С.В. Шокот

СПРАВОЧНИК КОНСТРУКТОРА

с примерами и разъяснениями

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ НЕСУЩИХ СИСТЕМ

ЖИЛЫЕ И АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ЗДАНИЯ

в несейсмических районах

и районах без вечномерзлых грунтов

ЧАСТЬ 12

ДЕТАЛЬНЫЙ РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЛЕСТНИЦ И ЛЕСТНИЧНЫХ ПЛОЩАДОК

ISBN 978-5-6054301-2-4

© 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 монолитных железобетонных несущих систем. Жилые и административные здания в несейсмических районах и районах без вечномерзлых грунтов: [в 15 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 978-5-6054300-0-1

Ч.12.: Детальный расчет и конструирование лестниц и лестничных площадок. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-2-4 (ч.12)

Справочник содержит материалы для проектирования железобетонных монолитных зданий. Справочник систематизирует опыт конструирования и расчетов. Систематизация произведена путем сведения в справочные таблицы и пошаговые инструкции. Справочник написан при использовании нормативных документов России.

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: 18.05.2025.

Издатель С.В. Шокот.

E-mail: 12345slava54321@mail.ru; https://дом-жбк.рф/.

Справочник конструктора с примерами и разъяснениями. Расчет и конструирование монолитных железобетонных несущих систем. Жилые и административные здания в несейсмических районах и районах без вечномерзлых грунтов: [в 15 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 978-5-6054300-0-1

Дата выпуска первой редакции: 18.05.2025.

Ч.1.: Компоновка конструктивной системы. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-1-8 (ч.1)

Ч.2.: Построение геометрии расчетной модели и назначение жесткостей элементов. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-2-5 (ч.2)

Ч.3.: Сбор и приложение нагрузок. Рсу и Рсн. учет этапности возведения. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-3-2 (ч.3)

Ч.4.: Назначение параметров для подбора сечений. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-4-9 (ч.4)

Ч.5.: Основание здания. Плитный фундамент. Свайный фундамент. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-5-6 (ч.5)

Ч.6.: Расчеты и проверки конструкций на начальном этапе. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-6-3 (ч.6)

Ч.7.: Детальный расчет и конструирование плит. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-7-0 (ч.7)

Ч.8.: Детальный расчет и конструирование колонн и пилонов. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-8-7 (ч.8)

Ч.9.: Детальный расчет и конструирование стен. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-9-4 (ч.9)

Ч.10.: Детальный расчет и конструирование фундаментных плит и ростверков. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-0-0 (ч.10)

Ч.11.: Детальный расчет и конструирование свай. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-1-7 (ч.11)

Ч.12.: Детальный расчет и конструирование лестниц и лестничных площадок. -2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-2-4 (ч.12)

Ч.13.: Расчет конструкций с учетом нелинейности. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-3-1 (ч.13)

Ч.14.:Расчет конструкций на прогрессирующее обрушение. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-6-2 (ч.14)

Ч.15.:Расчет огнестойкости конструкций. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-7-9 (ч.15)

Содержание

		Стр.
	Термины и определения	6
1.	Расчетные подходы	7
2.1.	Конструктивные требования к армированию и защитным слоям	8
2.2.	Конструктивные требования к бетону	17
3.	Общие положения и возможные ошибки при расчете	18
4.	Продольное армирование лестниц и лестничных площадок	20
5.	Поперечное армирование лестниц и лестничных площадок	22
6.	Конструктивное армирование лестниц и лестничных площадок	24
7.	Жесткие сопряжение лестниц и лестничных площадок	25
8.	Шарнирное сопряжение лестниц и лестничных площадок	27
9.	Опирание лестничных площадок на стены	35
10.	Рабочие швы	38
11.	Поддерживающие элементы в лестницах и лестничных площадках	42
	Библиография	45
	Приложение А. Принципы анкеровки и нахлестки	48
	Приложение Б. Сварные соединения	55
	Приложение В. Муфтовые соединения и изделия	61
	Приложение Г. Площадь арматуры	68
	Приложение Д. Минимальная оправка(загиб) арматуры	71

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.

Минимальное/максимальное значение (формулировки не менее/не более) – обязательное к выполнению значение.

Проверка «вручную» - термин, означающий, что необходимо взять усилия из программного комплекса и проверить сечение *сателлитом*.

Сателлит – это подпрограмма, которая автоматически проверяет сечение по усилиям, взятым из программы.

1. Расчетные подходы

Справочная таблица 1. Методики расчета

№ п/п	Описание метода расчета	Рекомендации по применению
1	Расчет по **вырезанной схеме.** Зачастую в общей расчетной схеме здания пренебрегают заданием лестниц и лестничных площадок. Их задают нагрузкой. Для расчета самих лестниц и лестничных площадок используются вырезанные схемы на несколько этажей. Вырезанные схемы никак не учитывают деформации основания и деформирование всего здания в целом. В связи с этим возникающие из-за этого дополнительные усилия также не учитываются и могут возникнуть локальные дефициты армирования(особенно на первых и последних этажах).	Здания высотой до 100м.
2	Расчет **в составе здания.** Все усилия учитываются.	Здания любой этажности.

2.1 Конструктивные требования к армированию и защитным слоям

Процент армирования (по п.10.3.6 СП 63):

$$\mu_s = \frac{A_s}{bh_0}$$

A_s –площадь сечения продольной растянутой арматуры, а также сжатой, если она требуется по расчету,

b – ширина прямоугольного сечения или ширины ребра таврового (двутаврового) сечения

h_0 – рабочая высота сечения.

Справочная таблица 2. Минимальный процент армирования

№ п/п	Конструкция	Минимальный процент продольного армирования у растянутой грани $\mu_{s,min}$	Максимальный процент армирования
1	**Лестницы и лестничные площадки**	0,1% (по п 10.3.6. СП 63)	**Не более 5%** в местах без перехлеста На участках в местах перехлеста арматуры не более 10% (п. 5.2.9., 5.2.11 СП 430.) **Не более 3,5%** – р.з.А. (при больших значениях возникают проблемы с размещением арматуры и с соблюдением минимальных расстояний между стержнями)

Справочная таблица 3. Требуемое минимальное армирование лестниц и лестничных площадок

Толщина плиты перекрытия, мм	Расчетная высота h_0, см	Минимальный процент Армирования $\mu_{s,min}$	Требуемая площадь армирования у растянутой грани, см² на 1 пог. м ($b = 100$см) $A_s = \mu_{s,min} b h_0/100$
160	13	0,1	**1,3**
180	15	0,1	**1,5**
200	16	0,1	**1,6**
220	18	0,1	**1,8**
250	21	0,1	**2,1**
280	24	0,1	**2,4**
300	26	0,1	**2,6**
350	31	0,1	**3,1**
400	35	0,1	**3,5**
450	40	0,1	**4**

Справочная таблица 4. Минимальные диаметры арматуры.

№ п/п	Конструкция	Минимально возможные диаметры для КС-2 (нормальный уровень ответственности)	Минимально возможные диаметры для КС-3 (повышенный уровень ответственности)
1	**Балки в составе лестниц и лестничных площадок**	Продольная: Не менее **12**мм (п.7.11 СП 430).	Продольная: Не менее **12**мм (п.8.2.3.4 СП 267)
		Поперечная: хомуты и шпильки -не менее **0,25d** продольной и не менее **6**мм. (п. 10.3.12 СП63)	Поперечная: хомуты и шпильки -не менее **0,25d** продольной и не менее **6**мм. (п. 10.3.12 СП63)
2	**Лестницы и лестничные площадки**	Продольная: Не менее **10**мм для монолитного (при меньших значениях арматура гнется при ее установке) Если марш сборный, то не менее **8**мм	Продольная: Не менее **12**мм (п.8.2.3.4 СП 267)
		Поперечная: не менее **6**мм	Поперечная: не менее **6**мм

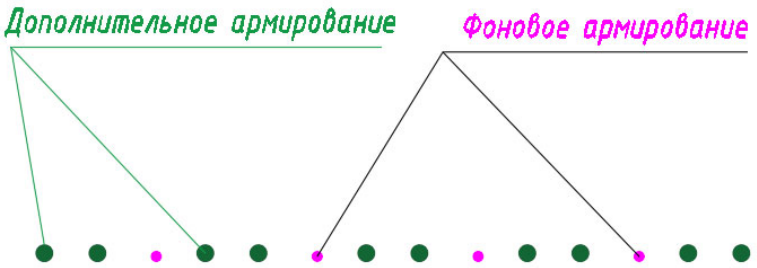
Справочная таблица 5. Шаг арматуры

№ п/п	Конструкция	Минимальный	Максимальный	Классический шаг
1	**Балки в составе лестниц и лестничных площадок**	**Нижняя продольная:** **Не менее 25** мм в свету, расположенной в один или два ряда (п. 10.3.5 СП 63) **Не менее 50** мм в свету, расположенной более чем в два ряда (п. 10.3.5 СП 63) **Верхняя продольная:** **Не менее 30** мм в свету (п. 10.3.5 СП 63). **Для всей продольной:** Между соседними стыками внахлестку в свету не менее $2d$ и не менее 30 мм (п.10.3.30 СП 63) Между соседними стыками на муфтах в свету между муфтами не менее $2d$ и не менее 30 мм (п.10.3.30 СП 63)	**Продольная** (п. 10.3.8 СП 63): **При** $\mathbf{h} \leq \mathbf{150}$мм **Не более 200**мм **При** $\mathbf{h} > \mathbf{150}$мм **Не более** $\mathbf{1,5h}$ и **400**мм $\mathbf{h}$ – высота балок	Для диаметров продольной арматуры до 25мм: **Не менее 100мм** Для диаметров продольной арматуры до 28мм: **Не менее 125мм** Для диаметров продольной арматуры до 36мм: **Не менее 150мм** Для любых диаметров **Не менее 200мм**
		Поперечная: **Не менее 50**мм в свету (п. 10.3.4 СП 63) От автора: множество объектов спроектировано с расстоянием в свету менее 50мм, что допустимо при надлежащей укладке бетонной смеси	**Поперечная из условия выпучивания продольной арматуры (для балок, работающих на сжатие):** При проценте продольного армирования у одной грани $\mu_s < 1,5\%$: -в зоне вне стыков не более $\mathbf{15}\boldsymbol{d}$ и не более **500мм. (п. 10.3.14 СП 63)** -в зоне стыков на нахлестке не более $\mathbf{10}\boldsymbol{d}$ (п. 7.9 СП 430) и не более 300мм (р.з.А).. При проценте продольного армирования у одной грани $\mu_s > 1,5\%$: -в зоне вне стыков не более $\mathbf{10}\boldsymbol{d}$ и не более **300мм. (п. 10.3.14 СП 63)** -в зоне стыков на нахлестке не более $\mathbf{10}\boldsymbol{d}$ (п. 7.9 СП 430) и не более **300мм** (р.з.А). При количестве растянутых стержней продольной арматуры более 5: минимум 1 замкнутый хомут (п. 7.11 СП 430).	**100мм** **150мм** **200мм** **300мм**

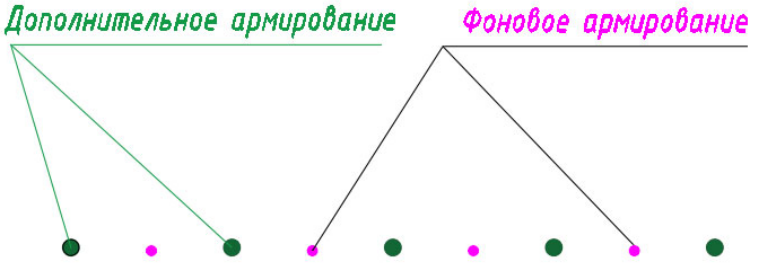
№ п/п	Конструкция	Минимальный	Максимальный	Классический шаг
			При количестве сжатых стержней продольной арматуры более 3: минимум 1 замкнутый хомут (п. 7.11 СП 430). **Поперечная из условия работы на поперечную силу:** **Не более** $h_0/2$ и **не более 300мм** (п. 10.3.13)	
2	**Лестницы и лестничные площадки**	**Нижняя продольная:** **Не менее 25** мм в свету, расположенной в один или два ряда (п. 10.3.5 СП 63) **Не менее 50** мм в свету, расположенной более чем в два ряда (п. 10.3.5 СП 63) **Верхняя продольная:** **Не менее 30** мм в свету (п. 10.3.5 СП 63). **Для всей продольной:** Между соседними стыками внахлестку в свету не менее $2d$ и не менее 30 мм (п.10.3.30 СП 63) Между соседними стыками на муфтах в свету между муфтами не менее $2d$ и не менее 30 мм (п.10.3.30 СП 63)	**Продольная** (п. 10.3.8 СП 63)**:** **При** $\mathbf{h \leq 150}$**мм** **Не более 200**мм **При** $\mathbf{h > 150}$**мм** **Не более** $\mathbf{1,5h}$ и **400**мм $\mathbf{h}$ – толщина плиты	Фоновая арматура + дополнительная арматура **200+200** **250+250** **250+125** **300+300** **300+150**
		Нижняя продольная: **Не менее 25** мм в свету, расположенной в один или два ряда (п. 10.3.5 СП 63) **Не менее 50** мм в свету, расположенной более чем в два ряда (п. 10.3.5 СП 63) **Верхняя продольная:** **Не менее 30** мм в свету (п. 10.3.5 СП 63). **Для всей продольной:** Между соседними стыками внахлестку в свету не менее $2d$ и не менее 30 мм (п.10.3.30 СП 63) Между соседними стыками на муфтах в свету между муфтами не менее $2d$ и не менее 30 мм (п.10.3.30 СП 63)		
		Поперечная: В зоне продавливания по рисунку 8.13 СП 63. **Не менее 50мм в свету** (п. 10.3.4 СП 63) От автора: множество объектов спроектировано с расстоянием в свету менее 50мм, что допустимо при надлежащей укладке бетонной смеси	**Поперечная:** В зоне продавливания по рисунку 8.13 СП 63. В зоне поперечной силы (при сплошном опирании на стены: не более $\mathbf{h_0/2}$ и не более **300**мм	В зоне продавливания поперечная: $\mathbf{h_0/3}$ **и менее** В зоне поперечной силы $\mathbf{h_0/2}$**, но не более 300мм.**

Случаи установки дополнительного армирования

Случай установки дополнительного армирования 2 дополнительных через 1 фоновый

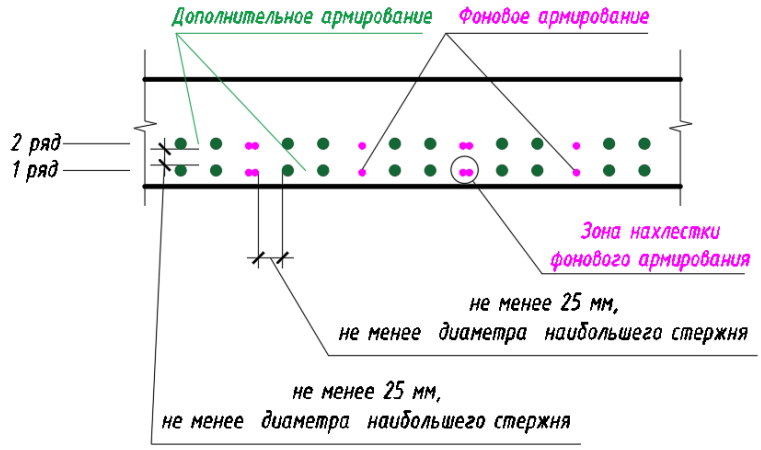


Случай установки дополнительного армирования 1 дополнительный через 1 фоновый

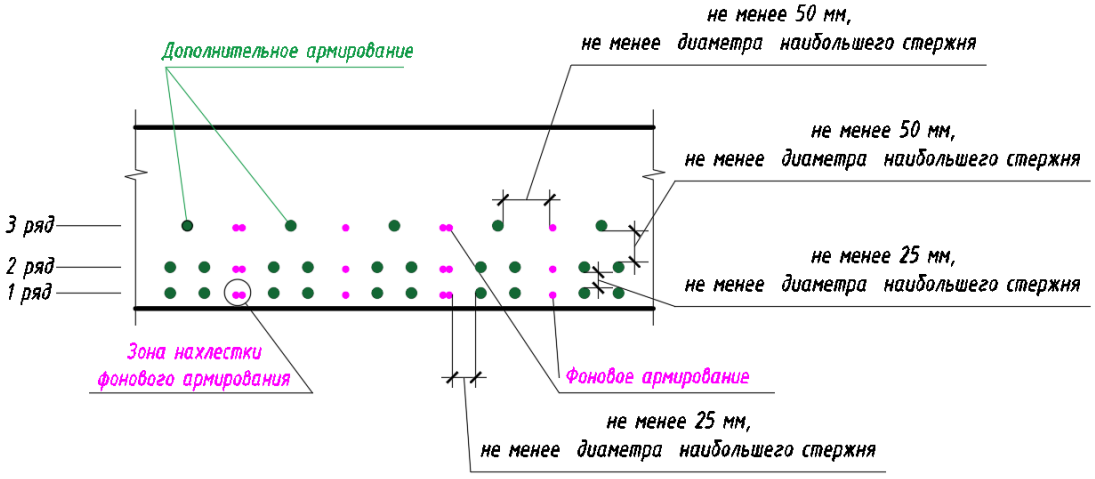


Рассояние между стержнями продольной арматуры

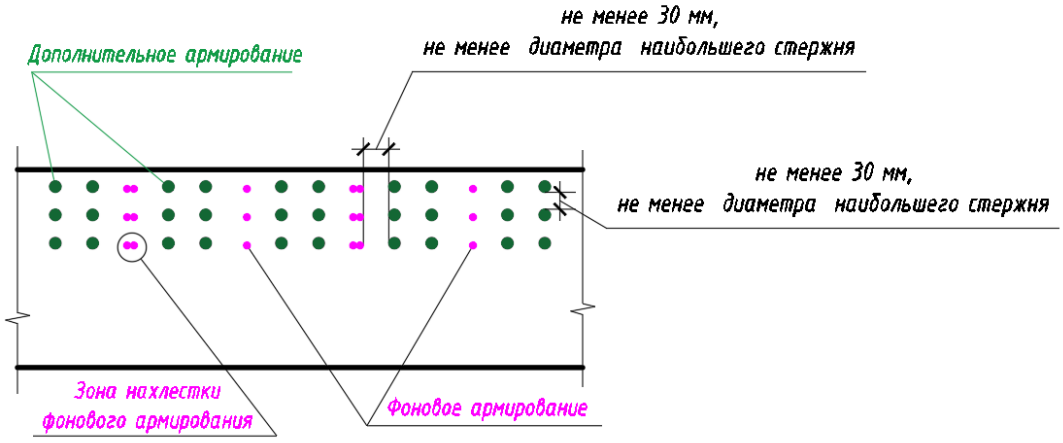
Нижняя грань.
Один или два ряда армирования



Нижняя грань.
Три ряда армирования и более



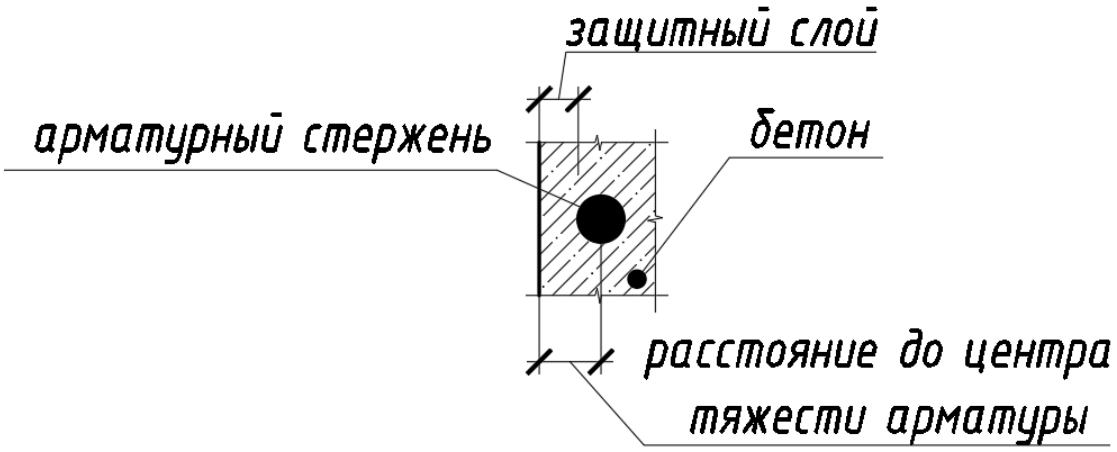
Верняя грань.
Любое количество рядов арматуры



Защитные слои

Учитываются следующие факторы при назначении защитных слоев и ширины раскрытия трещин:

- расположение и назначении конструкции;
- агрессивность среды.
- требования огнестойкости (только для защитных слоев).



Справочная таблица 6. Минимальные защитные слои в неагрессивных средах (Таблица 10.1. СП 63)

Условия эксплуатации конструкций зданий в **неагрессивных средах**	Толщина защитного слоя бетона для арматуры **установленной по расчету**, мм, не менее	Толщина защитного слоя бетона для арматуры **установленной конструктивно без расчета**, мм, не менее	Толщина защитного слоя бетона для всех случаев, мм, не менее
В закрытых помещениях при нормальной и пониженной влажности	20 мм для КС-2 25 мм для КС-3 (п.8.2.3.4 СП 267, таблицы Ж.3, Ж.4 СП 28)	20-5=15 для КС-2 25-5=20 для КС-3	Не менее d арматуры
В закрытых помещениях при повышенной влажности (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий)	25	25-5=20	
На открытом воздухе (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий)	30	30-5=25	

Автор рекомендует всегда принимать защитный слой для лестниц и лестничных площадок **не менее 25мм.**

Два фактора которые часто игнорируют проектировщики (хотя в нормах это есть!):

1) П4.1 СП 28. Требования по первичной и вторичной защите строительных конструкций указаны для конструкций со сроком эксплуатации 50 лет. Для бетонных и железобетонных конструкций со сроком эксплуатации 100 лет и конструкций зданий и сооружений класса КС-3, с повышенным уровнем ответственности по ГОСТ 27751 , **оценка степени агрессивности повышается на один уровень.** Указанные требования назначаются как для вновь возводимых, так и для реконструируемых зданий и сооружений. Если оценка степени агрессивности среды не может быть увеличена (например, для сильноагрессивной среды), защита от коррозии выполняется по специальному проекту.

Иными словами: для КС-3 **неагрессивная среда становится слабоагрессивной, слабоагрессивная – среднеагрессивной и т.д.**

2) П9.2.3. СП28. Конструкции зданий и сооружений в целом, элементы и узлы соединения конструкций должны **быть доступными для осмотров и возобновления защитных покрытий.** При отсутствии возможности обеспечения этих требований конструкции должны быть защищены от коррозии на весь период эксплуатации.

При отсутствии постоянного наблюдения за состоянием конструкций в процессе эксплуатации необходимо предусматривать защиту их от коррозии покрытиями, рекомендуемыми для конструкций, эксплуатируемых в условиях с **агрессивным воздействием среды на один уровень выше.**

Иными словами: для фундаментов, внешней стороны стен подвала, верхней части покрытия **неагрессивная среда становится слабоагрессивной, слабоагрессивная – среднеагрессивной и т.д.**

Справочная таблица 7. Таблица Ж.3 СП 28. – Требования к железобетонным конструкциям при воздействии газовых и твердых агрессивных сред

Группа арма-турной стали	Класс арматуры	Минимальное значение толщины защитного слоя бетона, мм		
		слабоагрессивной	среднеагрессивной	сильноагрессивной
Конструкции без предварительного напряжения				
I	A240, A400, A500, A600, Bp500, B500	20+5=**25**	20+5=**25**	25+5=**30**
Значение толщины защитного слоя для монолитных конструкций увеличены на +**5 мм, поскольку базовые значения даны для сборных конструкций.**				

Справочная таблица 8. Таблица Ж.4 СП 28. – Требования к железобетонным конструкциям при воздействии агрессивных жидких сред.

Группа арма-турной стали	Класс арматуры	Минимальное значение толщины защитного слоя бетона, мм		
		слабоагрессивной	среднеагрессивной	сильноагрессивной
Конструкции без предварительного напряжения				
I	A240, A400, A500, A600, Bp500, B500	**20+5=25**	**20+5=25**	**25+5=30**
Значение толщины защитного слоя для монолитных конструкций увеличены на +**5 мм, поскольку базовые значения даны для сборных конструкций.** **При возможной фильтрации через трещины (ширина раскрытия трещин более 0,3(непродолжительное) и 0,2(продолжительное) жидкие среды оцениваются как средне- и сильноагрессивные по отношению к стальной арматуре.** Защита от коррозии железобетонных конструкций осуществляется исключением фильтрации совместным применением методов первичной и вторичной защиты.				

Справочная таблица 9. Требования к балкам в составе лестниц и лестничных площадок. Фрагмент таблицы 14.3 СП 468.

Примечание: данное требование относится к статически определимым конструкциям(монолитные конструкции не являются такими), поэтому данные требования могут быть проигнорированы. В любом случае потребуется выполнить дополнительный расчет.

Предел огнестойкости, мин	Ширина балки ***b*** и расстояние ***a*** до оси арматуры	Минимальное значение параметра балки из тяжелого бетона, мм			
R30	***b***	80	120	160	200
	a	25	15	10	10
R60	***b***	120	160	200	300
	a	40	35	30	25
R90	***b***	150	200	280	400
	a	55	45	40	35
R120	***b***	200	240	300	500
	a	65	55	50	45
R150	***b***	240	300	400	600
	a	80	70	65	60
R 180	***b***	280	350	500	700
	a	90	80	75	70

Справочная таблица 10. Требования к плитам, лестницам и лестничным площадкам. Фрагмент таблицы 14.5 СП 468.

Вид бетона, параметры плиты и вид опирания		Толщина t плиты и расстояние a до оси арматуры	Минимальное значение параметра плиты, мм, при пределе огнестойкости, мин						
			REI 15	REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 150	REI 180
Тяжелый	Толщина плиты	t	30	50	80	100	120	140	155
	Опирание по двум сторонам или по контуру при $\frac{l_y}{l_x} \geq 1{,}5$	a	10	15	25	35	45	60	70
	Опирание по контуру $\frac{l_y}{l_x} < 1{,}5$	a	10	10	10	15	20	30	40

2.2. Конструктивные требования к бетону

98% несущих конструкций зданий проектируется из тяжелого бетона. При густом армировании применяют мелкозернистый бетон. Остальные бетоны используются крайне редко, поэтому в настоящем справочнике не рассматриваются.

Требования о необходимости применения мелкозернистого бетона должны быть прописаны в проекте.

Справочная таблица 11. Минимально возможные значения B,F,W

№ п/п	Конструкция	Минимально возможные значения для КС-2 (нормальный уровень ответственности)			Минимально возможные значения для КС-3 (повышенный уровень ответственности)		
		B	F	W	B	F	W
1	Балки в составе лестниц и лестничных площадок	**B20** (п.5.2.14 СП 430)	р.з.А. **F150** (Табл. Ж.1. СП 28, табл. 9 СНиП 2.03.01-84)	р.з.А **W6**	**B30** (п. 8.2.2.3. СП 267)	**р.з.А. F200** (Табл. Ж.1. СП 28, табл. 9 СниП 2.03.01-84)	р.з.А **W8**
2	Лестницы и лестничные площадки	**B20** (п.5.2.14 СП 430)	р.з.А. **F150** (Табл. Ж.1. СП 28, табл. 9 СНиП 2.03.01-84)	р.з.А **W6**	**B30** (п. 8.2.2.3. СП 267)	**р.з.А. F200** (Табл. Ж.1. СП 28, табл. 9 СниП 2.03.01-84)	р.з.А **W8**

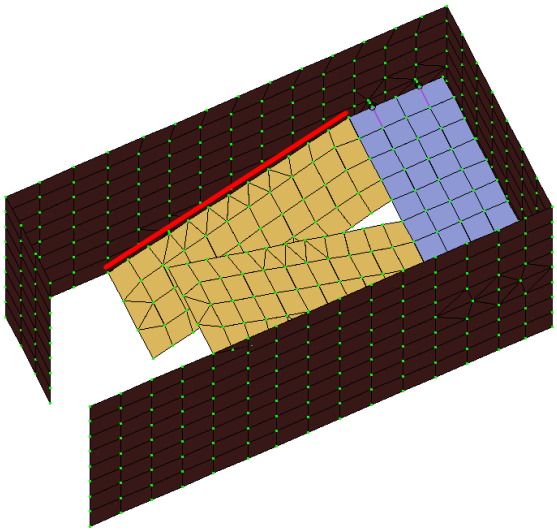
3. Общие положения и возможные ошибки при расчете

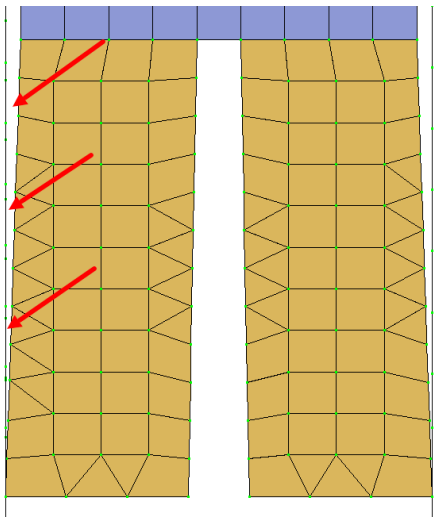
При моделировании **лестниц и лестничных площадок** часто возникают ошибки:

1. Отсутствие нагрузки от ступеней. При автоматическом приложении собственного веса не учитывается нагрузка от самой ступени, поэтому ее необходимо задать вручную.

Примерное нормативное значение нагрузки от ступеней составляет **1,84 кН/м²**.

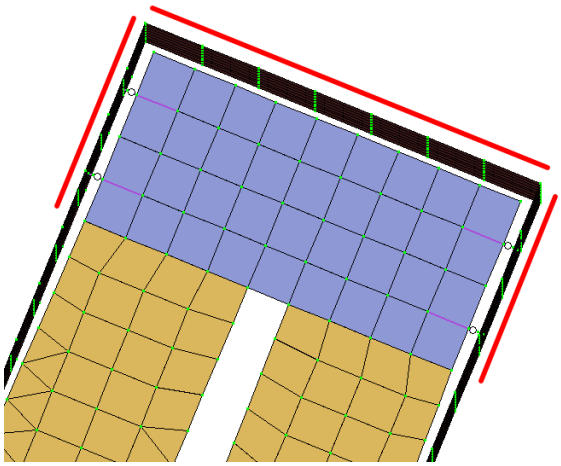
2. При упаковке КЭ иногда происходит автоматическая сшивка узлов стен и лестниц. Нужно следить, чтобы лестница не сшивалась со стеной.

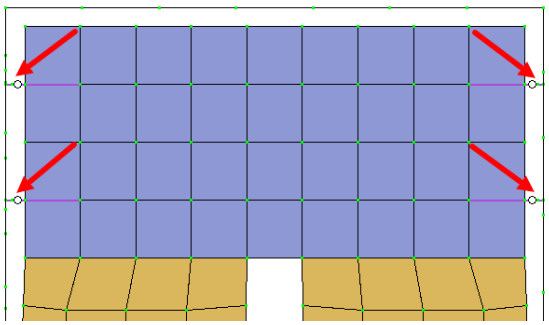


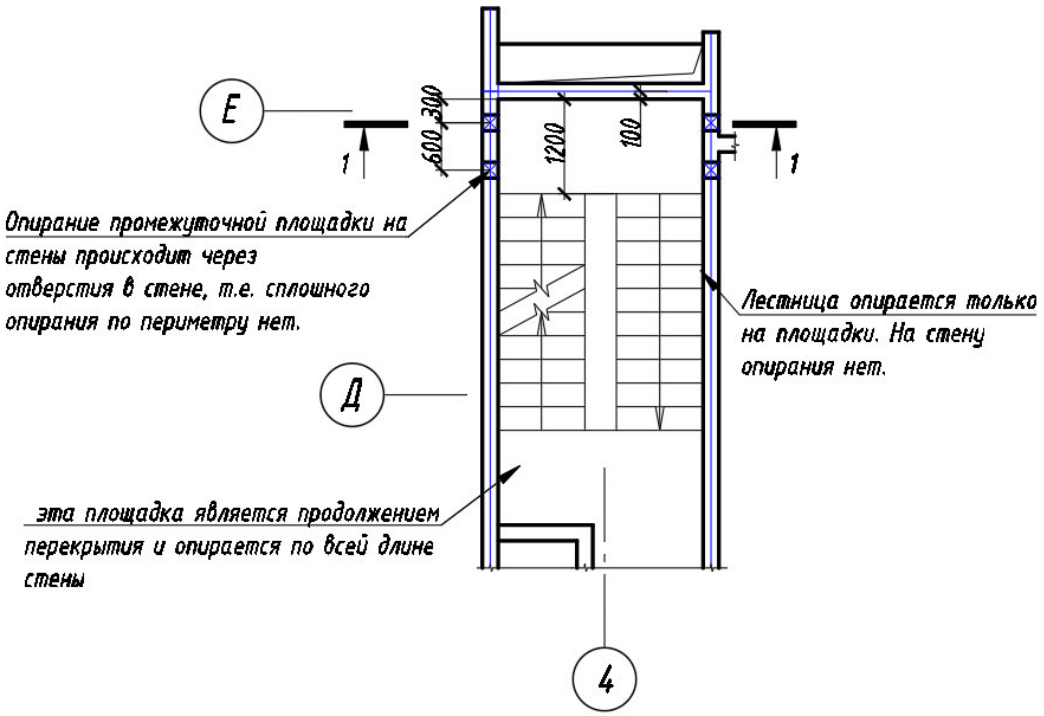


3. Частой ошибкой является то, что лестничная площадка моделируется в жестком сопряжении со стенами. Между тем сплошного опирания нет и опирание, как правило, шарнирное.

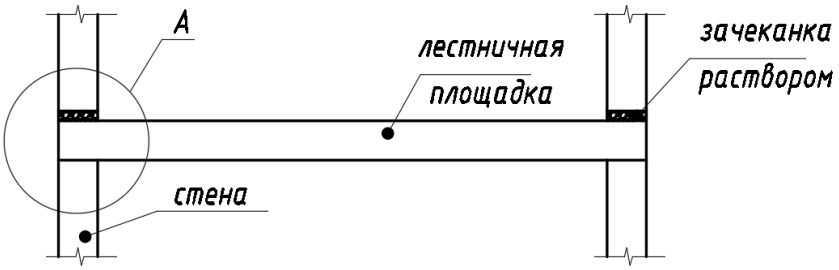
При неправильном моделировании возникает дефицит армирования в пролетной зоне лестничной площадки.



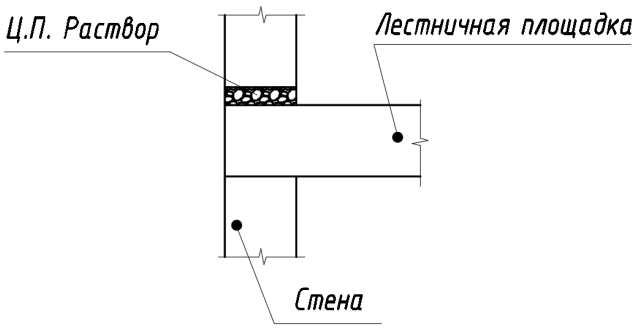



Е
1
600
300
1200
100
1
Опирание промежуточной площадки на стены происходит через отверстия в стене, т.е. сплошного опирания по периметру нет.
Лестница опирается только на площадки. На стену опирания нет.
Д
эта площадка является продолжением перекрытия и опирается по всей длине стены
4

1-1


А
лестничная площадка
зачеканка раствором
стена

Узел А


Ц.П. Раствор
Лестничная площадка
Стена

4. Продольное армирование лестниц и лестничных площадок

Раскладка арматуры по изополям

Продольная арматура разделяется на:

- **Фоновую (основную).** Фоновое армирование раскладывается по всей площади плиты, имеет одинаковый диаметр и шаг. Всегда перекрывает минимальный требуемый процент армирования и всегда не менее 10мм.

- **Дополнительную.** Раскладывается там, где фонового армирования не достаточно как дополнительное усиление. Это, как правило, зоны опор и пролета.

Изополя продольного армирования

После выполнения расчетов должны быть получены изополя армирования в 4 направлениях.

Обязательно необходимо разделить шкалу на фоновую и дополнительную арматуру. Подробнее см. Часть №6.

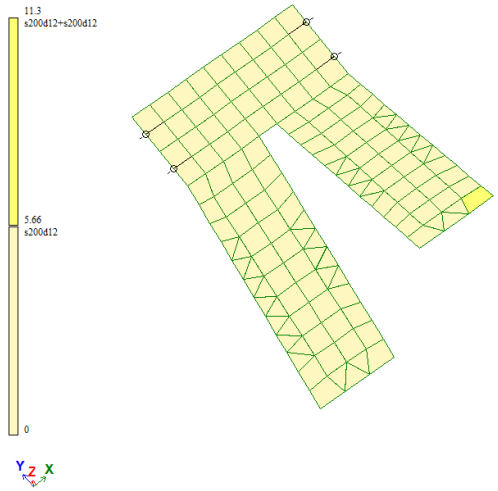


Рисунок. Требуемое верхнее армирование по Y.

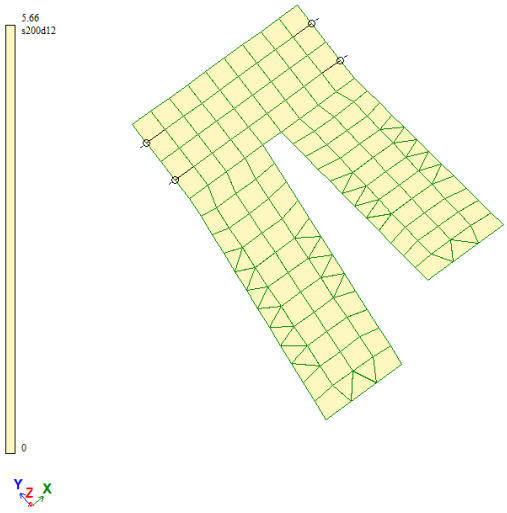


Рисунок. Требуемое верхнее армирование по X.

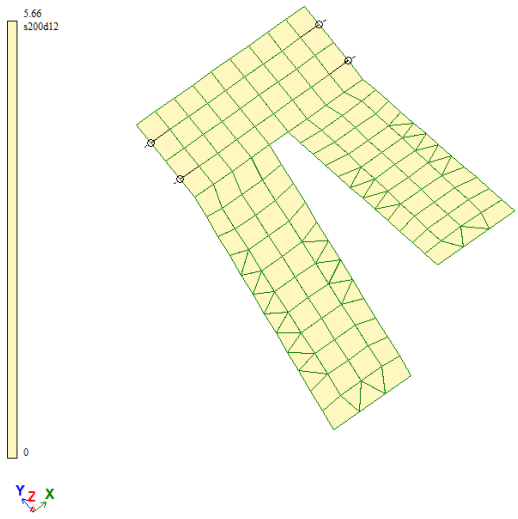


Рисунок. Требуемое нижнее армирование по X.

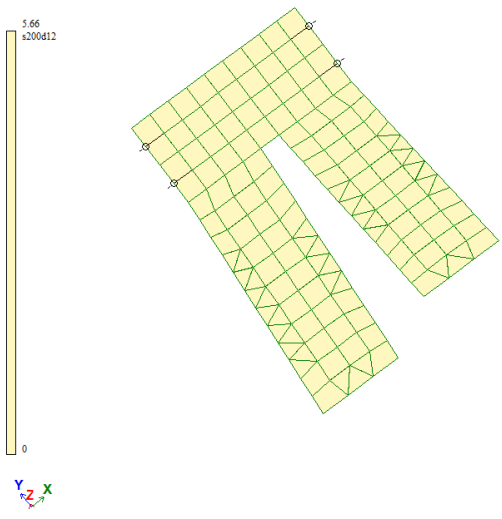


Рисунок. Требуемое нижнее армирование по Y.

Программа подбирает армирование в конечном элементе **БЕЗ учета анкеровки арматуры.** Анкеровка арматуры обеспечивается путем продления стержня за пределы требуемой зоны армирования. Подробнее можно прочитать в части Справочника по плитам.

5. Поперечное армирование лестниц и лестничных площадок

Поперечное армирование в плите и лестничной площадке определяется по изополям армирования.

Поперечное армирование в месте опирания лестничной площадки на стены определяется по поперечному армированию в условной балке, моделирующей данное опирание.

Программа не всегда правильно определяет конструктивные требования по допустимому шагу **не более $h_0/2$ и не более 300мм, поэтому шкалу нужно корректировать вручную.**

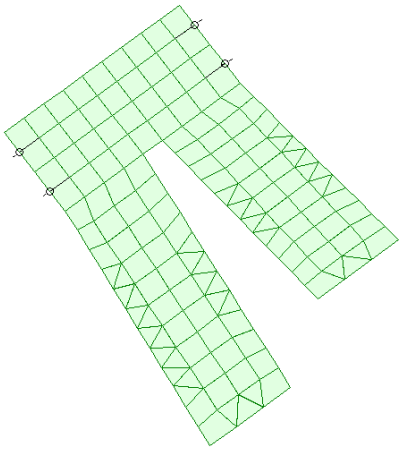


Рисунок. Требуемое поперечное армирование плит на 1м². (в данном случае расчетное поперечное армирование не требуется)

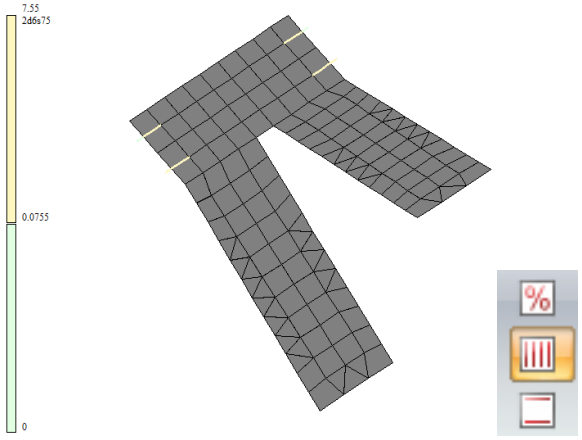


Рисунок. Требуемое поперечное армирование в месте опирания лестничной площадки на стены.

Вертикальное направление поперечного армирования.

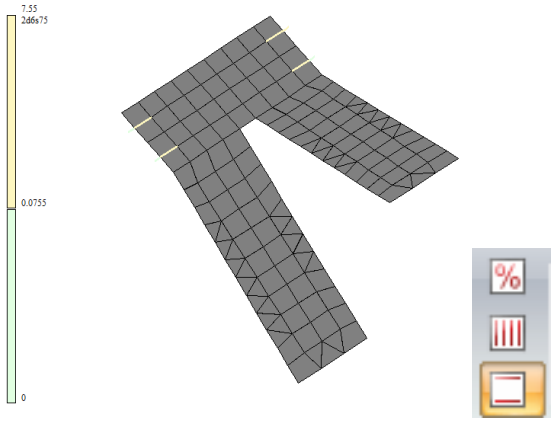
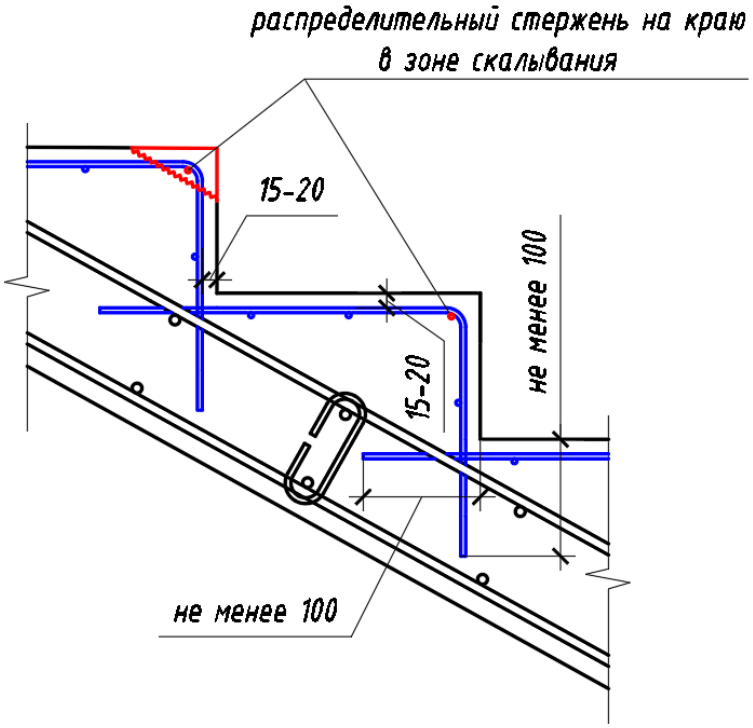


Рисунок. Требуемое поперечное армирование в месте опирания лестничной площадки на стены.

Горизонтальное направление поперечного армирования.

6. Конструктивное армирование лестниц и лестничных площадок

В монолитных лестницах, как правило, конструктивно армируют ступени. Армирование принимают конструктивное с шагом 100х100 диаметром 8мм. Самое главное установить распределительный стержень в самый край ступени чтобы минимизировать риск скалывания.



От автора. Опытный читатель заметит, что в серийно изготовленных (сборных) лестничных маршах ступени вообще не армируют. Это связано прежде всего с тем что марши изготавливаются в формах с определенными радиусами при вертикальной укладке бетона. Данные факторы позволяют сделать поверхность бетона такой, чтобы риск скола был минимальным.



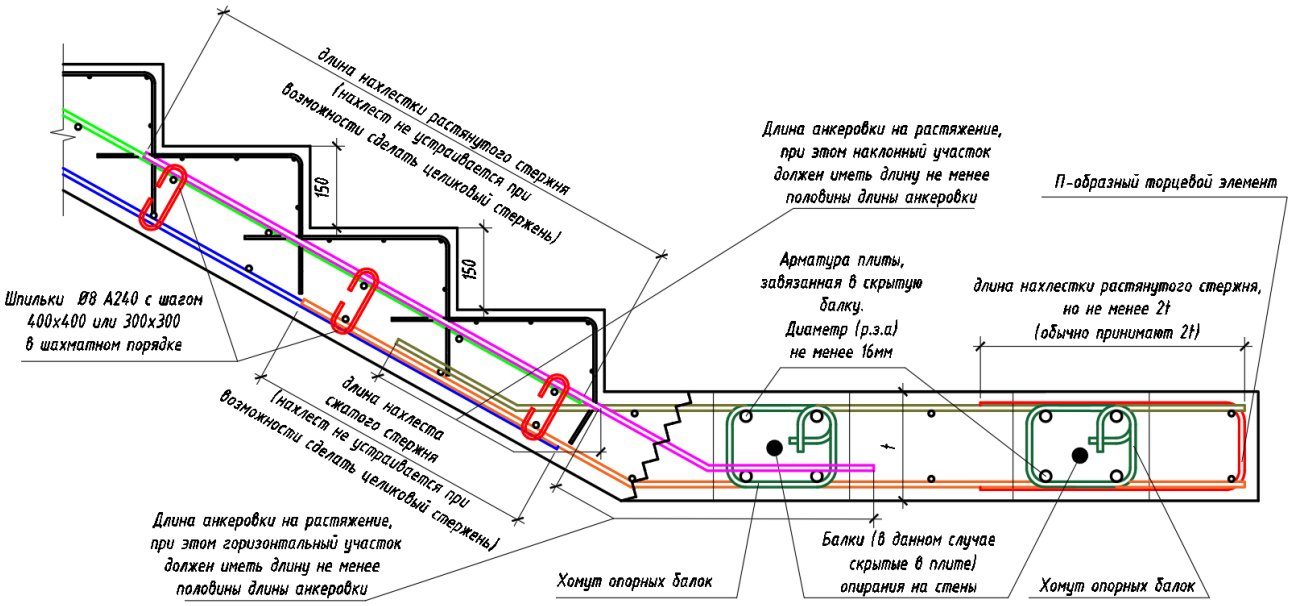
Форма для изготовления сборных маршей на заводе.

7. Жесткие сопряжение лестниц и лестничных площадок

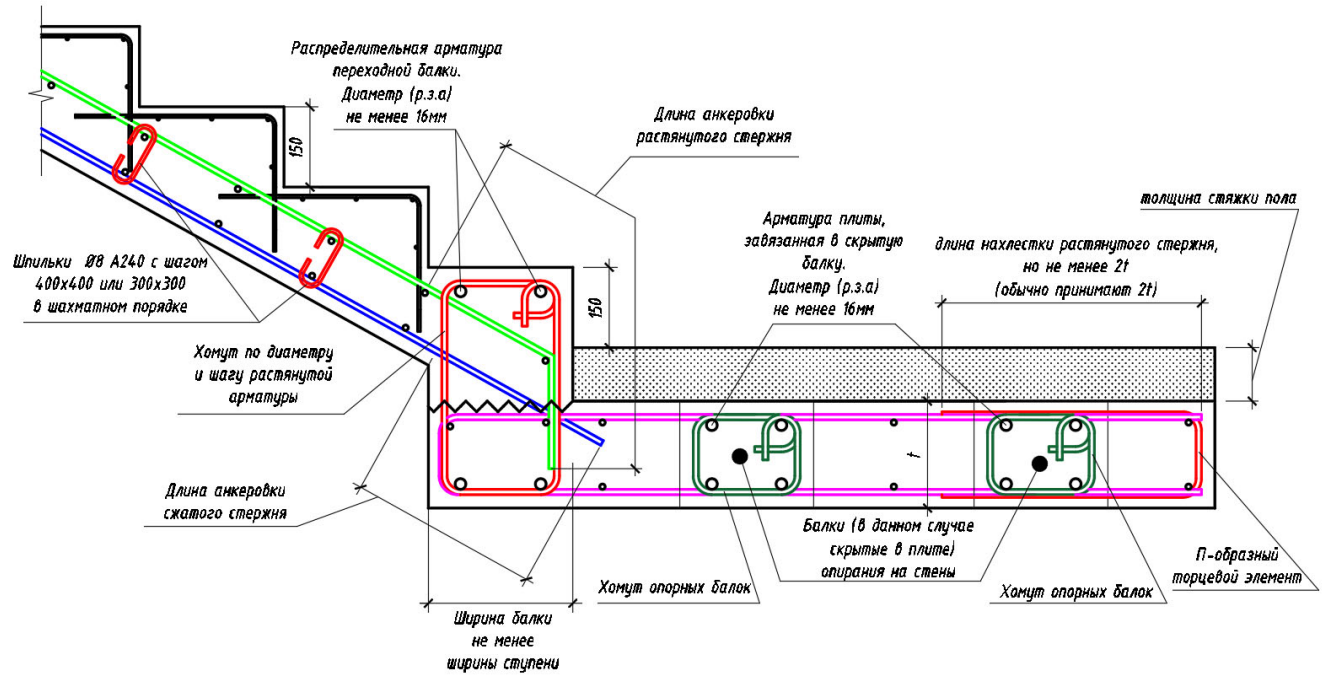
Самое важное рассчитать ступени так, чтобы первая и последняя ступень были такой же высоты как и все остальные. Высота определяется уровнем стяжки/отделки на перекрытии/лестничной площадке и отделкой самого марша.

Далее приведены узлы опирания как на лестничную площадку, так и на плиту перекрытия. По сути отличие будет только в том, что у площадки будут скрытые балки для опирания на стену, а у плиты нет.

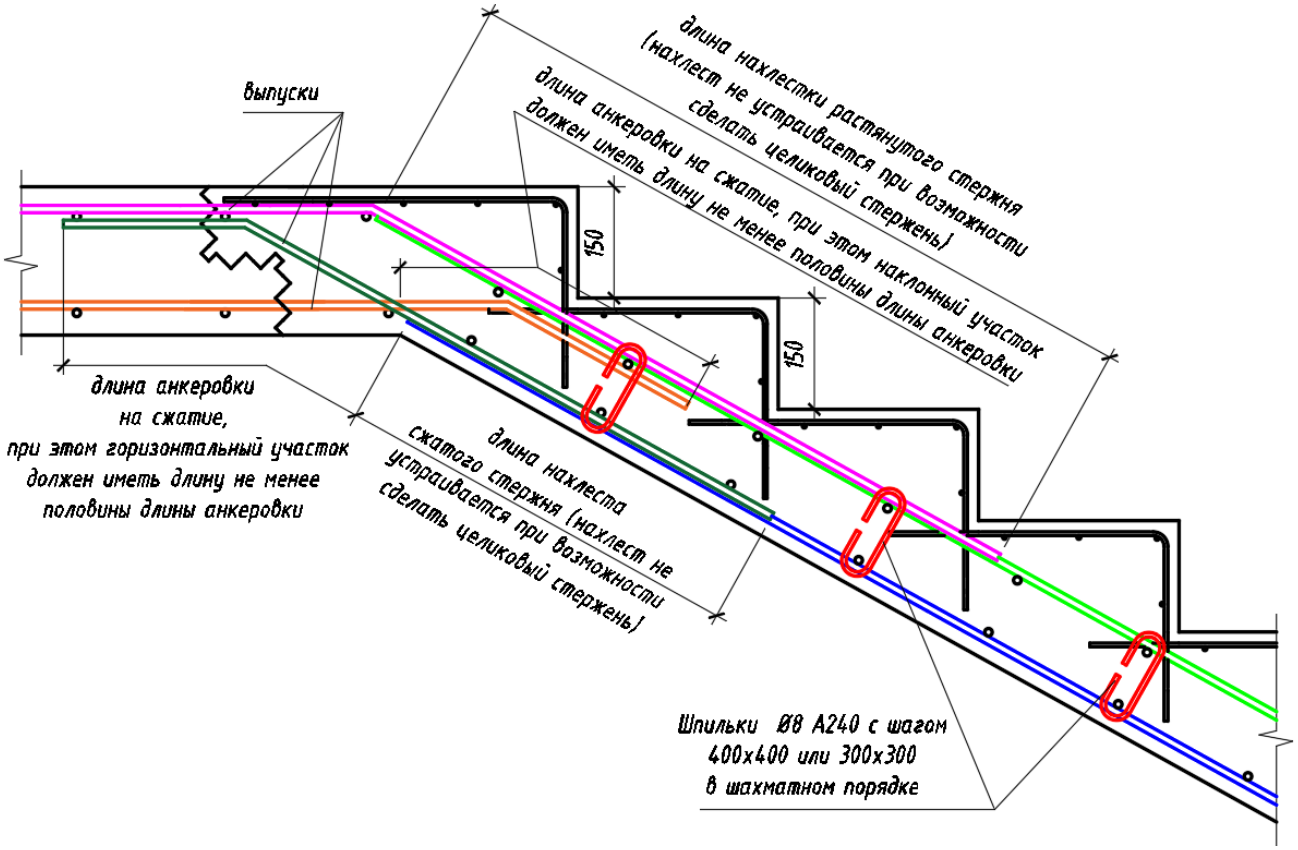
Опирание на площадку при одинаковой отделке



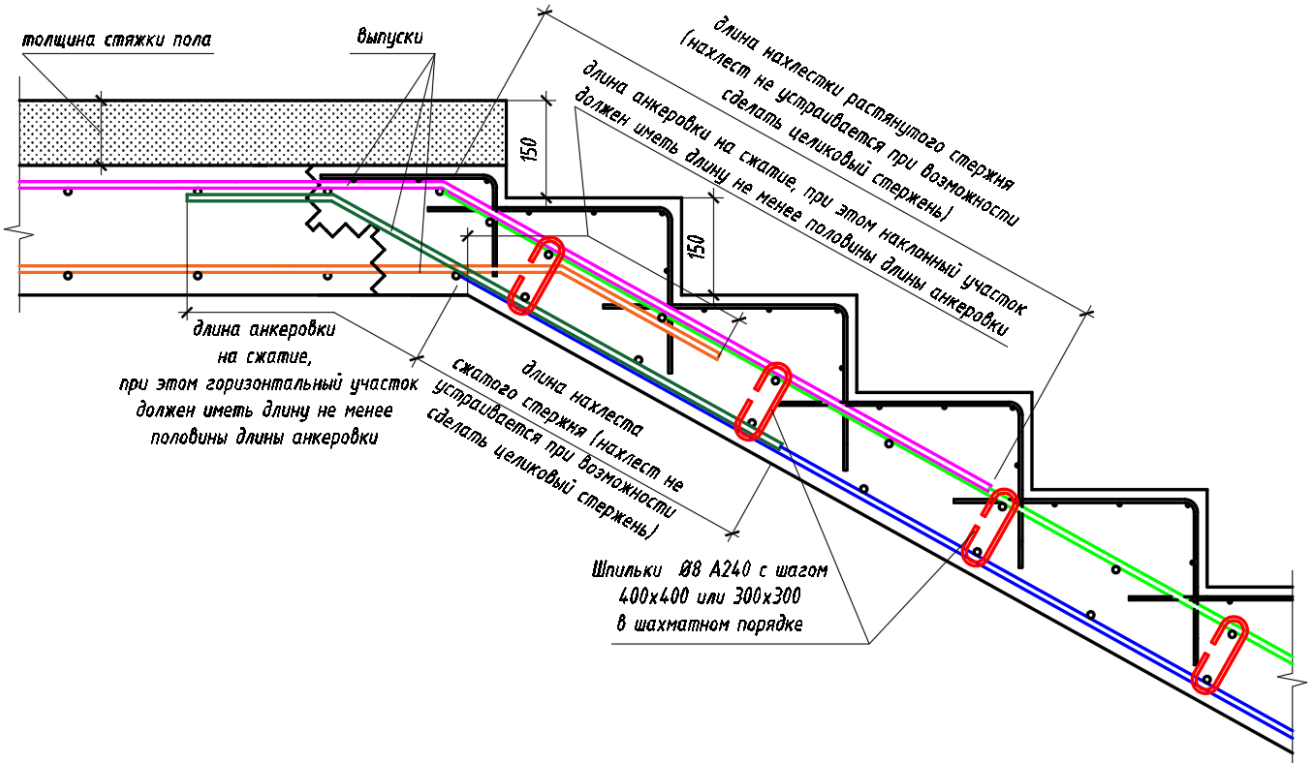
Опирание на площадку при отделке площадки большей, чем у лестницы



Опирание лестницы на плиту перекрытия при одинаковой отделке



Опирание лестницы на плиту перекрытия при отделке плиты перекрытия большей, чем у лестницы



8. Шарнирное сопряжение лестниц и лестничных площадок

Шарнирное сопряжение лестниц с лестничными площадками используется тогда, когда используются сборные заводские марши.

Использование сборных заводских маршей очень часто можно увидеть в реальном проектировании.

Классификация маршей

1. Серийные заводские марши. На данные марши уже сделаны чертежи и они находятся в свободном доступе. Для их использования необходимо, чтобы высоты этажей и габариты лестничной клетки соответствовали применяемой серии. Решение вопроса компоновки в первую очередь возлагается на архитектора, а не на конструктора.

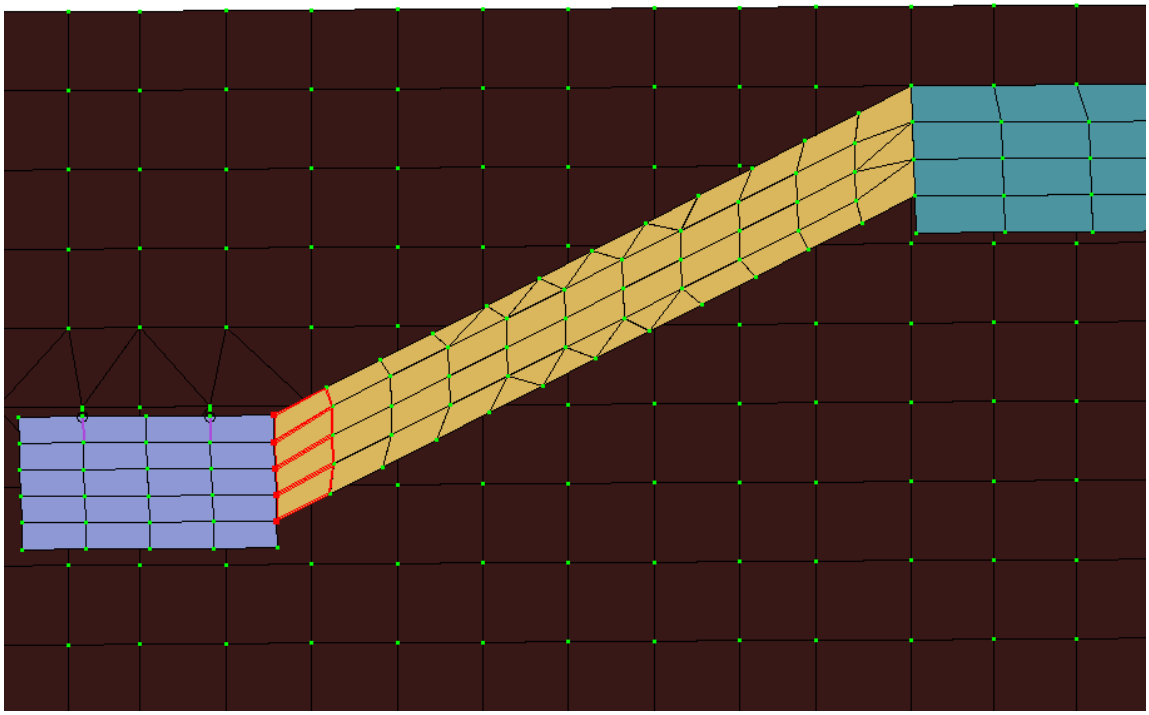
2. Заводские марши индивидуального изготовления. Если серийные марши применить нельзя, то по аналогии с ними изготавливают марши под индивидуальные размеры. В маршах индивидуального изготовления стараются сделать все углы в узлах прямыми. Прямые углы в узлах примыкания проще выполнить при изготовлении непосредственно на стройплощадке.

Шарнирное опирание в программе моделируется путем расшивки узлов с объединением перемещений по X,Y,Z по нижним узла марша и по верхним расшивку с объединением по Z.

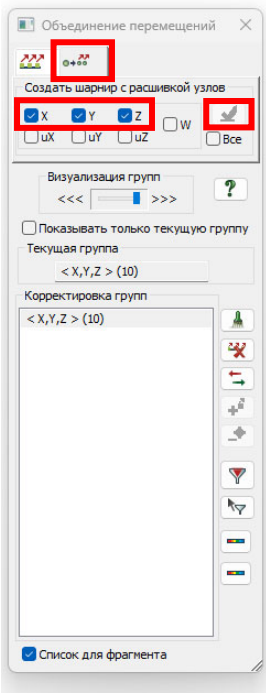
Алгоритм задания следующий:

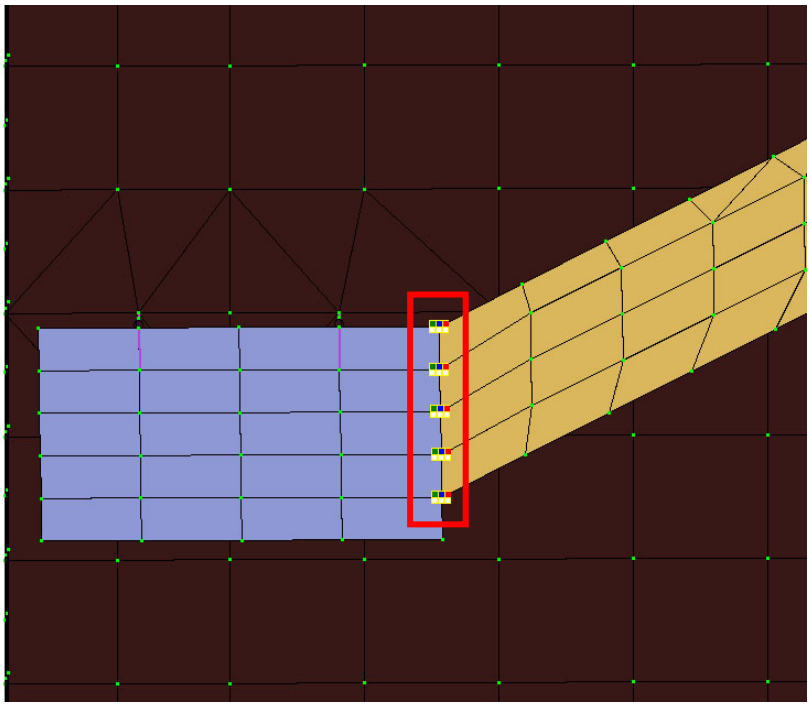
1. Лестница задается по аналогии с монолитной (см. часть №2 Справочника).

2.1. Выделяются нижние узлы и элементы лестничного марша.

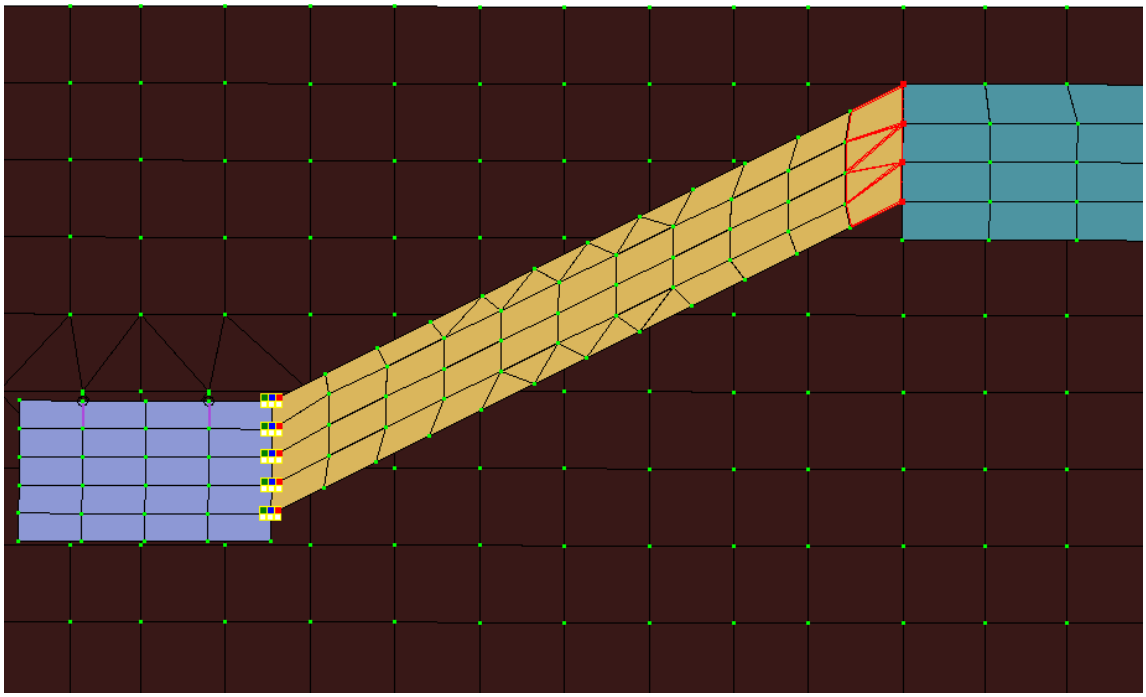


2.2. Задается «Расшивка узлов с объединением перемещений по X,Y,Z» 

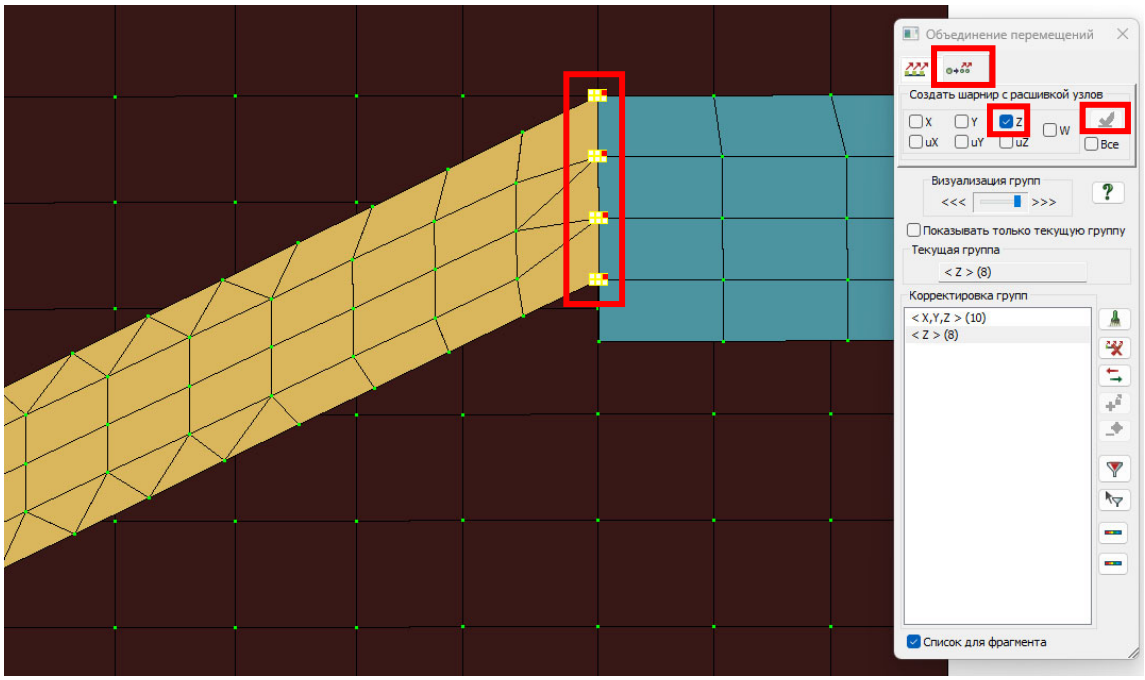




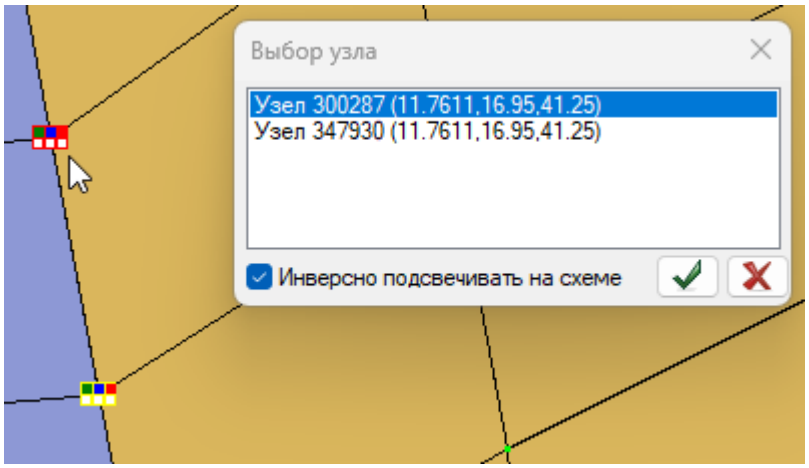
3.1. Выделяются верхние узлы и элементы лестничного марша.



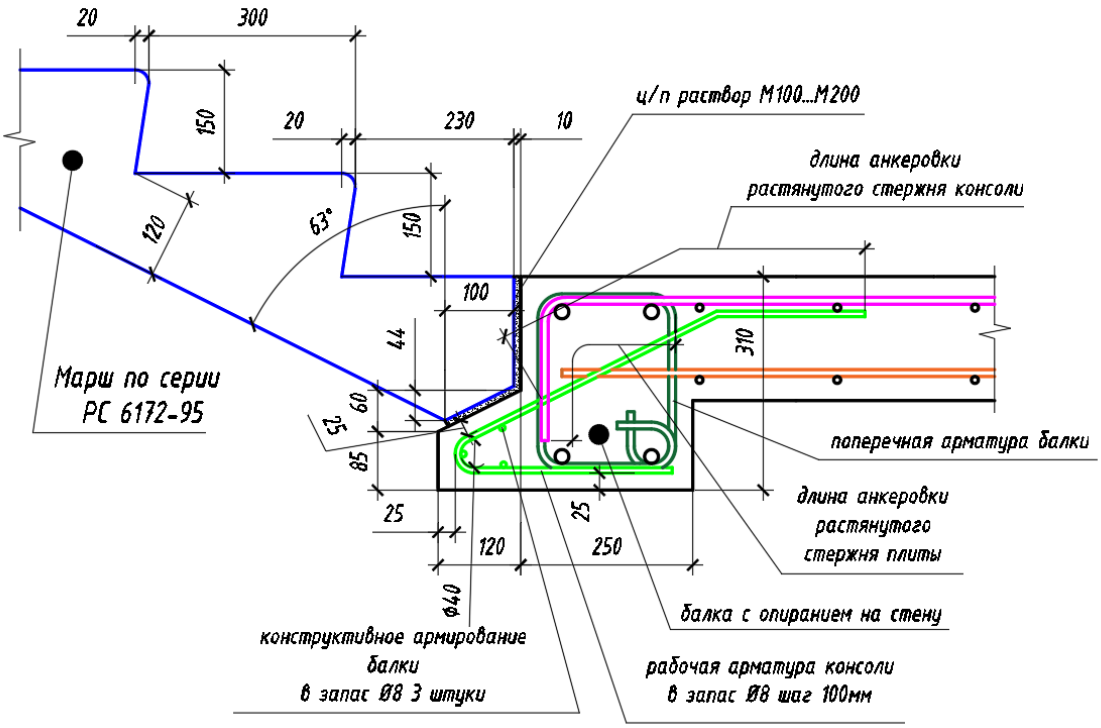
3.2. Задается «Расшивка узлов с объединением перемещений по Z» 

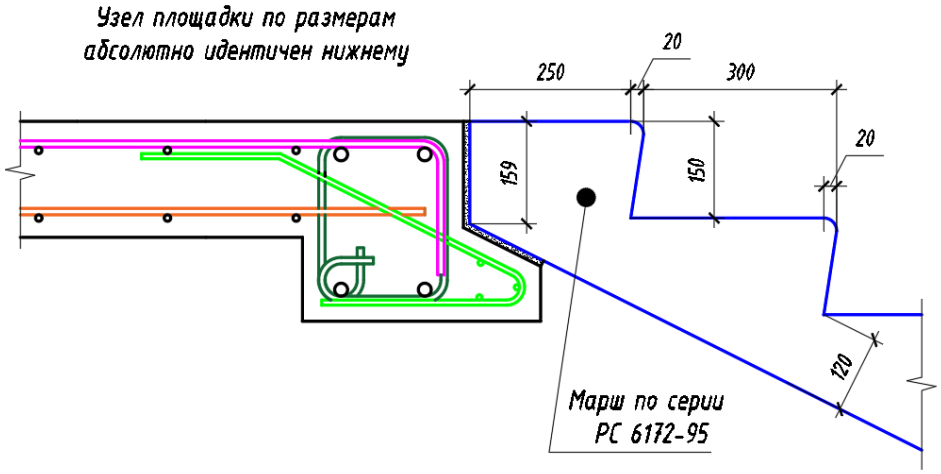


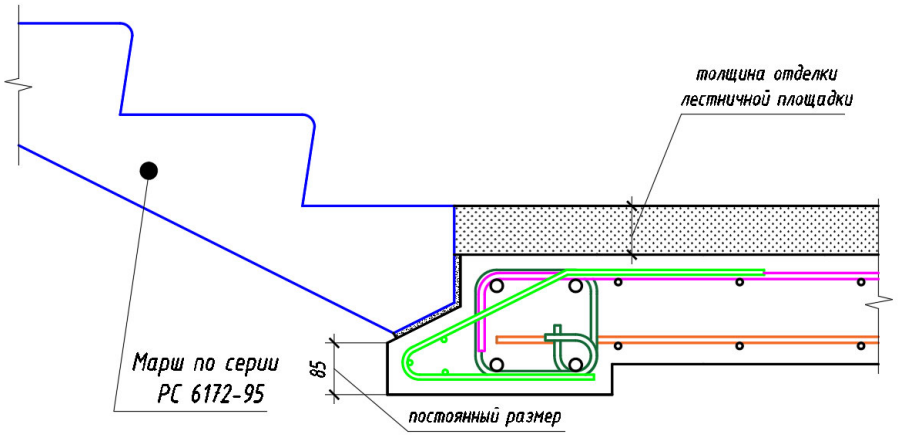
4. Делается проверка правильности задания «Расшивки узлов». В одном месте должно быть два узла. Нужно нажать выбор узла, программа должна вывести окно, в котором предлагает выбрать один из двух узлов. Если такого не произошло, то были заданы объединения перемещений без расшивки узлов, что не правильно.



Марш по серии РС 6172-95 при стыковке с монолитными площадками/плитами

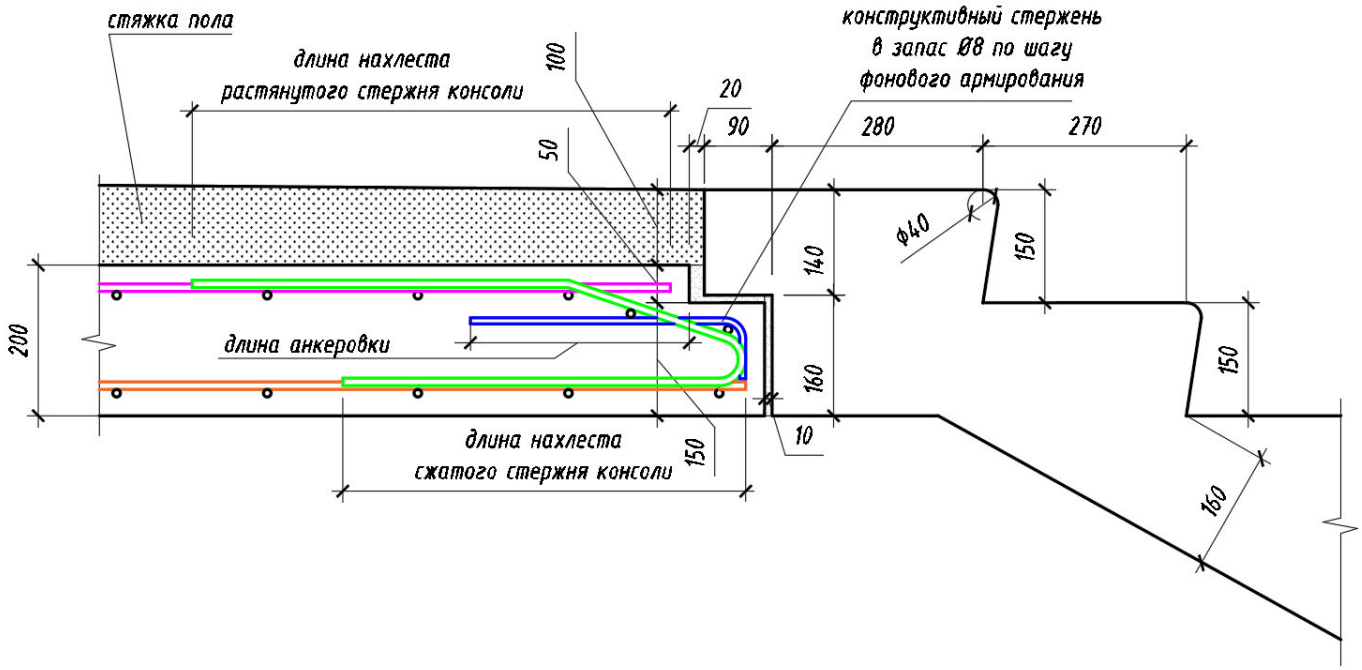


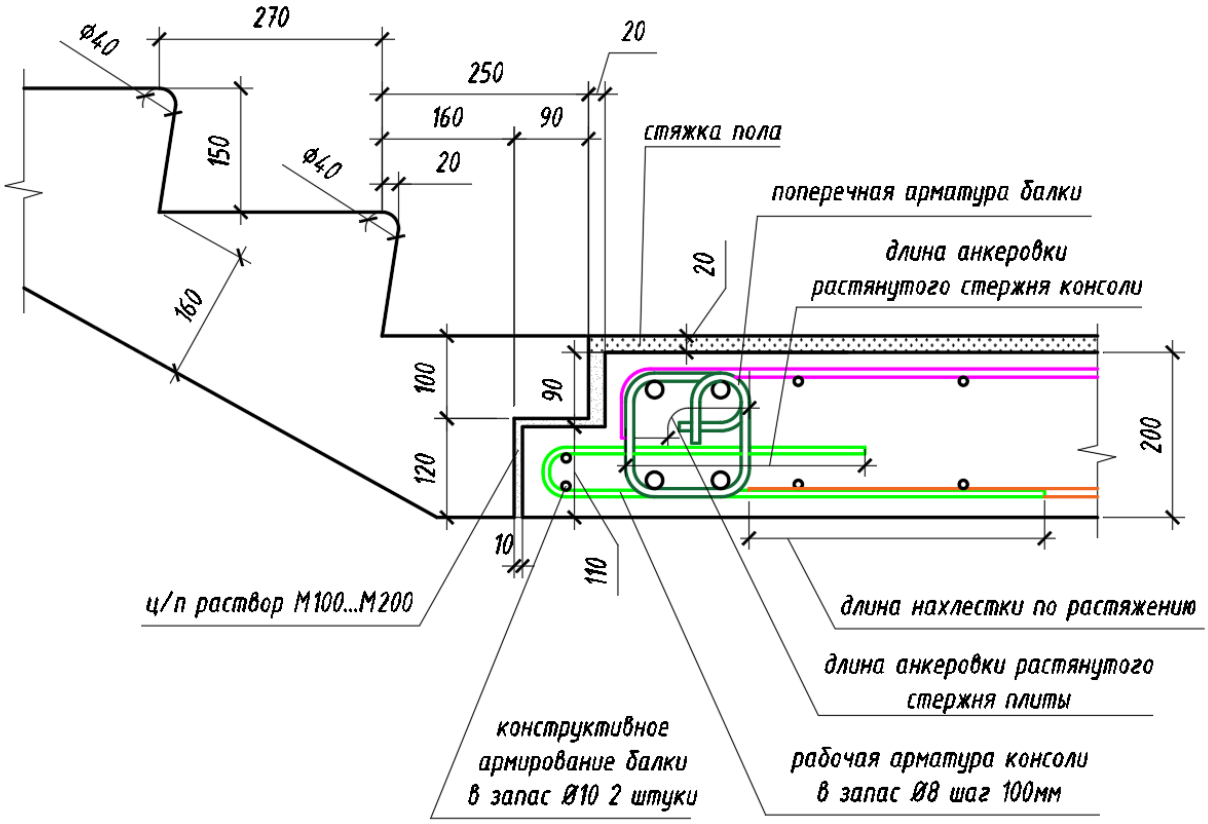




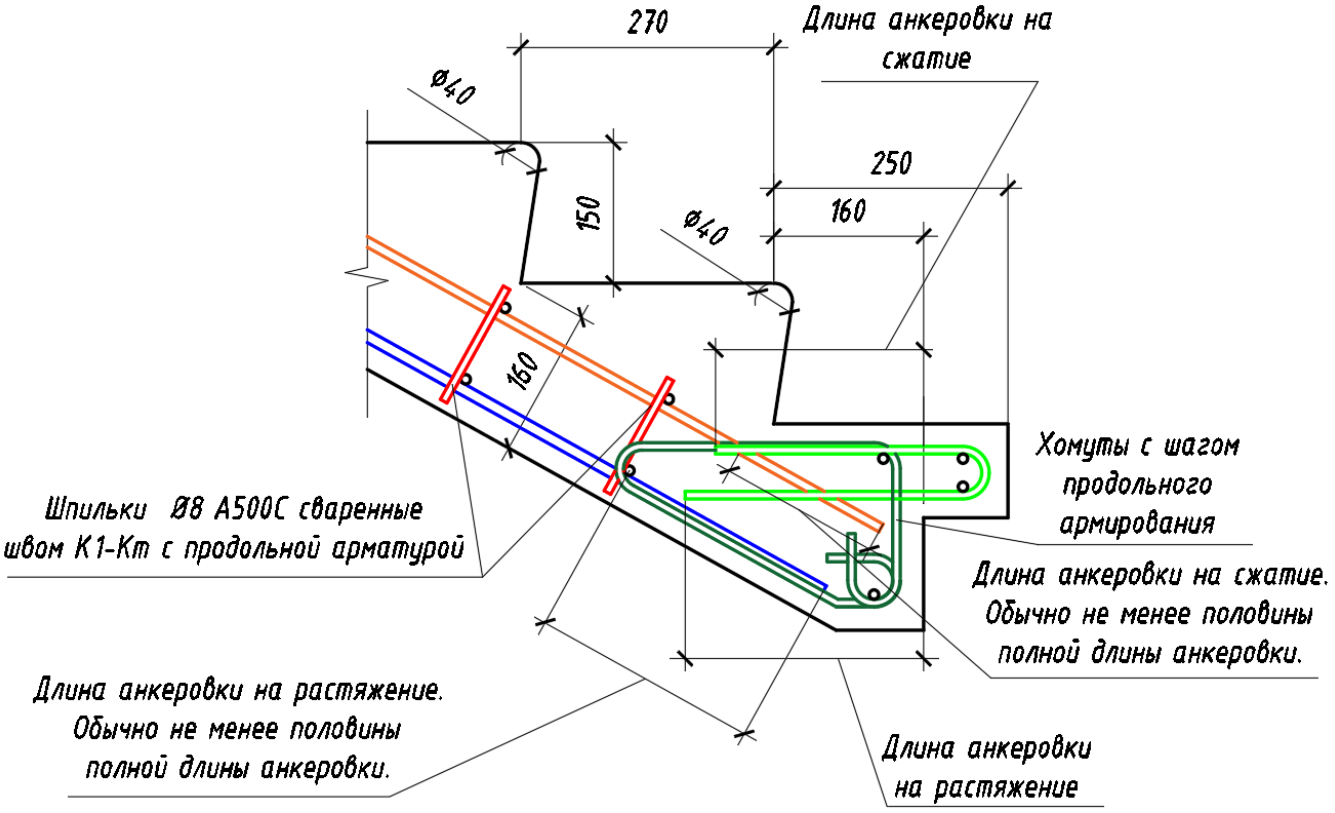
Марш индивидуального при стыковке с монолитными площадками/плитами.

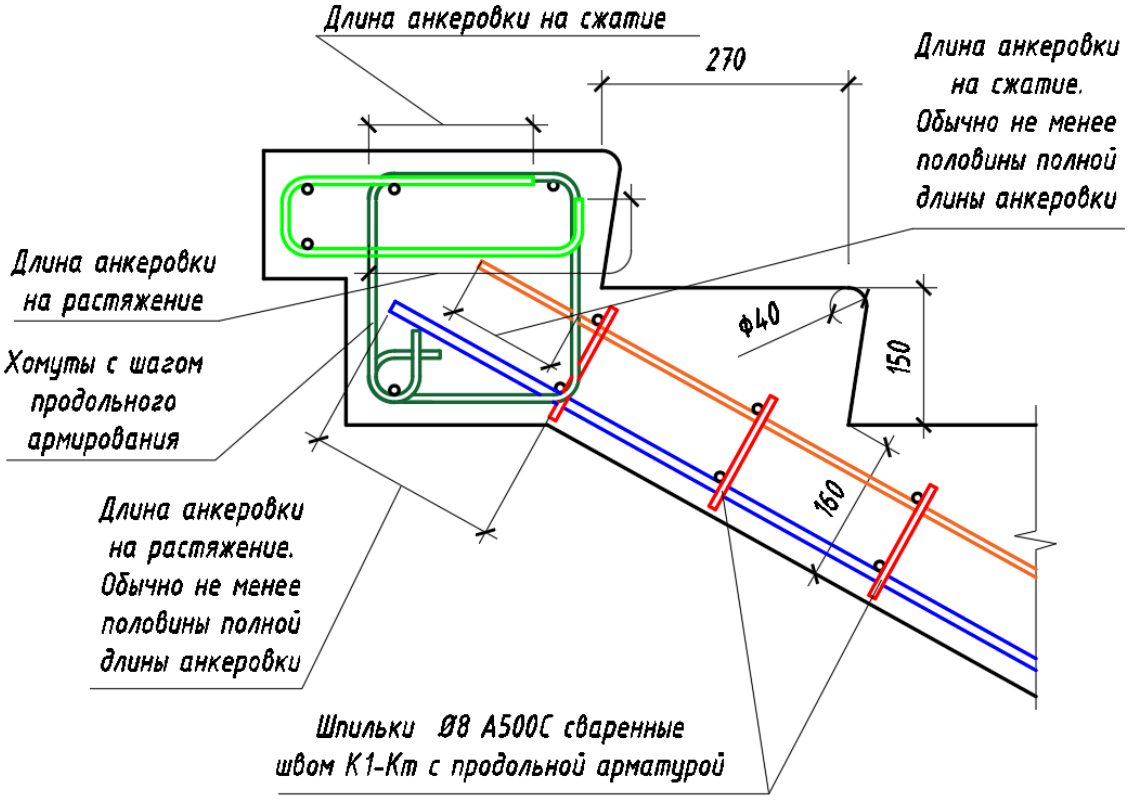
Пример с размерами.



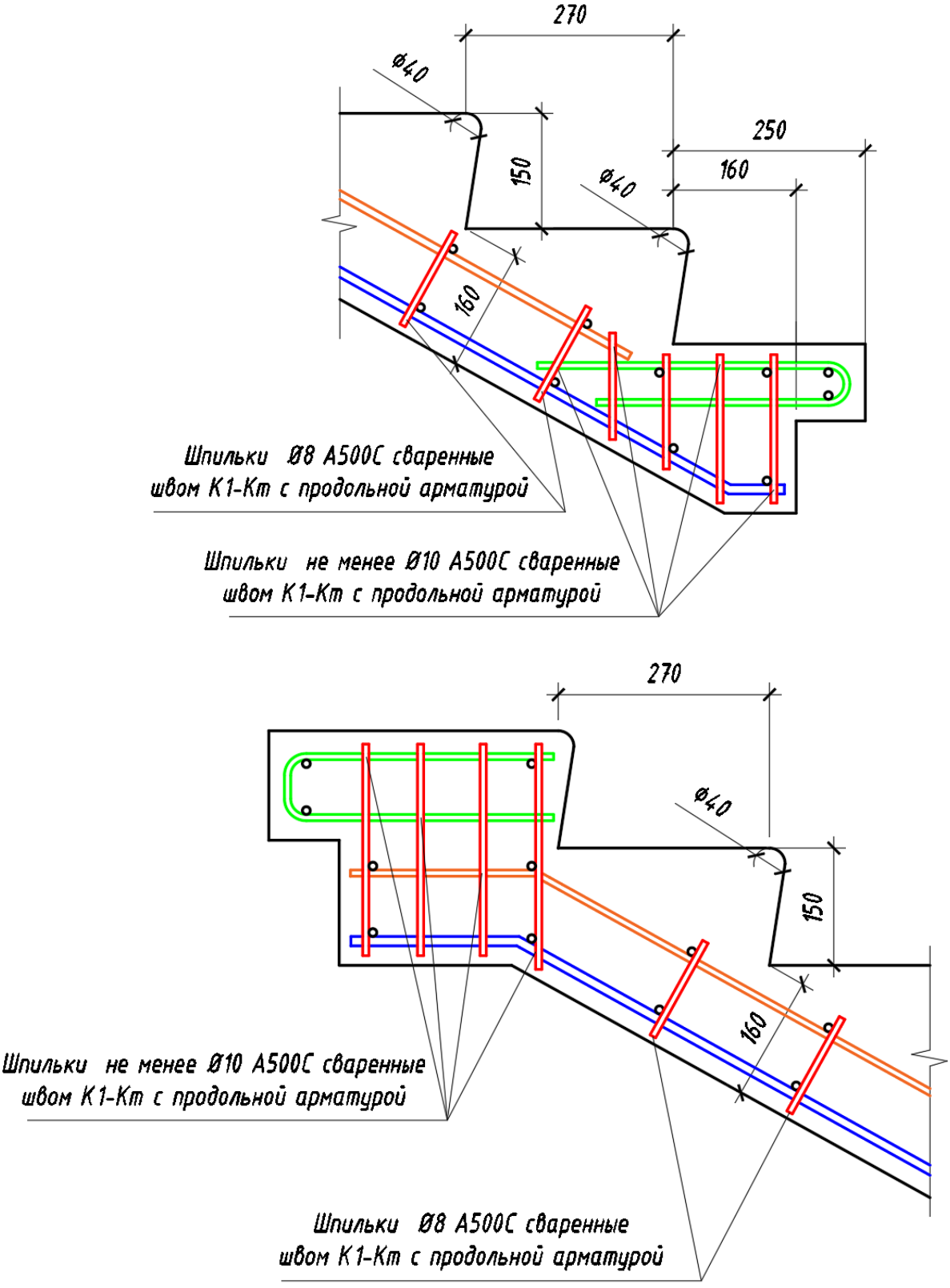


Пример компоновки узлов опирания сборного марша №1.



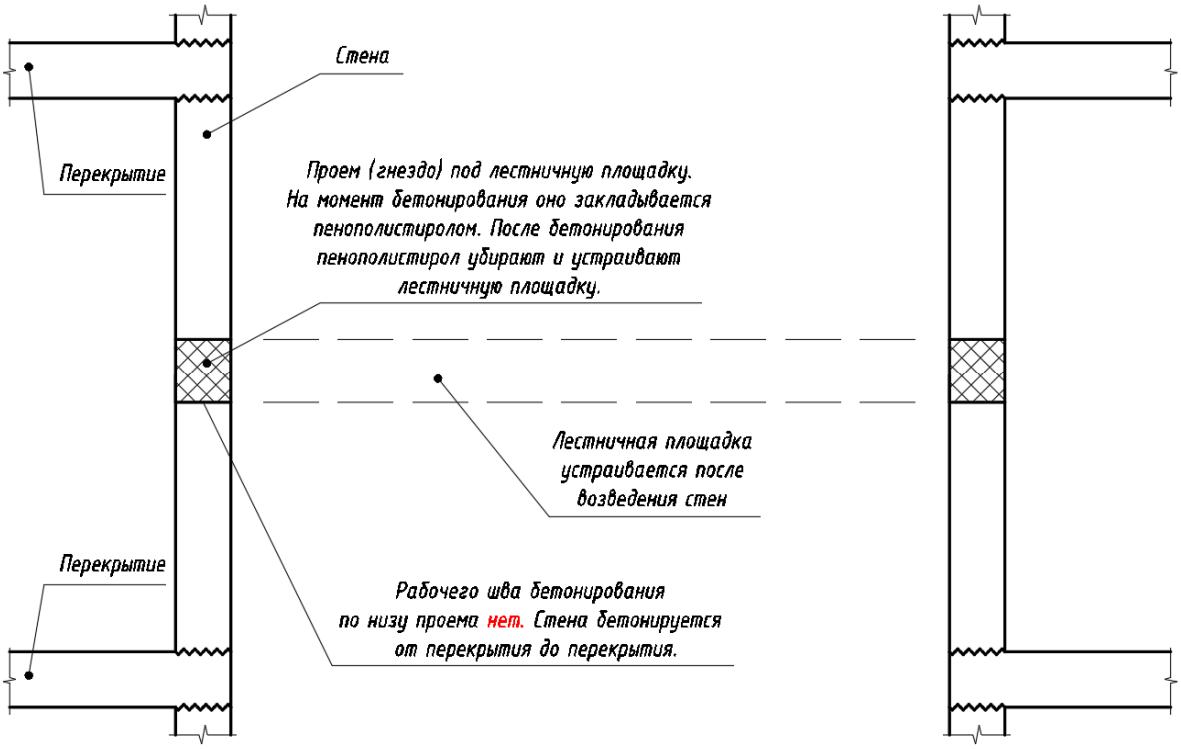


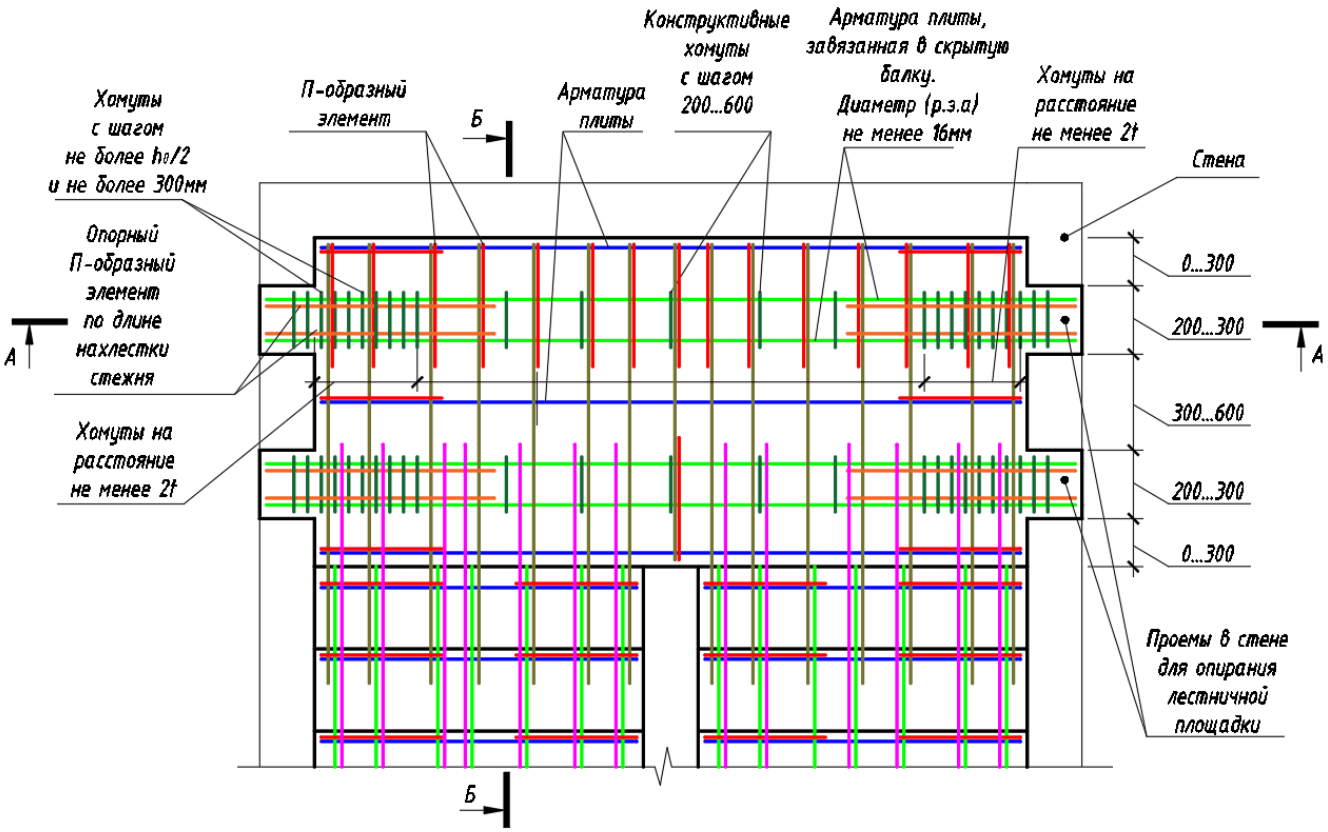
Пример компоновки узлов опирания сборного марша №2.

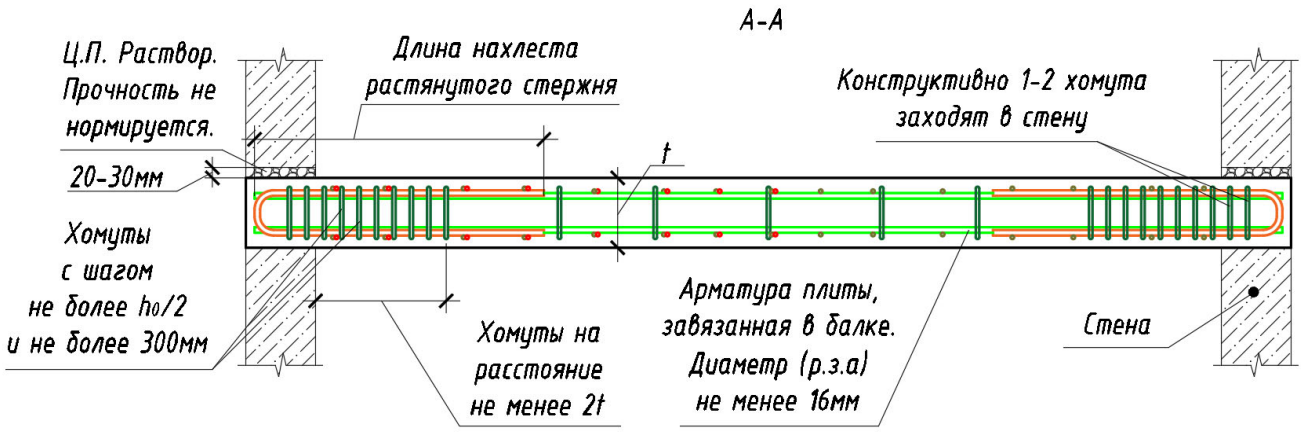


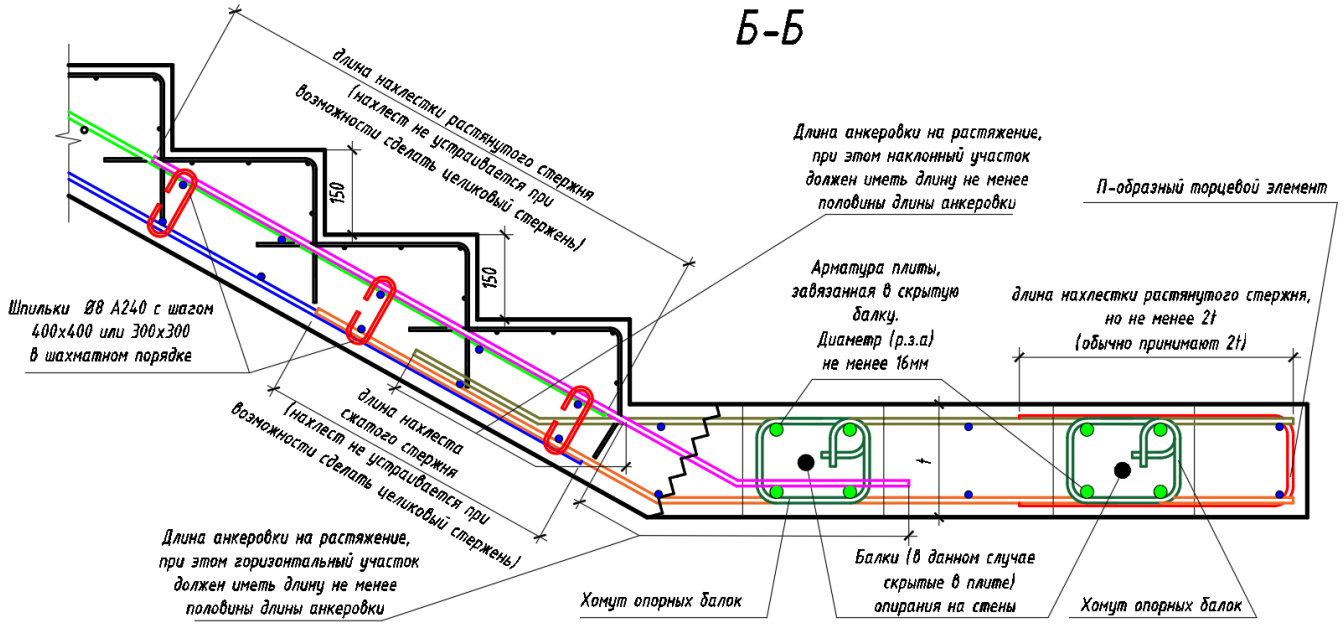
9. Опирание лестничных площадок на стены

Конструктивно наиболее удобно выполнять шарнирное опирание лестничной площадки на стены. Это связано с тем, что гораздо проще бетонировать стену от перекрытия до перекрытия за один раз.

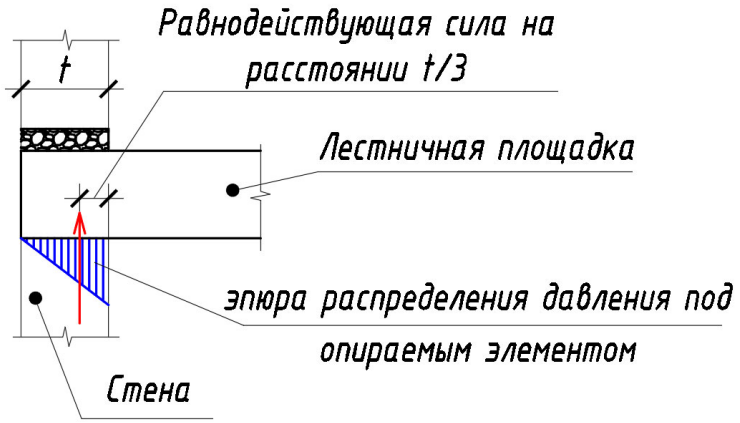





А-А
Ц.П. Раствор. Прочность не нормируется.
20-30мм
Хомуты с шагом не более h0/2 и не более 300мм
Длина нахлеста растянутого стержня
t
Конструктивно 1-2 хомута заходят в стену
Хомуты на расстояние не менее 2t
Арматура плиты, завязанная в балке. Диаметр (р.з.а) не менее 16мм
Стена


Б-Б
длина нахлестки растянутого стержня (нахлест не устраивается при возможности сделать целиковый стержень)
150
150
Длина анкеровки на растяжение, при этом наклонный участок должен иметь длину не менее половины длины анкеровки
П-образный торцевой элемент
Шпильки Ø8 А240 с шагом 400х400 или 300х300 в шахматном порядке
Арматура плиты, завязанная в скрытую балку. Диаметр (р.з.а) не менее 16мм
длина нахлестки растянутого стержня, но не менее 2t (обычно принимают 2t)
длина нахлеста сжатого стержня (нахлест не устраивается при возможности сделать целиковый стержень)
t
Длина анкеровки на растяжение, при этом горизонтальный участок должен иметь длину не менее половины длины анкеровки
Балки (в данном случае скрытые в плите) опирания на стены
Хомут опорных балок
Хомут опорных балок

Проверка на смятие



Расчет на смятие производится для двух направлениях: в вертикальном и в горизонтальном.

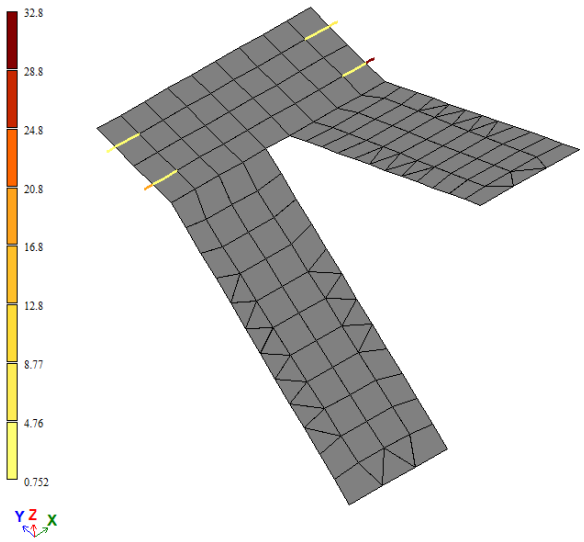
Условие прочности:

$$G = \frac{2Q}{A_b} = \frac{2Q}{t \cdot b} \leq R$$

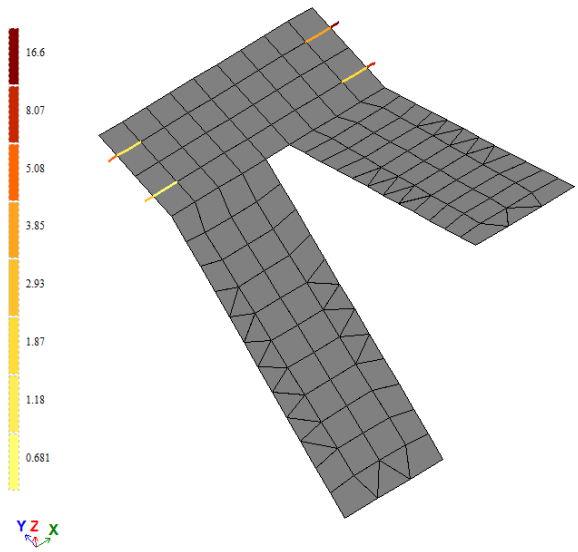
t – ширина опорной части;

b – длина опорной части;

R – расчетное сопротивление бетона на сжатие (можно брать на смятие, что несколько повысит данное значение). Класс бетона принимается по наименьшему классу (или стена или площадка).



Поперечная сила Qz
(действующая вертикально)



Поперечная сила Qy
(действующая горизонтально)

10. Рабочие швы

Требования п.5.3.12 СП 70.13330.2012:

Поверхность рабочих швов, устраиваемых при укладке бетонной смеси с перерывами, **должна быть перпендикулярна оси** бетонируемых колонн и балок, поверхности плит и стен. Возобновление бетонирования допускается производить по достижении бетоном прочности не менее 1,5 МПа. Рабочие швы по согласованию с проектной организацией допускается устраивать при бетонировании:

-колонн и пилонов – на отметке верха фундамента, низа порогов, балок и подкрановых консолей, верха подкрановых балок, низа капителей колонн;

-балок больших размеров, монолитно соединенных с плитами – на 20-30 мм ниже отметки нижней поверхности плиты, а при наличии в плите капителей – на отметке низа капителей плиты;

-плоских плит – в любом месте параллельно меньшей стороне плиты;

-ребристых покрытий – в направлении, параллельном второстепенным балкам;

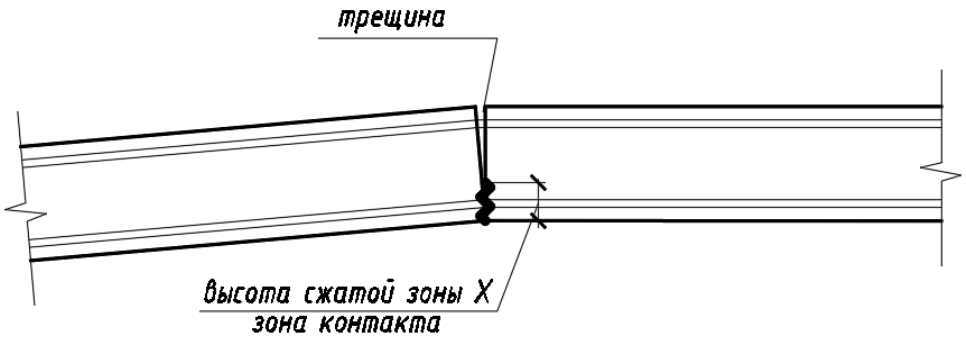
-отдельных балок – в пределах средней трети пролета балок, в направлении, параллельном главным балкам (прогонам) в пределах двух средних четвертей пролета прогонов и плит;

-массивов, арок, сводов, резервуаров, бункеров, гидротехнических сооружений, мостов и других сложных инженерных сооружений и конструкций – в местах, указанных в проекте.

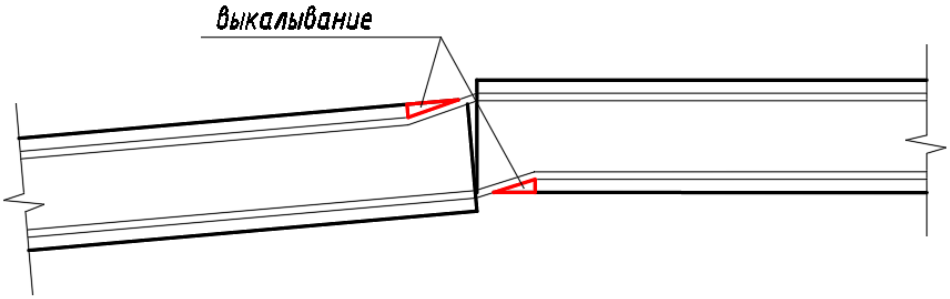
Про лестничные площадки и марши в нормах не говорится, однако, как правило, рабочие швы устраиваются в месте сопряжения марша и площадки.

Механика разрушения и схема деформирования. Разрушение происходит от поперечной силы, которая стремится сместить части конструкций друг относительно друга. При этом обычный рабочий шов работает не на полную высоту, а только в той части где имеется сжатая зона (высота **x**). Сжатая зона определяется путем расчета сечения изгибаемого элемента с нахождением высоты сжатой зоны(это можно сделать, например, в программе Статика ТехСофт). Если трещина не раскрывается, то высота **x** принимается по полной высоте плиты.

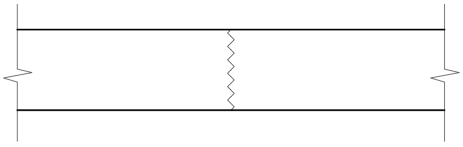
Расчетная схема деформирования

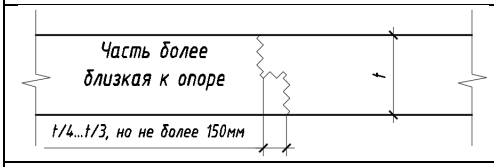
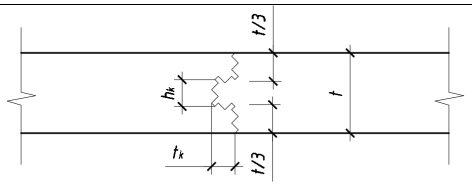
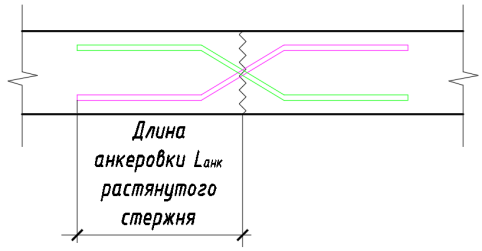


Характер разрушения

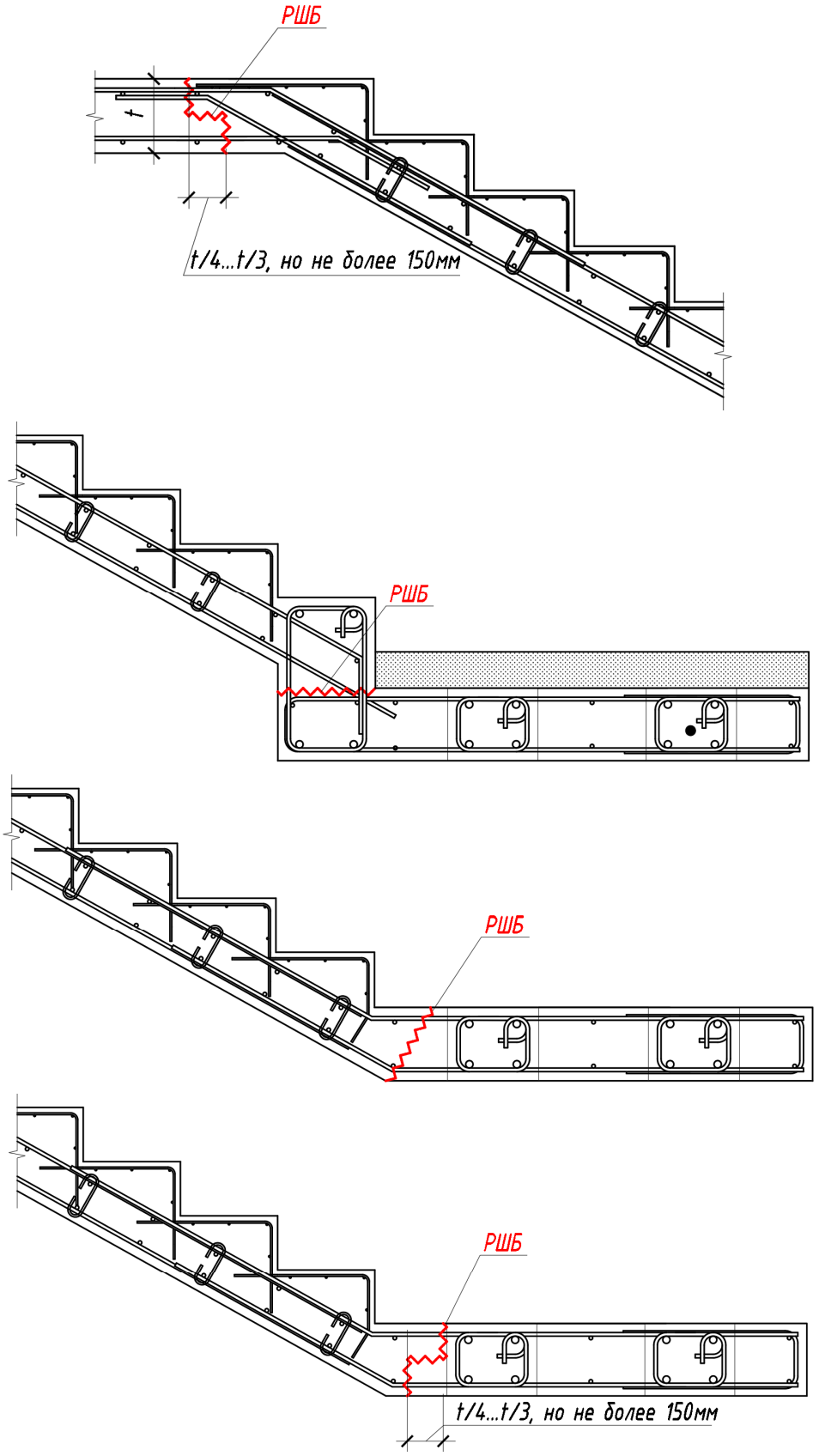


Справочная таблица 14. Рабочие швы и методика расчета

Рабочий шов	*Методика расчета.* **Расчет рабочих швов в нормах не приводится. Далее приведен инженерный подход.**
Обычные рабочие швы перпендикулярные оси балки	
	Расчет ведется по формуле 5.1.28 СП 337.1325800.2017 (применительно). Несущая способность определяется по формуле $$Q_{\text{РШБ}} = \gamma_{b,sh,j} R_{bt} A_{b,j} = \gamma_{b,sh,j} R_{bt} b\, x$$ $\gamma_{b,sh,j}$ – коэффициент принимаемый равным 0,5(как для необработанных швов); R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению, МПа; $A_{b,j} = b\, x$ – площадь контакта, м^2 b – ширина контакта, м x – высота сжатой зоны, м *От автора: из норм в запас исключили величину обжатия в шве, поэтому несущая способность получается заниженной.*

Рабочие швы с зубом	
	Формулы те же, что и в первом случае, только $\gamma_{b,sh,j}$ – коэффициент принимаемый равным 1(поскольку зацепление гораздо лучше).
Рабочие швы со шпонками	
	**Расчет ведется по формулам приложения Е СП 63.13330.2018.** **Выбирается минимальная несущая способность из двух значений:** **1 значение:** $Q_{\text{РШБ}} = t_k l_k R_b$ **2 значение:** $Q_{\text{РШБ}} = 2 l_k h_k R_{bt}$ R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению, МПа; R_b – расчетное сопротивление бетона сжатию, МПа; l_k – длина рабочего шва, м
Рабочие швы с дополнительным армированием от сдвига	
	$Q_{\text{РШБ.АРМ}} = \gamma_{b,sh,j} R_{bt} A_{b,j} + \gamma_{sb,sh,j} R_{bt} R_{sj} A_{sj}$ $\gamma_{b,sh,j}$ – коэффициент принимаемый равным 0,5(как для необработанных швов); R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению, МПа; $A_{b,j} = b\,x$ – площадь контакта, м^2 b – ширина контакта, м x – высота сжатой зоны, м $\gamma_{sb,sh,j}$ – коэффициент, принимаемый равным 1,0 (МПа)$^{-1}$ A_{sj} – площадь армирования усиления рабочего шва, м^2 R_{sj} – расчетное сопротивление арматуры растяжению, МПа $Q_{\text{РШБ.АРМ}}$ **принимают не более величины** $2R_{bt}A_{b,j}$ **и не более чем величина несущей способности шва по случаю шпонки.**

Стандартные места устройства рабочих в лестницах и лестничных площадках



11. Поддерживающие элементы в лестницах и лестничных площадках

Поддерживающие элементы для лестниц и лестничных площадок – это «стульчики» и «лягушки».

«Стульчик» – это пластиковый фиксатор защитного слоя, устанавливаемый на опалубку и обеспечивающий защитный слой. Шаг установки «стульчиков» по длине арматуры принимают обычно 500мм. На чертежах и в спецификациях стульчики обычно не отображают. Важно отметить, что пластиковые стульчики, как правило, обеспечивают защитный слой кратный 5мм: 15,20,25,30,35,40,45,50. При нестандартных защитных слоях ножки стульчиков приходится спиливать по месту.

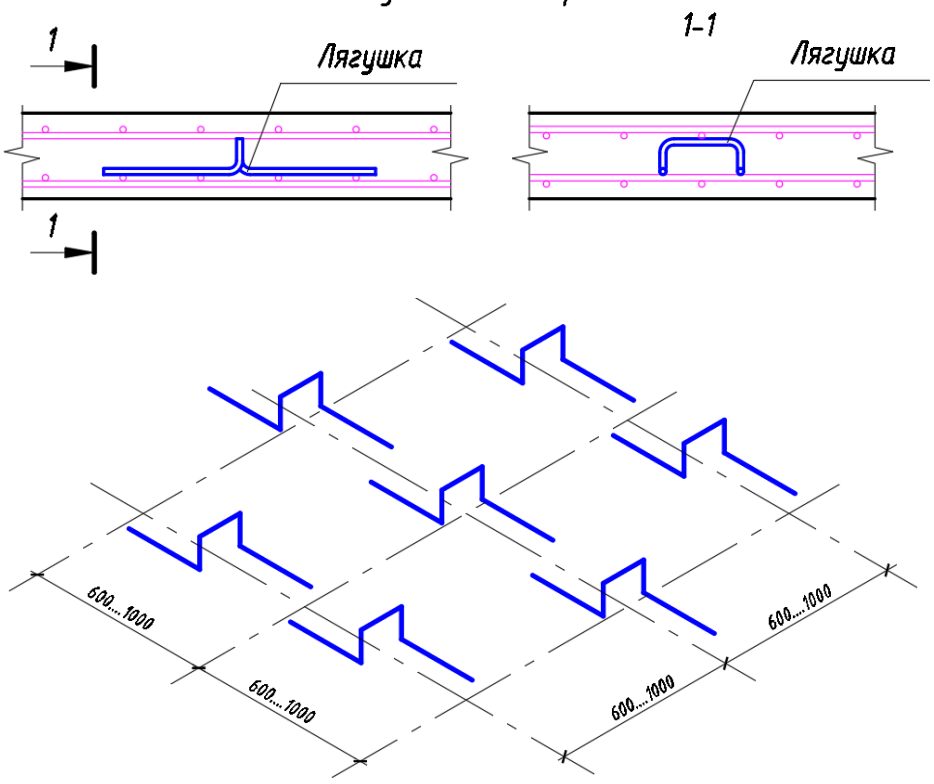




«Лягушка» – это элемент согнутый из арматуры, опираемый на нижнюю сетку армирования и поддерживающий верхнюю сетку. Обычно изготавливаются из арматуры А240 диаметром 10мм. Также может изготавливаться из обрезков фоновой арматуры. Шаг установки «лягушек» зависит от того, на сколько будет гнуться фоновая арматура при хотьбе строителей по ней. В спецификацию «лягушки» включают.
Лягушки бывают в двух вариантах. Обычно используются по варианту №2(повернутые), поскольку они требует меньший расход арматуры.

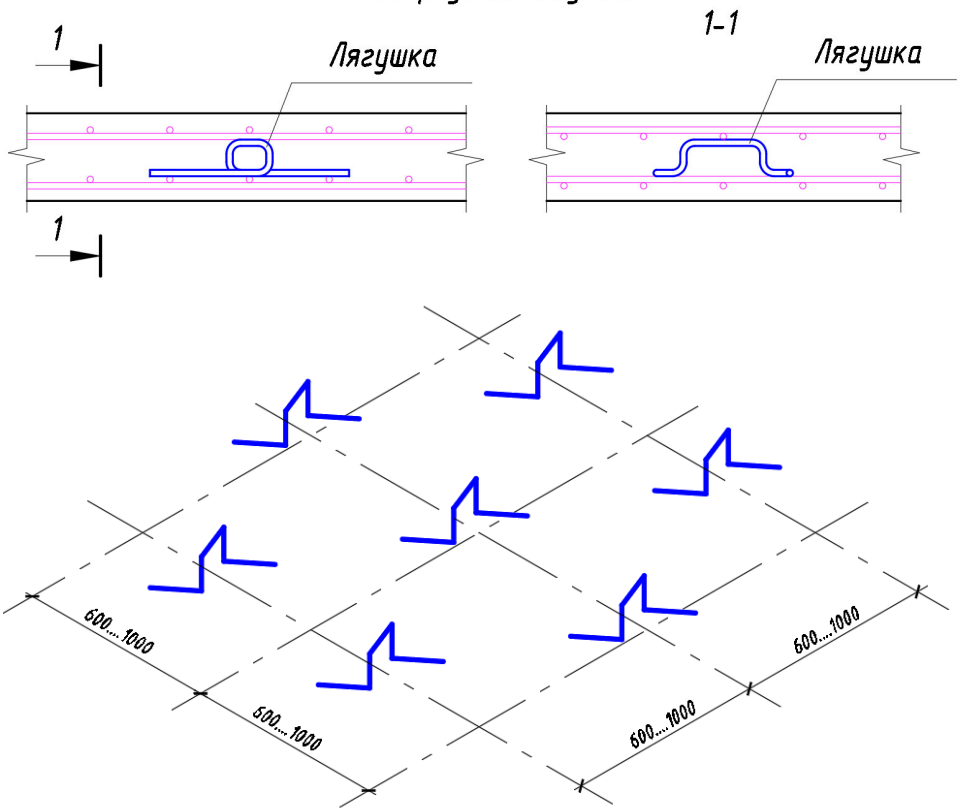
Вариант №1

Лягушка без поворота



Вариант №2

Повернутая лягушка



Справочная таблица 14. Примерные шаги установке лягушек.

Шаг фоновой арматуры	Диаметр фоновой арматуры	Примерный шаг установки «лягушек»
200x200	12	1000x1000
250x250	12	1000x1000/750x750
300x300 и более	12	600x600
200x200	10	1000x100/800x800
250x250	10	750x750
300x300 и более	10	600x600



Рисунок. «Лягушки» и «Стульчики»

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;

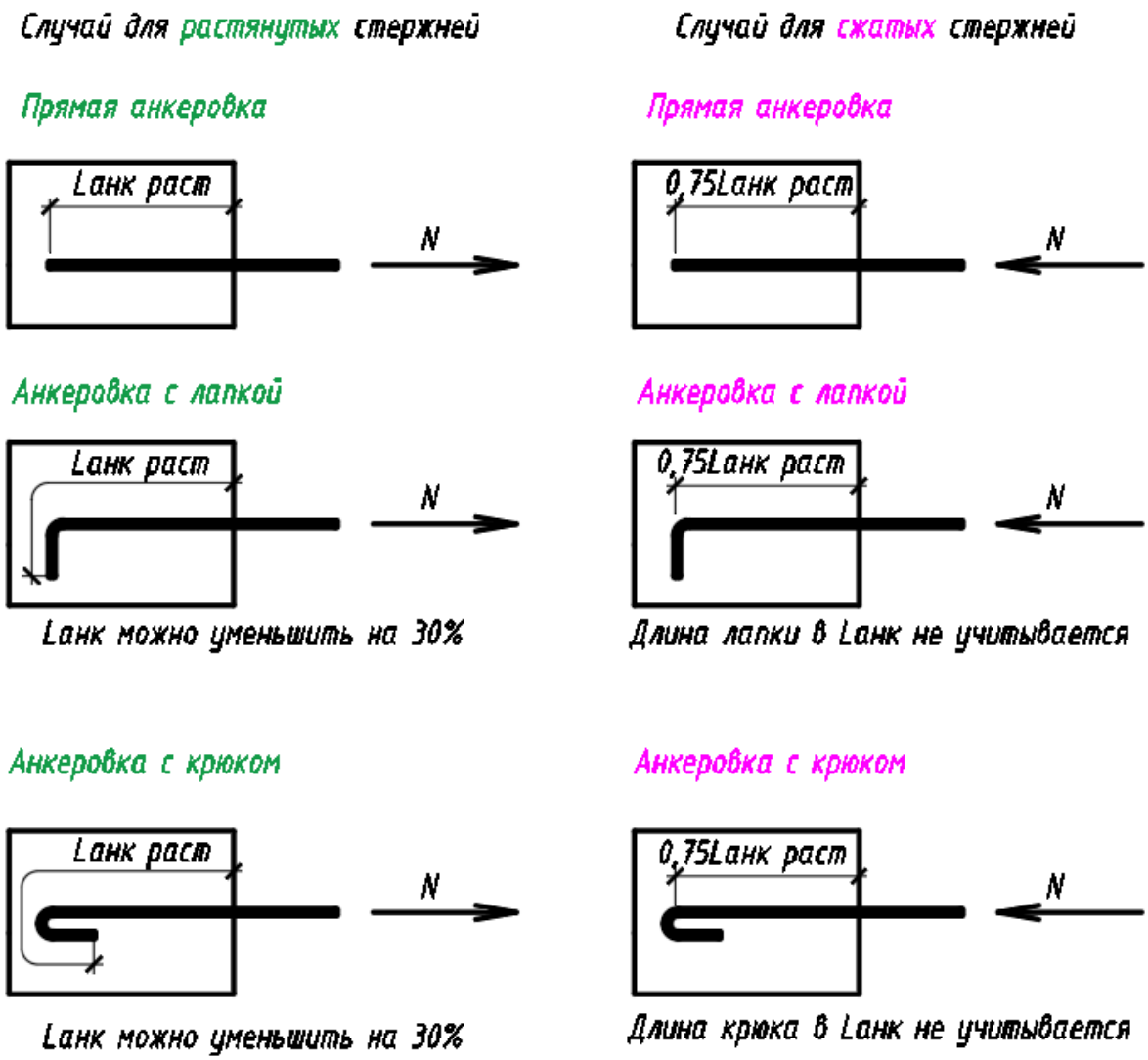
36. СП 499.1325800.2021 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от карстово-суффозионных процессов. Правила проектирования : свод правил : дата введения 2021-09-03 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2021.

Приложение А. Принципы анкеровки и нахлестки

Все значения анкеровки и нахлестки **для растянутой** арматуры уже посчитаны и находятся ниже по тексту.

На рисунках ниже приведены растянутые и сжатые стержни. Идея в том, что вся длина анкеровки/нахлестки рассчитывается (ссылка выше) для растянутой арматуры, а потом с помощью коэффициентов применяется к сжатой.

Принципы анкеровки продольной арматуры



Анкеровка и нахлестка для арматуры класса A500 в случае растяжения

по СП 63.13330.2018.

а – анкеровка

н – нахлестка

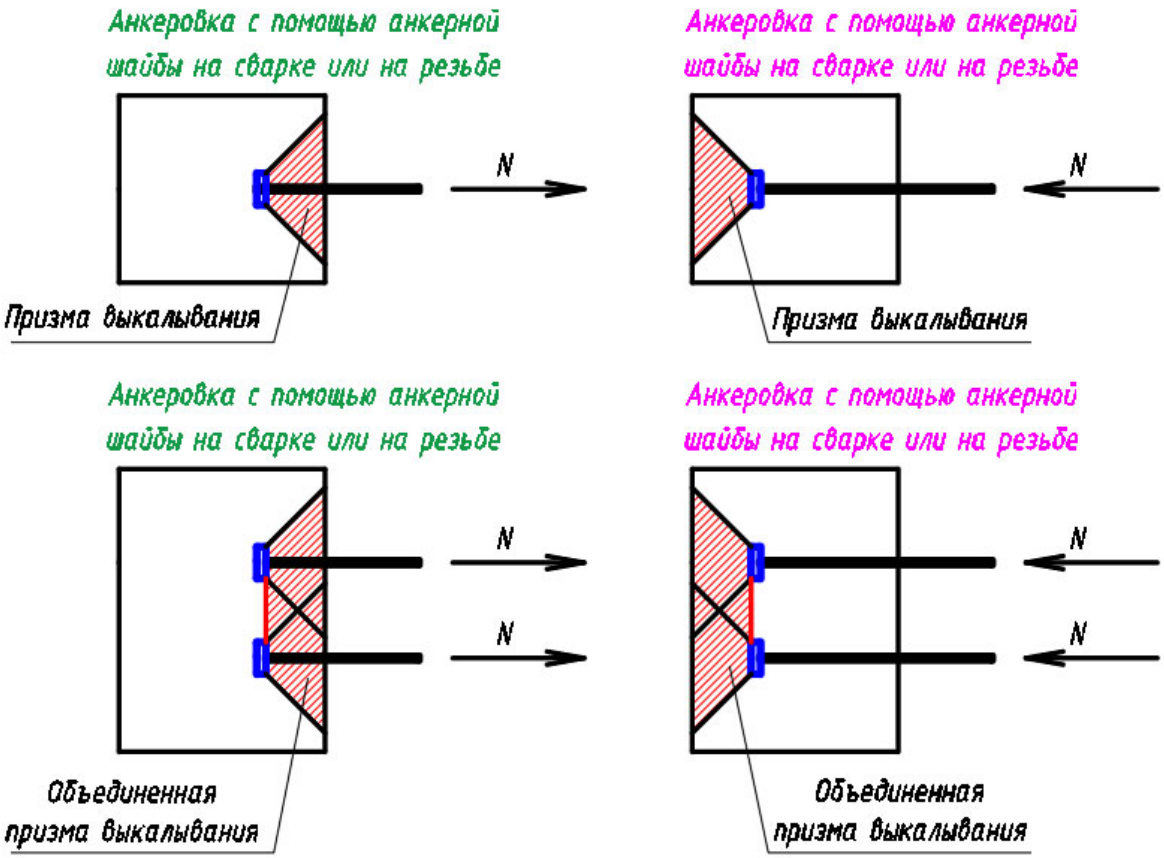
значение вне скобок – значение при работе арматуры на полное расчетное сопротивление R_s

значение в скобках () – минимально возможная длина анкеровки/нахлестки исходя из следующих требований

Минимальная анкеровка, исходя из условий (максимальное значение): 15Ø, $0,3l_{0,an}$, 200мм (п. 10.3.25 СП 63)

Минимальная нахлестка, исходя из условий (максимальное значение): 20Ø, $0,4x1,2l_{0,an}$, 250мм (п. 10.3.30 СП 63)

Диаметры арматуры периодического профиля													
6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Бетон класса B10													
а-466(200) н-559(250)	а-621(200) н-745(298)	а-776(233) н-932(372)	а-932(279) н-1118(447)	а-1087(326) н-1305(522)	а-1242(372) н-1491(596)	а-1398(419) н-1677(671)	а-1553(466) н-1864(745)	а-1708(512) н-2050(820)	а-1941(582) н-2330(932)	а-2175(652) н-2610(1044)	а-2485(745) н-2982(1193)	а-3107(932) н-3728(1491)	а-3452(1035) н-4142(1657)
Бетон класса B15													
а-348(200) н-417(250)	а-464(200) н-556(250)	а-580(200) н-696(278)	а-696(208) н-835(334)	а-812(243) н-974(389)	а-928(278) н-1113(445)	а-1044(313) н-1252(501)	а-1160(348) н-1392(556)	а-1276(382) н-1531(612)	а-1450(435) н-1740(696)	а-1624(487) н-1948(779)	а-1856(556) н-2227(890)	а-2320(696) н-2784(1113)	а-2577(773) н-3093(1237)
Бетон класса B20													
а-290(200) н-348(250)	а-386(200) н-464(250)	а-483(200) н-580(250)	а-580(200) н-696(278)	а-676(210) н-811(324)	а-773(240) н-928(371)	а-870(270) н-1044(417)	а-966(300) н-1160(463)	а-1063(330) н-1275(510)	а-1208(375) н-1449(579)	а-1353(420) н-1623(649)	а-1546(480) н-1856(742)	а-1933(580) н-2320(928)	а-2148(644) н-2577(1031)
Бетон класса B25													
а-248(200) н-298(250)	а-331(200) н-397(250)	а-414(200) н-497(250)	а-497(200) н-596(250)	а-580(210) н-696(280)	а-662(240) н-795(320)	а-745(270) н-894(360)	а-828(300) н-994(400)	а-911(330) н-1093(440)	а-1035(375) н-1242(500)	а-1160(420) н-1392(560)	а-1325(480) н-1590(640)	а-1657(540) н-1988(795)	а-1841(600) н-2209(883)
Бетон класса B30													
а-226(200) н-272(250)	а-302(200) н-363(250)	а-378(200) н-453(250)	а-453(200) н-544(250)	а-529(210) н-635(280)	а-605(240) н-726(320)	а-680(270) н-817(360)	а-756(300) н-907(400)	а-832(330) н-998(440)	а-945(375) н-1134(500)	а-1059(420) н-1270(560)	а-1210(480) н-1452(640)	а-1513(540) н-1815(726)	а-1681(600) н-2017(806)
Бетон класса B35													
а-200(200) н-240(250)	а-267(200) н-321(250)	а-334(200) н-401(250)	а-401(200) н-481(250)	а-468(210) н-562(280)	а-535(240) н-642(320)	а-602(270) н-722(360)	а-669(300) н-803(400)	а-736(330) н-883(440)	а-836(375) н-1003(500)	а-936(420) н-1124(560)	а-1070(480) н-1284(640)	а-1338(540) н-1606(720)	а-1487(600) н-1784(800)
Бетон класса B40													
а-186(200) н-223(250)	а-248(200) н-298(250)	а-310(200) н-372(250)	а-372(200) н-447(250)	а-435(210) н-522(280)	а-497(240) н-596(320)	а-559(270) н-671(360)	а-621(300) н-745(400)	а-683(330) н-820(440)	а-776(375) н-932(500)	а-870(420) н-1044(560)	а-994(480) н-1193(640)	а-1242(540) н-1491(720)	а-1380(600) н-1657(800)
Бетон класса B45													
а-174(200) н-208(250)	а-232(200) н-278(250)	а-290(200) н-348(250)	а-348(200) н-417(250)	а-406(210) н-487(280)	а-464(240) н-556(320)	а-522(270) н-626(360)	а-580(300) н-696(400)	а-638(330) н-765(440)	а-725(375) н-870(500)	а-812(420) н-974(560)	а-928(480) н-1113(640)	а-1160(540) н-1392(720)	а-1288(600) н-1546(800)
Бетон класса B50													
а-163(200) н-195(250)	а-217(200) н-261(250)	а-271(200) н-326(250)	а-326(200) н-391(250)	а-380(210) н-456(280)	а-435(240) н-522(320)	а-489(270) н-587(360)	а-543(300) н-652(400)	а-598(330) н-717(440)	а-679(375) н-815(500)	а-761(420) н-913(560)	а-870(480) н-1044(640)	а-1087(540) н-1305(720)	а-1208(600) н-1449(800)
Бетон класса B55													
а-153(200) н-184(250)	а-204(200) н-245(250)	а-255(200) н-307(250)	а-307(200) н-368(250)	а-358(210) н-429(280)	а-409(240) н-491(320)	а-460(270) н-552(360)	а-511(300) н-614(400)	а-562(330) н-675(440)	а-639(375) н-767(500)	а-716(420) н-859(560)	а-818(480) н-982(640)	а-1023(540) н-1228(720)	а-1137(600) н-1364(800)
Бетон класса B60													
а-145(200) н-174(250)	а-193(200) н-232(250)	а-241(200) н-290(250)	а-290(200) н-348(250)	а-338(210) н-405(280)	а-386(240) н-464(320)	а-435(270) н-522(360)	а-483(300) н-580(400)	а-531(330) н-637(440)	а-604(375) н-724(500)	а-676(420) н-811(560)	а-773(480) н-928(640)	а-966(540) н-1160(720)	а-1074(600) н-1288(800)
6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40



Lанк раст вычисляется для растянутой арматуры.
В проложении к справочнику есть уже вычисленные значения.

Расчет анкеровки (п.10.3.24 СП 62.13330.2018)

Базовая длина анкеровки (длина, которая обеспечивает полную работу стержня на расчетное сопротивление при его растяжении):

$$l_{анк} = l_{0,an} = \frac{R_s A_s}{R_{bond} u_s}$$

R_s – расчетное сопротивление арматуры;

A_s – площадь поперечного сечения;

u_s – периметр поперечного сечения.

R_{bond} – расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном, принимаемое равномерно распределенным по длине анкеровки и определяемое по формуле:

$$R_{bond} = \eta_1 \eta_2 R_{bt}$$

η_1 – коэффициент, учитывающий влияние вида поверхности арматуры, принимаемый равным:
для ненапрягаемой арматуры:
1,5 – для гладкой арматуры;
2,0 – для холоднодеформированной арматуры периодического профиля;
2,5 – для горячекатаной и термомеханически обработанной арматуры периодического профиля;

для напрягаемой арматуры:

η_2- коэффициент, учитывающий влияние размера диаметра арматуры, принимаемый равным для ненапрягаемой арматуры:

1,0 - при диаметре арматуры до 32 мм включительно;

0,9 - при диаметре арматуры 36 и 40 мм.

Максимальное усилие, воспринимаемое анкеруемым стержнем арматуры N_s, определяют по формуле:

$$N_s = \alpha_1 R_s A_s \frac{l_s}{l_{0,an}}$$

l_s - фактическая длина анкеровки

α_1 **- коэффициент,** учитывающий влияние на длину анкеровки напряженного состояния бетона и арматуры и конструктивного решения элемента в зоне анкеровки;

Для ненапрягаемой арматуры при анкеровке стержней периодического профиля с прямыми концами (прямая анкеровка) или гладкой арматуры с крюками или петлями без дополнительных анкерующих устройств для растянутых стержней принимают $\alpha_1 = 1,0$, а для сжатых - $\alpha_1 = 0,75$.

В любом случае длина анкеровки, должна быть не менее максимального из значений: $15d_s, 200$мм$, 0,3l_{0,an}$ (конструктивное требование).

Расчет случая с выкалыванием (концевым анкером). Методики нет в нормах, поэтому приведена методика, которую использует автор.

Рассчитывается группа стержней. Количество стержней n в группе принимается по объединенной призме выкалывания.

Принимается минимальная несущая способность (выбирается из N_1 и N_2) для группы стержней исходя из условий:

В случае растяжения:

$$N_1 = (1 \text{x} R_s A_s \frac{l_s}{l_{0,an}} + R_b A_b) n$$

A_b - площадь смятия под анкером;

n - количество стержней в группе.

$$N_2 = R_{bt} u_{\text{вык}} h$$

R_{bt} - расчетное сопротивление бетона на растяжение;

$u_{\text{вык}}$ - периметр контура выкалывания (подробнее см. расчеты на продавливание);

h - высота призмы выкалывания.

В случае сжатия:

$$N_1 = (0,75 \text{x} R_s A_s \frac{l_s}{l_{0,an}} + R_b A_b) n$$

A_b - площадь смятия под анкером;

n - количество стержней в группе.

$$N_2 = 0,75 \text{x} R_s A_s \frac{l_s}{l_{0,an}} n + R_{bt} u_{\text{вык}} h$$

R_{bt} - расчетное сопротивление бетона на растяжение;

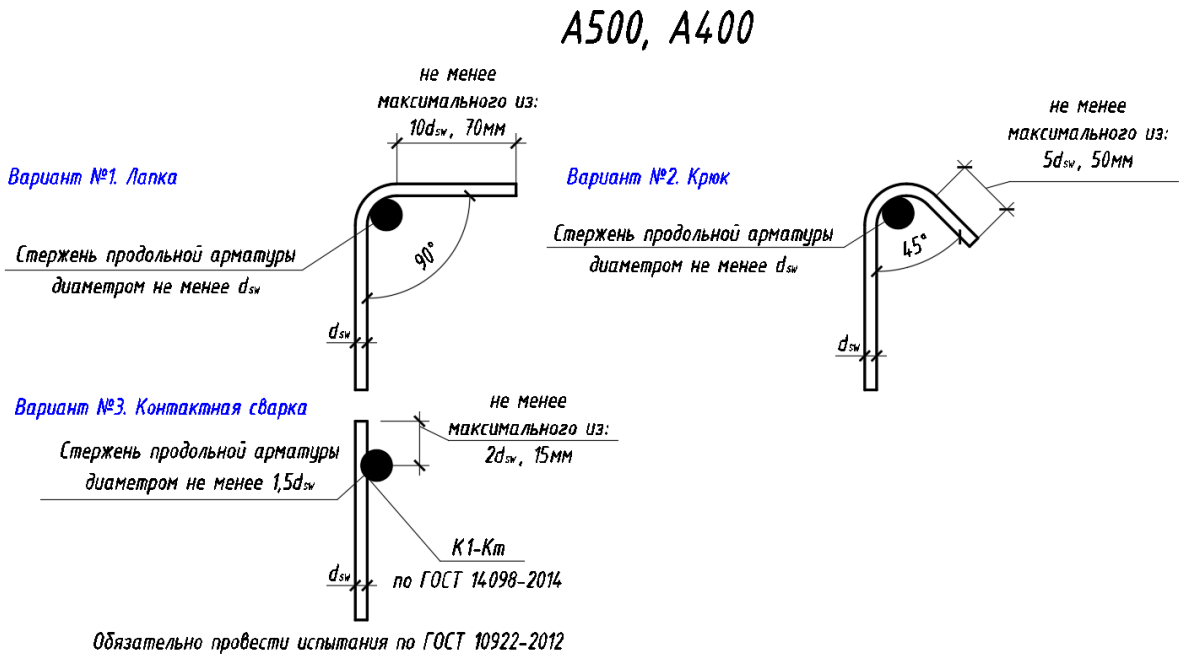
$u_{\text{вык}}$ - периметр контура выкалывания (подробнее см. расчеты на продавливание);

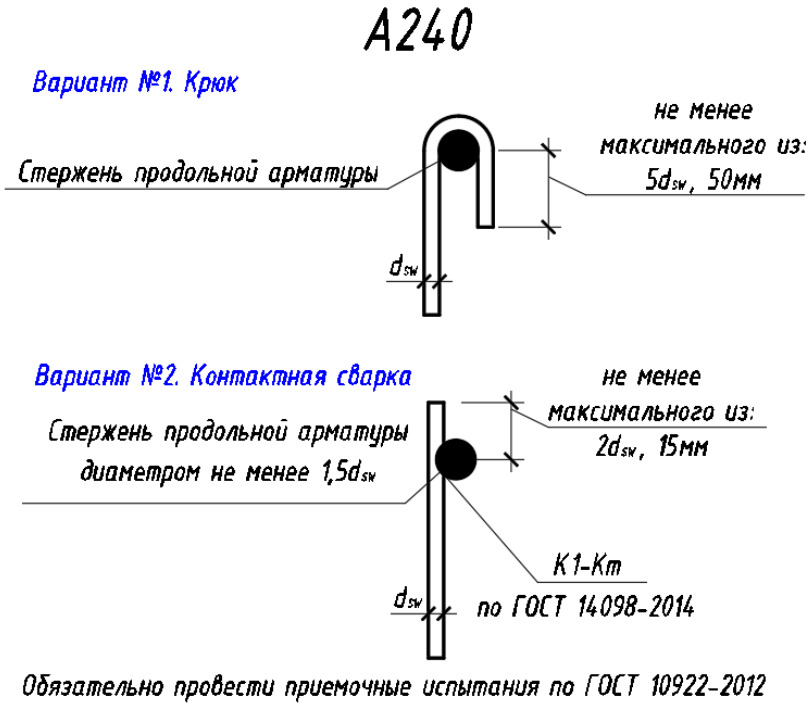
h - высота призмы выкалывания.

Принципы анкеровки поперечной арматуры

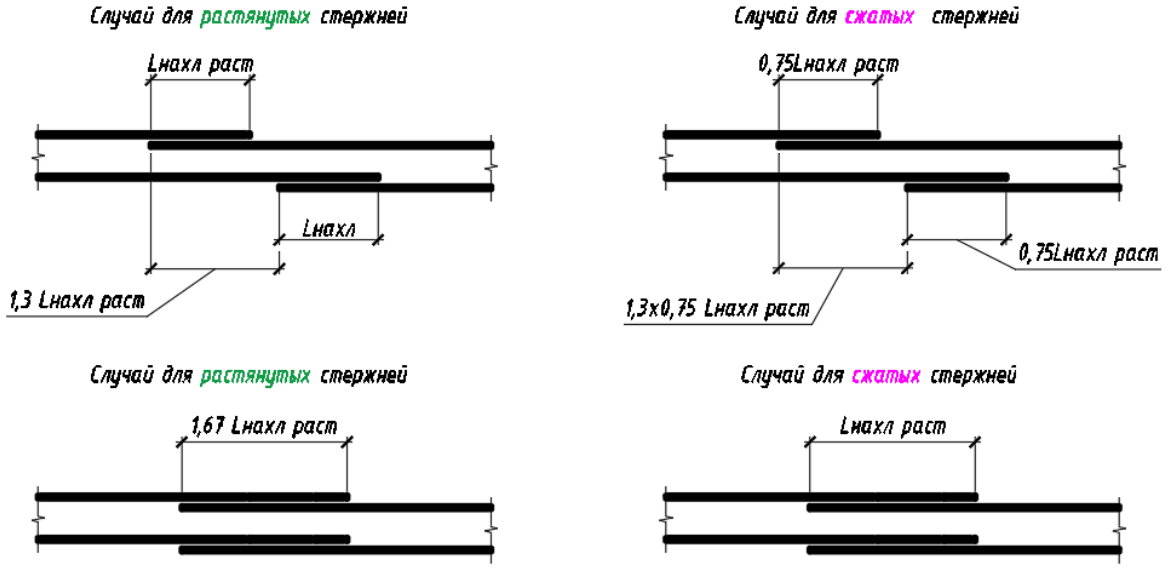
В анкеровке поперечной арматуры используются подходы, основанные на загибах стержней вокруг продольной арматуры. Также широко используется контактная сварка к перпендикулярно идущим стержням.

Контактная сварка является опасным соединением, поскольку проверку качества не всегда проводят, а протоколы испытаний попросту подделывают.





Принципы нахлестки



Расчет нахлестки (п.10.3.24 СП 62.13330.2018)

Базовая длина нахлестки (длина, которая обеспечивает полную работу стержня на расчетное сопротивление при его растяжении):

$$\boldsymbol{l}_{\text{нахл}} = \boldsymbol{l}_{\boldsymbol{l}} = \boldsymbol{\alpha}_{\boldsymbol{2}}\boldsymbol{l}_{\boldsymbol{0,an}}$$

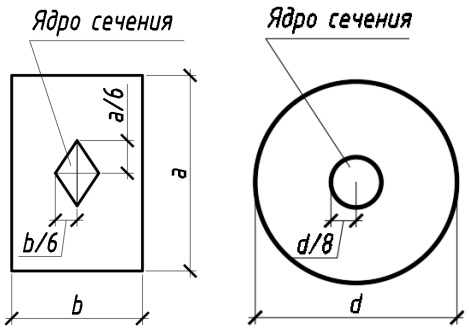
При соединении арматуры периодического профиля с прямыми концами, а также гладких стержней с крюками или петлями без дополнительных анкерующих устройств

При стыковке арматуры с разбежкой в $\boldsymbol{1,3l}_{\text{нахл}}$:
- для растянутой арматуры $\boldsymbol{\alpha_2 = 1,2}$ а для сжатой арматуры - $\boldsymbol{\alpha_2 = 0,9}$.

При стыковке арматуры без разбежки:
- для растянутой арматуры $\boldsymbol{\alpha_2 = 2,0}$ а для сжатой арматуры - $\boldsymbol{\alpha_2 = 1,2}$.

В любом случае длина нахлестки, должна быть не менее максимального из значений: $20\boldsymbol{d_s}, \boldsymbol{250}$мм, $\boldsymbol{0,4l_l}$ (конструктивное требование).

Справочная таблица. Определение сжатых и растянутых арматурных стержней

Конструкции	Растянутые и сжатые зоны
Плиты перекрытия/ покрытия и балки	Обычно растянутые стержни идут в верхней зоне на опорной части и в нижней в пролетной части.
Фундаментные плиты	Обычно растянутые стержни идут в нижней зоне под опорами и в верхней в пролетной части . В здании с ядром жесткости основная концентрация нижней растянутой арматуры будет под ядром.
Вертикальные элементы Колонны/ пилоны/ стены	**Сжатие с большим эксцентриситетом** **Есть как растянутая, так и сжатая арматура.** Такими вертикальными элементами обычно являются: крайние колонны/пилоны, вертикальные конструкции примыкающие к фундаментной плите. Из курса сопротивления материалов известно понятие ядра сечения. Ядро сечения – это место в сечении, находясь в котором продольная сила не вызовет растяжение. **Для прямоугольного** сечения это расстояние s от центра тяжести равное: $s = \frac{b}{6}$ **или** $s = \frac{a}{6}$ **в зависимости** a, b **– сторона сечения** **Для круглого** сечения это расстояние s от центра тяжести равное: $s = \frac{d}{8}$. b **– сторона прямоугольного сечения** $e = \frac{M}{N}$ **M – момент в сечении;** **N – продольное усилие в сечении.** **При** $e > s$ **будет происходить растяжение арматуры.**  **Сжатие с малым эксцентриситетом.** Такими вертикальными элементами обычно являются: центральные колонны. **При** $e < s$ **будет только сжатая арматура** Примечание от автора: указанная методика с ядром сечения является примерной. Для точной оценки необходимо делать расчет с учетом фактического армирования в НДМ (нелинейной деформационной модели).

Приложение Б. Сварные соединения

Самое важное в сварном соединении это его равнопрочность, т.е. прочность соединения должна быть не меньше прочности самой арматуры. Оценка равнопрочности идет по приложению ***А ГОСТ 14098-2014.*** *Основное что нужно смотреть в таблице:*

- ***балл «5»****, показывающий, что* ***соединение равнопрочно.***

- диаметры для которых соединение применимо.

Далее приведены только соединения из ***ГОСТ 14098-2014*** *наиболее часто использующиеся на практике. Для А500С и А240 приведенные соединения являются равнопрочными при эксплуатаuии до -30 градусов.*

Частые вопросы:

1. Нужна ли разбежка в сварных соединениях?

В соответствии с п. 7.159 СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы»:
Число стыков в одном расчетном сечении элемента (в пределах участка длиной, равной ***15 диаметрам стыкуемых стержней****) не должно превышать в элементах, арматура которых рассчитывается на выносливость, 25%, в элементах, арматура которых не рассчитывается на выносливость, - 40% общего количества рабочей арматуры в растянутой зоне сечения.*
Однако данное требование относится к мостам и трубам. В других СП требований нет.

Автор рекомендует все же делать разбежку по сварным соединениям. В густоармированных конструкциях.

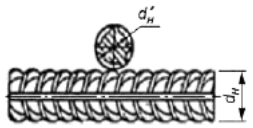
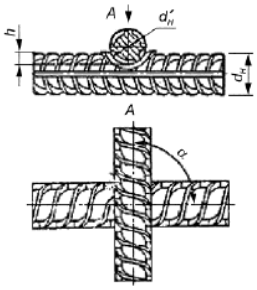
Таблица Б.1 – Оценка эксплуатационных качеств сварных соединений при статической нагрузке (Таблица А.1 ГОСТ 14098-2014).

Обозначение соединения	Температура эксплуатации (изготовления), °С	Арматурная сталь, класс, диаметр, мм											
		А240	А400С			Ап600С, А800С	А1000С	А500С			А600С		
		До 32	До 18	До 28	До 40	До 32	До 22	До 20	До 32	До 40	До 20	До 32	До 40
К1-Кт	Выше 0	5	5	5	4	НД	НД	5			5		
	До минус 30			4									
	До минус 40		4		3						4		
	До минус 55		3					4					
С14-Мп, С15-Рс, С17-Мп, С19-Рм	Выше 0	5	ТН	5	4	НД	НД	ТН	5		ТН	5	
	До минус 30			4	3								
	До минус 40								4			4	
	До минус 55			3					3			3	
С21-Рн, С21-Мн	Выше 0	5	5		4	4	4	5			5		
	До минус 30						3						
	До минус 40		4		3	3		4			4		
	До минус 55		3			НД	НД						
С23-Рэ, С23-Мэ	Выше 0	5[2]	5[2]	НД		4[2]	4	5[2]		НД	5[2]		НД
	До минус 30												
	До минус 40	4[2]	4[2]			3[2]	3	4[2]			4[2]		
	До минус 55		3[2]			НД	НД	3[2]			3[2]		
Т12-Рэ	Выше 0	5	5			НД	НД	5			-[5]		
	До минус 30		4										
	До минус 40	4	3					4		4			
	До минус 55									НД			

1) Для соединений с нормированной прочностью.
2) Диаметром до 25 мм включительно.
3) Диаметром до 32 мм включительно.
4) Диаметром до 16 мм включительно.
5) Соединения Т11-Мз и Т12-Рз арматуры класса А600С допускается применять как арматуры класса А500С в соответствии с 5.6.
6) Эксплуатационные качества крестообразных соединений проволочной арматуры класса Вр500 (Вр-1) приложением А не регламентируются в связи с отсутствием требований к химическому составу стали. Требования к качеству таких соединений приведены в ГОСТ 10922.
7) Арматуру класса Ас500С по техническим условиям допускается применять до температуры минус 70°С включительно.
8) Буквы НД и ТН обозначают, что соединения к применению не допускаются или соединения технологически невыполнимы соответственно.

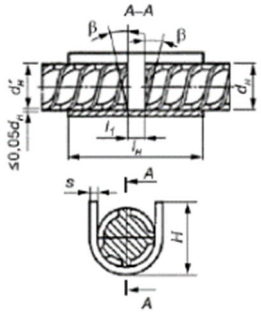
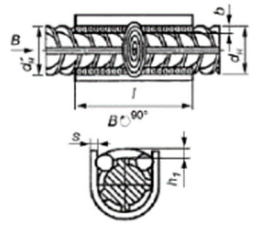
Сварные соединения арматуры между собой

К1–Кт

Соединение арматуры		Класс арматуры	$d_н$, мм	Величина $h/d'_н$, обеспечивающая прочность не менее требуемой ГОСТ 10922 для соединений с отношением диаметров $d'_н/d_н$				Минимальная величина $h/d'_н$, обеспечивающая ненормируемую прочность	α
до сварки	после сварки			1,00	0,50	0,33	0,25		
		Вр-1 (В500)	3–12	0,35–0,50	0,28–0,45	0,24–0,40	0,22–0,35	0,17	30°–90°
		В500С	4–12						
		А240	5,5–40	0,25–0,50	0,21–0,45	0,18–0,40	0,16–0,35	0,12	
		А400С	6–40	0,40–0,80	0,35–0,70	0,30–0,62	0,28–0,55	0,20	
		А500С	6–40	0,40–0,60	0,35–0,50	0,30–0,46	0,28–0,42		
		А600С	10–40						

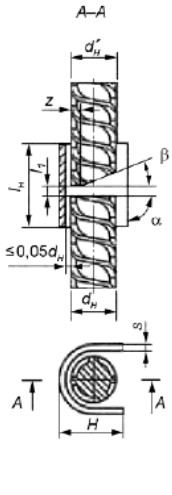
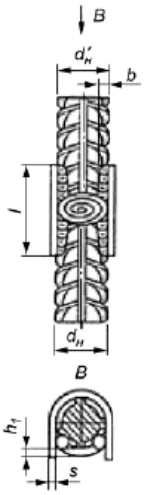
Примечание – Значения $d'_н/d_н$, не совпадающие с приведенными, следует округлять до ближайшего значения, указанного в настоящей таблице.

С14–Мп, С15–Рс (в основном в сейсмических районах по п.6.8.5.СП 14.133330.2018)

Соединение арматуры		Класс арматуры	$d_н$, мм	$d'_н/d_н$	l_1, мм	β	$l_н = l$, мм	b, мм	H, мм	h_1, мм
до сварки	после сварки									
		А240	20–40	0,5–1,0	10–20	8°–10°	$\geq 3d_н + l_1$	$\binom{0,35\ldots}{0,40} d_н$	$\leq 1,2d_н + s$	$\leq 0,05d_н$
		А400								
		Ат500	20–32				$\geq 4d_н + l_1$			
		А500С	20–40							
		А600С								

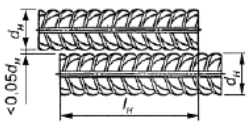
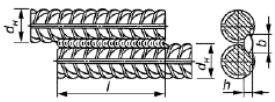
Примечание – Для $d_н = 20 - 25$мм $s = 6$мм, для $d_н = 28 - 40$мм $s = 8$мм.

С17-Мп и С19-Рм (в основном в сейсмических районах по п.6.8.5.СП 14.133330.2018)

Соединение арматуры		Класс арматуры	$d_н$, мм	$d'_н/d_н$	l_1, мм	$\alpha \pm 10$	β	z, мм	$l_н = l$, мм	b, мм	H, мм	h_1, мм
до сварки	после сварки											
		A240	20-40	0,5-1,0	6-8	90°	30°-40°	$\leq 0,15d_н$	$\geq 3d_н + l_1$	$\begin{pmatrix}0,35 \dots \\ 0,40\end{pmatrix} d_н$	$\leq 1,2d_н + s$	$\leq 0,05d_н$
		A400C							$\geq 4d_н + l_1$			
		A500C										
		A600C										

Примечание - Для $d_н = 20-25$мм $s = 6$мм, для $d_н = 28-40$мм $s = 8$мм.

С23-Рэ, С23-Мэ

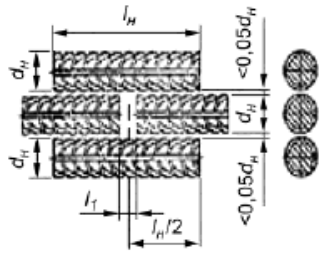
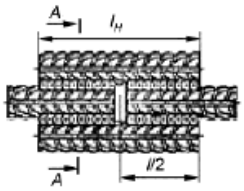
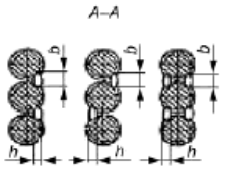
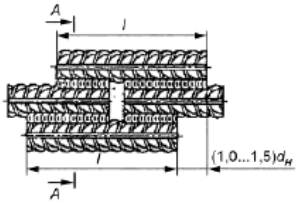
Соединение арматуры		Класс арматуры	$d_н$, мм	$l_н = l$, мм	b, мм	h, мм
до сварки	после сварки					
		A240	10-25	$\geq 6d_н$	$\geq 0,5d_н$, но > 8	$\geq 0,25d_н$, но ≥ 4
		A400		$\geq 8d_н$		
		A500C	10-25	$\geq 8d_н$		
		A600C		$\geq 10d_н$		
		B500C	10-12	$\geq 8d_н$		

Примечания

1 Допускается применение соединений стержней при любом сочетании их диаметров в пределах, указанных в настоящей таблице, при этом размеры l, b, h , в соединении стержней принимают по меньшему диаметру.

2 Допускаются двусторонние швы длиной $4\,d_н$ для соединений арматуры класса А240.

С21-Рн, С21-Мн

Соединение арматуры		Класс арматуры	$d_н$, мм	$l_н = l$, мм	l_1,, мм	b, мм	h, мм
до сварки	после сварки						
 То же, но накладки смещены	Без смещения накладок   	A240	10–40	$\geq 6d_н$	$\geq 0,5d_н$, но > 10	$\geq 0,5d_н$, но > 8	$\geq 0,25d_н$, но > 4
		A400		$\geq 8d_н$			
		A600	10–32	$\geq 10d_н$			
		A800					
		A1000	10–22				
		A500C	10–40	$\geq 8d_н$			
		A600C		$\geq 10d_н$			
		B500C	10–12	$\geq 8d_н$			

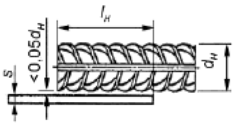
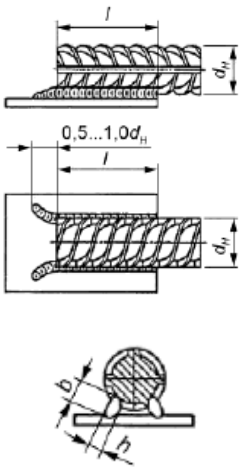
Примечания

1 Соединения арматуры классов Ап600С, А800С, А1000С следует выполнять со смещенными накладками, накладывая швы в шахматном порядке.

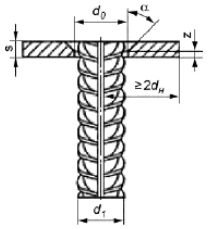
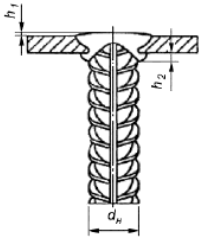
2 Допускаются двусторонние швы длиной $4\,d_н$ для соединений арматуры классов А240, А400С.

Соединения с металлом

Н1-Рш, Н1-Мш

Соединение арматуры с пластиной		Класс арматуры	$d_н$, мм	s, мм	$l_н = l$, мм	b, мм	h, мм
до сварки	после сварки						
		А240	10–32	$\geq 0,3d_н$, но ≥ 4	$\geq 3d_н$	$\geq 0,5d_н$, но ≥ 8	$\geq 0,25d_н$, но ≥ 4
		А400С			$\geq 5d_н$		
		Ап600С	10–32	$\geq 0,4d_н$, но ≥ 5			
		А800С					
		А1000С	10–22				
		А500С	10–32		$\geq 4d_н$		
		А600С			$\geq 5d_н$		
		В500С	10–12		$\geq 4d_н$		

Т12-Рз

Соединение арматуры с пластиной		Класс арматуры	$d_н$, мм	s, мм	$d_0 \pm 2$, мм	z, мм, при		$\alpha \pm 5$	$s/d_н$	h_1, мм	h_2 при $d_н \geq 12 \pm 1$, мм
до сварки	после сварки					$s = 6 \ldots 7$ мм	$s = 8 \ldots 26$ мм				
		А240	8–40	≥6	$d_1 + 2$	1–2	2–3	50°	≥0,50	≥2	4
		А400С							≥0,75		
		А500С	10–40	≥8							
		А600С									
		В500С	8–12	≥6							

Примечания

1 При $d_н \leq 12$ мм допускается выполнять соединения без подварочного шва.

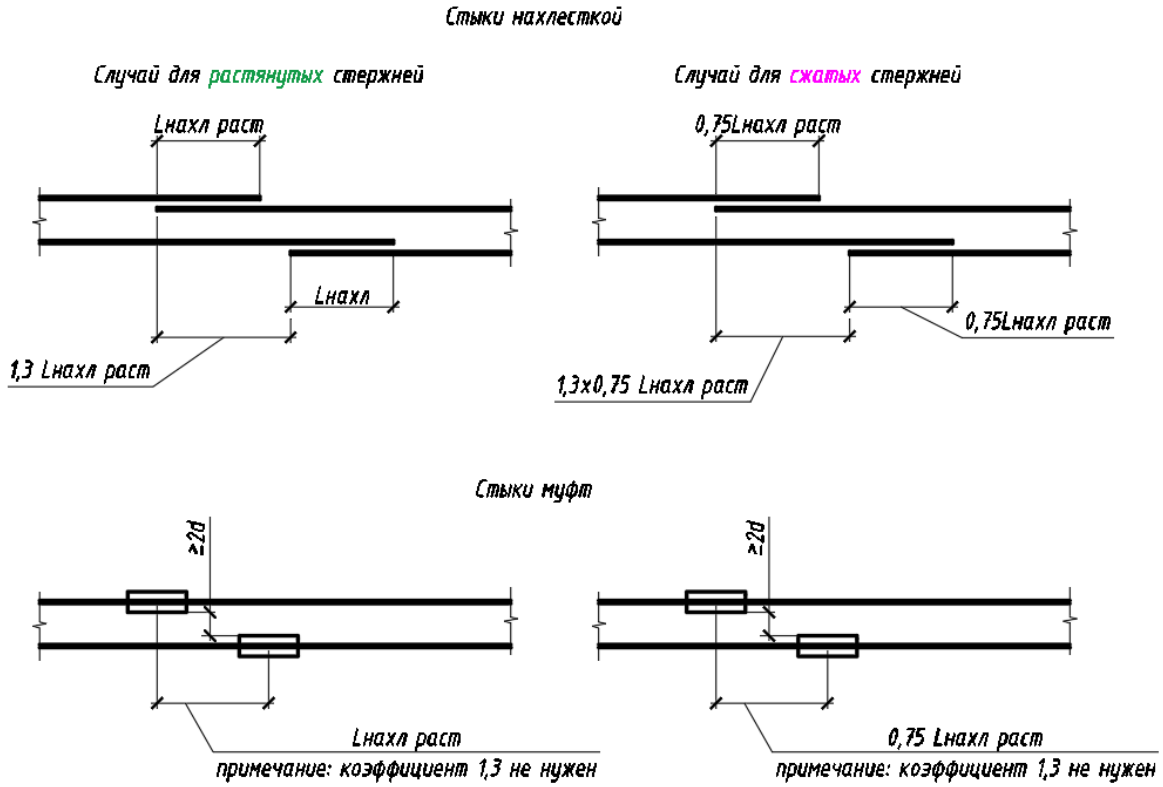
2 При использовании закладных деталей с анкерами из стали класса А600С следует руководствоваться указаниями 5.6.

Приложение В. Муфтовые соединения и изделия

Частые вопросы:

1. Нужна ли раздежка в муфтовых соединениях?

В соответствии с приложением К СП 63.13330.2018:
Раздежка по муфтам требуется, если процент продольного армирования μ_s *больше 3.*



Муфтовые соединения подразделятся на:

– резьбовые и обжимные.

Резьбовые муфты

Резьбовые с цилиндрической и конической резьбой. При проведении заводских испытаний муфты имеют схожие показатели прочности.

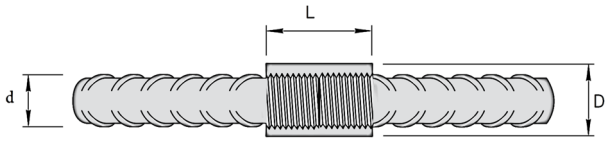
Наиболее часто используют с цилиндрической резьбой, поскольку они прощают некоторые ошибки при производстве работ.

Соединения с цилиндрической резьбой подразделяются на типы А,Б,В,Г

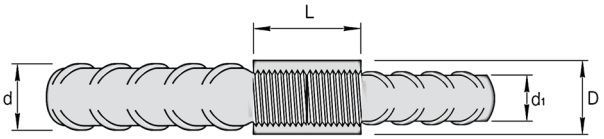
Справочная таблица. Типы резьбовых цилиндрических муфт

Тип А

При возможности вращения одного из стержней. Стержни можно свободно перемещать вверх/вниз/вправо/влево).

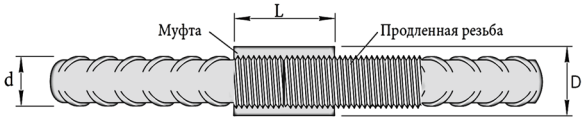


Имеются муфты с переходом с диаметра.

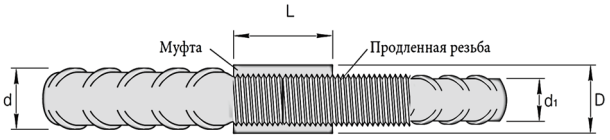


Тип Б

При возможности вращения минимум одного стержня. Стержни нельзя свободно перемещать вверх/вниз/вправо/влево).

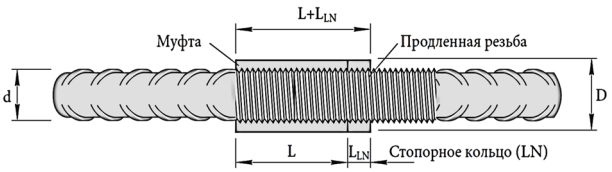


Имеются муфты с переходом с диаметра.

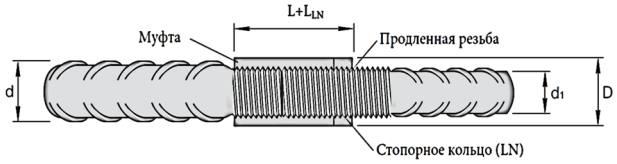


Тип В

При отсутствии возможности вращения обоих стержней.

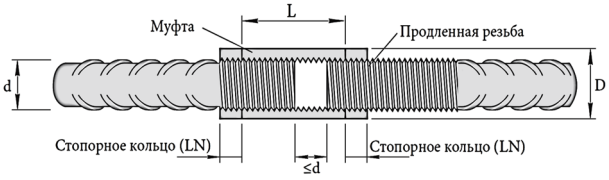


Имеются муфты с переходом с диаметра.



Тип Г

При отсутствии возможности вращения обоих стержней с зазором для регулирования с удлиненной муфтой.



Справочная таблица. Размеры цилиндрических муфт. Тип А. Накатанная резьба.

Диаметр арматуры (мм)	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Внешний диаметр муфты D (мм)	25	30	30	35	40	45	50	55	60
Длина муфты L(мм)	40	45	50	52	54	65	75	85	90

Справочная таблица. Размеры цилиндрических муфт. Тип А. Нарезанная резьба.

Диаметр арматуры (мм)	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Внешний диаметр муфты D (мм)	22	25	30	33	35	36	42	48	55	60	65
Длина муфты L(мм)	28	32	40	44	48	52	60	66	72	84	90

Справочная таблица. Размеры переходных муфт. Тип А. Нарезанная резьба.

Диаметр арматуры (мм)	16-12	20-16	25-16	25-20	28-20	25-22	28-22	28-25
Внешний диаметр муфты D (мм)	22	30	30	35	35	36	36	42
Длина муфты L(мм)	28	40	40	48	48	52	52	60

Диаметр арматуры (мм)	32-25	32-28	36-25	36-28	36-32	40-32	40-36
Внешний диаметр муфты D (мм)	42	48	42	48	55	55	60
Длина муфты L(мм)	60	66	60	66	72	72	84

Справочная таблица. Размеры переходных муфт. Тип А. Накатанная резьба.

Диаметр арматуры (мм)	16-18	18-20	20-22	22-25	25-28	28-32	32-36	36-40
Внешний диаметр муфты D (мм)	30	30	35	38	40	45	50	60
Длина муфты L(мм)	43	47	51	53	59	69	79	87

Справочная таблица. Размеры цилиндрических муфт. Тип В. Нарезанная резьба.

Диаметр арматуры (мм)	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Внешний диаметр муфты D (мм)	22	25	30	33	35	36	42	48	55	60	65
Длина муфты L(мм)	28	32	40	44	48	52	60	66	72	84	90
Длина стопорной муфты L_{LN}(мм)	12	12	13	15	16	17	20	22	24	28	30

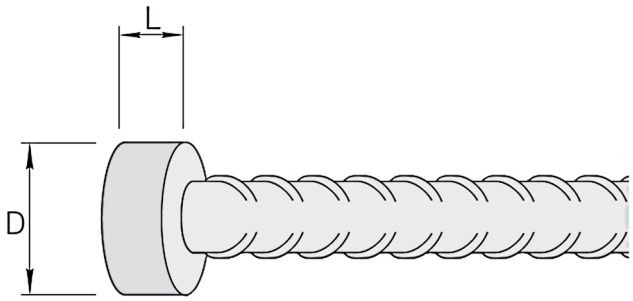
Справочная таблица. Размеры цилиндрических муфт. Тип В. Накатанная резьба.

Диаметр арматуры (мм)	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Внешний диаметр муфты D (мм)	25	30	30	35	40	45	50	55	60
Длина муфты L(мм)	40	45	50	52	54	65	75	85	90
Длина стопорной муфты L_{LN}(мм)	11	12	14	15	17	19	22	25	27

Справочная таблица. Размеры цилиндрических муфт. Тип Г. Нарезанная резьба.

Диаметр арматуры (мм)	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Внешний диаметр муфты D (мм)	22	25	30	33	35	36	42	48	55	60	65
Длина муфты L(мм)	42	48	60	66	72	78	90	99	106	126	135
Длина стопорной муфты L_{LN}(мм)	12	12	13	15	16	17	20	22	24	28	30

Анкерные муфты применяют обычно в случаях, когда не возможно загнуть и заанкерить арматуру.



Справочная таблица. Анкерные муфты. Нарезанная резьба.

Диаметр арматуры (мм)	12	14	16	20	22	25	28	32	36	40
Внешний диаметр муфты D (мм)	40	48	52	65	80	80	90	110	120	135
Длина муфты L(мм)	16	16	20	24	27	30	33	36	42	45

Справочная таблица. Анкерные муфты. Накатанная резьба.

Диаметр арматуры (мм)	16	20	25	28	32	36	40
Внешний диаметр муфты D (мм)	40	45	60	65	75	85	90
Длина муфты L(мм)	20	25	27	33	37	42	45

Затяжка производится с помощью ключа





Диаметр арматуры	Момент затяжки
16	125
20	165
22	200
25	265
28	310
32	350
36	370
40	390

Обжимные муфты

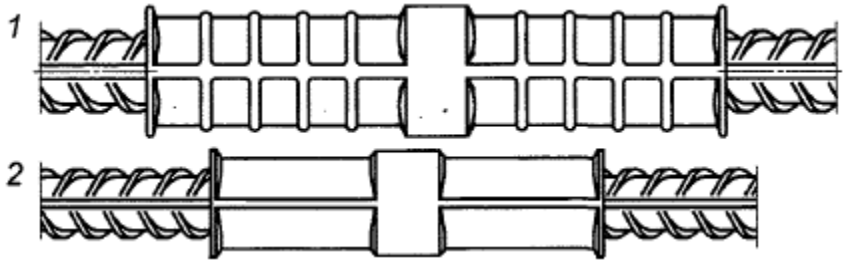


Рисунок. *1* - с промежутками; *2* - без промежутков (рисунок из приложения СП 63.13330.2018).

Большинство муфт прессуются с промежутками на мобильном оборудовании.

Справочная таблица. Размеры муфт из Ст20

Диаметр арматуры (мм)	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Внешний диаметр муфты D (мм)	30	34	36	40	45	50	57	63	70
Длина муфты L(мм)	100±1	108±1	120±1,5	132±1,5	150±1,5	178±1,5	192±2,0	226±2,0	240±2,0
Количество обжатий	6	6	6	6	8	8	10	10	12
Удлинение после опресовки не менее, мм (принимается не менее 8%)	8,0	8,6	9,6	10,6	12,0	14,2	15,4	18,1	19,2

Справочная таблица. Размеры переходных муфт из Ст20

Диаметр арматуры (мм)	18-16	20-18	22-20	25-22	28-25	32-28	36-32	40-36
Внешний диаметр муфты D (мм)	32	36	38	45	48	56	60	70
Длина муфты L(мм)	110±1	120±1,5	125±1,5	140±1,5	160±1,5	180±2,0	205±2,0	240±2,0
Количество обжатий	6	6	7	8	8	9	10	11
Удлинение после опресовки не менее, мм (принимается не менее 8%)	8,8	9,6	10	11,2	12,8	14,4	16,4	19,2

Справочная таблица. Размеры муфт из Ст10 (размеры из СП63.13330.2018)

Диаметр арматуры (мм)	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Внешний диаметр муфты D (мм) ±2мм	28,5	32	35	39	43,5	49	55,5	62	69,5
Длина муфты L(мм)	128	144	160	176	200	224	256	288	320





Рисунок. Оборудование для опрессовки

Приложение Г. Площадь арматуры

Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, см² в зависимости от количества стержней арматуры										Масса 1 пог.м, кг
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,57	0,64	0,71	0,055
4	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00	1,13	1,26	0,099
5	0,20	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	0,154
6	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83	0,222
8	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,01	3,52	4,02	4,52	5,02	0,395
10	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	0,617
12	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78	7,91	9,04	10,17	11,30	0,888
14	1,54	3,08	4,62	6,15	7,69	9,23	10,77	12,31	13,85	15,39	1,208
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,09	20,10	1,578
18	2,54	5,09	7,63	10,17	12,72	15,26	17,80	20,35	22,89	25,43	1,998
20	3,14	6,28	9,42	12,56	15,70	18,84	21,98	25,12	28,26	31,40	2,466
22	3,80	7,60	11,40	15,20	19,00	22,80	26,60	30,40	34,19	37,99	2,984
25	4,91	9,81	14,72	19,63	24,53	29,44	34,34	39,25	44,16	49,06	3,853
28	6,15	12,31	18,46	24,62	30,77	36,93	43,08	49,24	55,39	61,54	4,834
32	8,04	16,08	24,12	32,15	40,19	48,23	56,27	64,31	72,35	80,38	6,313
36	10,17	20,35	30,52	40,69	50,87	61,04	71,22	81,39	91,56	101,74	7,990
40	12,56	25,12	37,68	50,24	62,80	75,36	87,92	100,48	113,04	125,60	9,865

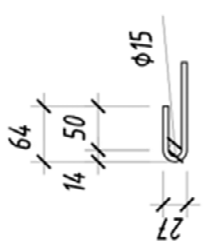
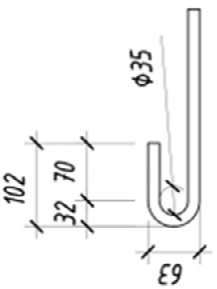
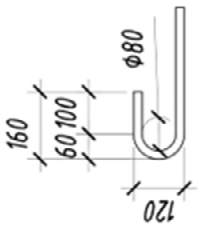
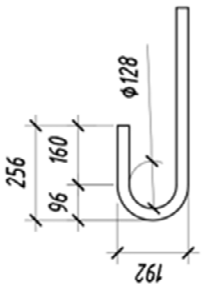
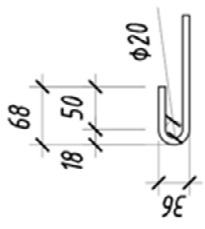
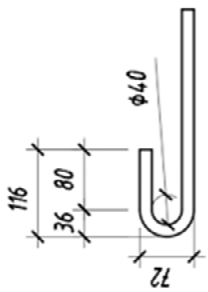
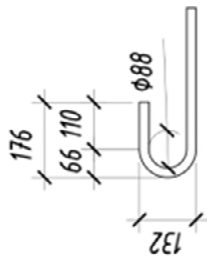
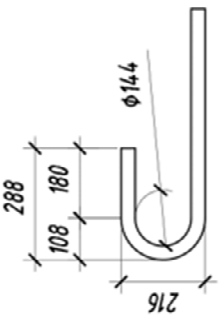
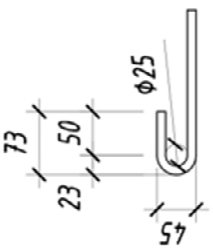
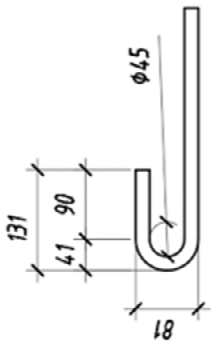
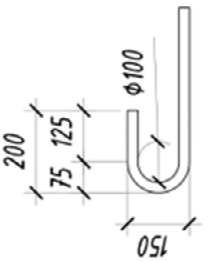
Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, см² в зависимости от шага стержней арматуры, мм													
	50	75	83	100	125	150	175	200	250	300	350	400	450	500
3	1,41	0,94	0,85	0,71	0,57	0,47	0,40	0,35	0,28	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
4	2,51	1,67	1,51	1,26	1,00	0,84	0,72	0,63	0,50	0,42	0,36	0,31	0,28	0,25
5	3,93	2,62	2,36	1,96	1,57	1,31	1,12	0,98	0,79	0,65	0,56	0,49	0,44	0,39
6	5,65	3,77	3,40	2,83	2,26	1,88	1,61	1,41	1,13	0,94	0,81	0,71	0,63	0,57
8	10,05	6,70	6,05	5,02	4,02	3,35	2,87	2,51	2,01	1,67	1,44	1,26	1,12	1,00
10	15,70	10,47	9,46	7,85	6,28	5,23	4,49	3,93	3,14	2,62	2,24	1,96	1,74	1,57
12	22,61	15,07	13,62	11,30	9,04	7,54	6,46	5,65	4,52	3,77	3,23	2,83	2,51	2,26
14	30,77	20,51	18,54	15,39	12,31	10,26	8,79	7,69	6,15	5,13	4,40	3,85	3,42	3,08
16	40,19	26,79	24,21	20,10	16,08	13,40	11,48	10,05	8,04	6,70	5,74	5,02	4,47	4,02
18	50,87	33,91	30,64	25,43	20,35	16,96	14,53	12,72	10,17	8,48	7,27	6,36	5,65	5,09
20	62,80	41,87	37,83	31,40	25,12	20,93	17,94	15,70	12,56	10,47	8,97	7,85	6,98	6,28
22	75,99	50,66	45,78	37,99	30,40	25,33	21,71	19,00	15,20	12,66	10,86	9,50	8,44	7,60
25	98,13	65,42	59,11	49,06	39,25	32,71	28,04	24,53	19,63	16,35	14,02	12,27	10,90	9,81
28	123,09	82,06	74,15	61,54	49,24	41,03	35,17	30,77	24,62	20,51	17,58	15,39	13,68	12,31
32	160,77	107,18	96,85	80,38	64,31	53,59	45,93	40,19	32,15	26,79	22,97	20,10	17,86	16,08
36	203,47	135,65	122,57	101,74	81,39	67,82	58,13	50,87	40,69	33,91	29,07	25,43	22,61	20,35
40	251,20	167,47	151,33	125,60	100,48	83,73	71,77	62,80	50,24	41,87	35,89	31,40	27,91	25,12
	20	13,33	12,05	10	8	6,67	5,71	5	4	3,33	2,86	2,5	2,22	2
	Количество стержней арматуры на 1 пог.м.													

Приложение Д. Минимальная оправка(загиб) арматуры

Арматура периодического профиля (A300, A400, A500, A550, A600, A800, A1000)

$d_{on}=5d_s$ Ø 6 ... Ø 18	Ø 12	$d_{on}=8d_s$ Ø 20 ... Ø 40	Ø 28
Ø 6	Ø 14	Ø 20	Ø 32
Ø 8	Ø 16	Ø 22	Ø 36
Ø 10	Ø 18	Ø 25	Ø 40

Арматура с гладким профилем (А240)

$d_{on}=2,5d_s$ Ø 6 ... Ø 18	Ø 12	$d_{on}=4d_s$ Ø 20 ... Ø 40	Ø 28
Ø 6 	Ø 14 	Ø 20 	Ø 32 
Ø 8 	Ø 16 	Ø 22 	Ø 36 
Ø 10 	Ø 18 	Ø 25 	Ø 40 