

ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО



Высокопрочные болты PPM®

Болтовые соединения повышенной несущей способности



www.fastcon.ru

Fastcon

Высокопрочные анкерные болты PPM® для болтовых соединений

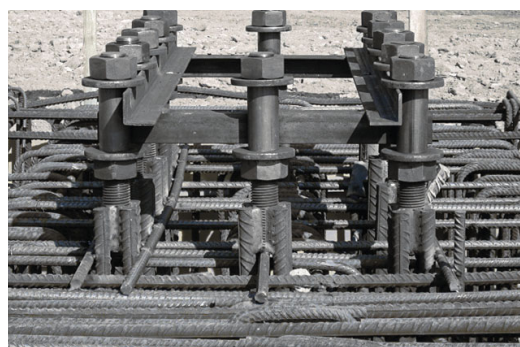
Преимущества системы

- Унифицированная система высокопрочных анкерных болтов, широко применяемая в различных конструкциях
- Задаваемые проектные параметры
- Быстрая доставка напрямую со склада
- Сертифицированная продукция
- Широкий ассортимент продукции для ответственных анкерных соединений
- Дополнительное оборудование для быстрой и лёгкой установки

Высокопрочные стальные анкерные болты PPM® применяются для крепления бетонных и стальных конструкций, а также механического оборудования к бетонным фундаментам в условиях высоких рабочих нагрузок. Конструкции крепятся к анкерным болтам, установленным в бетонном основании, с помощью гаек и шайб. Затем стык омоноличивается.



Система содержит широкий выбор прямых анкерных болтов, болтов с высаженной шляпкой, монтажной арматуры и средств проектирования. Болты с высаженной шляпкой преимущественно применяются в конструкциях небольшой толщины и анкеровка обеспечивается за счет анкерной плиты. Прямые анкерные болты обеспечивают анкеровку за счет длины. Наряду с необработанными болтами представлены изделия с оцинковкой горячим способом и термическим напылением (ECO Galvanizing). Так же прилагаются монтажные шаблоны для обеспечения простоты и точности установки анкерных болтов.



СОДЕРЖАНИЕ

Высокопрочные анкерные болты PPM®	5
1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗДЕЛИЙ.....	5
1.1 Работа конструкции.....	7
1.1.1 Временные условия	7
1.1.2 Конечные условия	7
1.2 Условия эксплуатации.....	8
1.2.1 Условия нагружения и природно-климатические условия.....	8
1.2.2 Взаимодействие с конструкцией основания	9
1.2.3 Размещение анкерных болтов	9
1.3 Прочие характеристики	10
2. ПРОЧНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ.....	12
2.1 Прочность на растяжение, сжатие и сдвиг	12
2.2 Совместное действие осевой и поперечной нагрузок.....	16
2.3 Огнестойкость	16
Выбор высокопрочных анкерных болтов PPM®	17
Приложение А – Дополнительное армирование для противодействия растягивающей нагрузке	18
Приложение В – Дополнительное армирование, работающее на срез	20
Приложение С – Дополнительное армирование, работающее на растяжение	21

СОДЕРЖАНИЕ

Приложение D – Поперечное армирование в зонах нахлёста	24
Приложение E – Иные способы применения высокопрочных анкерных болтов типа PPM® P	25
Приложение F – Иные способы передачи сдвиговой нагрузки	26
Установка высокопрочных анкерных болтов PPM®	27

1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗДЕЛИЙ

Анкерные болты PPM® устанавливаются до заливки бетона и используются для сопряжения несущих и ненесущих элементов с основанием во всех типах зданий (складов, павильонов, мостов, дамб, электростанций и т.д.).

Анкерные болты PPM® представлены в нескольких стандартных модификациях, предназначенных для различных конструкций, условий нагружения и поперечных сечений. Болты замоноличиваются в бетон и передают нагрузку от строительных конструкций на их основание

Сортамент:

- Анкерные болты с высаженой шляпкой, тип PPM® L
- Прямые анкерные болты, тип PPM® P
- Монтажные шаблоны

Анкерный болт типа PPM® L



Анкерный болт типа PPM® P



Жёсткая заделка болта типа L в бетон обеспечивается высаженой шляпкой на концах стержней. Нагрузки передаются через шляпку болта на фундамент (основание). Благодаря их относительно небольшой глубине заделки, анкерные болты типа PPM® L подходят для применения в конструкциях с небольшими вертикальными размерами (например, ростверках, плитах, балках).

Жёсткая заделка болта типа P обеспечивается соединением внахлест болтов и основной арматуры. Нагрузки передаются через соединение арматурных выпусков. Болты типа P преимущественно применяются в конструкциях со значительными вертикальными размерами (например, в подколоннике, колонне). Альтернативные варианты применения приведены в Приложении А.

Конструкция анкерных болтов PPM® позволяет использовать их вместе с башмаками колонн PEC®, 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 основание вместе с рабочей и дополнительной арматурой, как описано в приложениях А, В, С и D данного руководства. Крепление конструкций на заранее установленные в бетонное основание анкерные болты, производится с помощью гаек и шайб. Затем соединение заполняется безусадочным раствором. Болтовые соединения Фасткон могут быть спроектированы для сопротивления осевым силам, изгибающим моментам и поперечным силам, их комбинациям, а также различной степени огнестойкими. Подобрать подходящий тип и количество болтов в соединении, а также проверить несущую способность возможно с помощью технической поддержки компании Фасткон.

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

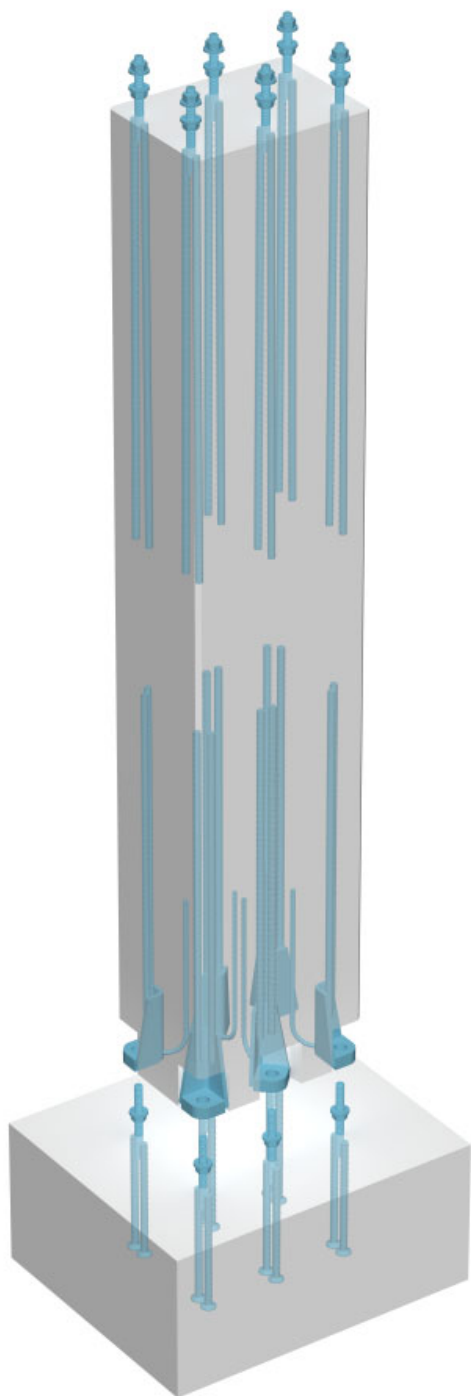
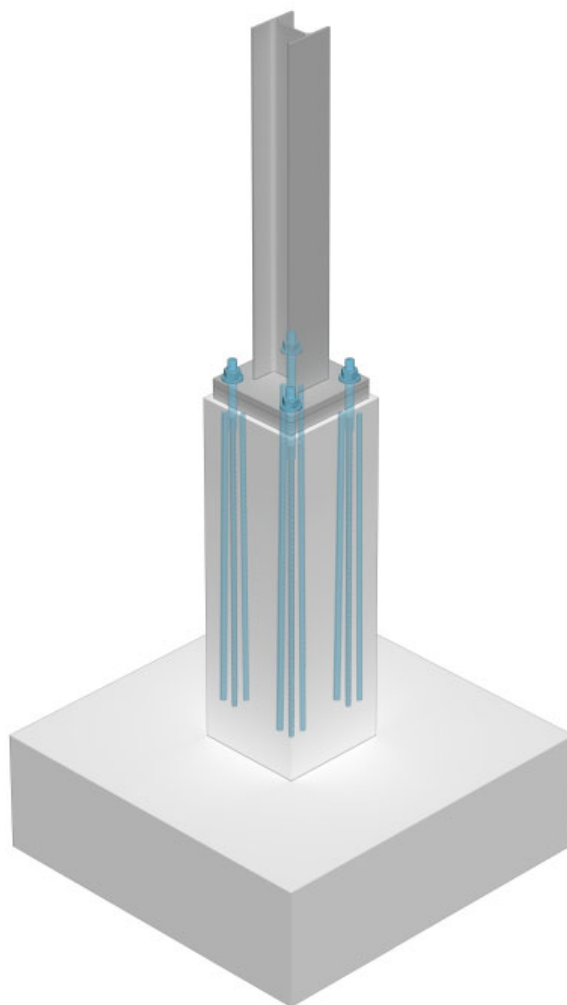


Рисунок 2. Анкерные болты PPM® P в соединении стальной колонны с подколонником.



1.1 Работа конструкции

Нагрузки от строительных конструкций передаются на анкерные болты как статически эквивалентные растягивающим, сжимающим и перерезывающим усилиям. Изгибающий момент воспринимается внутренней парой сил: растягивающей и сжимающей. Принятый размер и количество анкерных болтов должны соответствовать нагрузке

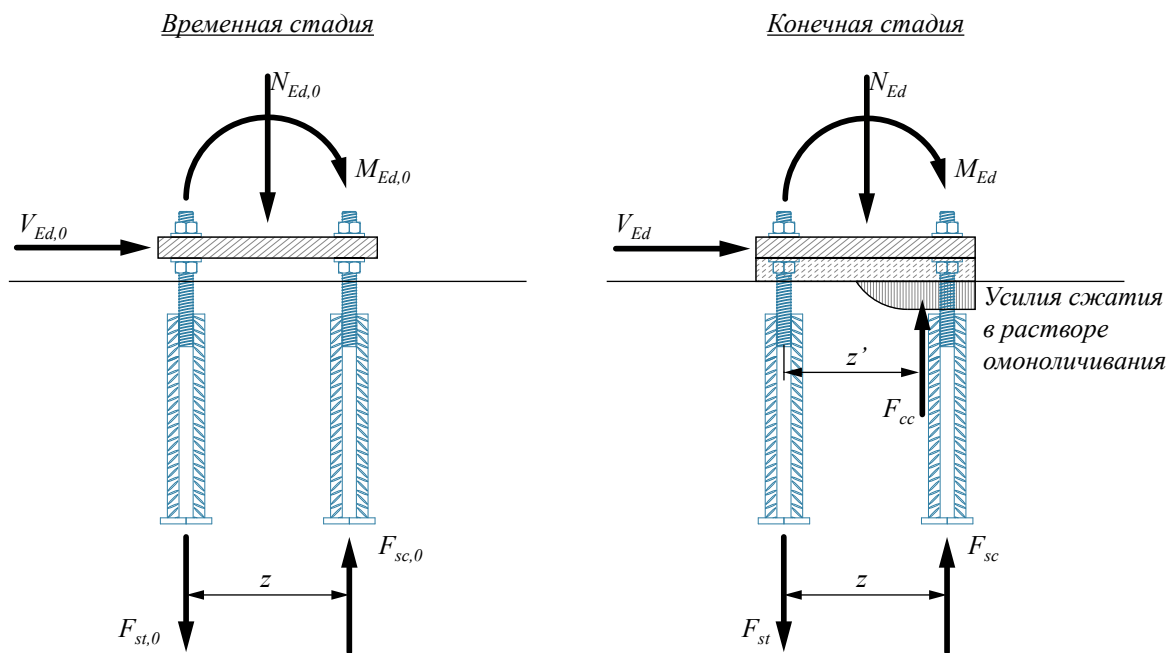
1.1.1 Временные условия

На стадии монтажа силы, действующие на анкерные болты вызваны преимущественно собственным весом присоединяемого элемента, а также изгибающим моментом и перерезывающей силой, вызванными ветровой нагрузкой. Так как стык неомоноличен, все усилия воспринимаются только анкерными болтами. Кроме того, болты должны быть проверены на устойчивость и изгиб. Открытый стык между основанием и присоединяемым элементом должен быть обетонирован безусадочным цементным раствором, который должен набрать необходимую прочность до начала монтажа вышележащих конструкций.

1.1.2 Завершающая стадия

На завершающей стадии, после набора раствором омоноличивания проектной прочности, стык работает как железобетонная конструкция. Раствор служит соединением между присоединяемым элементом и основанием, передавая сжимающие и перерезывающие усилия. Проектная прочность цементного раствора должна быть не ниже прочности высшей марки бетона, применённой в соединяемых элементах.

Рисунок 3. Работа болтового соединения на стадии монтажа и завершающей стадии.



1.2 Условия эксплуатации

Стандартные модели анкерных болтов типа PPM® предназначены для применения в условиях, перечисленных в этом разделе. Если эти условия не соответствуют проектным, свяжитесь со службой технической поддержки компании Фасткон для разработки анкерных болтов PPM® на заказ.

1.2.1 Условия нагружения и природно-климатические условия

Анкерные болты типа PPM® предназначены для восприятия статической нагрузки. Для обеспечения коррозионной устойчивости должна соблюдаться минимальная толщина защитного слоя бетона, определяемая согласно классу влияния окружающей среды и проектного срока эксплуатации. В качестве альтернативы бетонному защитному слою компания Фасткон предлагает два стандартных варианта защитного покрытия поверхности болтов: оцинковка горячим способом и оцинковка ECO Galvanizing. Возможно исполнение других антикоррозионных мероприятий, таких как окраска непосредственно на строительной площадке. Для получения дополнительной информации обращайтесь в службу технической поддержки компании Фасткон.

Оцинковка ECO Galvanizing – это экономичный и экологичный способ защиты болтов от коррозии, позволяющий оцинковывать болты полностью или частично. Используется метод термического напыления цинка (в соответствии с EN ISO 2063). Минимальная толщина покрытия составляет 100 мкм, что соответствует классу окружающей среды С3 стандарта EN 9223:2012.

При оцинковке горячим способом (согласно EN ISO 1461) болты полностью погружаются в расплавленный цинк. Минимальная толщина покрытия составляет 55 мкм, что соответствует классу окружающей среды С3 стандарта EN 9223:2012.

Примеры для оформления заказа оцинкованных болтов:

- а) Оцинковка ECO Galvanizing Обозначение: PPM 30P-ECO
- б) Оцинковка горячим способом Обозначение: PPM 36L-HDG

Рисунок 4. Варианты защитного покрытия.

а) Болт PPM® с оцинковкой ECO



б) Болт PPM® с оцинковкой горячим способом



Таблица 1. Защита анкерных болтов от коррозии в различных природно-климатических условиях. Класс конструкции: S4, допустимое отклонение: $\Delta_{c,dev} = 10$ мм.

Класс окружающей среды	Минимально допустимая толщина бетонного защитного слоя анкерных болтов согласно EN 1992-1-1, c_{pot} , мм
X0	20
XC1	25
XC2 /XC3	35
XC4	40
XD1 /XS1	45
XD2 /XS2	50
XD3 /XS3	55

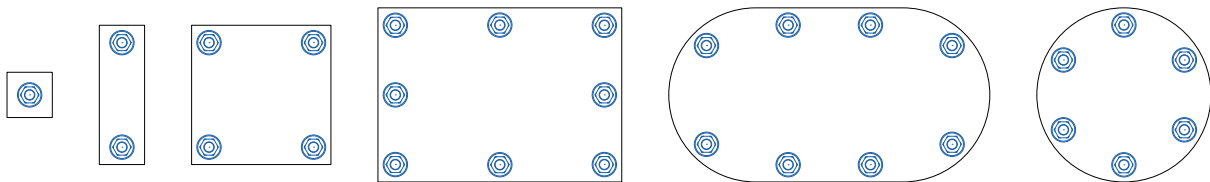
1.2.2 Взаимодействие с конструкцией основания

Анкерные болты типа PPM® предназначены для применения в армированных конструкциях основания (например, фундаментах, плитах, подколонниках, колоннах, стенах). Характеристики стандартных анкерных болтов типа PPM® соответствуют требованиям для использования в конструкциях из армированных тяжёлых бетонов классов прочности от C20/25 (B25) до C50/60 (B60). Анкерный болт устанавливается в каркас конструкции, затем опалубка заполняется бетонной смесью. Как правило, есть основания предполагать, что в течение срока эксплуатации в бетоне будут образовываться трещины.

1.2.3 Размещение анкерных болтов

Анкерные болты PPM® устанавливаются в бетон в соответствии с отметкой глубины заделки. По возможности, болты должны располагаться симметрично. Схема расположения болтов должна учитывать расположение существующей арматуры, чтобы можно было установить болты в предполагаемом месте.

Рисунок 5. Примеры схем расположения анкерных болтов PPM®.

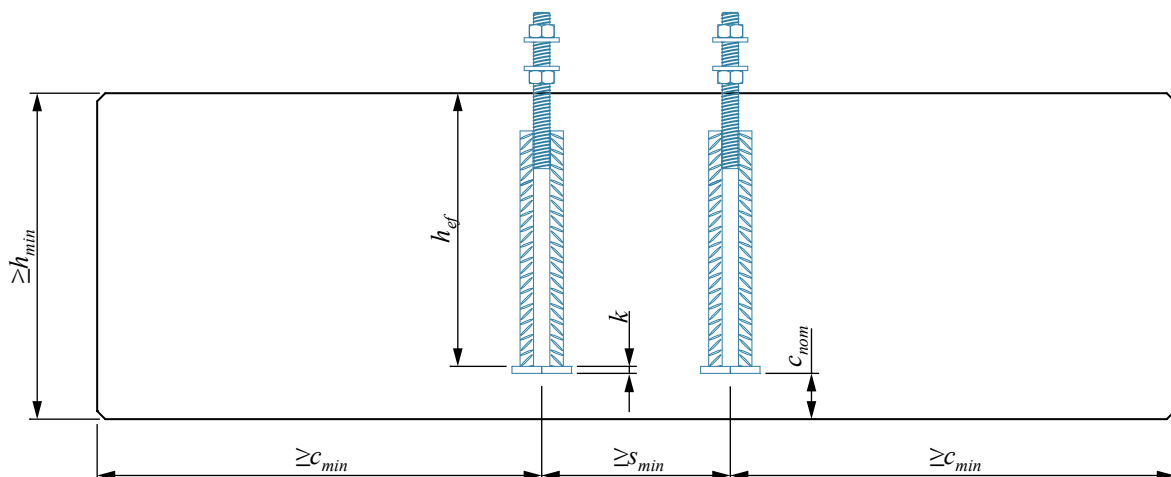


При установке анкерного болта типа PPM® L, расстояние между ними s_{min} , расстояние до края s_{min} и толщина основания h_{min} , должны быть не ниже минимальных значений, приведённых в Таблице 2. Следует отметить, что указанная в Таблице 2 минимальная толщина h_{min} относится к конструкциям, залитым непосредственно на грунтовое основание, $h_{min} = h_{ef} + k + c_{nom}$, следовательно, $c_{nom} = 85$ мм.

Таблица 2. Расположение анкерных болтов PPM® L в основании.

Анкерный болт	c_{min} , мм	s_{min} , мм	h_{min} , мм	h_{ef} , мм	k , мм
PPM 30 L	120	130	600	502	13
PPM 36 L	140	160	655	558	12
PPM 39 L	150	180	755	677	13
PPM 45 L	160	200	865	767	13
PPM 52 L	180	280	990	890	15
PPM 60 L	180	280	1155	1055	15

Рисунок 6. Установленный анкерный болт PPM® L.



При установке анкерных болтов PPM® Р минимальное расстояние до края, согласно разделу 4 стандарта EN 1992-1-1, должно соответствовать толщине бетонного покрытия. Расстояние между болтами должно обеспечивать качественные укладку и уплотнение бетона, необходимые для формирования достаточного сцепления (см. раздел 8.2 стандарта EN 1992-1-1). Раскладка арматурных стержней должна соответствовать требованиям раздела 8.7 стандарта EN 1992-1-1.

1.3 Прочие характеристики

Арматурные стержни периодического профиля для анкерных болтов PPM® изготавливаются из стали со следующими характеристиками:

Стержни периодического профиля	B500B	EN 10080
Стержни с резьбой	Сталь высокопрочная Класс прочности 8.8	$f_{yk} \geq 640$ МПа $f_{tk} \geq 800$ МПа Физико-механические свойства в соответствии с EN ISO 898-1

Стандартная комплектация каждого анкерного болта включает в себя две шестигранные гайки и две шайбы:

Шайбы	S355J2 + N	EN 10025-2
Гайки	Класс прочности 10	EN ISO 4032 / EN ISO 898-2

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

Технология производства

Стержни периодического профиля	Механическая резка
Резьба	Накатывание
Сварка	Дуговая сварка
Шляпка болта	Ковка

Производственные допуски

Длина	± 10 мм
Длина резьбовой части	+ 5, - 0 мм

Таблица 3. Размеры (мм), масса (кг) и цветовая маркировка анкерных болтов типа PPM® L.

	PPM 30 L	PPM 36 L	PPM 39 L	PPM 45 L	PPM 52 L	PPM 60 L
M метрическая резьба	M30	M36	M39	M45	M52	M60
A минимальная длина резьбы	190	190	190	220	250	310
min площадь сечения резьбы	561	817	976	1306	1758	2362
Ø	2 Ø 25	4 Ø 20	3 Ø 25	4 Ø 25	4 Ø 32	4 Ø 32
L	670	740	880	980	1140	1330
Шайба	Ø 65-8	Ø 80-8	Ø 90-10	Ø 100-10	Ø 100-12	Ø 115-15
h_{ef}	502	558	677	767	890	1055
d_h	55	46	55	55	70	70
k	13	12	13	13	15	15
Масса	6,2	9,4	12,7	18,6	32,6	42,0
Цветовая маркировка	Черный	Красный	Корич.	Пурпур	Белый	

Таблица 4. Размеры (мм), масса (кг) и цветовая маркировка анкерных болтов типа PPM® P.

	PPM 30 L	PPM 36 L	PPM 39 L	PPM 45 L	PPM 52 L	PPM 60 L
M метрическая резьба	M30	M36	M39	M45	M52	M60
A минимальная длина резьбы	190	190	190	220	250	310
min площадь сечения резьбы	561	817	976	1306	1758	2362
Ø	2 Ø 25	4 Ø 20	3 Ø 25	4 Ø 25	4 Ø 32	4 Ø 32
L	1705	1450	1815	1825	1930	2490
Шайба	Ø 65-8	Ø 80-8	Ø 90-10	Ø 100-10	Ø 100-12	Ø 115-15
Масса	14,1	16,0	23,5	31,4	52,1	71,0
Цветовая маркировка	Черный	Красный	Корич.	Пурпур	Белый	

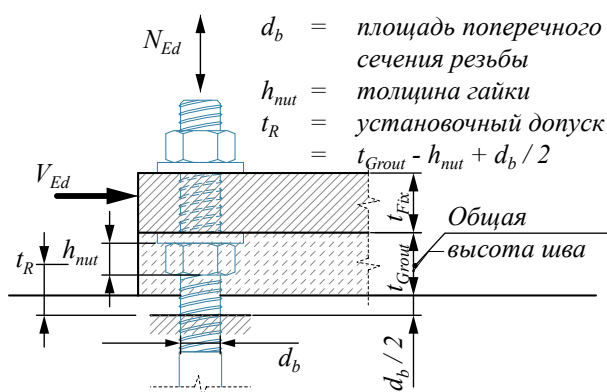
2. ПРОЧНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

2.1 Прочность на растяжение, сжатие и сдвиг

Прочностные показатели анкерных болтов PPM® определяются конструктивным принципом, ссылающимся на следующие стандарты:

- 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
- ETAG 001:2010, Приложение С

Рисунок 7. Нагрузки и параметры, характеризующие соединение.



Прочностные показатели соединений на анкерных болтах PPM® зависят от стали болта и глубины заделки в бетон. Необходимые проверки перечислены далее в этом разделе. Если из-за разрушения бетона сопротивление стали болта на растяжение или сдвиг не успевает развиваться полностью, то дополнительное армирование может воспринять усилия и обеспечить несущую способность. Рекомендуется рассчитывать прочность и необходимое армирование болтового соединения.

Таблица 5. Расчётные значения прочности на растяжение или сжатие анкерных болтов PPM®. (Прочность стали). Значения прочности определяются в соответствии с ETAG 001.

	PPM 30	PPM 36	PPM 39	PPM 45	PPM 52	PPM 60
$N_{Rd}, N_{Rd,0} \text{ кН}$	299	436	521	697	938	1260

Таблица 6. Расчётные значения прочности на срез анкерных болтов PPM®. (Прочность стали). Значения прочности определяются в соответствии с разделом 6.2.2(7) EN 1993-1-8.

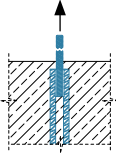
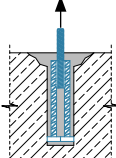
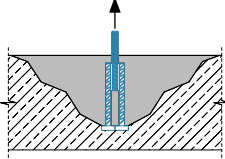
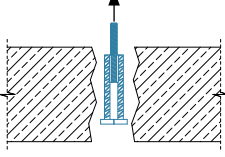
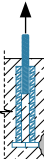
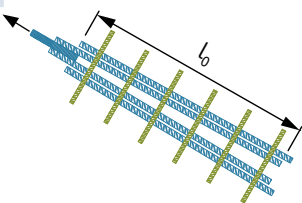
Анкерный болт	$V_{Rd} \text{ кН}$		$t_{Grout} \text{ мм}$
	Завершающая стадия	Стадия монтажа	
PPM 30	89	53	50
PPM 36	130	88	55
PPM 39	155	104	60
PPM 45	207	144	65
PPM 52	219	215	70
PPM 60	225	225	80

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Значения V_{Rd} and $V_{Rd,0}$ в Таблице 6 справедливы для высоты соединения, равной t_{Grout}

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Конструкция опорной пяты должна отвечать требованиям по обеспечению несущей способности анкерного болта.

ПРИМЕЧАНИЕ 3: Значения прочности в Таблице 5 и 6 приведены без учёта совместного действия осевой и сдвиговой нагрузок. Их совместное действие описано в разделе 2.2 данного руководства.

Таблица 7. Обязательная проверка анкерных болтов PPM®, работающих на растяжение.

Тип отказа	Пример	Анкерные болты PPM® L	Анкерные болты PPM® P
Прочность стали		Обязательная (для наиболее нагруженного болта)	Обязательная (для наиболее нагруженного болта)
Прочность на выдергивание		Обязательная (для наиболее нагруженного болта)	Применяется оценка прочности сцепления
Прочность на вырывы ¹⁾		Обязательная (для анкерной группы)	Не предусмотрена
Прочность на раскалывание ²⁾		Обязательная (для анкерной группы)	Не предусмотрена
Прочность на скалывание ³⁾		Обязательная (для анкерной группы)	Не предусмотрена
Длина стыковки ⁴⁾ • Прочность сцепления		Не предусмотрена	Обязательная (для наиболее нагруженного болта)

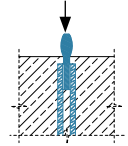
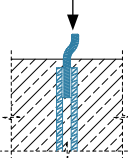
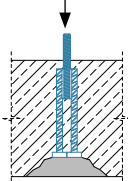
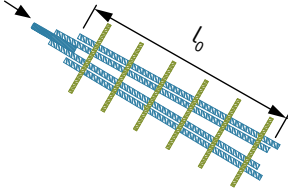
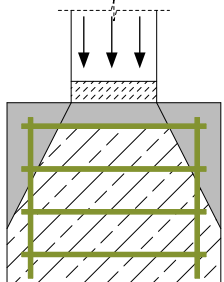
¹⁾ Не требуется, если применена дополнительная арматура в соответствии с прил. А1.

²⁾ Не требуется, если расстояние до края во всех направлениях составляет $c \geq 1,5h_{ef}$ для одного болта и $c \geq 1,8h_{ef}$ при креплении несколькими болтами, или если дополнительная арматура выполнена в соответствии с прил. А2.

³⁾ Не требуется, если расстояние до края во всех направлениях составляет $c \geq 0,5h_{ef}$.

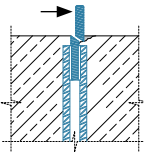
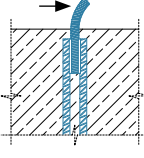
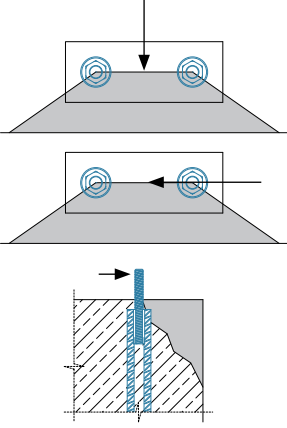
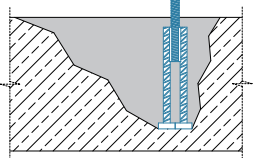
⁴⁾ См. прил. D для информации о необходимом поперечном армировании в зоне нахлеста.

Таблица 8. Обязательная проверка анкерных болтов PPM®, работающих на сжатие.

Тип отказа	Пример	Анкерные болты PPM® L	Анкерные болты PPM® P
Прочность стали		Обязательная (для наиболее нагруженного болта)	Обязательная (для наиболее нагруженного болта)
Предел устойчивости при продольном изгибе ¹⁾		Обязательная (для наиболее нагруженного болта)	Обязательная (для наиболее нагруженного болта)
Прочность на продавливание под шляпкой болта ²⁾		Обязательная (для анкерной группы)	Не предусмотрена
Длина стыковки ³⁾ <ul style="list-style-type: none"> Прочность сцепления 		Не предусмотрена	Обязательная (для наиболее нагруженного болта)
Частично нагруженные участки ⁴⁾ <ul style="list-style-type: none"> Локальное разрушение Силы поперечного растяжения 		Обязательна только в завершающей стадии (для конструкции основания)	Обязательна только в завершающей стадии (для конструкции основания)

¹⁾ Не требуется, если высота соединения не превышает толщину слоя раствора, указанную в инструкции по установке в данном руководстве. Значения t_{Grout} приведены в *Таблице 6*.
²⁾ Не требуется, если толщина основания обеспечивает достаточный слой бетона под шляпкой болта или если установлено дополнительное армирование. Подробнее в прил. С1.
³⁾ См. прил. D для информации о необходимом поперечном армировании в зоне нахлеста.
⁴⁾ См. прил. С2 для методических указаний и информации о необходимой распределенной арматуре.

Таблица 9. Обязательная проверка анкерных болтов PPM®, работающих на сдвиг.

Тип отказа	Пример	Анкерные болты PPM® L	Анкерные болты PPM® P
Прочность стали		Обязательная (для наиболее нагруженного болта)	Обязательная (для наиболее нагруженного болта)
Прочность стали на изгиб ¹⁾		Обязательная (для наиболее нагруженного болта)	Обязательная (для наиболее нагруженного болта)
Прочность края бетона ²⁾ <ul style="list-style-type: none"> • Сдвиг перпендикулярно краю • Сдвиг параллельно краю • Косой сдвиг 		Обязательная (для анкерной группы)	Обязательная (для анкерной группы)
Прочность бетона на выламывание		Обязательная (для анкерной группы)	Не предусмотрена

¹⁾ Не требуется на завершающей стадии, если высота соединения не превышает толщину раствора, указанную в инструкции по установке в данном руководстве. Значения t_{Group} приведены в Таблице 6. Следует отметить, что эта проверка всегда проводится на стадии монтажа.

²⁾ Не требуется, если расстояние до края во всех направлениях составляет $c \geq \min(10_{hef}; 60\varnothing)$ или если установлено дополнительное армирование в соответствии с прил. В1.

2.2 Совместное действие осевой и поперечной нагрузок

В случаях, когда болты испытывают совместное воздействие осевых и поперечных сил, необходимо проверить их взаимное влияние в разных типах разрушения и этапах строительства при помощи следующих выражений.

ПРОВЕРКА СТАЛИ

Болты в стадии монтажа

Одновременное действие **осевого** и **поперечного** усилий в каждом болте должно удовлетворять условию:

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

Согласно ур. 1 ETA-13/0603.

Болты в завершающей стадии

Одновременное действие **растягивающего** и **поперечного** усилий должно удовлетворять условию:

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

EN 1993-1-8, Таблица 3.4

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

EN 1993-1-8, Таблица 3.4

где

$V_{Rd,0}$ = прочность болта на сдвиг, стадия монтажа	$V_{Ed,0}^I$ = сдвиговая нагрузка на один болт, стадия монтажа
V_{Rd} = прочность болта на сдвиг, завершающая стадия	V_{Ed}^I = сдвиговая нагрузка на один болт, завершающая стадия
$N_{Rd,0}$ = осевая прочность болта, стадия монтажа	$N_{Ed,0}^I$ = осевая нагрузка на один болт, стадия монтажа
N_{Rd} = осевая прочность болта, завершающая стадия	N_{Ed}^I = осевая нагрузка на один болт, завершающая стадия

ПРОВЕРКА БЕТОНА (применяется только для анкерных болтов типа PPM® L)

Болты без дополнительного армирования

Одновременное действие **растягивающего** и **поперечного** усилий должно удовлетворять одному из следующих условий:

$$|\beta_N| + |\beta_V| \leq 1,2 \quad \text{CEN/TS 1992-4-2, ур. (47)}$$

$$|\beta_N|^{1,5} + |\beta_V|^{1,5} \leq 1 \quad \text{CEN/TS 1992-4-2, ур. (48)}$$

Болты с дополнительным армированием

Одновременное действие **растягивающего** и **поперечного** усилий должно удовлетворять следующему условию:

$$|\beta_N|^{2/3} + |\beta_V|^{2/3} \leq 1 \quad \text{CEN/TS 1992-4-2, ур. (49)}$$

где

β_N	= наибольший коэффициент использования при растягивающем усилии по результатам проверки бетона
β_V	= наибольший коэффициент использования при поперечном усилии по результатам проверки бетона

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Значение коэффициентов β_N и β_V принимается без учёта дополнительного армирования.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Если дополнительное армирование предназначено для восприятия растягивающих и поперечных усилий, то проверка выполняется по уравнению 47 и/или 48.

2.3 Огнестойкость

Огнестойкость болтового соединения должна быть подтверждена в соответствии с EN 1992-1-2. Если значение недостаточно, толщина защитного слоя бетона должна быть увеличена, либо выполнены иные мероприятия, повышающие класс огнестойкости до требуемого проектом. Пожалуйста, обратитесь в техническую поддержку компании Фасткон для разработки индивидуального решения.

При выборе подходящего типа анкерных болтов PPM® необходимо учитывать следующие особенности:

- Прочностные характеристики
- Характеристика раствора
- Характеристики основания
- Схема расположения анкерных болтов в основании
- Расчётные значения нагрузок

Прочность болтовых соединений необходимо проверить для следующих расчётных ситуаций:

- Стадия монтажа
- Завершающая стадия
- Пожар
- Условия окружающей среды

A1: Армирование конуса напряжений

Если растягивающая нагрузка превышает сопротивление бетона на вырыв, необходимо использовать дополнительное армирование. Раскладка хомутов для анкерных болтов типа PPM® L показаны на рисунке ниже. Необходимое количество хомутов и поверхностных стержней приведены в *Таблице 10*. Иные схемы армирования, соответствующие стандарту CEN/TS 1992-4-2, можно рассчитать с помощью технической поддержки компании Фасткон.

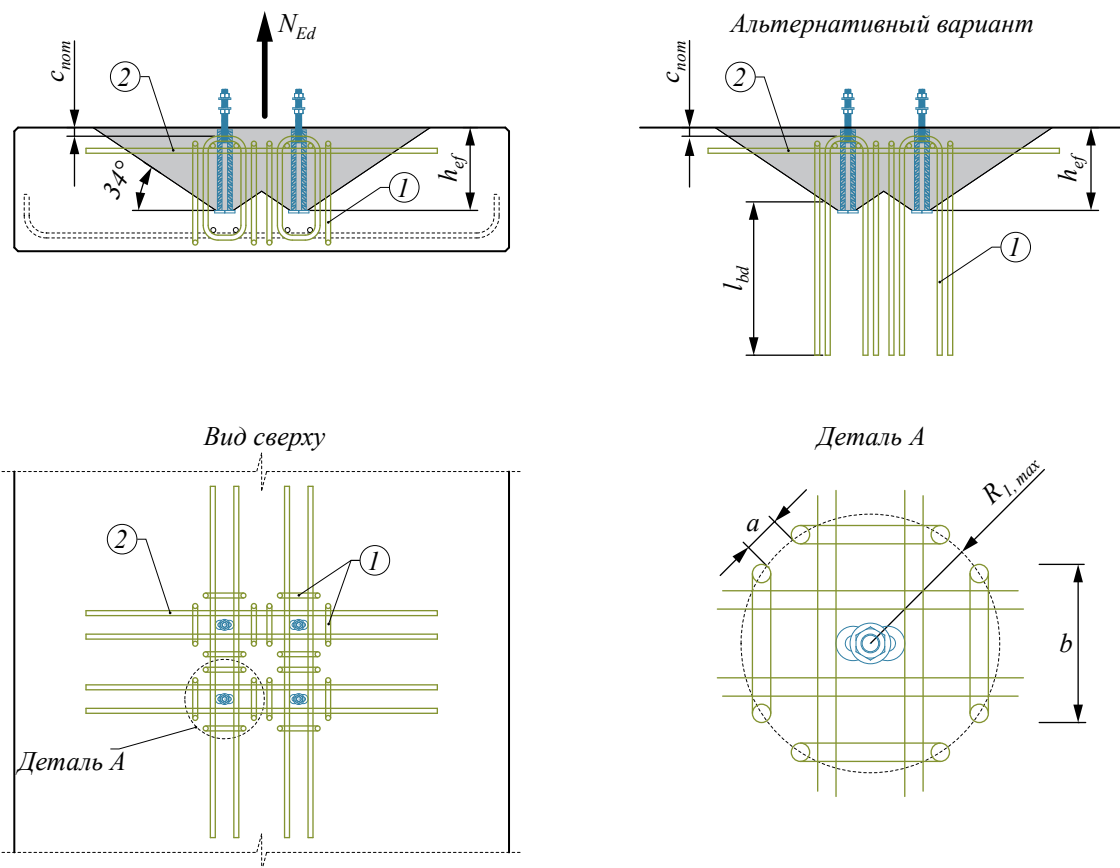
Таблица 10. Армирование конуса напряжений бетона (B500B).

Анкерный болт	Хомуты (для одного болта) ①	Поверхностные стержни ②	c_{nom} , мм	$R_{1,max}$, мм	$R_{2,max}$, мм	h_{ef} , мм	b ширина хомута, мм
PPM 30 L	4 Ø 12	Ø 8	35	170	–	502	170
PPM 36 L	4 Ø 14	Ø 10	35	195	–	558	180
PPM 39 L	4 Ø 14	Ø 10	35	220	–	677	190
PPM 45 L	4 Ø 16	Ø 10	35	250	–	767	210
PPM 52 L	4+2 Ø 16	Ø 14	35	280	315	890	250
PPM 60 L	4+4 Ø 16	Ø 14	35	300	335	1055	250

Армирование по *Таблице 10* можно применять при следующих условиях:

- Класс прочности бетона основания равен или выше C25/30 (хорошее сцепление бетона с арматурой)
- Номинальная толщина защитного слоя бетона составляет 35 мм.
- Минимальное расстояние в свету (a) между соседними ножками хомутов должно быть не менее 21 мм в соответствии разделу 8.2 стандарта EN 1992-1-1 (максимальный диаметр заполнителя равен 16 мм)
- Хомуты должны быть расположены в пределах конуса выкалывания с радиальным расстоянием от болта до ножки не более, чем $R_{1,max}$ или $R_{2,max}$. Заделка должна находиться за пределами предполагаемого конуса, длина зоны анкеровки составляет l_{bd} в соответствии со стандартом EN 1992-1-1 и *Рисунок 9*.

Рисунок 9. Дополнительная арматура в виде хомутов и шпилек.



В1: Краевое армирование

Если сопротивление на краю конуса напряжений превышено, дополнительное армирование устанавливается в зависимости от значения срезающей силы на рассматриваемом крае. Величина этой силы зависит от направления приложенной нагрузки. Необходимость и величина дополнительного армирования на срез каждого ребра бетонного элемента проверяется независимо. Подробнее краевое армирование анкерных болтов типа PPM® L и P показано на рисунки ниже. Необходимое количество U-образных хомутов приведено в *Таблице 12*. Иные схемы армирования, соответствующие стандарту CEN/TS 1992-4-2, можно рассчитать с помощью технической поддержки компании Фасткон.

Таблица 12. Краевое армирование (B500B) для анкерного болта под действием срезающих сил.

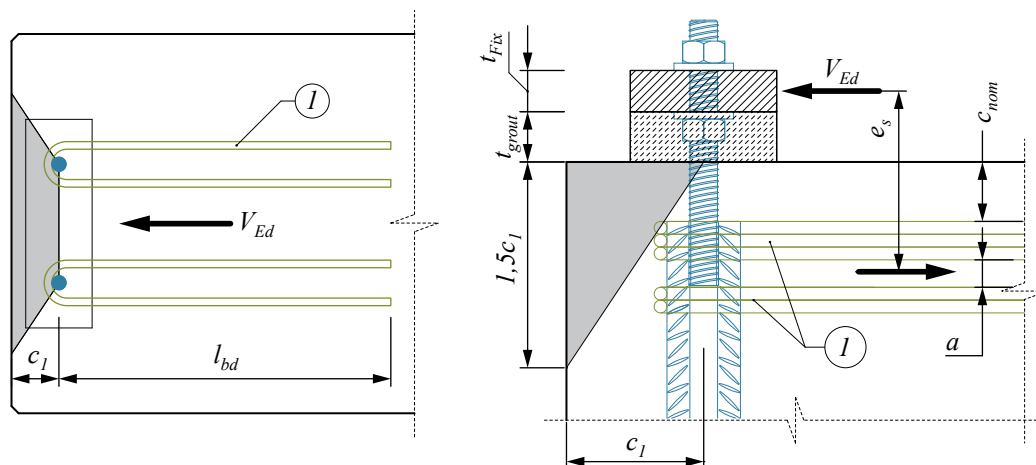
Анкерный болт	U-образные хомуты (для одного болта) ①	c_1 , мм	$c_{ном}$, мм	e_s , мм	a , мм
PPM 30	3 Ø 14	120	35	170	-
PPM 36	3 Ø 16	140	35	170	-
PPM 39	3 Ø 16	150	35	180	28
PPM 45	3 + 1 Ø 16	160	35	190	28
PPM 52	3 + 2 Ø 16	180	35	230	28
PPM 60	3 + 2 Ø 16	180	35	270	28

Армирование по *Таблице 12* можно применять при следующих условиях:

- Расстояние между центром тяжести краевого армирования (выполненного из пучков, количество отдельных стержней в которых ограничено тремя) и точкой приложения срезающей силы должно быть меньше или равно e_s
- Расстояние до края больше или равно c_1
- Расстояние в свету между арматурными пучками должно превышать размер (a), в соответствии с требованиями раздела 8.2 стандарта EN 1992-1-1 (максимальный диаметр заполнителя = 16 мм)

Следует отметить, что дополнительное армирование, приведённое в *Таблице 12*, подобрано для края, перпендикулярного действию нагрузки, что является наиболее неблагоприятным случаем.

Рисунок 11. Дополнительное армирование в виде петель.



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

С1: Армирование конуса напряжений бетона против продавливания

Если сопротивление продавливанию под шляпкой анкерного болта превышено, устанавливается дополнительное армирование (см. *Рисунок 12* для болта типа PPM® L). Необходимое количество хомутов приведено в *Таблице 13*. Армированием можно пренебречь, если толщина бетона h под шляпкой болта больше или равна h_{req} (см. *Рисунок 12*).

Таблица 13. Армирование конуса сопротивлений бетона (B500B).

Анкерный болт	h_{req} , мм	A_s , мм ²	Хомуты (на один болт) ①
PPM 30 L	90	199	2 Ø 8
PPM 36 L	85	205	2 Ø 10
PPM 39 L	75	171	2 Ø 8
PPM 45 L	50	122	2 Ø 8
PPM 52 L	105	373	2 Ø 12
PPM 60 L	55	175	2 Ø 8

ПРИМЕЧАНИЕ: Предварительно рассчитанные значения толщины бетона h_{req} относятся только к случаям, в которых конус продавливания под шляпкой болта не ограничен соседними конусами или краями конструкции основания (см. *Рисунок 12*).

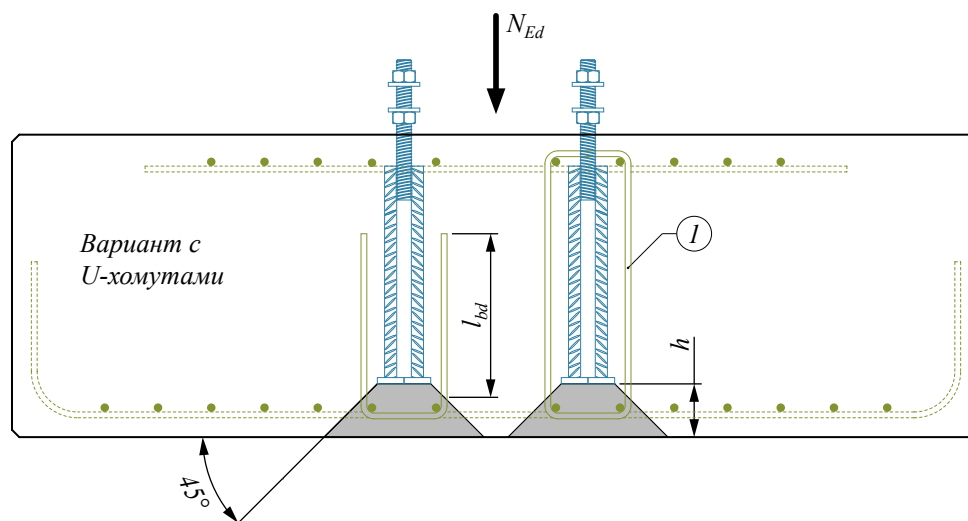
Угол наклона конуса продавливания составляет 45°.

Армирование по табл. 13 можно применять при следующих условиях:

- Класс прочности бетона основания равен или выше C25/30 (хорошее сцепление бетона с арматурой)
- Минимальный установленный диаметр заполнителя 16 мм. или меньше.
- Хомуты располагаются в пределах конуса продавливания с заделкой за пределами предполагаемого конуса разрушения и длиной зоны анкеровки равной l_{bd} в соответствии со стандартом EN 1992-1-1 и *Рисунок 12*.

Следует отметить, что детали армирования против продавливания в виде замкнутых хомутов могут применяться в качестве дополнительной арматуры против растягивающих усилий.

Рисунок 12. Армирование конуса продавливания под анкерным болтом.



С2: Частично нагруженные участки, армирование против раскалывания

Если сопротивление сжатию конструкции основания превышено, следует рассматривать возникновение местного разрушения. По этой причине, при сопряжении колонн, класс прочности бетона нижней колонны должен быть не ниже, чем класс бетона верхней. Местное разрушение можно предотвратить путём увеличения размера конструкции основания на величину Δ (см. Рисунок 13). Так же, необходимо установить армирование против раскалывания, которое будет противодействовать усилиям поперечного растяжения в конструкции основания. Хомуты должны быть равномерно распределены в направлении действия растягивающих усилий по высоте h , где изолинии сжимающего напряжения изогнуты. При недостаточности исходных данных, размер h принимается равным 2Δ .

Рисунок 13. Сопряжение колонн с разными размерами поперечных сечений.
Армирование против раскалывания в подколоннике.

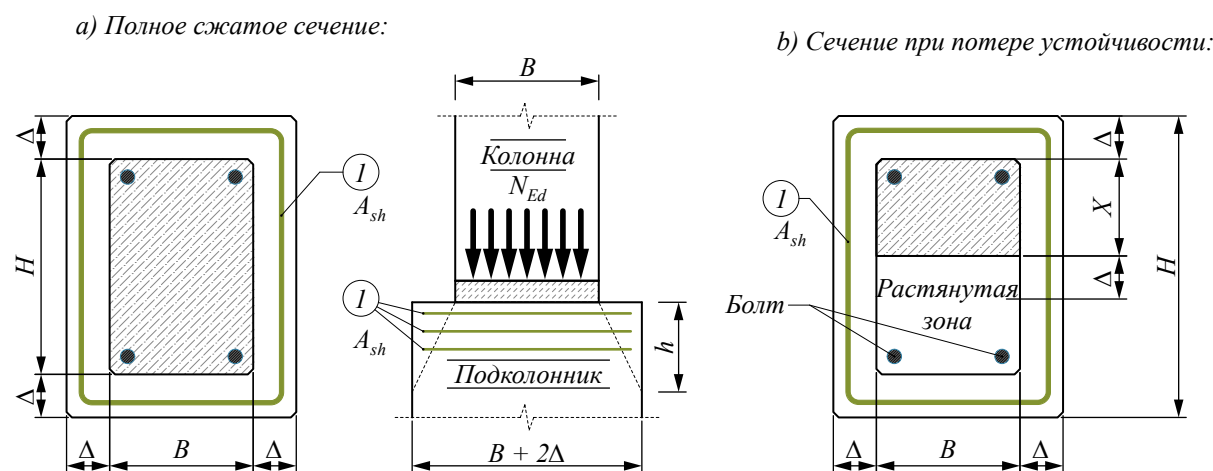
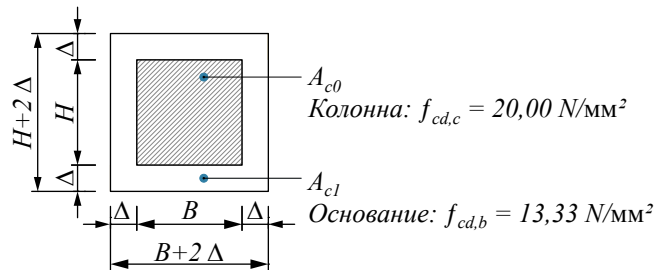


Таблица 14. Величины приращения Δ конструкции основания и необходимое армирование против раскалывания (B500B).

Класс бетона (Колонна)	Класс бетона (Подколонник)	а) Полное сжатое сечение Δ , мм	б) Пластические деформации болтов в зоне растяжения (Потеря устойчивости) Δ , мм	Необходимая площадь армирования. Хомуты замкнутые $\textcircled{1} A_{sh}$, мм ²
C30/37	C25/30	$\Delta = 0,10 \times H$	$\Delta = 0,06 \times H$	$A_{sh} = B \times H/933$
C35/45	C25/30	$\Delta = 0,20 \times H$	$\Delta = 0,12 \times H$	$A_{sh} = B \times H/474$
C40/50	C25/30	$\Delta = 0,30 \times H$	$\Delta = 0,18 \times H$	$A_{sh} = B \times H/320$
C50/60	C35/45	$\Delta = 0,21 \times H$	$\Delta = 0,13 \times H$	$A_{sh} = B \times H/317$
C60/75	C35/45	$\Delta = 0,36 \times H$	$\Delta = 0,22 \times H$	$A_{sh} = B \times H/193$

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Колонна с сечением 400 × 400 мм, класс бетона С30/37, опирается на подколонник, класс бетона С20/25. Определить минимальный размер сечения и необходимое армирование против раскалывания подколонника, обеспечивающие сопротивление максимальному сжимающему усилию от поддерживаемой колонны. Условия загрузки: одноосное сжатие, изгибающий момент отсутствует.



Сосредоточенная сила сопротивления сжатию в частично нагруженной зоне:

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

EN 1992-1-1, ур. (6.63)

где

A_{c0} = площадь нагружения

A_{c1} = максимальная расчётная площадь распределения нагрузки, сходная по форме с A_{c0}

$f_{cd,b}$ = расчётное сопротивление сжатию конструкции основания

Подставляем в ур. (6.63):

$$A_{c0} = B \cdot H = 400 \times 400 = 160000 \text{ мм}^2$$

$$A_{c1} = (B + 2 \cdot \Delta) \cdot (H + 2 \cdot \Delta) = (400 + 2 \cdot \Delta) \cdot (400 + 2 \cdot \Delta) = (400 + 2 \cdot \Delta)^2$$

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd,c} = B \cdot H \cdot f_{cd,c} = 160000 \cdot 20 = 3200000 \text{ Н} = 3200 \text{ кН}$$

= максимальное приложенное усилие (т.е. предел прочности колонны, нагруженной осевой нагрузкой)

где

$f_{cd,c}$ = расчётное сопротивление колонны сжатию

Решаем квадратное уравнение:

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

$$\Delta = 100 \text{ мм}$$

Минимальные размеры поперечного сечения подколонника:

$$(B + 2 \cdot \Delta) \cdot (H + 2 \cdot \Delta) = 600 \times 600 \text{ мм}$$

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

$$F_{sp} = 0,25 \cdot F_{Rdu} \cdot \left(1 - \frac{B}{B + 2 \cdot \Delta}\right) = 0,25 \cdot 3200 \cdot \left(1 - \frac{400}{600}\right) = 266,7 \text{ кН}$$

Необходимая площадь армирования против раскалывания (Замкнутый контур, В500В):

$$A_{sp} = \frac{F_{sp}}{2 \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_s}} = \frac{266700}{2 \cdot \frac{500}{1,15}} = 306,7 \text{ мм}^2$$

где

f_{yk} = предел текучести арматуры

γ_s = коэффициент надёжности арматуры по первой группе предельных состояний

Подобранные хомуты: 7 Ø 8 или 4 Ø 10

Длинный анкерный болт типа PPM® P предназначен для соединения внахлест с рабочей арматурой конструкции основания. Продольные арматурные стержни основания должны иметь площадь поперечного сечения, по меньшей мере такую же, как и болты. В зоне нахлеста должно быть установлено поперечное армирование $\sum A_{sr}$ (см. Рисунок 14). Необходимое количество хомутов приведено в Таблице 15. Иные схемы армирования, соответствующие стандарту CEN/TS 1992-4-2, можно рассчитать с помощью технической поддержки компании Фасткон.

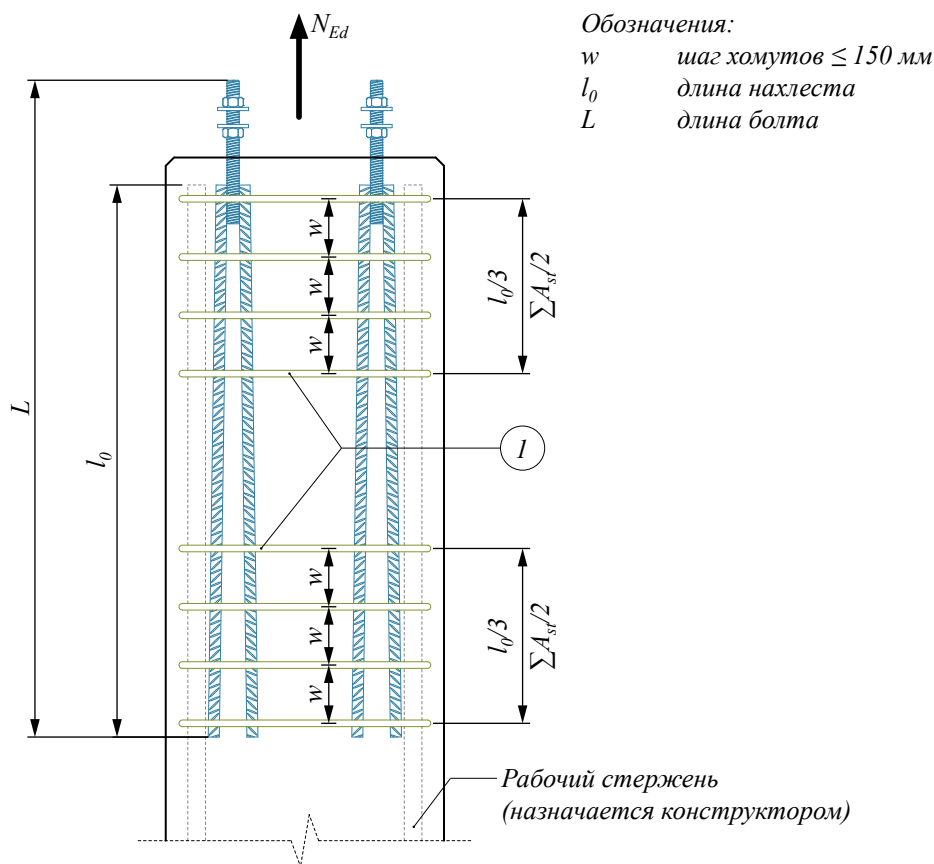
Таблица 15. Армирование в зоне нахлеста (B500B).

Анкерный болт	Общее количество хомутов ①	l_0 , мм
PPM 30 P	5 + 5 Ø 8	1485
PPM 36 P	4 + 4 Ø 8	1230
PPM 39 P	5 + 5 Ø 8	1575
PPM 45 P	5 + 5 Ø 10	1575
PPM 52 P	5 + 5 Ø 10	1650
PPM 60 P	6 + 6 Ø 12	2160

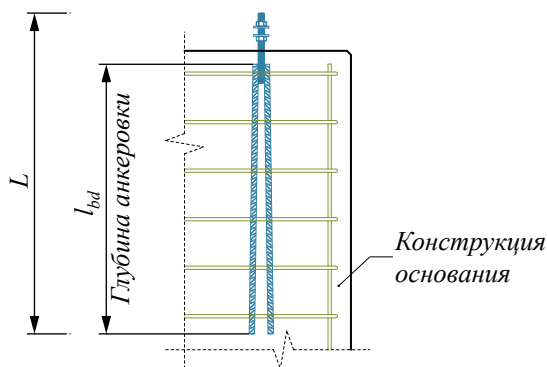
Армирование по Таблице 15 можно применять при следующих условиях:

- Класс прочности бетона основания равен или выше C25/30 (хорошее сцепление бетона с арматурой)
- Минимальный установленный диаметр заполнителя 16 мм. или меньше.
- Болты находятся по растягивающей нагрузкой
- Для анкерных групп из более чем четырёх болтов должны быть предусмотрены дополнительные внутренние связи

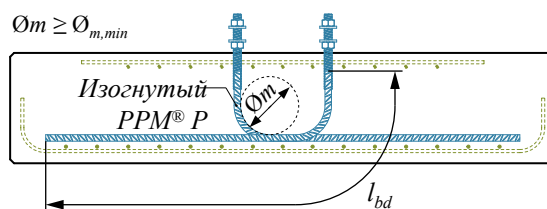
Рисунок 14. Поперечное армирование стыков внахлест. Раскладка растянутых арматурных стержней.



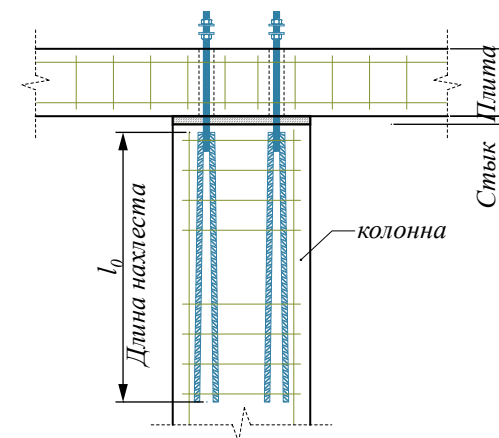
1. Как альтернативу стыковке внахлест, анкерные болты типа PPM® P могут быть установлены в качестве продольного армирования, обеспечивая достаточную глубину заделки для восприятия растягивающих и сжимающих нагрузок. Следует отметить, что такой вариант может потребовать дополнительных проверок и армирования конструкции основания. Расчетная глубина заделки l_{bd} для восприятия силы N_{Ed} действующей на анкер, должна быть проверена в соответствии с разделом 8.4 стандарта EN 1992-1-1



2. Анкерные болты типа PPM® P возможно применять в конструкциях небольшой толщины путем их загиба. Для того, чтобы избежать деформаций при загибе анкера и разрушения окружающего бетона в этом месте, необходимо в каждом конкретном случае проверять минимальный диаметр оправки $\varnothing_{m,min}$ (в соответствии с разделом 8.3 стандарта EN 1992-1-1).



3. При необходимости, для таких конструктивных схем как сопряжение двух колонн через балку или плиту, возможно изготовление удлиненных анкерных болтов типа PPM® P с расчетной длиной нахлеста l_0 , определенной в соответствии с разделом 8.7.3 стандарта EN 1992-1-1.



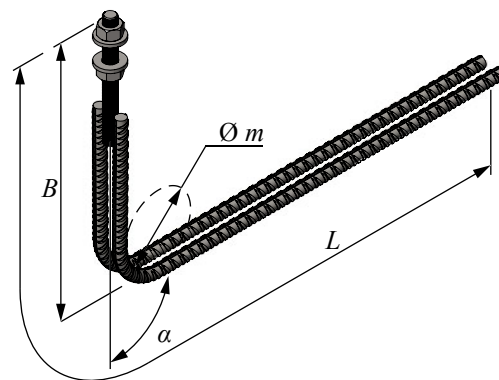
Заказ нестандартных анкерных болтов типа PPM® P:

Все размеры указаны в мм.

1. Прямой анкерный болт PPM® P ⇒ PPM(*)P – L
Пример 1: PPM 30P – 2000
2. Гнутый анкерный болт PPM® P ⇒ PPM(*)P – L – Гнутый(α)- B
Пример 2: ⇒ PPM 30P – 2000 – Гнутый 90 – 500
Пример 3: ⇒ PPM 30P – 2500 – Гнутый 45 – 700

где

- * размер болта
- L общая длина болта
- α угол загиба (в градусах)
- B месторасположение сгиба



Существует два основных способа передачи усилия сдвига от колонн в основание:

- За счёт сопротивлению на сдвиг анкерного болта (см. табл. 6)
- За счёт сопротивлению от трения между опорной плитой и раствором омоноличивания:

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

где

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

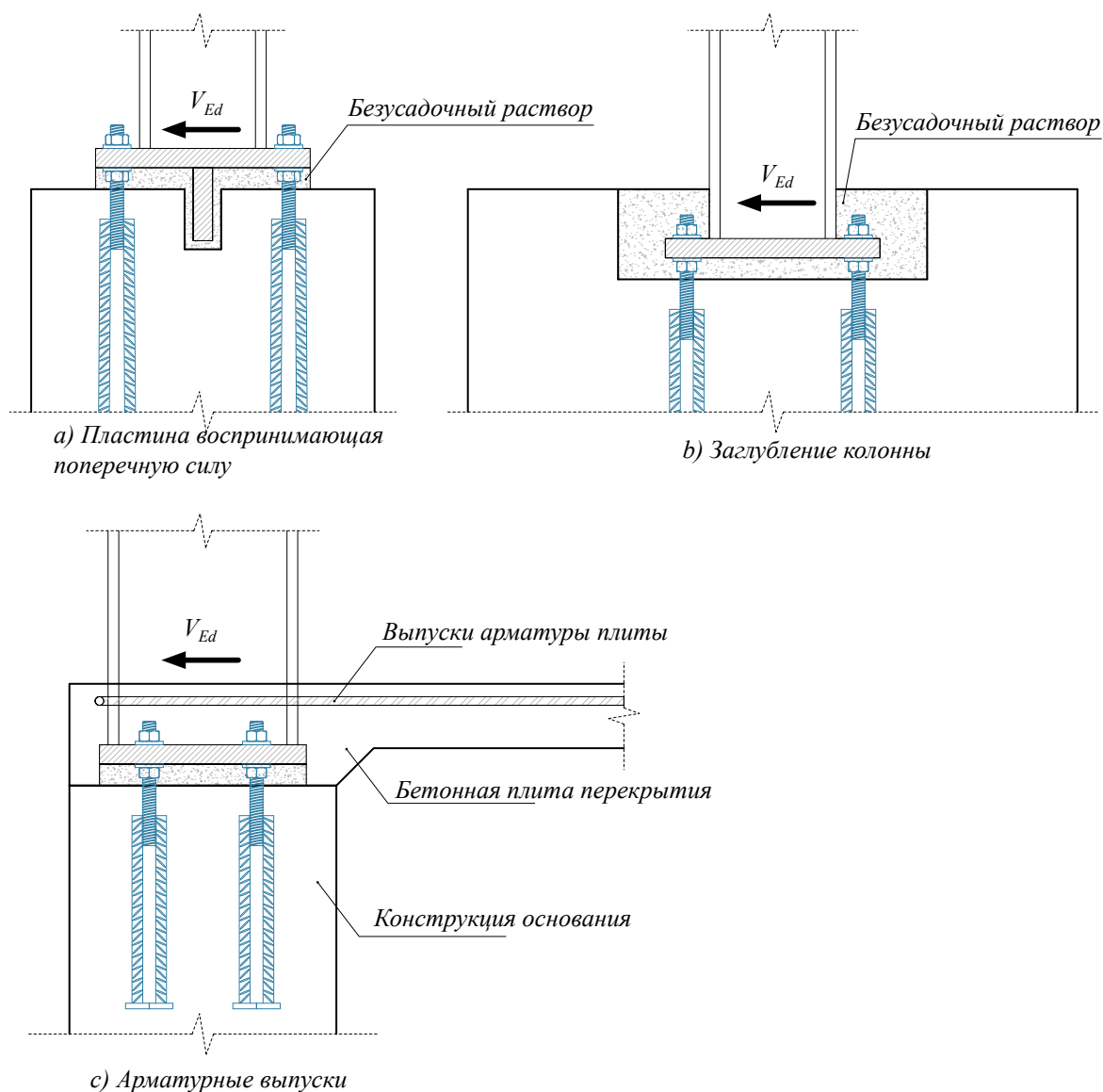
N_{Ed} = расчётное значение сжимающего усилия в колонне

ПРИМЕЧАНИЕ: Если колонна находится под действием осевого растягивающего усилия, произведение $\mu \cdot N_{Ed}$ принимается равным 0.

Иные способы, применяемые в случаях с высоким значением усилия сдвига:

- Приваривание к анкерной плите пластины, перпендикулярной направлению сдвига (см. Рисунок 15а)
- Заглубление колонны в основание (см. Рисунок 15b)
- Передача усилий в плиту перекрытия через арматурные выпуски (см. Рисунок 15с)

Рисунок 15. Иные способы передачи сдвигового усилия.



Маркировка изделий

Анкерные болты PPM® имеют стандартный модельный ряд (30, 36, 39, 45, 52 и 60) соответствующий метрическому размеру их резьбы. Модель анкерного болта можно определить по наименованию на этикетке, а также по цвету изделия.

Изготовление анкерной группы

Болты собираются в группу при помощи сборочного шаблона PPM®. Шаблон обеспечивает возможность устанавливать группы болтов симметрично на горизонтальной плоскости точно в нужном месте и отрегулировать их в соответствии с уровнем укладки.

Стандартная окраска анкерных болтов PPM®.

Анкерный болт	Диаметр резьбы, мм	Цветовая маркировка	Установочный шаблон
PPM 30	30	черный	PPL 30
PPM 36	36	красный	PPL 36
PPM 39	39	коричневый	PPL 39
PPM 45	45	Пурпурный	PPL 45
PPM 52	52	белый	PPL 52
PPM 60	60	—	PPL 60

Установочный шаблон PPL представляет из себя стальную пластину. Анкерные болты помещаются в отверстия в шаблоне и фиксируются в них гайками и шайбами. На шаблоне имеются установочные метки для точного размещения анкерной группы. На верхней части каждого болта так же имеются метки центра, предназначенные для иных вариантов установки. Чтобы избежать смещения болтов в процессе бетонирования, необходимо жёстко зафиксировать шаблон на основании с помощью боковых выемок. Бетон заливается через центральное отверстие шаблона. По окончании бетонирования установочный шаблон снимется и может быть использован повторно.

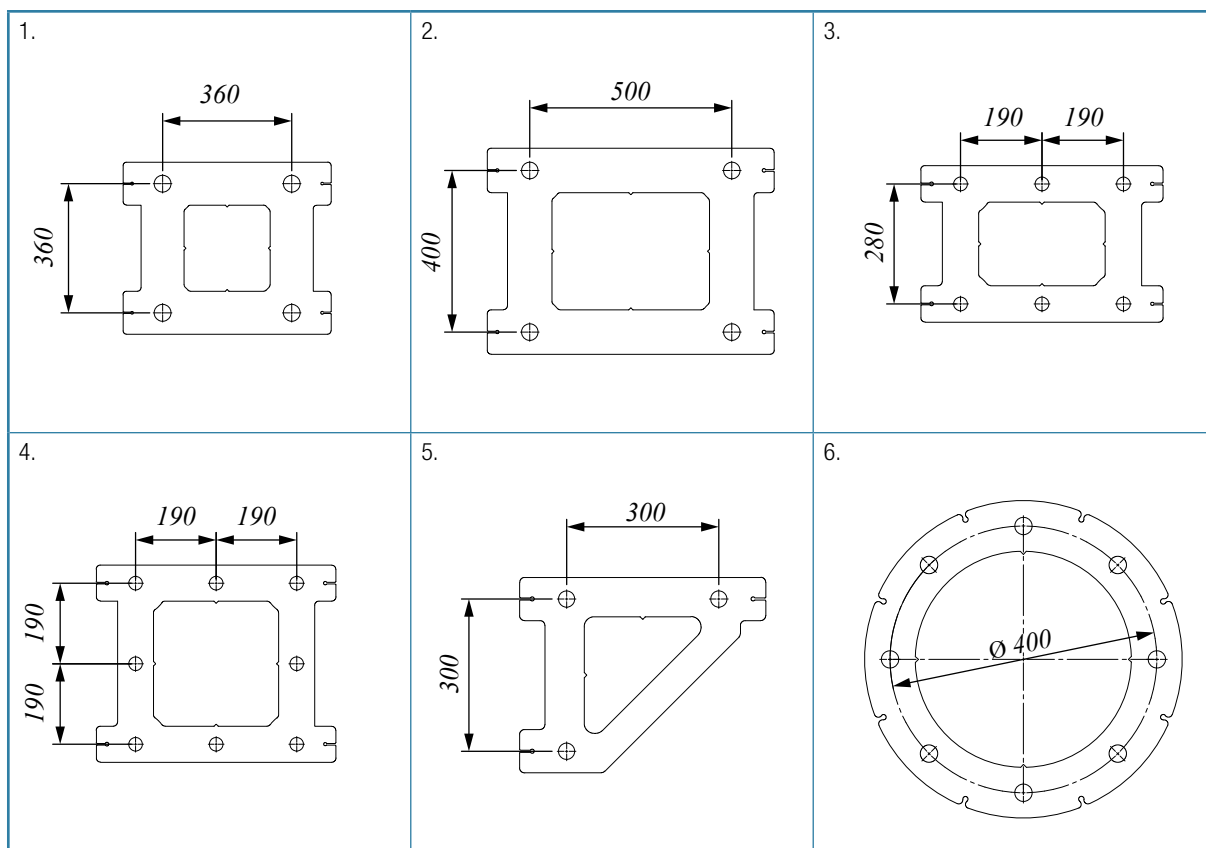


Заказ установочных шаблонов PPL

При заказе установочных шаблонов PPM® необходимо указать количество болтов, диаметр их резьбы и расстояние между их центрами.

Примеры шаблонов установки

1. **PPL39-4 360 × 360:** 4 шт., болты М39, квадрат.
2. **PPL39-4 500 × 400:** 4 шт., болты М39, прямоугольник.
3. **PPL30-6 280 × (190 + 190):** 6 шт., болты М30, прямоугольник.
4. **PPL30-8 (190 + 190) × (190 + 190):** 8 шт., болты М30, квадрат.
5. **PPL30-3 300 × 300:** 3 шт., болты М30, прямоугольный треугольник.
6. **PPL24-8 D400:** 8 шт., болты М24, круг диаметром 400 мм.



Возможно изготовление установочных шаблонов PPL по чертежам, в которых приведены расположение болтов и диаметр х резьбы. Следует отметить, что большое количество тяжёлых болтов в одной группе для предотвращения изгибания шаблона может потребовать установку дополнительных креплений для перемещения и подъёма. При необходимости, возможно использовать пластину большей толщины или вспомогательные распорки.

Установка болтов и установочные допуски

Высотная отметка болтов устанавливается в соответствии с размером h_b , приведённым в таблице ниже. Он может либо перекрывать толщину анкерной плиты, либо быть меньше. Высотная отметка откладывается от поверхности бетона и вертикальные допуски составляют ± 20 мм. Каждый анкерный болт имеет отметку глубины заделки.

Установочные допуски и величина выступа анкерных болтов из бетона.

Анкерный болт	PPM 30	PPM 36	PPM 39	PPM 45	PPM 52	PPM 60
Толщина слоя раствора t_{Group} , мм	50	55	60	65	70	80
Толщина анкерной плиты t_{Fix} , мм	≤ 45	≤ 50	≤ 60	≤ 60	≤ 80	≤ 85
Величины выступа болтов h_b , мм	155	170	190	200	235	260
Установочный допуск для болтов, мм	± 3	± 4	± 4	± 4	± 5	± 5

Гибка болтов

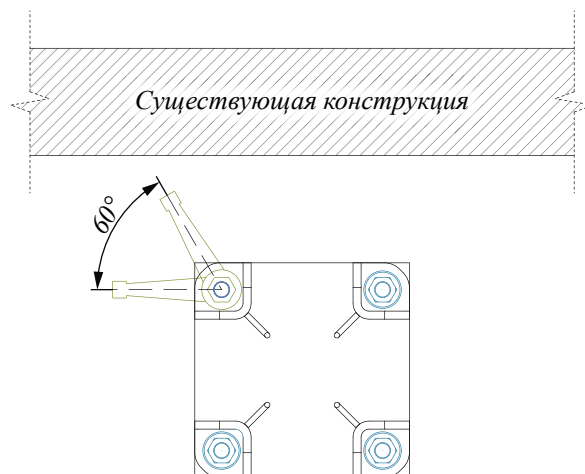
Стержни анкерных болтов PPM® изготавливаются из арматурной стали периодического профиля В500В. Гибка анкерных стержней производится в соответствии со стандартом EN 1992-1-1. Примеры приведены в прил. Е данного руководства.

Сварка болтов

Следует избегать сварку болтов, хотя все материалы, используемые в болтах PPM®, 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 ограждениями требуется учитывать 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.



Возведение верхней конструкции

Перед возведением вышележащей конструкции с болтов снимаются верхние гайки и шайбы. Нижние регулировочные гайки и шайбы выводятся на нужный уровень. Крепление производится прямо на предварительно выровненные шайбы и гайки. В альтернативном варианте установки между анкерными болтами укладываются регулировочные клинья и выводятся на нужный уровень. Нижние регулировочные гайки должны находиться, как минимум, на 5 мм ниже верхней кромки клиньев, чтобы конструкция опиралась в первую очередь на клинья.




Закрепление соединения

Верхние гайки и шайбы накручиваются на болты, и конструкция выравнивается вертикально посредством регулировочных гаек. Целесообразно использовать два теодолита на разных точках для устранения отклонений от вертикали. Минимальные допустимые моменты затяжки гаек приведены в таблице ниже. Необходимое значение момента обычно достигается при применении рожкового (DIN 7444) или накидного (DIN 133) ключа.

Рекомендуемые значения минимального T_{min} моментов затяжки гаек.

Анкерный болт	T_{min} Н·м	Размер ключа
PPM 30	250	46 мм
PPM 36	300	55 мм
PPM 39	350	60 мм
PPM 45	400	70 мм
PPM 52	450	80 мм
PPM 60	500	90 мм



Омоноличивание стыка

Перед монтажом на верхнем элементе других конструкций необходимо замонолитить стык согласно инструкциям поставщика смеси. Раствор должен быть безусадочным и иметь прочностные характеристики, соответствующие проекту. Для исключения образования воздушных раковин, рекомендуется заливать раствор только с одной стороны. Опалубка для омоноличивания должна обеспечивать необходимую толщину защитного слоя анкерных болтов.



Рекомендации по контролю установки болтов

Перед омоноличиванием:

- Убедитесь, что применяется подходящий установочный шаблон PPL (осевые расстояния, размер резьбы)
- Проверьте расположение анкерной группы
- Убедитесь, что надлежащим образом установлено необходимое армирование болтов
- Убедитесь, что болты выведены на проектный уровень
- Убедитесь, что установочный шаблон анкерная группа не проворачиваются
- Убедитесь, что фиксация анкерной группы обеспечивает ее неподвижность в процессе бетонирования

После омоноличивания:

- Убедитесь, что анкерная группа располагается в пределах допусков. Если отклонения превышают допустимые, обратитесь к инженеру-конструктору
- Предохраняйте резьбу от повреждений до момента возведения верхнего элемента (при помощи изоляционной ленты, пластиковой трубки и т. д.)
- Предохраняйте болты в период строительства от возможных повреждений от транспорта и строительной техники

Рекомендации по контролю установки верхнего элемента

Узлы соединения на всех этапах работы, таких как хранение, подъем, перемещение и установка, должны выполняться в соответствии с монтажной схемой, разработанной конструктором. При необходимости можно обратиться за консультацией в техническую поддержку компании Фасткон.

Проверьте следующее:

- Порядок возведения
- Монтажные стойки и раскосы в процессе монтажа
- Инструкция по затяжке гаек
- Инструкция по омоноличиванию стыков

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 расчетов 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

