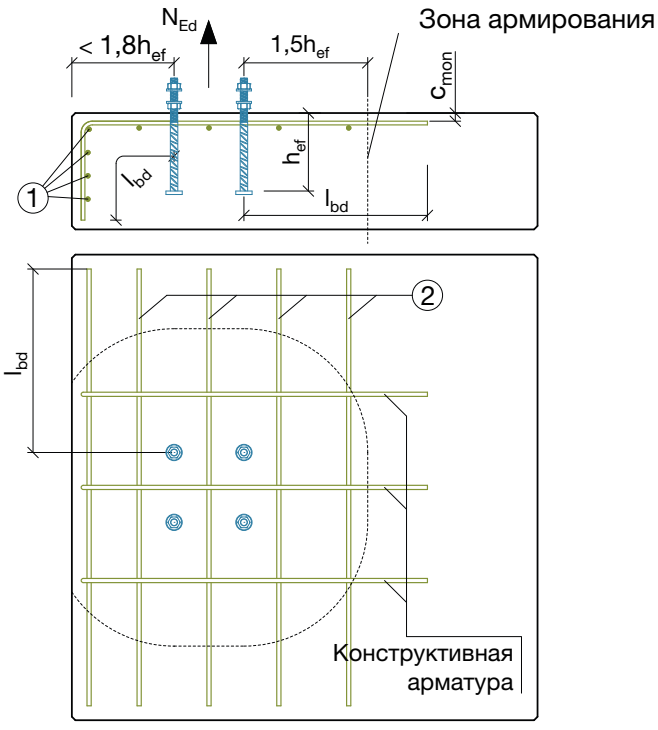
Установка арматуры:

- Арматура, противодействующая раскалыванию должна быть равномерно уложена вдоль **критического ребра (ребер)*** на боковой и верхней гранях бетонного элемента.

  *** Расстояние от края поверхности бетона до центра ближайшего болта, усилие растяжения которого менее $1{,}8h_{ef}$.**

- Стержни, противодействующие раскалыванию должны располагаться внутри зоны армирования (т.е. в пределах расстояния ≤1,5 h_{ef} от растянутых болтов).
- Поз. ① **- боковая арматура.**
- Поз. ② **- верхняя арматура.**
- **ПРИМЕЧАНИЕ:** Перпендикулярные ребра необходимо рассматривать независимо друг от друга (т.е. учитывать A_s в каждом направлении).

Рисунок 10. Деталировка арматуры, противодействующей раскалыванию. Пример для случая с одним критическим ребром.



B1: Краевая арматура

Если прочность конуса на краю превышена, необходимо использовать дополнительную арматуру в соответствии с величиной усилия сдвига для этого края. Величина усилия сдвига для рассматриваемого края зависит от направления приложенной нагрузки. Требования и количество дополнительной арматуры от сдвига необходимо проверить отдельно для каждого края бетонного элемента. Краевая арматура для анкерных болтов HPM L и P показана на рисунке ниже. Необходимое количество U-образных хомутов приведено в таблице 12.

Таблица 12. Краевая арматура (B500B или A500C) для полностью нагруженного анкерного болта.

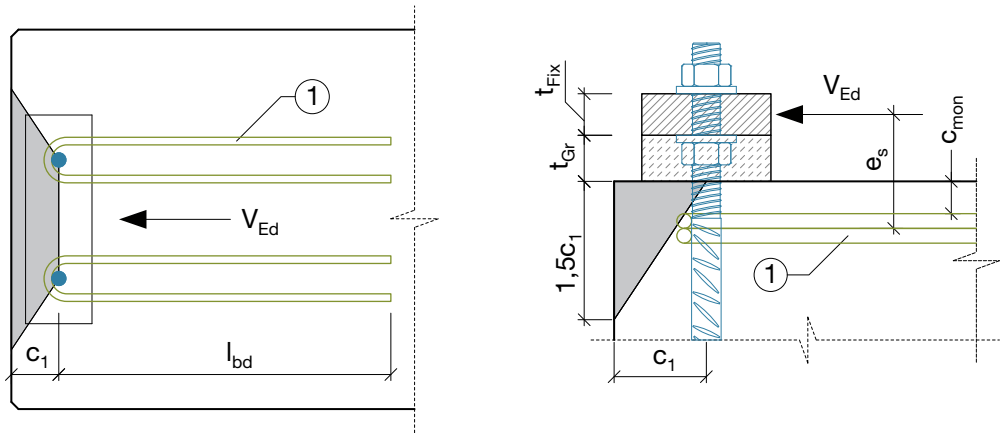
Анкерный болт	U-образные хомуты (на каждый болт) ①	c_1 [мм]	c_{nom} [мм]	e_s [мм]
HPM 16	1 Ø 12	50	35	120
HPM 20	1 Ø 14	70	35	135
HPM 24	1 Ø 16	70	35	110
HPM 30	2 Ø 14	100	35	145
HPM 39	3 Ø 16	130	35	240

Указанную в таблице 12 арматуру можно использовать в следующих случаях:

- Расстояние между арматурой и осью приложения поперечной силы равно или меньше e_s
- Расстояние от края равно или больше c_1

Следует отметить, что дополнительная арматура, приведенная в таблице 12, выбирается для самого уязвимого края, который расположен перпендикулярно к приложенной нагрузке.

Рисунок 11. Дополнительная арматура в виде петель.



ПРИМЕЧАНИЕ: На рисунке 11 предполагается, что края бетонного элемента, расположенные параллельно приложенной нагрузке, имеют достаточную прочность без дополнительного армирования.

C1: Арматура конуса бетона, противодействующая продавливанию

Если прочность на продавливание под шляпкой анкерного болта превышена, необходимо использовать дополнительную арматуру. Примеры дополнительной арматуры для анкерных болтов HPM L приведены на рисунке ниже. Требуемое количество хомутов указано в таблице 13. Арматуру можно не использовать, если толщина бетона *h* под шляпкой болта равна или больше, чем h_{req} (рисунок 12).

Таблица 13. Арматура конуса бетона (B500B или A500C).

Анкерный болт	h_{req} [мм]	A_s [мм²]	Хомуты (на каждый болт) ①
HPM 16 L	80	98	2 Ø 6
HPM 20 L	100	140	2 Ø 8
HPM 24 L	115	193	2 Ø 8
HPM 30 L	145	314	2 Ø 10
HPM 39 L	190	523	2 Ø 14

ПРИМЕЧАНИЕ: Рассчитанные значения толщины h_{req} актуальны лишь для случаев, когда конус продавливания под шляпкой болта не ограничен соседними конусами или краями основания (см. рисунок 12).

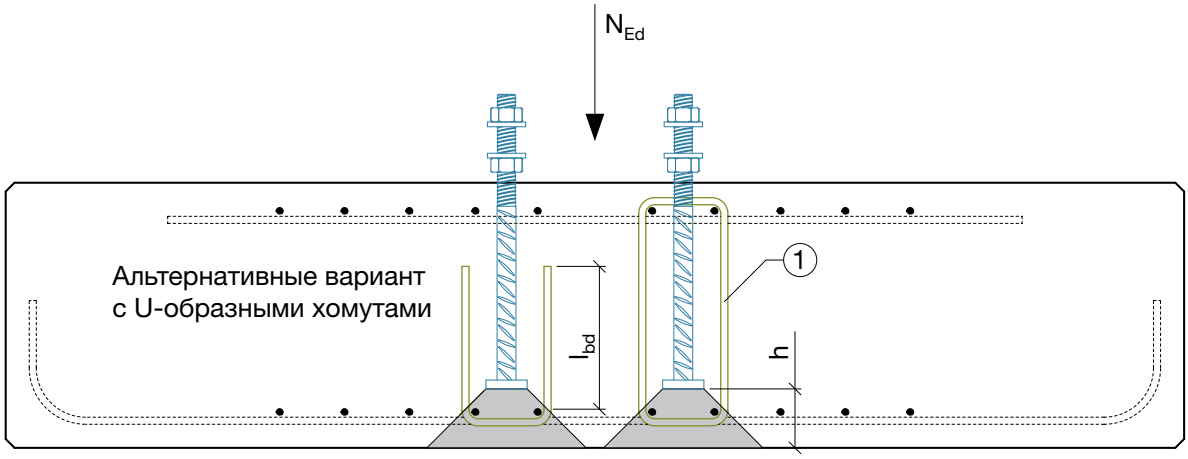
Угол наклона конуса продавливания составляет 45°.

Указанную в таблице 13 арматуру можно использовать в следующих случаях:

- Класс прочности бетона основания равен или выше C25/30 (B30). Хорошее сцепление бетона с арматурой.
- Хомуты расположены внутри конуса продавливания и закреплены в соответствии со стандартами для армированного бетона.

Следует отметить, что арматуру, противодействующую продавливанию, имеющую вид замкнутых хомутов, можно использовать в качестве дополнительной арматуры при растяжении.

Рисунок 12. Армирование конуса продавливания под анкерным болтом.



C2: Частично нагруженные площадки, арматура противодействующая раскалыванию

Если прочность на сжатие основания превышена, необходимо рассмотреть локальное разрушение. В связи с этим, класс прочности бетона нижней колонны в соединении колонны с колонной, должен быть не ниже чем в верхней колонне. Локальное разрушение можно предотвратить, увеличив размер Δ (см. рисунок 13). Кроме того, арматура от раскалывания должна противодействовать усилиям поперечного растяжения в основании. Хомуты необходимо равномерно распределить в направлении усилия растяжения по высоте h, где траектории сжатия искривлены. При отсутствии более полной информации, высоту h можно принять как 2Δ.

Рисунок 13. Соединение колонн с разными сечениями. Арматура от раскалывания в основании колонны.

a) Полное поперечное сечение области сжатия:

b) Поперечное сечение, нарушение баланса:

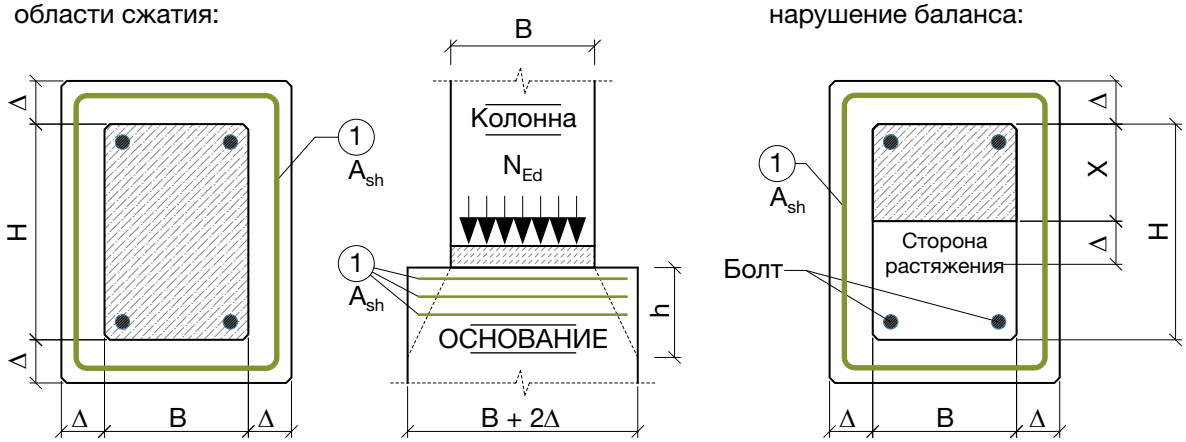
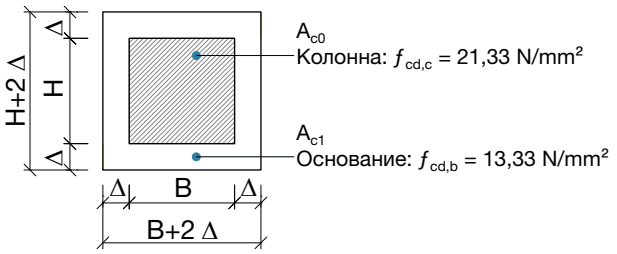


Таблица 14. Расширение Δ основания и необходимые хомуты от раскалывания (B500B или A500C).

Марка бетона (Колонна)	Марка бетона (Основание колонны)	a) Полное поперечное сечение области сжатия Δ [mm]	b) Болты на стороне растяжения (нарушение баланса) Δ [mm]	Требуемая площадь армирования Хомуты с 2 разрезами ① A_{sh} [mm^2]
C30/37 (B40)	C25/30 (B30)	Δ=0,14 × H	Δ=0,09 × H	A_{sh}=B × H/671
C35/45 (B45)	C25/30 (B30)	Δ=0,20 × H	Δ=0,12 × H	A_{sh}=B × H/474
C40/50 (B50)	C25/30 (B30)	Δ=0,30 × H	Δ=0,18 × H	A_{sh}=B × H/320
C50/60 (B60)	C35/45 (B45)	Δ=0,21 × H	Δ=0,13 × H	A_{sh}=B × H/317
C60/75 (B75)	C35/45 (B45)	Δ=0,36 × H	Δ=0,22 × H	A_{sh}=B × H/193

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Колонна размером 400 [мм] x 400 [мм], класс бетона B40, опирается на основание колонны с классом бетона B25. Определить для основания минимальное поперечное сечение и требуемую арматуру от раскалывания, чтобы воспринять максимальное усилие сжатия от поддерживаемой колонны. Условия нагрузки: Колонна линейно сжата, изгибающий момент отсутствует.



Сосредоточенная сила сопротивления частично нагруженной площадки:

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd,b} \cdot \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} \le 3,0 \cdot f_{cd,b} \cdot A_{c0}$$

EN 1992-1-1, ур. (6.63)

где

A_{c0} площадь нагружения

A_{c1} максимальная расчетная площадь распределения, аналогичной формы с A_{c0}

$f_{cd,b}$ расчетная прочность основания на сжатие

Подставляя в ур. (6.63):

A_{c0} = B·H = 400·400 = 160000 мм²

A_{c1} = (B+2·Δ)·(H+2·Δ) = (400+2·Δ)·(400+2·Δ) = (400+2·Δ)²

F_{Rdu} = максимальная приложенная сила (т.е. предел прочности нагруженной вдоль оси колонны)

= $A_{c0} \cdot f_{cd,c} = B \cdot H \cdot f_{cd,c} = 160000 \cdot 21,33 = 3412800$ N = 3412,8 kN

где

$f_{cd,c}$ расчетная прочность на сжатие колонны

Решаем это квадратное уравнение:

$$B \cdot H \cdot f_{cd,c} = B \cdot H \cdot f_{cd,d} \cdot \sqrt{\frac{(B+2\cdot\Delta)\cdot(H+2\cdot\Delta)}{B \cdot H}}$$

$$\Delta = 120mm$$

Минимальное поперечное сечение основания колонны:

$$(B+2\cdot\Delta)x(H+2\cdot\Delta) = 640\ [\text{mm}]\ x\ 640\ [\text{mm}]$$

Усилие раскалывания (согласно EN 1992-1-1, раздел 6.5):

$$F_{sp} = 0,25 \cdot F_{Rdu} \cdot \left(1 - \frac{B}{B+2\cdot\Delta}\right) = 0,25 \cdot 3412,8 \cdot \left(1 - \frac{400}{640}\right) = 319,95\ кН$$

Требуемая площадь армирования от раскалывания (2 разреза, B500B или A500C):

$$A_{sp} = \frac{F_{sp}}{2 \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_s}} = \frac{319950}{2 \cdot \frac{500}{1,15}} = 367,9mm^2$$

где

f_{yk} = предел текучести арматуры

γ_s = коэффициент надежности по арматуре

Выбранные хомуты: 8Ø8 или 5Ø10

Длинные анкерные болты HPM P предназначены для соединения внахлест с рабочей арматурой основания. Конструкция основания должна быть усилена продольными стержнями, которые суммарно имеют, по меньшей мере, такую же площадь поперечного сечения, как и болты. Зона нахлеста должна иметь необходимую поперечную арматуру $\sum A_{st}$ (см. рисунок 14). Требуемое количество хомутов приведено в таблице 15.

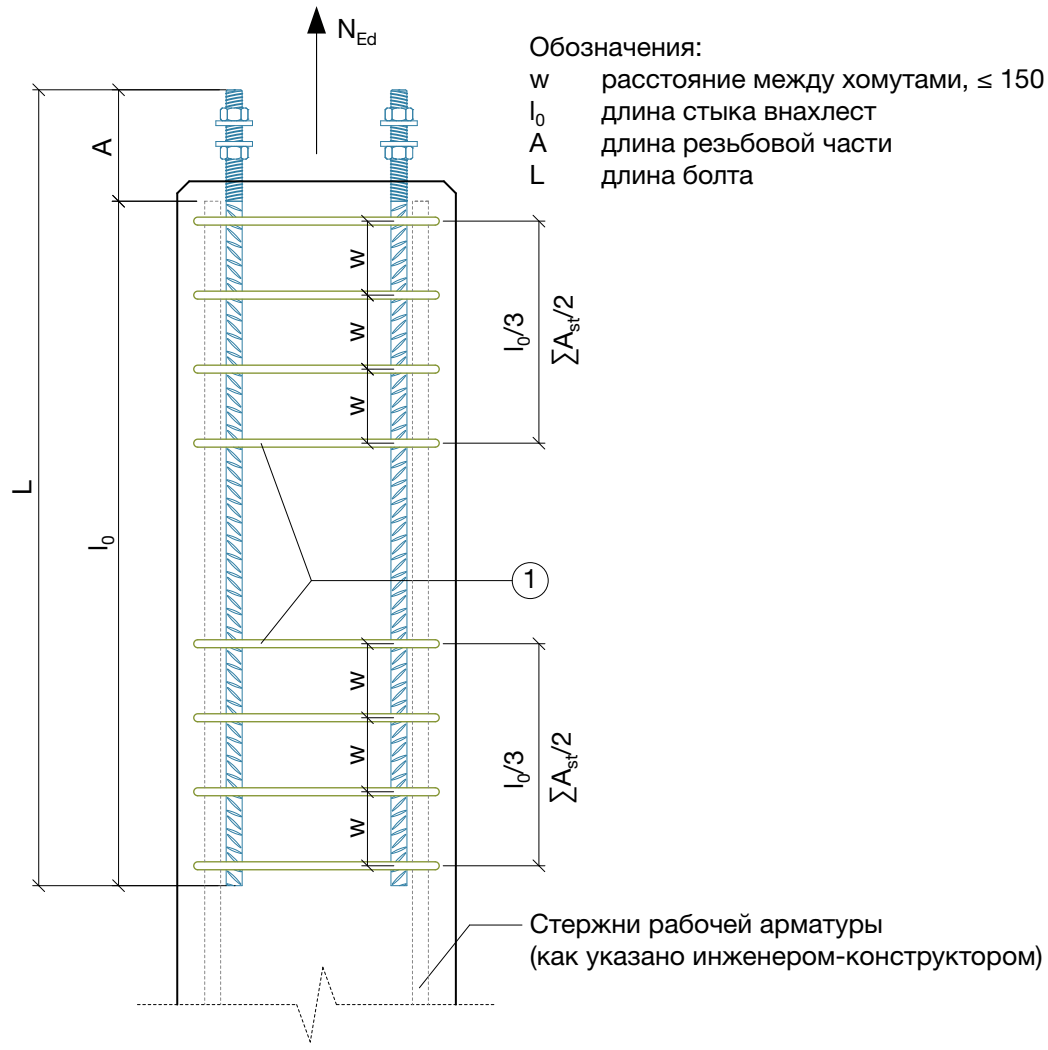
Таблица 15. Арматура для стыка внахлест (B500B или A500C).

Анкерный болт	Общее количество хомутов ①	l_0 [мм]
HPM 16 P	4 + 4 Ø 6	670
HPM 20 P	3 + 3 Ø 8	860
HPM 24 P	4 + 4 Ø 8	990
HPM 30 P	4 + 4 Ø 10	1230
HPM 39 P	6 + 6 Ø 12	1800

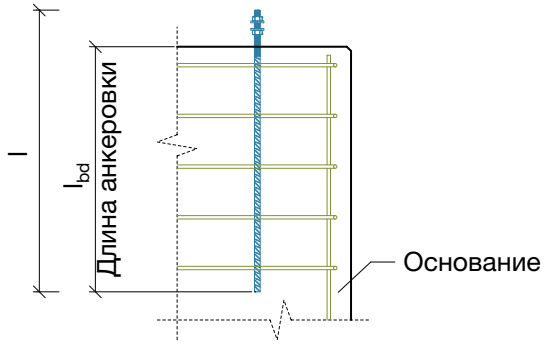
Указанную в таблице 15 арматуру можно использовать в следующих случаях:

- Класс прочности бетона основания равен или выше C25/30 (B30). Хорошее сцепление бетона с арматурой.
- Болты находятся под растягивающей нагрузкой.

Рисунок 14. Поперечная арматура для стыков внахлест. Стержни растянуты.

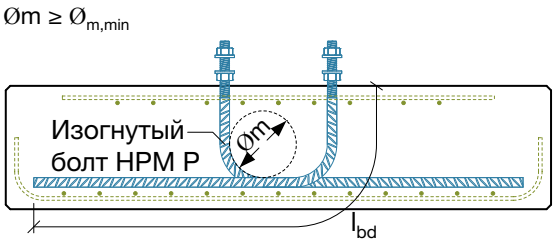


1. В качестве альтернативы стыковке внахлест, болты HPM P можно закрепить как продольную арматуру, обеспечивая достаточную длину передачи усилий растяжения / сжатия. Следует отметить, что это решение может потребовать дополнительных проверок и арматурного усиления конструкции основания. Расчетная длина анкеровки l_{bd} для противодействия силе N_{Ed}, действующей на болт, должна быть проверена согласно разделу 8.4 стандарта EN 1992-1-1.

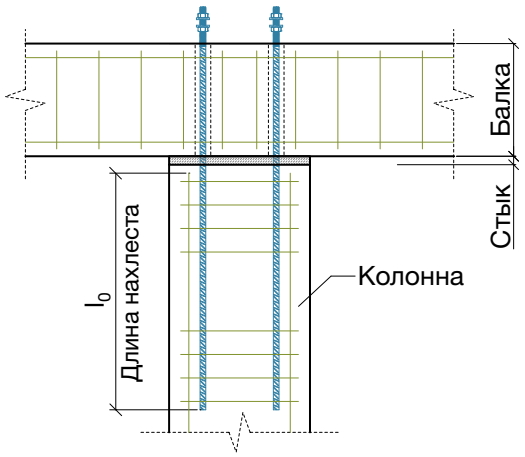


2. Согнув анкерные болты HPM P, их также можно установить в неглубокие конструкции с ограниченной толщиной. Чтобы избежать появления трещин при изгибе болта и разрушения бетона внутри изгиба, для каждого отдельного случая необходимо проверить минимальный диаметр оправки $Ø_{m,min}$ (согласно разделу 8.3 стандарта EN 1992-1-1).

Изогнутые анкерные болты могут быть изготовлены и поставлены в соответствии со спецификацией.



3. Если необходимо, для таких конструктивных решений, как соединение колонны с колонной через балку или плиту перекрытия, доступны анкерные болты HPM P увеличенной длины, где l_0 – расчетная длина нахлеста согласно разделу 8.7.3 стандарта EN 1992-1-1.

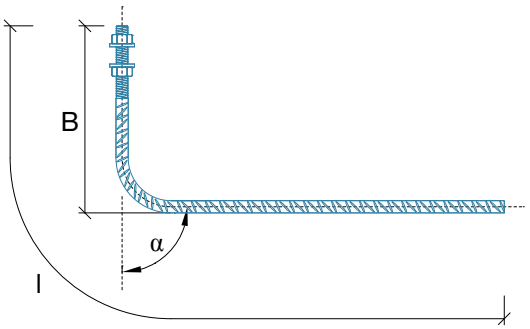


<u>Заказ нестандартных анкерных болтов HPM P</u>
Все размеры указаны в [мм]

1. Анкерный болт прямой HPM P => **HPM(*)P – l**
   Пример 1: *HPM30P – 2000*
2. Изогнутый анкерный болт HPM P => **HPM(*)P – l – Bent(α) - B**
   Пример 2 => *HPM30P – 2000 – Bent90 – 500*
   Пример 3 => *HPM30P – 2500 – bent45 – 700*

где

*	размер болта
l	общая длина болта
α	угол изгиба [градусы]
B	длина до места изгиба



Существует два основных способа передачи усилия сдвига от колонн к основанию:

- За счет прочности на сдвиг анкерного болта (таблица 6)
- За счет сопротивления трения между опорной плитой и раствором омоноличивания:

$$F_{f,Rd} = \mu \cdot N_{Ed}$$

где

μ коэффициент трения между опорной плитой и раствором омоноличивания = 0,20 (без дополнительных испытаний)

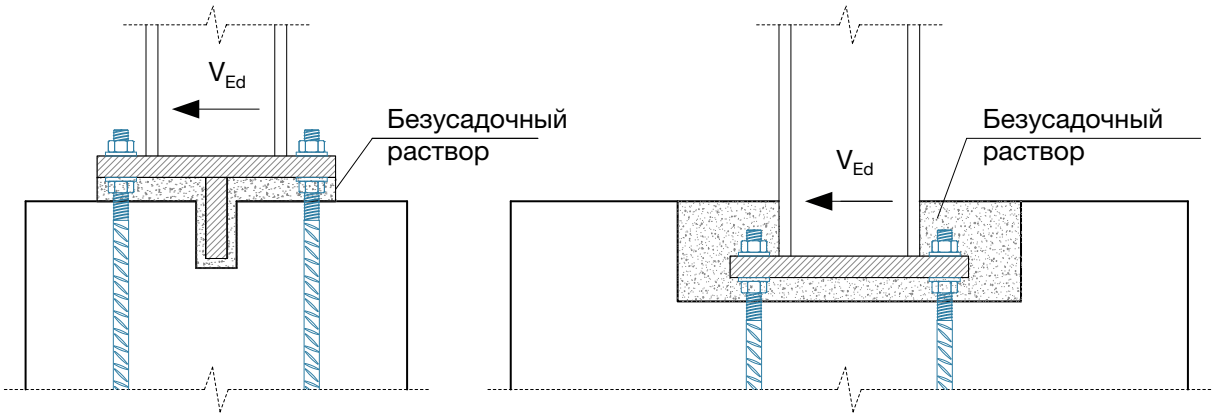
N_{Ed} расчетное значение общего осевого усилия

ПРИМЕЧАНИЕ: Если на колонну действует растягивающее осевое усилие, $\mu \cdot N_{Ed} = 0$

Альтернативные способы, которые используются при больших усилиях сдвига:

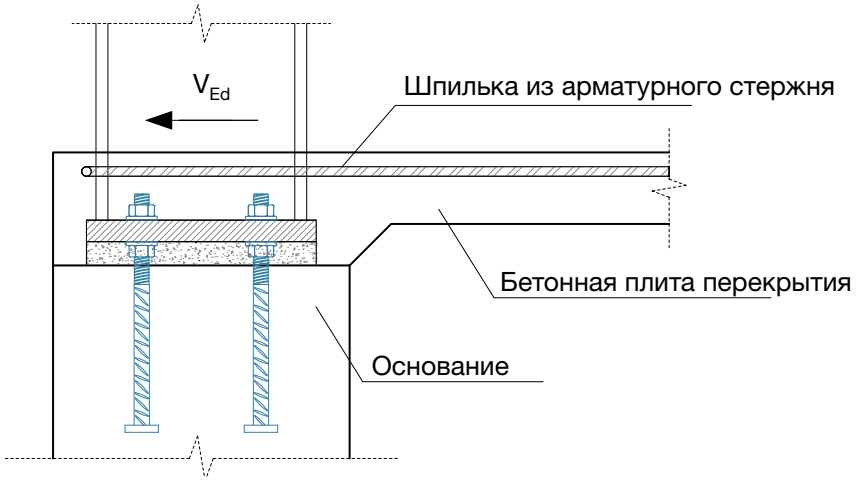
- Использование поперечной пластины (см. рисунок 15a)
- Заглубление колонны в основание (см. рисунок 15b)
- Передача усилия на плиту перекрытия с помощью шпильки (см. рисунок 15c)

Рисунок 15. Альтернативные способы передачи нагрузки на сдвиг.



a) Использование поперечной пластины

b) Заглубление колонны



c) Использование шпилек

Определение типа изделия

Доступны стандартные модели анкерных болтов HPM (16, 20, 24, 30 и 39), имеющие аналогичный диаметр резьбы. Модель анкерного болта можно определить по наименованию на этикетке, а также по цветовому коду изделия.

Компоновка болтов в группы

Болты компонуются в группы с помощью монтажной рамки PPL. Монтажная рамка позволяет центрировать группы болтов в горизонтальной плоскости и легко устанавливать их до нужного уровня заливки.

Цветовой код анкерных болтов HPM.

Анкерный болт	Диаметр резьбы [мм]	Цвет	Монтажная плита
HPM 16	16	желтый	PPL 16
HPM 20	20	синий	PPL 20
HPM 24	24	серый	PPL 24
HPM 30	30	зеленый	PPL 30
HPM 39	39	оранжевый	PPL 39

Монтажная рамка PPL изготовлена из стальной пластины. Анкерные болты крепятся через отверстия в рамке при помощи гаек и шайб. Монтажная рамка PPL имеет установочные метки для точного позиционирования группы анкерных болтов. Анкерные болты также имеют центральные метки на верхней части каждого болта для альтернативных способов позиционирования. Чтобы предотвратить смещение во время процесса бетонирования, плита должна быть надежно закреплена на опорном основании с помощью боковых выемок. Бетон можно залить через отверстие в середине плиты. После заливки бетона монтажная рамка снимается и может быть использована многократно.

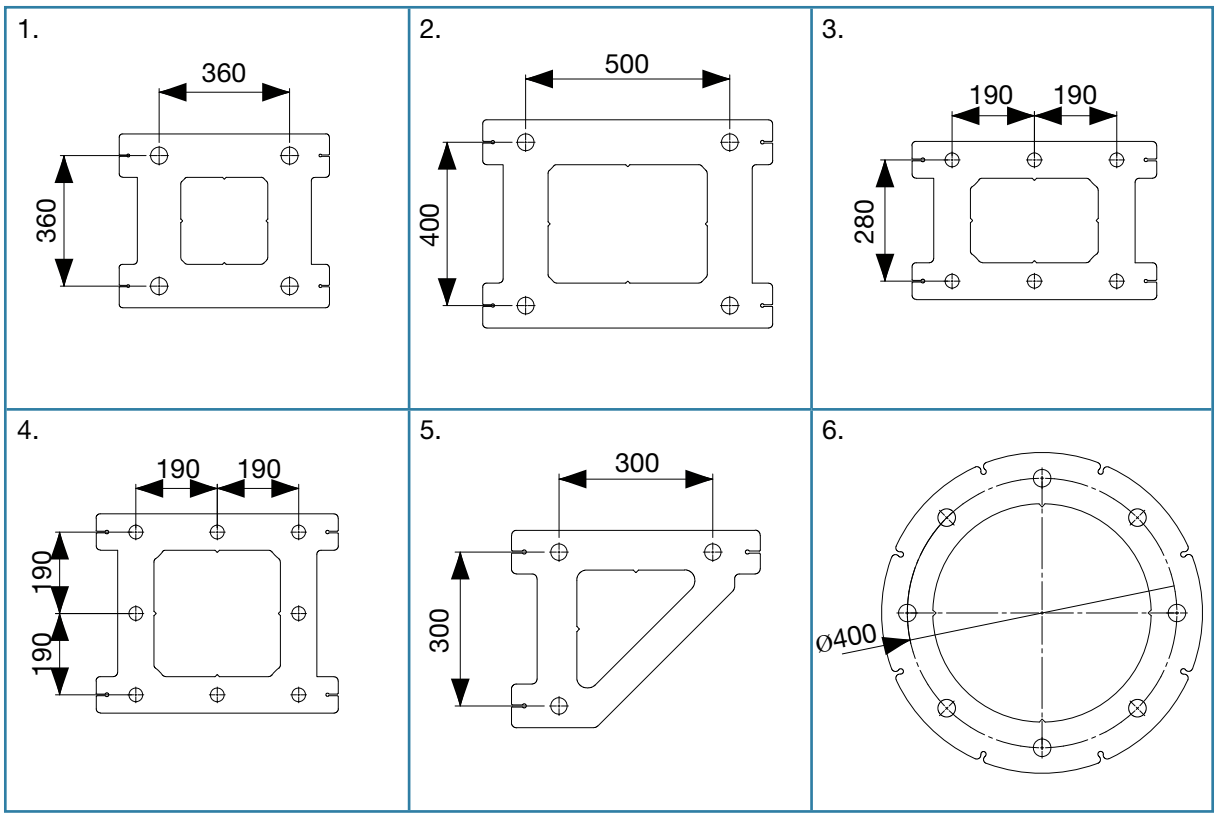




Заказ монтажных плит PPL

При заказе монтажных рамок PPL необходимо указать диаметр резьбы болтов, количество болтов и расстояния между центрами.

Примеры исполнения монтажных рамок:
1. **PPL39-4** 360x360: болты M39, 4 шт., расположены в виде квадрата.
2. **PPL39-4** 500x400: болты M39, 4 шт., расположены в виде прямоугольника.
3. **PPL30-6** 280x(190+190): болты M30, 6 шт., расположены в виде прямоугольника.
4. **PPL30-8** (190+190)x(190+190): болты M30, 8 шт., расположены в виде квадрата.
5. **PPL30-3** 300x300: болты M30, 3 шт., расположены в виде прямоугольного треугольника.
6. **PPL24-8** D400: болты M24, 8 шт., расположены в виде окружности с диаметром 400 мм.

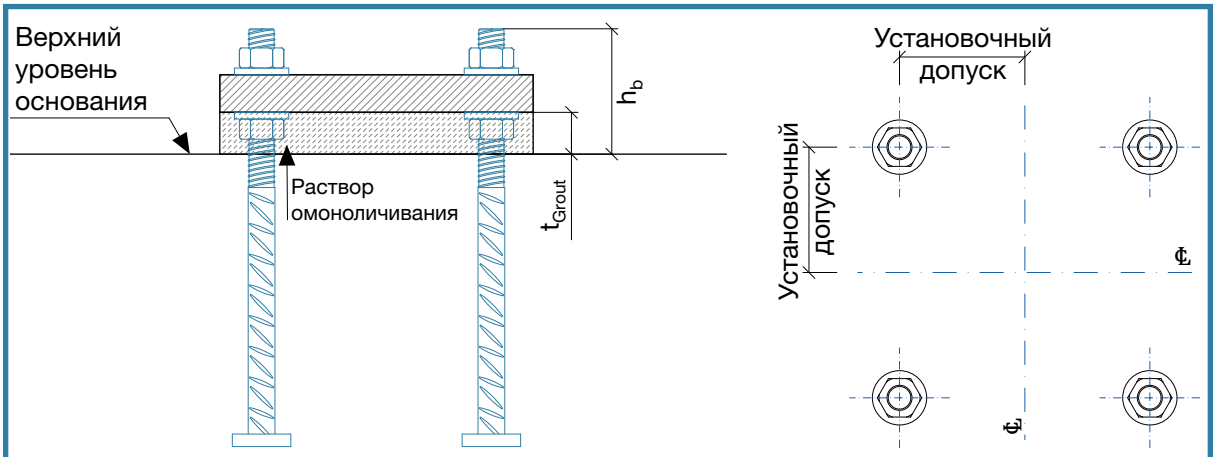


Монтажные рамки PPL также могут быть изготовлены по чертежам, на которых указано положение болтов и диаметры резьбы.

Установка болтов и установочные допуски

Болты устанавливаются на определенную высоту в соответствии с размером h_b, приведенным в таблице ниже. Высота отмеривается от поверхности бетона. Допуск по высоте составляет ±20 мм. Каждый анкерный болт имеет отметку глубины заделки.

Установочные допуски и высота выступа анкерных болтов из бетона.



Анкерный болт	HPM 16	HPM 20	HPM 24	HPM 30	HPM 39
Толщина раствора омоноличивания t_{Grout}[мм]	50	50	50	50	60
Выступ болта h_b[мм]	105	115	130	150	180
Установочный допуск для болтов [мм]	±3	±3	±3	±3	±3

Гибка болтов

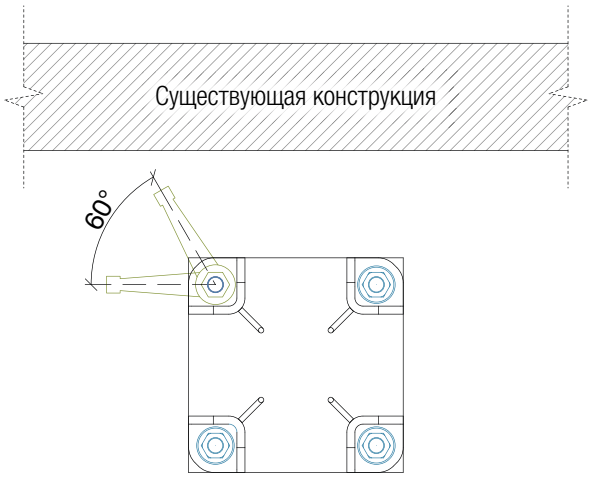
Анкерные болты HPM изготавливаются из арматуры периодического профиля B500B или A500C.Гибка должна быть выполнена в соответствии EN 1992-1-1. Примеры приведены в приложении E данного руководства.

Сварка болтов

Следует избегать сварки болтов, хотя все материалы, используемые в болтах HPM, пригодны для сварки (кроме гаек). При использовании сварки необходимо выполнять требования и инструкции стандарта EN 17660-1: *Сварка арматурной стали. Часть 1. Несущие сварные соединения.*

Существующие здания

При установке анкерных болтов рядом со стенами или другими препятствиями требуется соблюдать порядок выполнения строительных работ. Необходимо убедиться, что монтажник имеет достаточно свободного пространства для затяжки гаек. Если возникли особые требования, обратитесь в службу технической поддержки компании Фасткон.



Монтаж закрепляемой конструкции

Перед монтажом с болтов снимаются верхние гайки и шайбы. Нижние регулировочные гайки и шайбы устанавливаются на нужный уровень. Закрепляемая конструкция устанавливается прямо на предварительно выровненные шайбы и гайки. В альтернативном варианте установки между анкерными болтами укладываются проставки и устанавливаются на нужный уровень. Нижние регулировочные гайки должны находиться, как минимум, на 5 мм ниже верхнего уровня прокладок, чтобы крепление опиралось в первую очередь на проставки.







Закрепление соединения

Верхние гайки и шайбы накручиваются на болты, и конструкция выравнивается в вертикальном положении с помощью гаек. Для контроля вертикальности по двум различным направлениям целесообразно использовать два теодолита. Гайки затягиваются по крайней мере с минимальным моментом, приведенным в таблице ниже. Достаточный момент затяжки достигается, как правило, за 10-15 ударов по накидному ударному ключу (DIN 7444) или по рожковому ударному ключу (DIN 133) кувалдой весом 1,5 кг.

Рекомендуемый минимальный T_{min} и максимальный T_{max} момент затяжки гаек.

Анкерный болт	T_{min} [Нм]	T_{max} [Нм]	Размер ударного ключа
HPM 16	120	170	24 мм
HPM 20	150	330	30 мм
HPM 24	200	570	36 мм
HPM 30	250	1150	46 мм
HPM 39	350	2640	60 мм



Омоноличивание стыка

Перед установкой на соединение других конструкций необходимо забетонировать стык согласно инструкциям поставщика раствора омоноличивания. Раствор должен быть безусадочным и иметь требуемую прочность. Чтобы избежать образования воздушных каверн, рекомендуется выполнять подливку только с одной стороны. Опалубка для подливки изготавливается таким образом, чтобы обеспечить достаточную толщину бетонного покрытия анкерных болтов.





Инструкции по контролю за установкой болтов

Перед заливкой бетона:

- Убедитесь, что правильно выбрана монтажная рамка PPL (межосевые расстояния, размер резьбы)
- Проверьте расположение группы болтов
- Убедитесь, что установлена требуемая монтажная арматура
- Убедитесь, что болты находятся на нужном уровне
- Убедитесь, что монтажная рамка и группа болтов не поворачиваются
- Убедитесь, что группа болтов надежно закреплена, чтобы не сместиться во время заливки

После заливки бетона:

- Убедитесь, что группа болтов располагается в пределах допусков. В случае больших отклонений необходимо известить об этом проектировщика.
- Перед монтажом крепления защитите резьбу (с помощью клейкой ленты, пластмассовой трубки и т.д.)

Инструкции по контролю за установкой

Соединения должны быть выполнены в соответствии с планом монтажа, составленным проектировщиком. При необходимости обратитесь за консультацией в техническую поддержку компании Фасткон.

Проверьте следующее:

- Порядок монтажа
- Монтажные стойки и подпорки во время монтажа
- Инструкции по затяжке гаек
- Инструкции по заливке соединений

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