



С.В. Шокот

СПРАВОЧНИК КОНСТРУКТОРА
с примерами и разъяснениями
РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ

ЧАСТЬ 1
РАЗГРУЗКА НАПРЯГАЕМЫМИ СТОЙКАМИ

ISBN 978-5-6054301-8-6

© С.В. Шокот, 2026

Москва
Издатель С.В. Шокот
2026

УДК 624.012

ББК 38.53

Ш 78

Шокот Святослав Вячеславович.**Ш 78**

Справочник конструктора с примерами и разъяснениями. Расчет и конструирование усиления: [в 10 частях] : справочник / С.В. Шокот – Москва: Издатель С.В. Шокот, 2026. – URL: <https://дом-жбк.рф/Частии-справочника/>. – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-8-6

Ч.1.: Разгрузка напрягаемыми стойками. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-9-3 (ч.1)

Минимальные системные требования для воспроизведения электронного издания: Процессор с тактовой частотой 1.5ГГц и выше, Windows XP/Vista/7/8/8.1/10/11, 1 ГБ ОЗУ, 500Мб свободного пространства на жестком диске; программа для чтения файлов формата PDF.

Справочное электронное издание

© С.В. Шокот, 2026



Издание публикуется в авторской редакции

Техническая обработка и подготовка материалов С.В. Шокота

Для создания электронного издания использовано:

Microsoft Word 2010, ПО Adobe Acrobat

Дата размещения первой редакции на сайте: 07.09.2026.

Издатель С.В. Шокот.

E-mail: 12345slava54321@mail.ru; <https://дом-ждк.рф/>.

Справочник конструктора с примерами и разъяснениями. Расчет и конструирование усиления: [в 10 частях] : справочник / С.В. Шокот – Москва: Издатель С.В. Шокот, 2026. – URL: <https://дом-жбк.рф/Части-справочника/>. – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-8-6

Дата выпуска первой редакции: 15.08.2026

Ч.1.: Разгрузка напрягаемыми стойками. – 2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-9-3 (ч.1)

Ч.2.: Усиление вертикальных элементов. – 2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-9-3 (ч.2)

Ч.3.: Усиление плит перекрытия и фундаментных плит – 2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-9-3 (ч.3)

Ч.4.: Усиление углекомпозитными материалами – 2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-9-3 (ч.4)

Ч.5.: Усиление при прорезке и заделке отверстий – 2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-9-3 (ч.5)

Ч.6.: Усиление грунтов основания – 2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-9-3 (ч.6)

Ч.7.: Замена участков плит перекрытия в здании – 2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-9-3 (ч.7)

Ч.8. Противоаварийные мероприятия до выполнения работ по усилению – 2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-9-3 (ч.8)

Ч.9.: Усиление рабочих швов бетонирования – 2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-9-3 (ч.9)

Ч.10.: Усиление узлов при нарушении конструктивных требований – 2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-9-3 (ч.10)

Содержание

	Стр.
Термины и определения	6
1. Суть метода	7
2. Применимость метода при других вариантах усиления	8
3. Особенности конструирования	9
3.1. Болтовые домкраты	9
3.2. Гидравлические домкраты	22
4. Моделирование в программе	26
5. Ручные расчеты	26
5.1. Болтовые домкраты	26
5.2. Гидравлические домкраты	44
Библиография	47



Термины и определения

Рекомендуемое значение автором (р.з.А.) – не обязательное к выполнению значение. Данное значение получено исходя из массового проектирования аналогичных объектов и обобщения многочисленных требований норм в запас надежности.

Рекомендуемое значение нормами (р.з.Н.) – не обязательное к выполнению значение по нормам.

1. Суть метода

Метод усиления заключается в добавлении вертикальных элементов – стоек, которые выполняют следующие задачи:

1. Воспринимают часть нагрузки и тем самым разгружают вертикальные элементы (колонны, стены и т.д.).
2. Создают дополнительные опоры для перекрытия и тем самым перераспределяют/снижают в нем моменты, снижая требуемое армирование.

Стойка преднапрягается шпильками/болтами или гидравлическими домкратами на нужную расчетную величину. Т.е., те усилия которые были получены при «виртуальном» расчете в реальности будут воспроизведены и произойдет контролируемое включение стоек в работу.

2. Применимость метода при других вариантах усиления

Стойки могут быть как постоянными, так и временными.

В случае временного варианта стойки служат для снятия части нагрузки с перекрытия и возвращения его в «нулевое» положение, в котором основные изгибающие моменты будут сняты. В «нулевом» положении перекрытие усиливают любым другим методом (углекомпозит, пластины, набетонка и пр.). После усиления стойки демонтируют, а усиление созданное в «нулевом» положении надежно включается в работу при последующем деформировании конструкций.

Частые вопросы:

1. Почему бы не использовать инвентарные опалубочные стойки?

Инвентарные опалубочные стойки хоть и встают в распор и довольно просты в использовании, однако имеют два существенных недостатка: отсутствие контролируемого усилия и малая несущая способность.

3. Особенности конструирования

3.1. Болтовые домкраты

1. Профиль

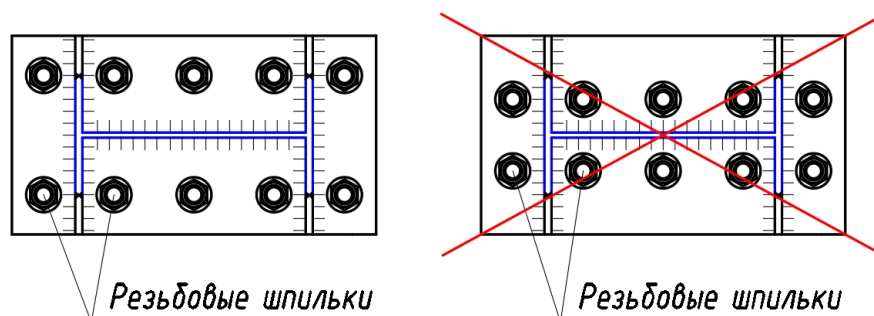
Если требуется коррозионная устойчивость (паркинги, влажные помещения), то предпочтительней использовать открытый симметричный профиль – двутавр, он обрабатывается(окрашивается) со всех сторон и не имеет внутренних необработанных граней. Если используются трубные профили, то их необходимо заполнять бетоном. При этом бетон учитывается в расчете только как масса.

Если требуется большая простота изготовления, то используется гнутомкнутый квадратный профиль или обычная труба.

2. Расположение болтов

Обычно болты располагают в две линии или равномерно по периметру. Многорядное расположение болтов допустимо, но при этом необходимо обеспечить возможность затягивания внутренних рядов.

Ряды болтов должны быть разнесены от центра, чтобы момент инерции сечения по болтам/шпилькам был сопоставим с сечением самой стойки.



3. Диаметр болтов и класс болтов

Меньше диаметра 20мм и меньше класса 8.8. обычно болты не используют.

Проблемы с поиском динамометрического ключа будут начиная с болтом диаметров более чем М30 при затяжке более чем на 2500Нм. Уникальный динамометрический ключ на 6000Нм был в единственном экземпляре в стране на 2025 год.

4. Контргайки

Обязательно нужны контргайки. Без контргаек возможно ослабление во время затяжки и эксплуатации.

5. Смазывание болтов во время затяжки

Иногда в стесненных условиях нет возможности работать большим ключом. Поэтому применяется метод смазывания болта. При этом обычно используется самая доступная смазка WD-

40. При таком смазывании момент затяжки падает примерно в 2,5 раза при той же силе натяжения (установлено автором).

6. Соединение с перекрытиями

Обычно устраивают шарнирное сопряжение.

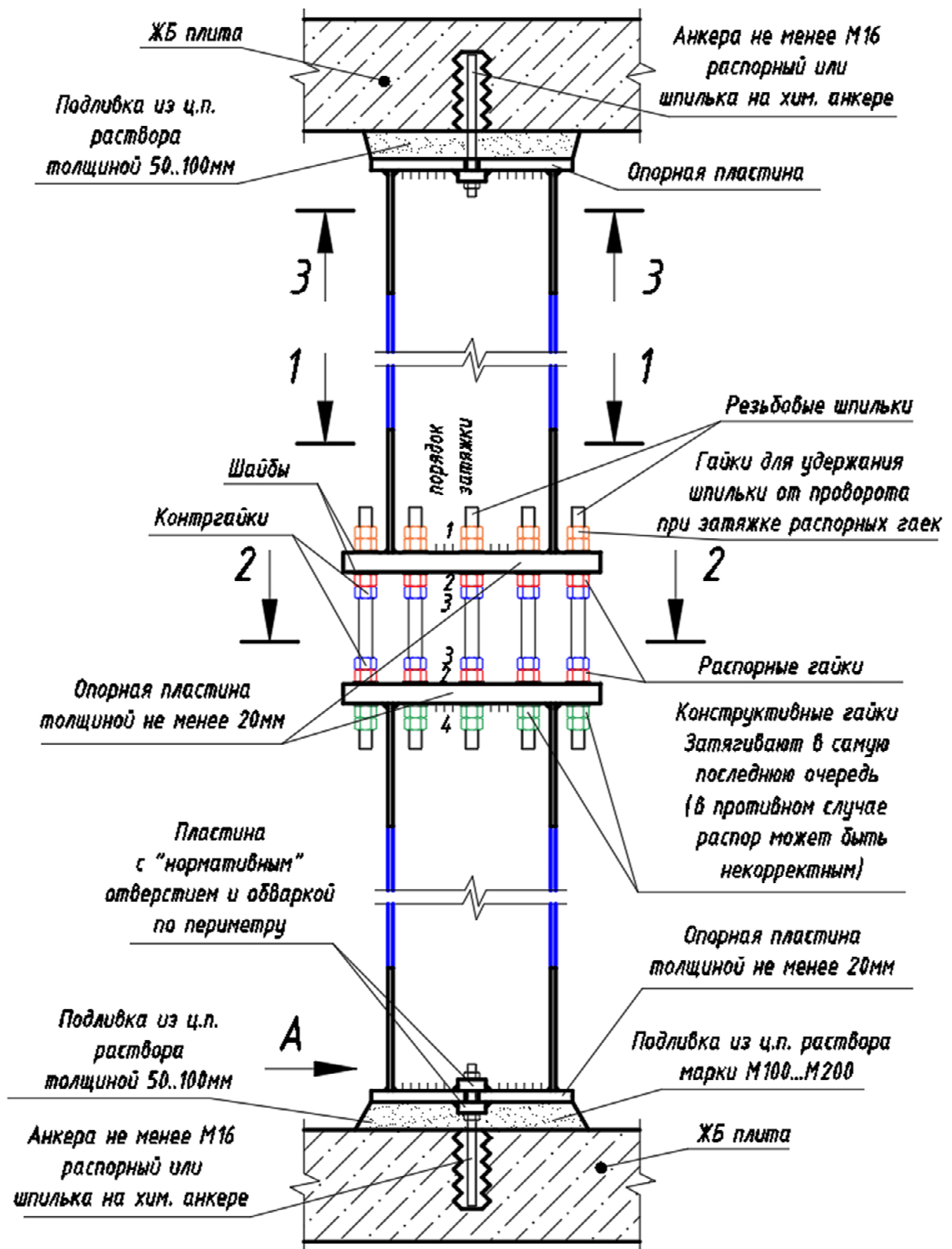
Используются обычно 2 анкерных болта/ шпильки диаметром не менее 16 мм. Назначение данных болтов обеспечить прочность на сдвиг в опорных частях по поверхности плиты от случайных воздействий.

7. Вварка стальных элементов между болтами/шпильками

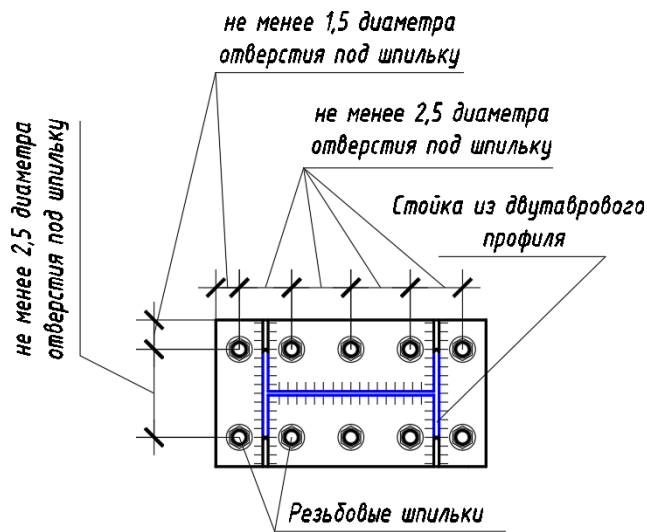
Вварка стальных элементов между болтами/шпильками после их напряжения нежелательна. В этом случае может происходить потеря напряжения в болтах. Если и производить такую вварку, то болты следует натягивать с моментом затяжки большим на 20% (необходимый запас в формулах на этот случай есть), сварку производить участками по 4см с остыванием.

8. Огнезащита

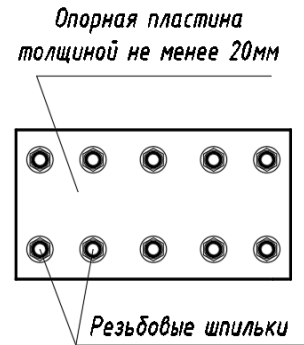
Огнезащита не устраивается, если стойки используются как временные. Если стойки остаются как постоянные, то могут использоваться стандартные методы огнезащиты.



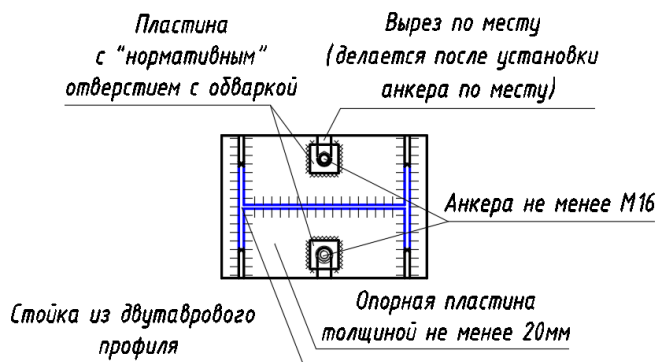
1-1



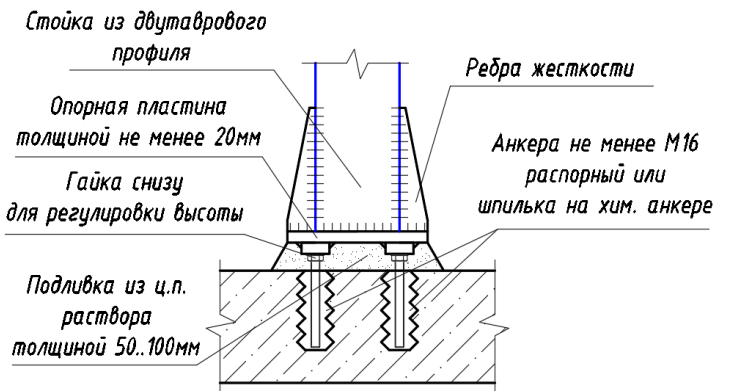
2-2



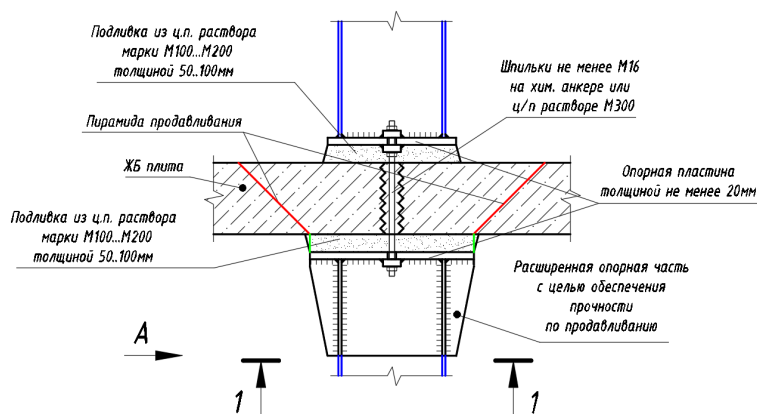
3-3



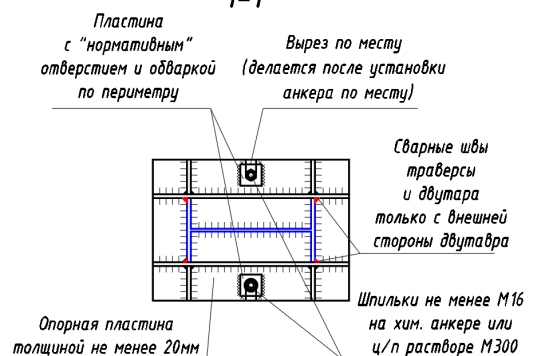
Вид А



Случай стоек на несколько этажей с ушением для обеспечения продавливания



1-1



Справочная таблица 1. Размеры для конструирования

Диаметр болта/шпильки d , мм	16	20	24	30	36	42	48
Диаметр отверстия d_0 , мм	18	22	26	33	39	45	56

Справочная таблица 2. Размеры гаек класса 8 (шпильки/болты 8.8) по ГОСТ 5910-70

Диаметр резьбы, мм	m , мм	S , мм	e , мм	Исполнение 1
16	14,8	24	26,2	
20	18	30	33	
24	21,5	36	39,6	
30	25,6	46	50,9	
36	31	55	60,8	
42	34	65	71,3	
48	38	75	82,6	

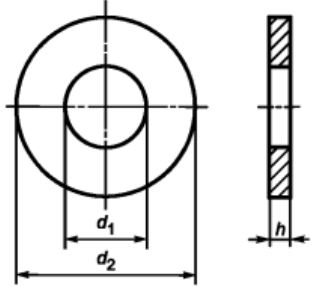
Справочная таблица 3. Размеры шайб класса 8 (шпильки/болты 8.8) по ГОСТ 11371-78

Диаметр резьбы, мм	d_1 , мм (класс точности C)	d_2 , мм	S , мм	
16	17,5	30	3	
20	22,0	37	3	
24	26,0	44	3	
30	33,0	56	4	
36	39,0	66	5	
42	45,0	78	7	
48	52,0	92	8	

Справочная таблица 4. Размеры гаек класса 10 (шпильки/болты 10.9) по ГОСТ 52645-2006

Диаметр резьбы, мм	m , мм	S , мм	e , мм	$12,5 \sqrt{(\sqrt{V})}$
16	16,4...17,1	26,16...27	29,6	
20	19,4...20,7	33...34	37,29	
24	22,9...24,2	40...41	45,2	
30	29,1...30,7	49...50	55,37	
36	35,0...36,6	58,8...60	66,44	
42	40,4...42	63,1...65	72,1	
48	46,4...48	73,1...75	83,4	

Справочная таблица 5. Размеры шайб класса 10 (шпильки/болты 10.9) по ГОСТ Р 52646–2006

Диаметр резьбы, мм	d1, мм	d2, мм	h, мм	
16	18...18,43	32,4...34	3,1...4,6	
20	22...22,52	40,4...42	3,1...4,6	
24	26...26,52	48,4...50	3,4...4,6	
30	33...33,62	58,1...60	3,4...4,6	
36	39...39,62	70,1...72	3,4...4,6	
42	46...46,62	82,1...84	3,4...4,6	
48	52...52,62	94,1...96	3,4...4,6	

Справочная таблица 6. Авторские рекомендации по зазору Z

Диаметр резьбы, мм	16	20	24	30	36	42	48
Зазор Z, мм	200	200	200	220	250	280	320

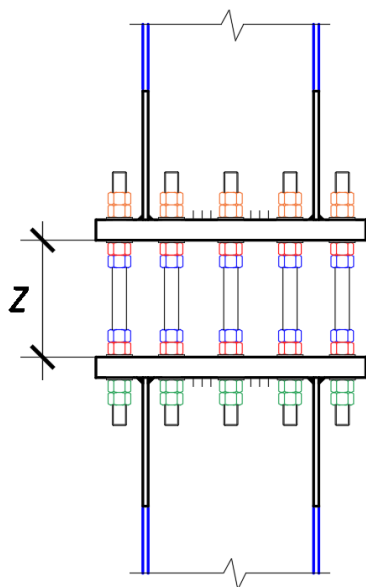


Фото с объекта



Преднапряженные колонны с болтовым домкратом

Автор с динамометрическими ключами на 2000 Нм и 6000Нм



Огнезащита стоек плитами ROCKWOOL SL 150 (плиты потом можно оштукатурить по стеклосетке и покрасить)

3.2. Гидравлические домкраты

1. Выбор домкрата

Домкрат бывает двух видов:

- 1) ручной домкрат (обычно до 100 т).
- 2) домкрат с подключаемый к гидравлической масляной станцией (до 1000т).

Контроль усилия осуществляется по манометру, который есть или на самом домкрате или на масляной станции.



Ручной домкрат на 50т с манометром (Forsage F-TN905001 BIG)

Габариты опорной пластины домкрата: 250x270мм

Минимальная высота в сложенном состоянии (высота подхвата): 280мм

Максимальная высота подъема: 450мм.

Рекомендованная ширина опорной площадки: $270+50\text{мм}^*=330\text{мм}$

*50 мм зазора принимается на случай, если придется заменить на аналог

Рекомендованная высота зазора для проектирования: $280+100\text{мм}^*=380\text{мм}$

*100 мм зазора принимается на случай, если придется заменить на аналог



Домкрат на 100т TOR HHYG-10050LS.

Ширина с учетом выступающих частей: 208мм

Минимальная высота в сложенном состоянии (высота подхвата): 186мм

Максимальная высота подъема: 236мм.

Рекомендованная ширина опорной площадки: $208+50\text{мм}^*=258\text{мм}$

*50 мм зазора принимается на случай, если придется заменить на аналог

Рекомендованная высота зазора для проектирования: $186+100\text{мм}^*=286\text{мм}$

*100 мм зазора принимается на случай, если придется заменить на аналог

2. Профиль

Обычно используют двутавровый профиль или спаренный из нескольких профилей.

Если требуется коррозионная устойчивость (паркинги, влажные помещения), то предпочтительней использовать открытый профиль. Он обрабатывается со всех сторон и не имеет внутренних необработанных граней. Если используются трубные профили, то их необходимо заполнять бетоном. При этом бетон учитывается в расчете только как масса.

Если требуется большая простота изготовления, то используется гнутомкнутый квадратный профиль или обычная труба.

3. Временные выравнивающие регулировочные шпильки

Для минимизации перекосов во время распора домкратом необходимо установить дополнительные шпильки диаметром не менее 20мм по аналогии с болтовыми домкратами. Данные шпильки следует подтягивать во время расpirания.

4. Заполнение при удалении домкрата.

Когда домкрат создал необходимое усиление необходимо зафиксировать данное положение. Фиксация производится пластинами на сварке. При этом необходимо обратить внимание, что

обваривание пластины должно быть с двух сторон, а домкрат должен не мешать сварке и быть извлекаемым.

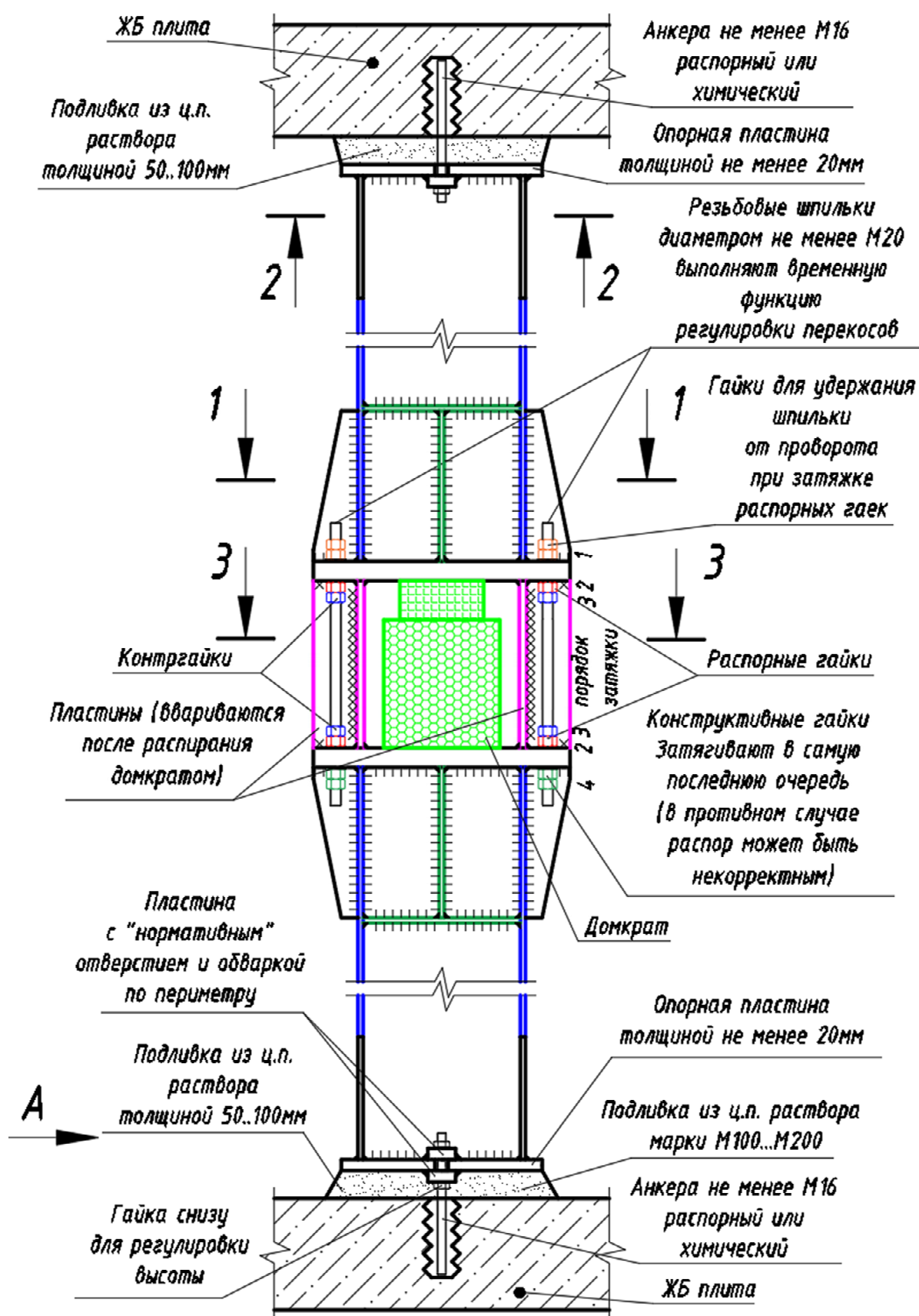
6. Соединение с перекрытиями

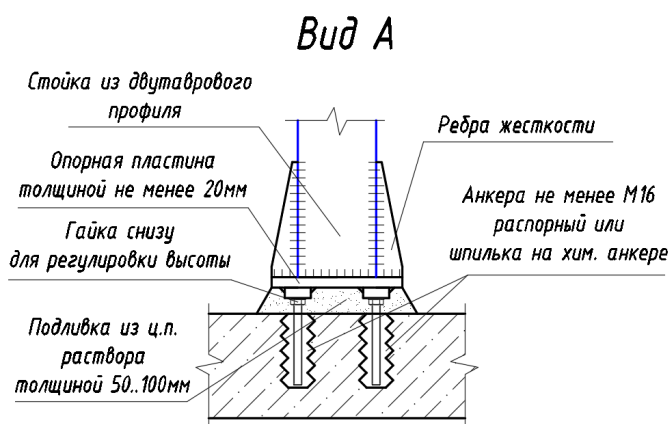
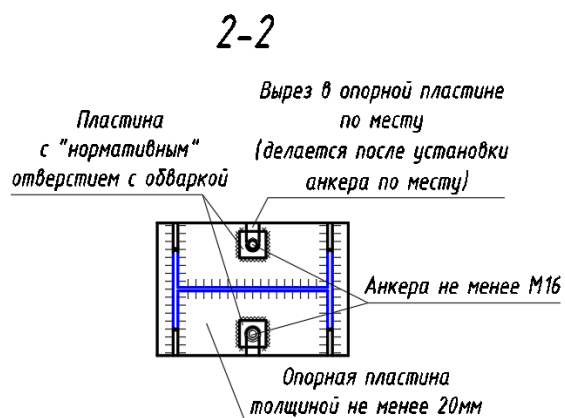
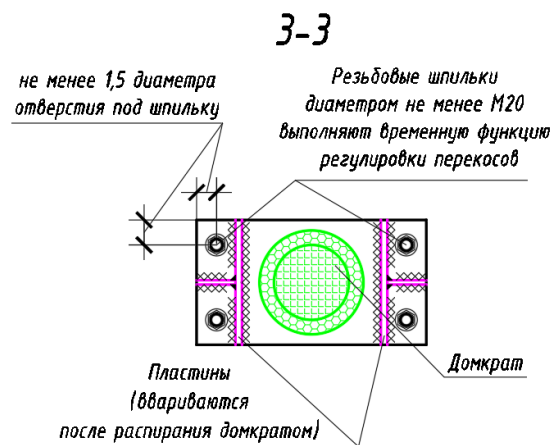
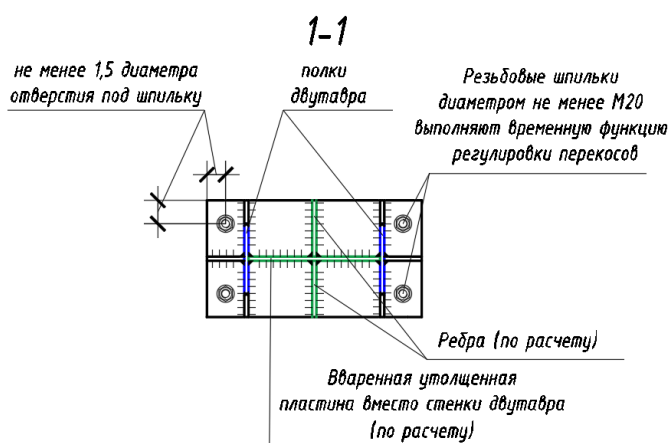
Обычно устраивают шарнирное сопряжение.

Используются обычно 2 анкерных болта/ шпильки диаметром не менее 16 мм. Назначение данных болтов обеспечить прочность на сдвиг в опорных частях по поверхности плиты от случайных воздействий.

7. Огнезащита

Огнезащита не устраивается, если стойки используются как временные. Если стойки остаются как постоянные, то могут использоваться стандартные методы огнезащиты.





Задаются сечение и материалы стоек.

Жесткости и материалы

Назначить свойства: ☐ только текущей закладки

☒ Жесткость: 192. Двутавр 30Б1

☒ Материалы: Вариант 1

Материал	Дополнительные...	Ограничения по...
1. Материал	1. Характерист...	<нет>

☐ Заданное армирование:

Жесткости | Ж/Б | Металл | Кладка | ТЗА

Список типов жесткостей

- 176. Угол 40 X 60 (2)
- 177. Угол 40 X 60 (3)
- 178. Угол 40 X 55 (4)
- 179. Угол 40 X 55 (5)
- 180. Угол 40 X 55 (6)
- 181. Угол 40 X 55 (7)
- 182. Угол 40 X 50 (8)
- 183. Угол 40 X 50 (9)
- 184. Угол 40 X 50 (10)
- 185. Угол 40 X 50 (11)
- 186. Угол 40 X 45 (12)
- 187. Угол 40 X 45 (13)
- 188. Угол 40 X 45 (14)
- 189. Угол 40 X 45 (15)
- 191. Брус 85 X 80 (Стержневой анал
- 192. Двутавр 30Б1

Назначить текущим

☐ Список для фрагмента

Параметры

Номер	1
Комментарий	Материал
Набор параметров	Точное соответствие
Сечение	
Таблица материалов	Стали по СП 16.1333...
Материал	C345
Сокращенный сортамент	Нет

Материал
Материал поперечного сечения стержня

OK Отмена

Параметры

Нормы проектирования: СП 16.13330.2017

Номер: 1

Комментарий: Характеристики

Тип элемента

Ферменный ☐

Колонна ☒

Балка ☐

Универсальный ☐

Алюминиевый сплав ☐

Коэффициенты условий работы и надежности

Ус устойчивости: 1

Ус прочности: 1

Ус особое: 1,1

Yn*: 1

Yfy: 1.6

Yfz: 1.6

Напряженно-деформированное состояние: 1-й класс

Предельная гибкость

основная колонна ☒

неосновная колонна ☐

прочая ☐

На скатие: 180-60a

На растяжение: 300

Расчетные длины

Kz: 1

Ky: 1

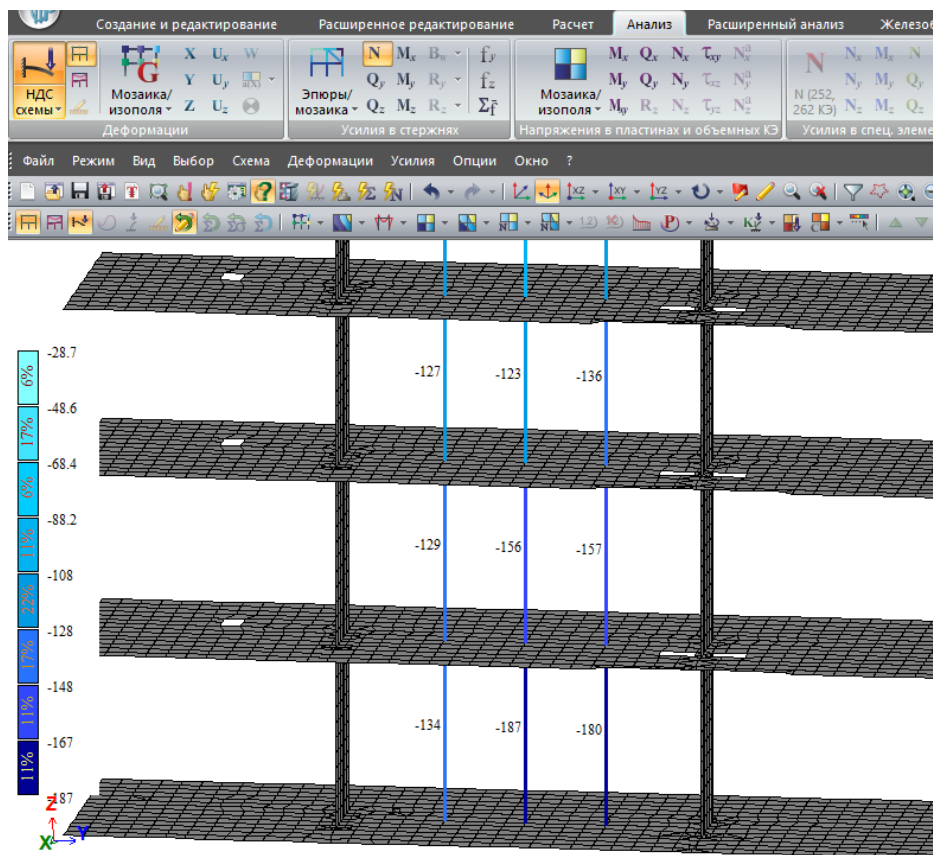
Kb: 0

использовать коэффициенты длины ☒

Номер
Уникальный номер этого набора дополнительных характеристик

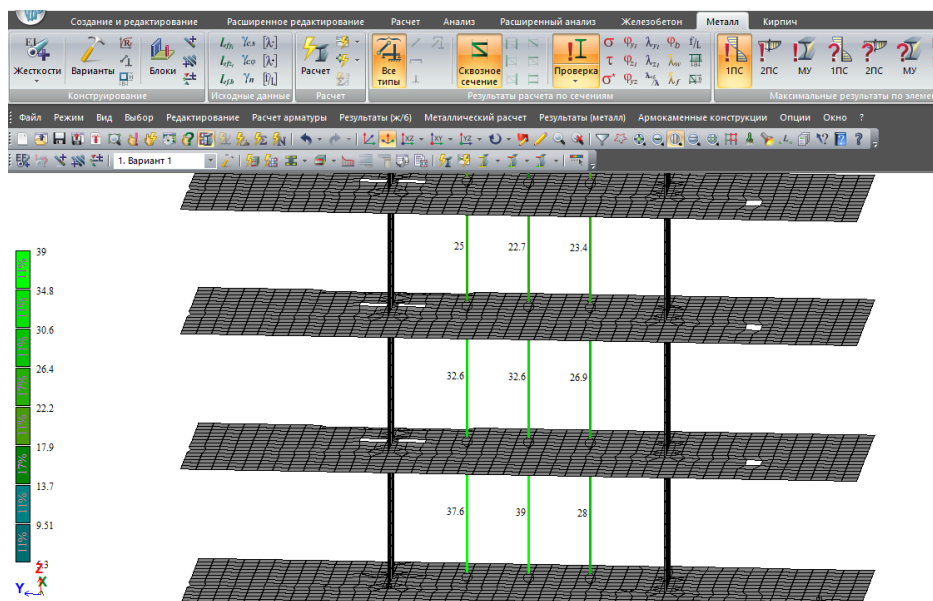
OK Отмена

По результатам расчета проверяют сечение стойки по 1 и 2 группе предельных состояний и получают нормальные усилия N , по которым ведут дальнейшие расчеты



Усилия N

На эпюрах моментов M_x, M_y, M_z моменты должны быть равны нулю.



Проверка по 1 группе предельных состояний

5. Ручные расчеты

5.1. Болтовые домкраты

1. Производится подбор количества болтов

Требуемое количество болтов/шпилек

$$n = \frac{N}{P}, n \text{ округляется в большую сторону}$$

Проверка №1. Проверка прочности

Предельно допустимая вертикальная нагрузка на 1 болт/шпильку P определяется исходя из уравнения:

$$\frac{P}{k_{\text{затяжки}} A_{bn} R_{bt} \gamma_c} + \frac{M}{k_{\text{затяжки}} W_c R_{bt} \gamma_c} = 1$$

$$W_c = \frac{\pi d^3}{32}$$

A_{bn} – площадь болта/шпильки нетто

γ_c – коэффициент условий работы по таблице 1 СП 16.13330.2017. В запас допустимо принять 0,9.

d – диаметр болта/шпильки

$$M = 0,25d \cdot P$$

$k_{\text{затяжки}}$ – коэффициент максимального натяжения болтов, принимаемый равным 0,6 (не более 60% предела текучести) Данный коэффициент одновременно учитывает неравномерность затяжки болтов и распределение на них нагрузки, а также возможность случайного превышения момента затяжки.

Проверка №2. Проверка устойчивости

Предельно допустимая вертикальная нагрузка на 1 болт/шпильку P :

$$P = k_{\text{затяжки}} \varphi_e A_{bn} R_{bt} \gamma_c$$

γ_c – коэффициент условий работы по таблице 1 СП 16.13330.2017. В запас допустимо принять 0,9.

$k_{\text{затяжки}}$ – коэффициент максимального натяжения болтов, принимаемый равным 0,6

φ_e – коэффициент устойчивости при сжатии с изгибом (определяется по таблице Д.3)

A_{bn} – площадь шпильки/болта нетто

$$m_{ef} = \eta m$$

$$m = e \frac{A_{bn}}{W_c}$$



$e = \frac{M}{N} = 0,25d$ – эксцентриситет. Он возникает только при работе болта на сжатие, поскольку гайка при малейшем перекосе начинает давить только на одну половину болта. Его значение дано в запас и установлено экспериментально автором при реализации болтовых домкратов.

$$W_c = \frac{\pi d^3}{32}$$

η – коэффициент влияния формы сечения (таблица Д.2 СП 16.13330.2017)

Справочная таблица 7. Фрагмент таблицы Д.2. СП 16.13330.2017

Тип сечения	Схема сечения и эксцентриситет	Значения η при			
		$0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$		$\bar{\lambda} > 5$	
		$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$	$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$
4		$(1,35 - 0,05m) - 0,01(5 - m)\bar{\lambda}$	1,1	1,1	5

$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_{byn}/\gamma_m}{E}}$ – условная гибкость стержня

$$\gamma_m = 1,1$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i}$$

$l_0 = \mu l$ – расчетная длина

$l = z$ – расстояние в свету между опорными поверхностями

μ – коэффициент расчетной длины, принимается равным 0,5

$i = \frac{d}{4}$ – радиус инерции

d – диаметр болта/шпильки

Справочная таблица 8. Фрагмент таблицы Г.9. СП 16. – Площадь болтов и шпилек

d , мм	16	20	24	30	36	42	48
A_b , см ² (для расчета среза)	2,01	3,14	4,52	7,06	10,17	13,85	18,09
A_{bn} , см ² (для расчета растяжения и сжатия)	1,57	2,45	3,53	5,61	8,16	11,20	14,72

Справочная таблица 9. Фрагмент таблицы Г.5 СП 16 – Нормативные сопротивления стали болтов и расчетные сопротивления одноболтовых соединений срезу и растяжению, кН/см²

Класс прочности болтов	R_{byn}	R_{bt}
5.6	30,0	22,5
5.8	40,0	–
8.8	66,4	45,1
10.9	93,6	72,8
12.9	109,8	85,4

Справочная таблица 10. Таблица Д.3 СП 16.13330.2017 – Коэффициенты устойчивости φ_e при внецентренном сжатии сплошностенчатых стержней в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии

Условная гибкость $\bar{\lambda}$	Значение φ_e при приведенном относительном эксцентриситете m_{ef}								
	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
0,5	967	922	850	782	722	669	620	577	538
1,0	925	854	778	711	653	600	563	520	484
1,5	875	804	716	647	593	548	507	470	439
2,0	813	742	653	587	536	496	457	425	397
2,5	742	672	587	526	480	442	410	383	357
3,0	667	597	520	465	425	395	365	342	320
3,5	587	522	455	408	375	350	325	303	287
4,0	505	447	394	356	330	309	289	270	256
4,5	418	382	342	310	288	272	257	242	229
5,0	354	326	295	273	253	239	225	215	205
5,5	302	280	256	240	224	212	200	192	184
6,0	258	244	223	210	198	190	178	172	166
6,5	223	213	196	185	176	170	160	155	149
7,0	194	186	173	163	157	152	145	141	136
8,0	152	146	138	133	128	121	117	115	113
9,0	122	117	112	107	103	100	098	096	093

Продолжение таблицы Д.3 СП 16.13330.2017

Условная гибкость $\bar{\lambda}$	Значение φ_e при приведенном относительном эксцентриситете m_{ef}								
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
0,5	469	417	370	337	307	280	260	237	222
1,0	427	382	341	307	283	259	240	225	209
1,5	388	347	312	283	262	240	223	207	195
2,0	352	315	286	260	240	222	206	193	182
2,5	317	287	262	238	220	204	190	178	168
3,0	287	260	238	217	202	187	175	166	156
3,5	258	233	216	198	183	172	162	153	145
4,0	232	212	197	181	168	158	149	140	135
4,5	208	192	178	165	155	146	137	130	125
5,0	188	175	162	150	143	135	126	120	117
5,5	170	158	148	138	132	124	117	112	108
6,0	153	145	137	128	120	115	109	104	100
6,5	140	132	125	117	112	106	101	097	094
7,0	127	121	115	108	102	098	094	091	087
8,0	106	100	095	091	087	083	081	078	076

Продолжение таблицы Д.3 СП 16.13330.2017

Условная гибкость $\bar{\lambda}$	Значение φ_e при приведенном относительном эксцентриситете m_{ef}							
	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20
0,5	210	183	164	150	125	106	090	077
1,0	196	175	157	142	121	103	086	074
1,5	182	163	148	134	114	099	082	070
2,0	170	153	138	125	107	094	079	067
2,5	158	144	130	118	101	090	076	065
3,0	147	135	123	112	097	086	073	063
3,5	137	125	115	106	092	082	069	060
4,0	127	118	108	098	088	078	066	057
4,5	118	110	101	093	083	075	064	055
5,0	111	103	095	088	079	072	062	053
5,5	104	095	089	084	075	069	060	051

Справочная таблица 11. Расчет несущей способности(предельного усилия) в одной шпильке/болте класса 8.8.

Расчет по устойчивости

№ п/п	Диаметр шпильки, d , мм	Класс шпилек	A_{bn} , см ²	R_{bt} , кПа	R_{byn} , кПа	Расчетная высота l_0 , см	$i = \frac{d}{4}$	$\lambda = \frac{l_0}{i}$	$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_{byn}/\gamma_m}{E}}$
1	16	8.8	1,57	45,1	66,4	10	0,4	25,00	1,37
2	20	8.8	2,45	45,1	66,4	10	0,5	20,00	1,10
3	24	8.8	3,53	45,1	66,4	10	0,6	16,67	0,92
4	30	8.8	5,61	45,1	66,4	11	0,75	14,67	0,81
5	36	8.8	8,16	45,1	66,4	12,5	0,9	13,89	0,76
6	42	8.8	11,2	45,1	66,4	14	1,05	13,33	0,73
7	48	8.8	14,72	45,1	66,4	16	1,2	13,33	0,73

Расчет по устойчивости (продолжение)

№ п/п	$e = \frac{M}{N}$ $= 0,25d$	$W_c = \frac{\pi d^3}{32}$	$m = e \frac{A_{bn}}{W_c}$	η	$m_{ef} = \eta m$	φ_e	γ_c	$k_{затяжки}$	Исходя из формулы $P = k_{затяжки} \varphi_e A_{bn} R_{bt} \gamma_c$ Предельное усилие в одном болте исходя из расчета устойчивости P , кН (Несущая способность шпильки по устойчивости больше, чем при расчете по прочности, поэтому используем результаты по прочности)
1	0,4	0,40	1,56	1,22	1,91	0,462	0,9	0,6	17,7
2	0,5	0,79	1,56	1,23	1,93	0,485	0,9	0,6	28,9
3	0,6	1,36	1,56	1,24	1,94	0,501	0,9	0,6	43,1
4	0,75	2,65	1,59	1,24	1,97	0,509	0,9	0,6	69,5
5	0,9	4,58	1,60	1,24	2,00	0,51	0,9	0,6	101,4
6	1,05	7,27	1,62	1,24	2,01	0,512	0,9	0,6	139,7
7	1,2	10,85	1,63	1,24	2,02	0,511	0,9	0,6	183,2

Расчет по прочности

№ п/п	Диаметр шпильки, d , мм	Класс шпилек	A_{bn} , см ²	R_{bt} , кПа	W_c	γ_c	$k_{затяжки}$	$M = 0,25d \cdot P$	Исходя из уравнения: $\frac{P}{k_{затяжки} A_{bn} R_{bt} \gamma_c} + \frac{M}{k_{затяжки} W_c R_{bt} \gamma_c} = 1$ Предельное усилие в одном болте исходя из расчета прочности P , кН
1	16	8.8	1,57	45,1	0,40	0,9	0,6	6,6	14,9
2	20	8.8	2,45	45,1	0,79	0,9	0,6	12,9	23,3
3	24	8.8	3,53	45,1	1,36	0,9	0,6	22,32	33,5
4	30	8.8	5,61	45,1	2,65	0,9	0,6	43,95	52,7
5	36	8.8	8,16	45,1	4,58	0,9	0,6	76,23	76,2
6	42	8.8	11,2	45,1	7,27	0,9	0,6	121,485	104,1
7	48	8.8	14,72	45,1	10,85	0,9	0,6	181,8	136,4

Справочная таблица 12. Расчет несущей способности(предельного усилия) в одной шпильке/болте класса 10.9.

Расчет по устойчивости

№ п/п	Диаметр шпильки, d , мм	Класс шпилек	A_{bn} , см ²	R_{bt} , кПа	R_{byn} , кПа	Расчетная высота l_0 , см	$i = \frac{d}{4}$	$\lambda = \frac{l_0}{i}$	$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_{byn}/\gamma_m}{E}}$
1	16	10.9	1,57	72,8	93,6	10	0,4	25,00	1,63
2	20	10.9	2,45	72,8	93,6	10	0,5	20,00	1,30
3	24	10.9	3,53	72,8	93,6	10	0,6	16,67	1,09
4	30	10.9	5,61	72,8	93,6	11	0,75	14,67	0,96
5	36	10.9	8,16	72,8	93,6	12,5	0,9	13,89	0,91
6	42	10.9	11,2	72,8	93,6	14	1,05	13,33	0,87
7	48	10.9	14,72	72,8	93,6	16	1,2	13,33	0,87

Расчет по устойчивости (продолжение)

№ п/п	$e = \frac{M}{N} = 0,25d$	$W_c = \frac{\pi d^3}{32}$	$m = e \frac{A_{bn}}{W_c}$	η	$m_{ef} = \eta m$	φ_e	γ_c	$k_{затяжки}$	Исходя из формулы $P = k_{затяжки} \varphi_e A_{bn} R_{bt} \gamma_c$ Предельное усилие в одном болте исходя из расчета устойчивости P , кН (Несущая способность шпильки по устойчивости больше, чем при расчете по прочности, поэтому используем результаты по прочности)
1	0,4	0,40	1,56	1,22	1,91	0,44	0,9	0,6	27,2
2	0,5	0,79	1,56	1,23	1,93	0,469	0,9	0,6	45,2
3	0,6	1,36	1,56	1,24	1,94	0,486	0,9	0,6	67,4
4	0,75	2,65	1,59	1,24	1,97	0,493	0,9	0,6	108,7
5	0,9	4,58	1,60	1,24	2,00	0,495	0,9	0,6	158,8
6	1,05	7,27	1,62	1,24	2,01	0,496	0,9	0,6	218,4
7	1,2	10,85	1,63	1,24	2,02	0,496	0,9	0,6	287,0

Расчет по прочности

№ п/п	Диаметр шпильки, d , мм	Класс шпилек	A_{bn} , см ²	R_{bt} , кПа	W_c	γ_c	$k_{затяжки}$	$M = 0,25d \cdot P$	Исходя из уравнения: $\frac{P}{k_{затяжки} A_{bn} R_{bt} \gamma_c} + \frac{M}{k_{затяжки} W_c R_{bt} \gamma_c} = 1$ Предельное усилие в одном болте исходя из расчета прочности P , кН
1	16	10.9	1,57	72,8	0,40	0,9	0,6	9,6	24,0
2	20	10.9	2,45	72,8	0,79	0,9	0,6	18,8	37,6
3	24	10.9	3,53	72,8	1,36	0,9	0,6	32,46	54,1
4	30	10.9	5,61	72,8	2,65	0,9	0,6	63,9	85,2
5	36	10.9	8,16	72,8	4,58	0,9	0,6	110,79	123,1
6	42	10.9	11,2	72,8	7,27	0,9	0,6	176,61	168,2
7	48	10.9	14,72	72,8	10,85	0,9	0,6	264,24	220,2

2. Определяется момент затяжки болтов.

Момент затяжки болтов определяется в соответствии с РД 37.0001.131-89

Момент затяжки для работы на полную несущую способность одного болта P :

$$M_{кр.} = Q(0,161P_{резьбы} + 0,583\mu_0 d_2 + 0,25\mu_0(d_T + d_0))$$

Q – усилие затяжки

$$Q = \frac{N}{n} k_{включения}$$

N – общее усилие в стойке

n – количество болтов

$k_{включения} = \frac{N_{факт}}{N}$ – коэффициент, который учитывает фактическое загружение перекрытий на момент установки стоек. Как правило, принимается равным от 0,5 до 1.

$N_{факт}$ – усилие, которое нужно рассчитать на действующие нагрузки в момент установки стойки и создания в ней напряжения. В дальнейшем при возрастании нагрузки стойка будет уже включена в работу и будет уже сама нагружена до величины полной нагрузки N .

Справочная таблица 13. Коэффициент закручивания/коэффициент трения μ_0

Обработка	РД 37.0001.131-89	ГОСТ Р 72004-2025	ГОСТ Р 70132-2022	Авторский
для резьбового соединения без покрытия и смазки	$\mu_0 = 0,14$	$\mu_0 = k = 0,14 \dots 0,2$	0,17	-
для резьбового соединения с цинковым покрытием	$\mu_0 = 0,13$	$\mu_0 = k = 0,11 \dots 0,2$		
Со смазкой WD-40	-	-	-	$\mu_0 = 0,06$

d_0 – диаметр отверстия

d_T – диаметр опорной поверхности гайки

$P_{резьбы}$ – шаг резьбы

$d_2 = d - 0,649519053P$ – средний диаметр резьбы

Справочная таблица 14. Характерные размеры

Диаметр болта/шпильки d , мм	16	20	24	30	36	42	48
Диаметр отверстия d_0 , мм	18	22	26	33	39	45	56
Шаг резьбы P , мм	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Диаметр опорной поверхности гайки класса 8 (шпилька 8.8) $d_T = S$, мм	24	30	36	46	55	65	75
Диаметр опорной поверхности гайки класса 10 (шпилька 10.9.) $d_T = S$, мм	26.16...27	33...34	40...41	49...50	58.8...60	63.1...65	73.1...75

Справочная таблица 15. Момент затяжки для шпилек/болтов класса 8.8 при максимально допустимых усилиях при максимальной N при $k_{\text{включения}} = 1$

№ п/п	Диаметр шпильки, d , мм	Класс шпилек	Коэффициент закручивания μ_0	Усилие в шпильке, кН	Момент затяжки, Н*м
1	16	8.8	0,13	14,9	44
2	20	8.8	0,13	23,3	85
3	24	8.8	0,13	33,5	145
4	30	8.8	0,13	52,7	288
5	36	8.8	0,13	76,2	493
6	42	8.8	0,13	104,1	783
7	48	8.8	0,13	136,4	1220

Справочная таблица 16. Момент затяжки для шпилек/болтов класса 10.9 при максимально допустимых усилиях при максимальной N при $k_{\text{включения}} = 1$

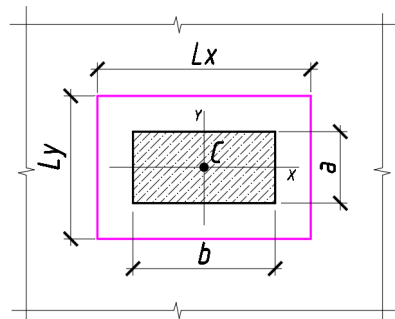
№ п/п	Диаметр шпильки, d , мм	Класс шпилек	Коэффициент закручивания μ_0	Усилие в шпильке, кН	Момент затяжки, Н*м
1	16	10.9	0,13	24,0	73
2	20	10.9	0,13	37,6	141
3	24	10.9	0,13	54,1	243
4	30	10.9	0,13	85,2	475
5	36	10.9	0,13	123,1	813
6	42	10.9	0,13	168,2	1259
7	48	10.9	0,13	220,2	1962

3. Определение габаритов опорной пластины в верхнем и нижнем сечении стойки

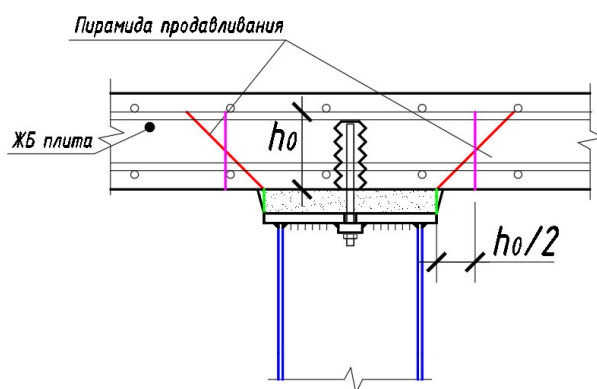
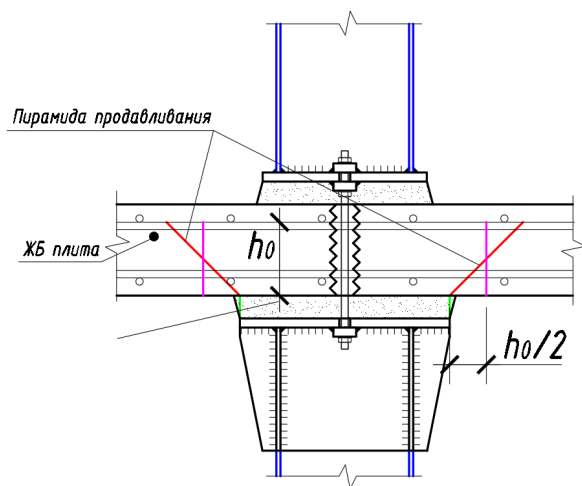
3.1. Производится проверка продавливания плиты перекрытия

Далее приведены формулы при классическом проектировании стоек с шарнирными узлами.

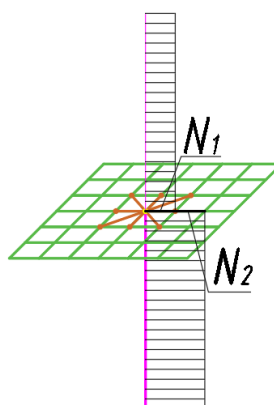
Определение периметра продавливания:



$$u = 2L_x + 2L_y = 2a + 2b + 4h_0$$



Определение продавливающего усилия:



$$F = |N_2 - N_1|$$

В случае отсутствия верхней стойки $N_1 = 0$.

Несущую способность определяют по формуле:

$$\frac{F}{F_{b,ult}} \leq 1$$

$$F_{bult} = R_{bt}A_b = R_{bt}uh_0$$

$h_0 = 0,5(h_{0x} + h_{0y})$ – рабочая высота железобетонной плиты

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона на растяжение

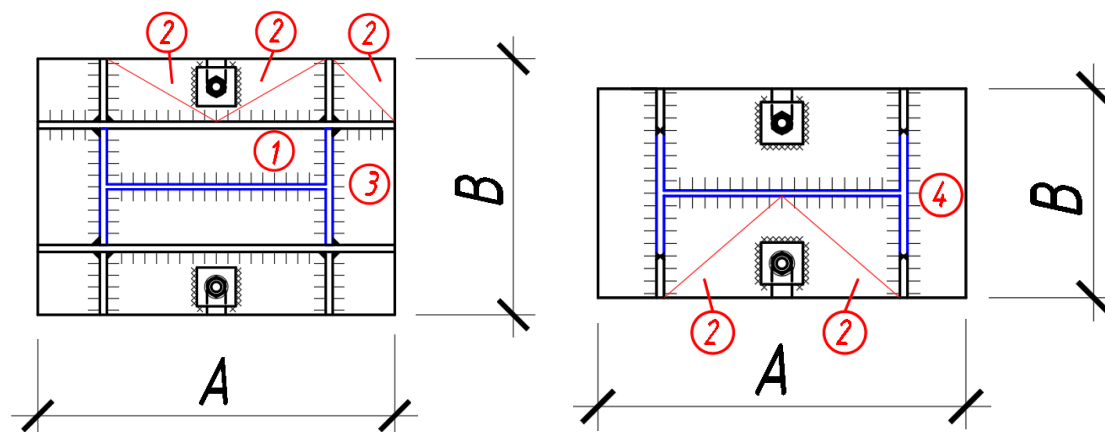
Справочная таблица 16. Значения расчетного сопротивления бетона при растяжении R_{bt}

Бетон	Значения расчетного сопротивления бетона при растяжении R_{bt} , МПа, при классе бетона по прочности сжатия															
	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	B70	B80	B90	B100
Тяжелый, мелкозернистый и напрягающий	0,56	0,66	0,75	0,90	1,05	1,15	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,10	2,15	2,20

Подбор габаритов пластин и ребер. Можно моделировать в программе пластинами/объемниками, но также можно и проверять прочность вручную по старой методике. Далее приведена именно старая методика, ориентированная на обычных инженеров.

3.2. Производится подбор толщины опорной пластины

Опорная пластина разбивается на участки:



Для участков 1,2,3:

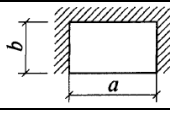
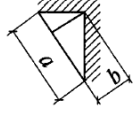
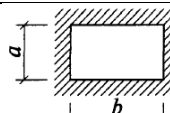
$$M = \alpha q a^2$$

$$q = \frac{N}{A \cdot B}$$

N – усилие в стойке

A, B – габариты опорной пластины

Справочная таблица 17. Значение коэффициента α

Номер участка	Расчетная схема и расчетные размеры участка	Значение α при отношении размеров $\frac{b}{a}$										
		<0,5	0,5	0,7	0,9	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	>2
1		-	0,060	0,088	0,107	0,112	0,120	0,126	0,129	0,131	0,132	0,133
2	Нужно найти диагональ 	Расчет как для консоли ного участка 4 с длиной консоли b	0,060	0,088	0,107	0,112	0,120	0,126	0,129	0,131	0,132	0,133
3		-	-	-	-	0,048	0,063	0,075	0,086	0,094	0,100	0,125

Для участка 4:

$$M = \frac{q b^2}{2}$$

По результатам расчета для всех участков:

$$t_f \geq \sqrt{\frac{6M_{max}}{\gamma_c R_y}}$$

В любом случае толщина пластины должна быть не менее 20мм.

Справочная таблица 18. Фрагмент Таблицы В.3 СП 16.13330.2017 – Нормативные и расчетные сопротивления при растяжении, сжатии и изгибе листового, широкополосного универсального, сортового проката и труб

Сталь	Толщина проката, мм					Расчетное сопротивление R_y , Н/мм ²
C245	От 2,0 до 20 включ.					240
C255	От 2,0	до 3,9	включ.			250
	" 4,0	" 10	"			240
	Св. 10	до 20	включ.			240
	" 20	" 40	"			230
C355	От 2,0	до 16	включ.			350
	" 16	" 40	"			340
	" 40	" 60	"			330

4. Определение параметров сварных соединений с опорной пластиной

Для начала определяют каким оборудованием будут вести резку профиля и каким конструктивным решением вести сопряжение

Справочная таблица 19. Метод резки торца профиля и метод сваривания торца профиля с пластиной

С фрезерованным торцом	Без фрезерованного торца и без траверсы	Без фрезерованного торца с траверсой
Метод резки профиля		
– Отрезные круги (долгарка/станок) – Плазменная резка с шлифованием	– Плазменная резка без шлифования – Газовая резка	– Плазменная резка без шлифования – Газовая резка
Передача усилия		
Фрезерованный торец(абсолютно ровный) позволяет полностью передавать сжимающее усилие со стойки на опорную плиту без участия сваики за счет плотного прилегания	Отсутствие фрезерованного торца вызывает необходимость передачи усилия через сварной шов.	При больших габаритах опорной пластины устраивают траверсу. При траверсе нет смысла устраивать фрезерованный торец.
Крепление и его расчет		
Профиль крепится к пластине конструктивно сваркой на усилие 0,2 ... 1 N	Профиль крепится к пластине конструктивно сваркой на усилие N	Профиль крепится к пластине конструктивно сваркой на усилие 0,2 ... 1N Сварные швы крепления траверсы к опорной пластине рассчитываются на полное усилие N .

Допустимые катеты сварных швов согласно п. 14.1.7. СП 16.13330.2017.

Максимальные размеры катета (п. 14.1.7. СП 16.13330.2017).

катет углового шва k_f не должен превышать $1,2t$, где t – наименьшая из толщин свариваемых элементов;

катет шва, наложенного на закругленную кромку фасонного проката толщиной t , не должен превышать $0,9t$;

Минимальные размеры катета

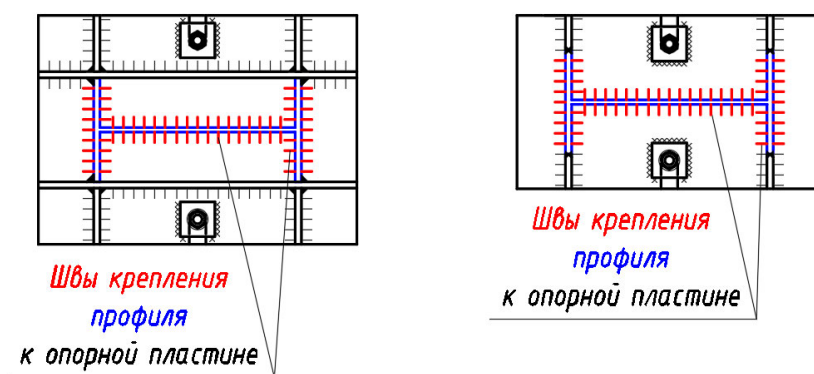
– При соотношении толщин свариваемых элементов $\frac{t}{T} < 0,6$ (наименьшей t к наибольшей T) минимальный катет **принимают по расчету**.

– При соотношении толщин свариваемых элементов $\frac{t}{T} \geq 0,6$ (наименьшей t к наибольшей T) минимальный катет принимают по таблице 38 СП 16.13330.2017.

Справочная таблица 20. Фрагмент таблицы 38 СП 16.13330.2017.

Тип соединения	Вид сварки	Минимальный катет шва k_f , мм, при толщине более толстого из свариваемых элементов T , мм					
		4–5	6–10	11–16	17–22	23–32	33–40
Тавровое с двусторонними угловыми швами; нахлесточное и угловое	Ручная дуговая, автоматическая и механизированная	3	4	6	10	12	16
Угловое и тавровое с односторонними угловыми швами		3	5	8	12	16	22

Расчет швов крепления профиля к пластине



В запас можно рассчитать **катет сварного шва k_f** по формулам ниже как ручной сварки по формулам ниже. Для других способов сварки расчет вести по п. 14.1.7 СП 16.13330.2017.

$$k_f = \frac{(0,2 \dots 1)N}{n\beta_f l_w R_{wf} \gamma_c}$$

(0,2 ... 1) – коэффициент с которым необходимо приварить профиль к опорной пластине (см. справочную таблицу выше)

l_w – длина сварного шва

Для двутаврового профиля	Для квадратного замкнутого профиля	Для круглого профиля
$l_w = 4l_{\text{полки}} + 2l_{\text{стенки}}$	$l_w = 4h$	$l_w = \pi d$

γ_c – коэффициент условий работы, принимаемый равным 1

n – количество швов, прикрепляющих траверсу к колонне (в примере показано 4 шва)

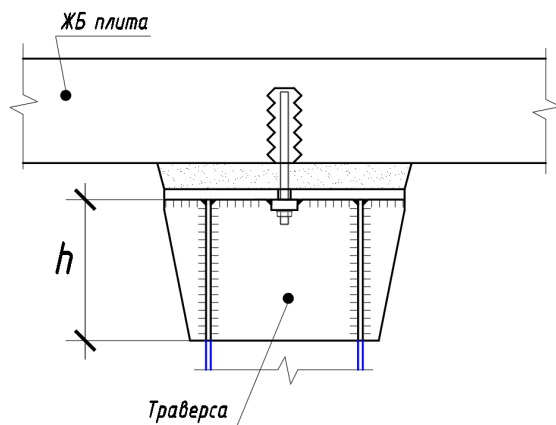
$\beta_f = 0,7$ (ручная сварка)

R_{wf} – расчетное сопротивление сварочного материала

Справочная таблица 21. Объединенные Таблицы Г.1 И Таблица Г.2 СП 16.13330.2017– Нормативные и расчетные сопротивления металла швов сварных соединений с угловыми швами

Сварочные материалы		Диапазон расчетных сопротивлений стали и класс стали R_{yn}	Класс стали	R_{wf} , Н/мм ²
тип электрода	марка проволоки			
Э42, Э42А	Св-08, Св-08А	$R_{yn} < 290$ Н/мм ²	С 245 С 255	180
Э46, Э46А	Св-08ГА			200
Э50, Э50А	Св-08Г2С, Св-10ГА, Св-10Г2, ПП-АН-8, ПП-АН-3	$290 \leq R_{yn} < 440$ Н/мм ²	С 345 С 355	215

Расчет траверсы

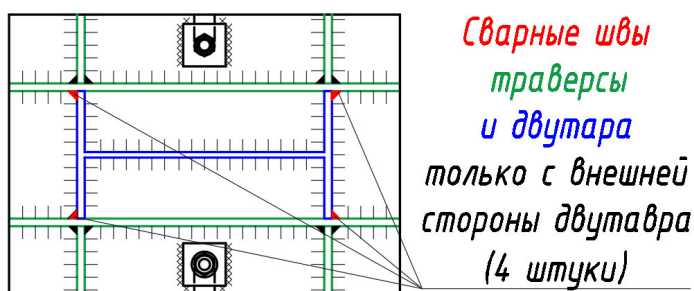


Высота траверсы:

$$h = l_w + 1 \text{ см}$$

l_w – длина 1го сварного шва траверсы

1 см – условные дефекты сварного шва



В запас можно рассчитать требуемую длину сварного шва l_w по формулам ниже как ручной сварки по формулам ниже. Для других способов сварки расчет вести по п. 14.1.7 СП 16.13330.2017.

$$l_w = \frac{N}{n k_f \beta_f R_{wf} \gamma_c}, \text{ но не более } 85 k_f \beta_f \text{ и не менее } 40 \text{ мм}$$

γ_c – коэффициент условий работы, принимаемый равным 1

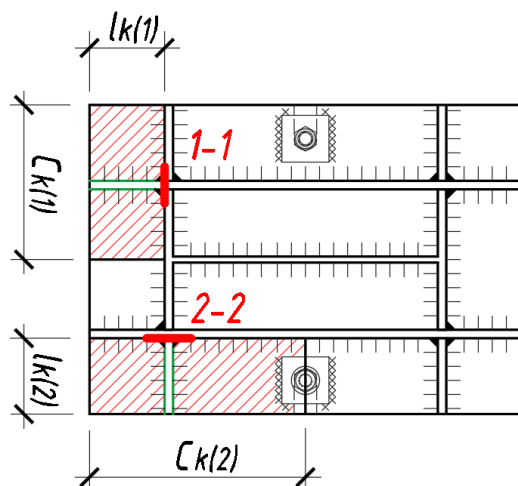
n – количество швов, прикрепляющих траверсу к колонне (в примере показано 4 шва)

$\beta_f = 0,7$ (ручная сварка)

k_f – катет сварного шва

R_{wf} – расчетное сопротивление сварочного материала

Проверка толщины ребер и сварных швов



Условие прочности ребер по моменту (сечение 1-1 и 2-2):

$$\frac{M}{W R_y \gamma_c} \leq 1$$

γ_c – коэффициент условий работы, принимаемый равным 1

$$W = \frac{th^2}{6}$$

t – толщина ребра траверсы

h – высота траверсы

$$M = \frac{q C_k l_k^2}{2}$$

C_k – ширина грузовой площади

l_k – вылет консоли

$$q = \frac{N}{A \cdot B}$$

N – усилие в стойке

A, B – габариты опорной пластины

Условие прочности ребер по поперечной силе (сечение 1-1 и 2-2):

$$\frac{3Q_k}{2ht \cdot 0,58 R_y \gamma_c} \leq 1$$

$$Q_k = q C_k l_k$$

$0,58 R_y$ – расчетное сопротивление на срез

γ_c – коэффициент условий работы, принимаемый равным 1

Проверка сварных швов, крепящих ребро (сечение 2-2):

Условие прочности сварного шва:

$$\tau < R_{wf} \gamma_c$$

$$\tau = \sqrt{(\tau_Q + \tau_M)^2}$$

Касательные напряжения в сварном шве от поперечной силы:

$$\tau_Q = \frac{Q_k}{n h k_f \beta_f}$$

$$Q_k = q C_k l_k$$

C_k – ширина грузовой площади

l_k – вылет консоли

h – высота траверсы

n – количество швов, прикрепляющих траверсу к колонне (в примере показано 4 шва)

$\beta_f = 0,7$ (ручная сварка)

k_f – катет сварного шва

R_{wf} – расчетное сопротивление сварочного материала

Касательные напряжения в сварном шве от изгибающего момента:

$$\tau_M = \frac{6M}{n k_f \beta_f h^2}$$

$$M = \frac{q C_k l_k^2}{2}$$

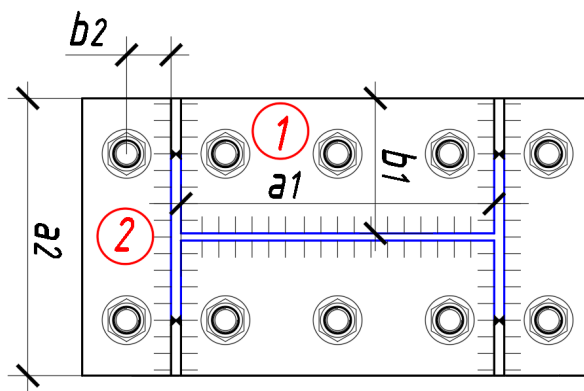
5. Производится подбор марки раствора под опорными пластинами

Расчет смятия можно не производить, если марка ц.п. раствора принимается в соответствии с классом бетона плиты перекрытия.

Справочная таблица 22. Соответствие класса марке

Класс бетона В по прочности на сжатие	Марка бетона М по прочности на сжатие
В 10	М 150
В 12,5	М 150
В 15	М 200
В 20	М 250
В 22,5	М 300
В 25	М 350
В 27,5	М 350
В 30	М 400
В 35	М 450
В 40	М 500
В 45	М 600
В 50	М 650
В 55	М 700
В 60	М 800

6. Производится подбор опорных пластин для распорных шпилек/болтов



Для участка **1**:

$$M = w a q a^2$$

$$q = \frac{P_{\text{уч}}}{a \cdot b}$$

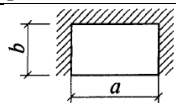
$P_{\text{уч}}$ – суммарное усилие в болтах/шпильках на рассматриваемом участке

a, b – габариты участка

$w = 2$ – коэффициент перехода от сосредоточенных нагрузок к равномерно распределенной нагрузке. Значение равное 2 дано в запас как для самого худшего случая при нахождении сосредоточенной силы в центре:

$$w = \frac{\frac{Pl}{8}}{\frac{Pl^2}{8l}} = \frac{\frac{Pl}{8}}{\frac{Pl}{8}} = 2$$

Справочная таблица 23. Значение коэффициента α

Номер участка	Расчетная схема и расчетные размеры участка	Значение α при отношении размеров $\frac{b}{a}$										
		<0,5	0,5	0,7	0,9	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	>2
1		-	0,060	0,088	0,107	0,112	0,120	0,126	0,129	0,131	0,132	0,133

Для участка **2**:

$$M = \frac{P_{\text{уч}} b^2}{2a}$$

По результатам расчета для всех участков:

$$t_f \geq \sqrt{\frac{6M_{\text{max}}}{\gamma_c R_y}}$$

В любом случае толщина пластины должна быть **не менее 20мм**.

5.2. Гидравлические домкраты

1. Производится подбор количества домкратов

Требуемое количество домкратов:

$$n = \frac{N}{P}$$

$$P = 0,8 P_{\text{норм}}$$

$P_{\text{норм}}$ – нормативная грузоподъемность домкрата (по паспорту)

2. Определение габаритов опорной пластины в верхнем и нижнем сечении стойки

См. подбор в болтовых домкратах

3. Определение параметров сварных соединений с опорной пластиной в верхнем и нижнем сечении стойки

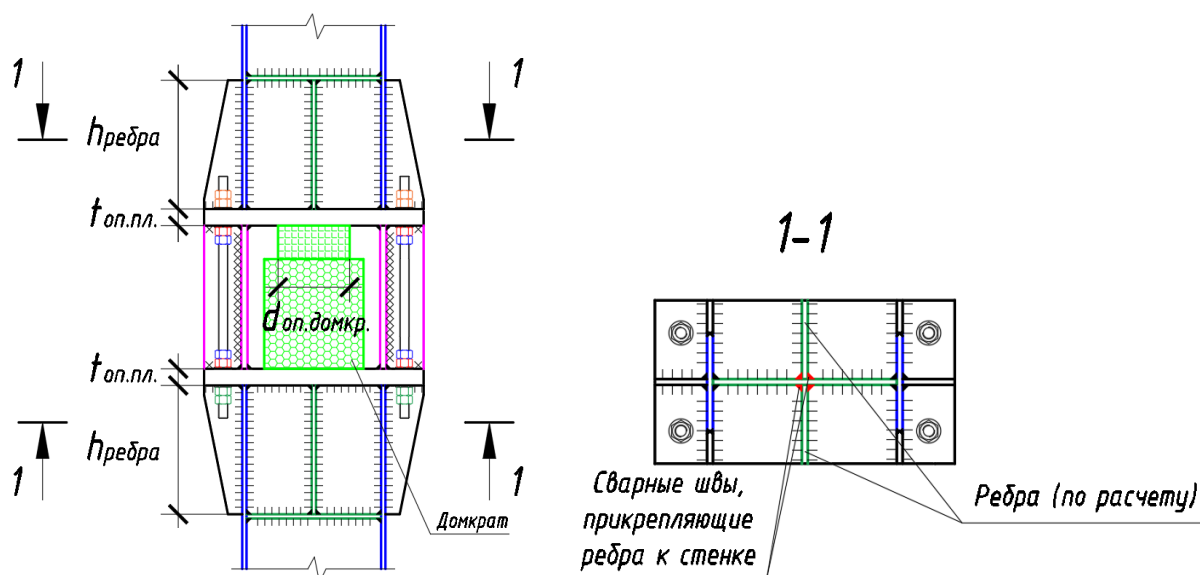
См. подбор в болтовых домкратах

4. Производится подбор марки раствора под опорными пластинами

См. подбор в болтовых домкратах

5. Производится конструирование в месте установки домкрата

5.1. Подбор опорных ребер для домкрата



Толщина ребер:

$$t_{\text{ребер}} = \frac{N}{(d_{\text{оп.домкр.}} + 2t_{\text{оп.пл.}})\gamma_c R_y}$$

$d_{\text{оп.домкр.}}$ – диаметр подвижной части (штока) домкрата

$t_{\text{оп.пл.}}$ – толщина опорной плиты, на которую опирается домкрат

Высота ребра:

$$h_{\text{ребра}} = l_w + 1 \text{ см}$$

l_w – длина 1го сварного шва ребра

1 см – условные дефекты сварного шва

В запас можно рассчитать требуемую длину сварного шва по формулам ниже как ручной сварки по формулам ниже. Для других способов сварки расчет вести по п. 14.1.7 СП 16.13330.2017.

$$l_w = \frac{N}{nk_f\beta_f R_{wf}\gamma_c}, \text{ но не более } 85k_f\beta_f \text{ и не менее } 40 \text{ мм}$$

γ_c – коэффициент условий работы, принимаемый равным 1

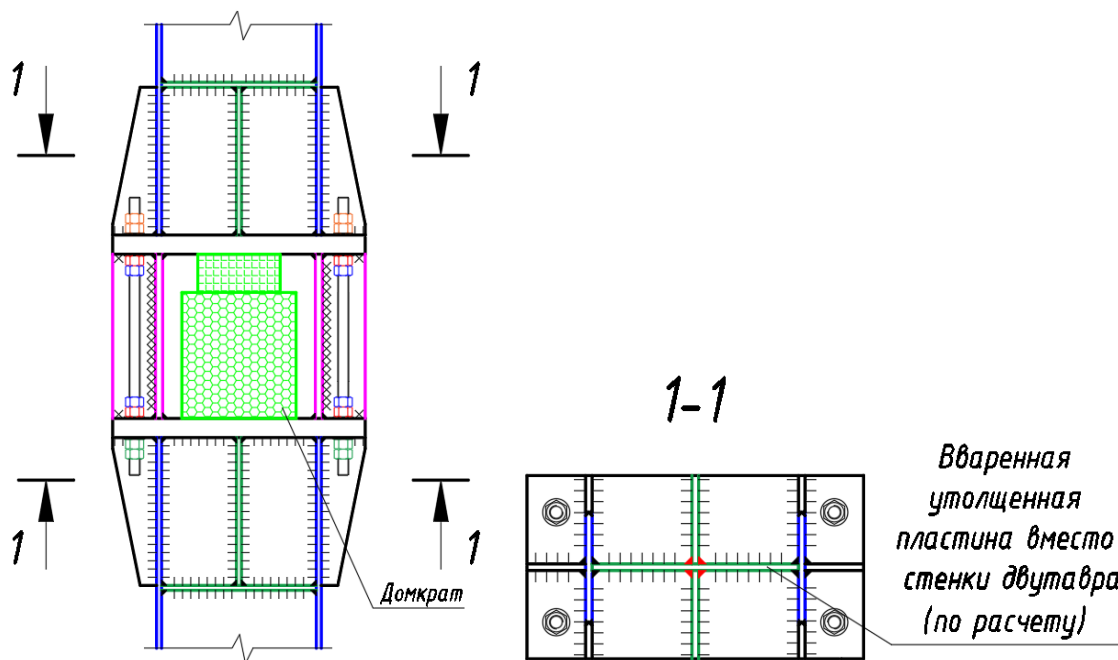
n – количество швов, прикрепляющих ребра к стенке (в примере показано 4 шва)

$\beta_f = 0,7$ (ручная сварка)

k_f – катет сварного шва

R_{wf} – расчетное сопротивление сварочного материала

5.2. Подбор опорной стенки-вставки



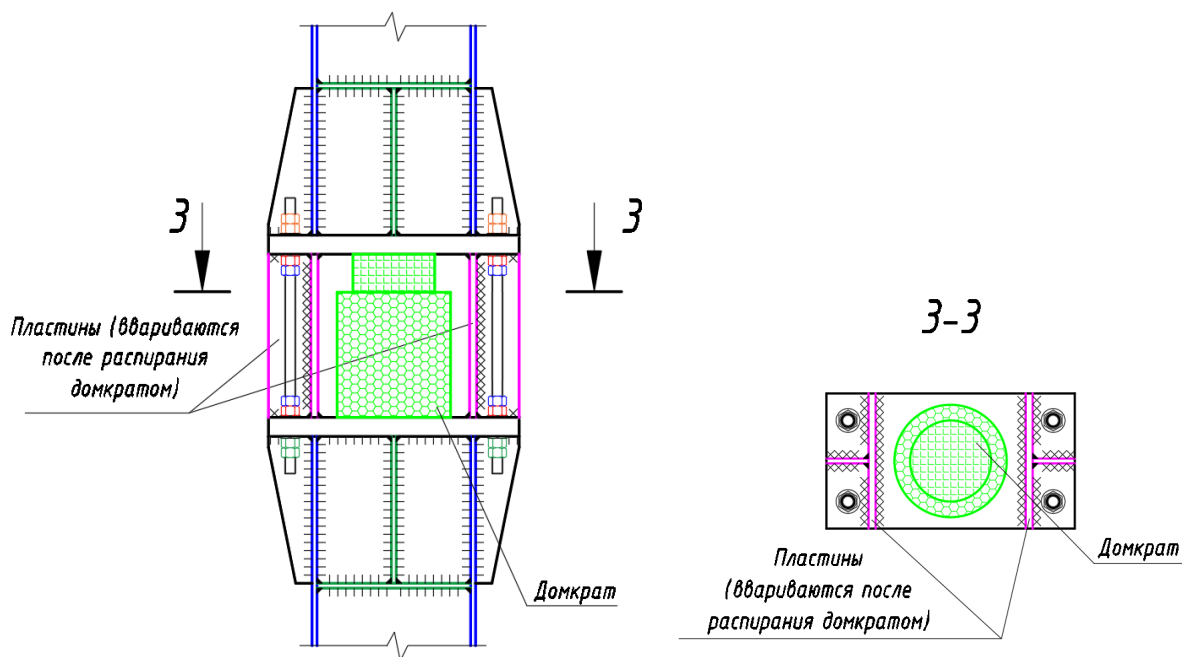
Толщина стенки-вставки:

$$t_{\text{стенки}} = \frac{N}{2 * h_{\text{ребра}} * 0,58R_y}$$

$0,58R_y$ – расчетное сопротивление на срез

Если требуемая по расчету толщина стенки меньше, чем толщина стенки двутавра, то стенку двутавра не заменяют на более тонкую.

6. Производится подбор пластин, которые будут ввариваться после распора домкратом



Требуемая площадь пластин $A_{\text{пл.}}$ принимается не менее площади сечения стойки $A_{\text{стойки}}$:

$$A_{\text{пл.}} \geq A_{\text{стойки}}$$

Конструктивно толщина ребер в местах под полками двутавра принимается не менее толщины полок двутавра.

Библиография

1. Федеральный закон N384-ФЗ Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (с изм. на 25.12.2023) : федеральный закон : дата введения 2010-07-01 / Государственная Дума – Изд. официальное. – Собрание законодательства РФ, N1, ст.5, 2010;
2. Федеральный закон N190-ФЗ Градостроительный кодекс Российской Федерации (с изм. на 26.12.2024) : кодекс РФ : дата введения 2004-12-30 / Государственная Дума – Изд. официальное. – Собрание законодательства РФ N1 (ч.I), ст.16, 2005;
3. Федеральный закон N123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изм. на 25.12.2023) : федеральный закон : дата введения 2009-05-01 / Государственная Дума – Изд. официальное. – Собрание законодательства РФ, N30, (ч.I), ст.3579, 2008;
4. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения (Переиздание, с Изменением N 1) : межгосударственный стандарт : дата введения 2015-07-01 / Росстандарт – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2019;
5. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменением N 1, Поправкой) : межгосударственный стандарт : дата введения 1981-07-01 / Госстандарт СССР – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2010;
6. ГОСТ 14098-2014 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры (с Изменением N 1, с Поправками) : межгосударственный стандарт : дата введения 2015-07-01 / Росстандарт – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2015;
7. ГОСТ 34028-2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия (с Поправкой) : межгосударственный стандарт : дата введения 2018-01-01 / Росстандарт – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2019;
8. ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия (с Поправкой, с Изменением N 1) : межгосударственный стандарт : дата введения 2016-09-01 / Росстандарт – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2019;
9. СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты (с Изменением N 1) : свод правил : дата введения 2020-09-12 / МЧС России – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2020;
10. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81* (с Изменениями № 2-4) : свод правил : дата введения 2018-11-25 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2018;
11. СП 15.13330.2020 Каменные и армокаменные конструкции СНиП II-2281* (с Изменением N 1) : свод правил : дата введения 2021-07-01 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2021;
12. СП 16.13330.2017 "Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*" (с Поправками, с Изменениями № 1-6) : свод правил : дата введения 2017-08-28 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017;
13. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями № 1-6) : свод правил : дата введения 2017-06-04 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2018;
14. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5) : свод правил : дата введения 2017-07-01 / Министерство

строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017;

15. СП 24.13330.2021 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Изменениями N 1) : свод правил : дата введения 2022-01-15 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2022;

16. СП 26.13330.2012 Фундаменты машин с динамическими нагрузками. Актуализированная редакция СНиП 2.02.05-87 (с Изменением N 1) : свод правил : дата введения 2013-01-01 / Минрегион России – Изд. официальное. – Москва: Минрегион России, 2012;

17. СП 28.13330.2017 "Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85" (с Изменениями N 1-4) : свод правил : дата введения 2017-08-28 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017;

18. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84* (с Изменениями № 1-5 : свод правил : дата введения 2011-05-20 / Минрегион России – Изд. официальное. – Москва: ОАО "ЦПП", 2011;

19. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменениями N 1, 2) : свод правил : дата введения 2013-07-01 / Минрегион России – Изд. официальное. – Москва: Минрегион России, 2012;

20. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1, 2) : свод правил : дата введения 2019-06-20 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2019;

21. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями № 1, 3-7) : свод правил : дата введения 2013-07-01 / Минрегион России – Изд. официальное. – Москва: Госстрой, ФАУ "ФЦС", 2013;

22. СП 72.13330.2016 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии. СНиП 3.04.03-85 (с Изменением N 1) : свод правил : дата введения 2017-06-17 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017;

23. СП 88.13330.2014 Защитные сооружения гражданской обороны. Актуализированная редакция СНиП II-11-77* (с Изменениями N 1, 2, 3) : свод правил : дата введения 2014-06-01 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Минстрой России, 2014;

24. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003 (с Изменениями N 1, 2) : свод правил : дата введения 2013-01-01 / Минрегион России – Изд. официальное. – Минрегион России, 2012;

25. СП 131.13330.2020 Строительная климатология СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2) : свод правил : дата введения 2021-06-25 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2021;

26. СП 250.1325800.2016 Здания и сооружения. Защита от подземных вод (с Изменением N 1) : свод правил : дата введения 2016-09-01 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Минстрой России, 2016;

27. СП 266.1325800.2016 Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования (с Изменениями N1, 2, 3, 4, с Поправками) : свод правил : дата введения 2017-07-01 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017;

28. СП 267.1325800.2016 Здания и комплексы высотные. Правила проектирования (с Изменениями № 1, 2) : свод правил : дата введения 2017-07-01 / Минстрой России – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017;

29. СП 296.1325800.2017 Здания и сооружения. Особые воздействия (с Изменениями N 1, 2) : свод правил : дата введения 2018-02-04 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017;

30. СП 337.1325800.2017 Конструкции железобетонные сборно-монолитные. Правила проектирования : свод правил : дата введения 2018-06-14 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2018;

31. СП 381.1325800.2018 Сооружения подпорные. Правила проектирования (с Изменением № 1) : свод правил : дата введения 2019-01-24 / Минстрой России – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2018;

32. СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения (с Изменениями N 1-4) : свод правил : дата введения 2019-01-06 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2018;

33. СП 430.1325800.2018 Монолитные конструктивные системы. Правила проектирования (с Изменением N1) : свод правил : дата введения 2019-06-26 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2019;

34. СП 435.1325800.2018 Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ : свод правил : дата введения 2019-05-27 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2019;

35. СП 468.1325800.2019 Бетонные и железобетонные конструкции. Правила обеспечения огнестойкости и огнесохранности (с Изменением N 1) : свод правил : дата введения 2020-06-11 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2020;

36. СП 499.1325800.2021 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от карстово-суффозионных процессов. Правила проектирования : свод правил : дата введения 2021-09-03 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2021.