



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

Отраслевой центр компетенций  
«ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ»

# Урок 5

## Конструктивные требования по армированию

**ШКОЛА ПРОЕКТИРОВЩИКОВ**

**Кононов Дмитрий Александрович**  
Руководитель направления

**21.03.2024**

# Нормативная документация



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ  
РОСАТОМ

## СП 63.13330.2018

«Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»

## СП 52-101-2003

«Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры»

## СП 14.13330.2018

«Строительство в сейсмических районах»

## СП 70.13330.2012

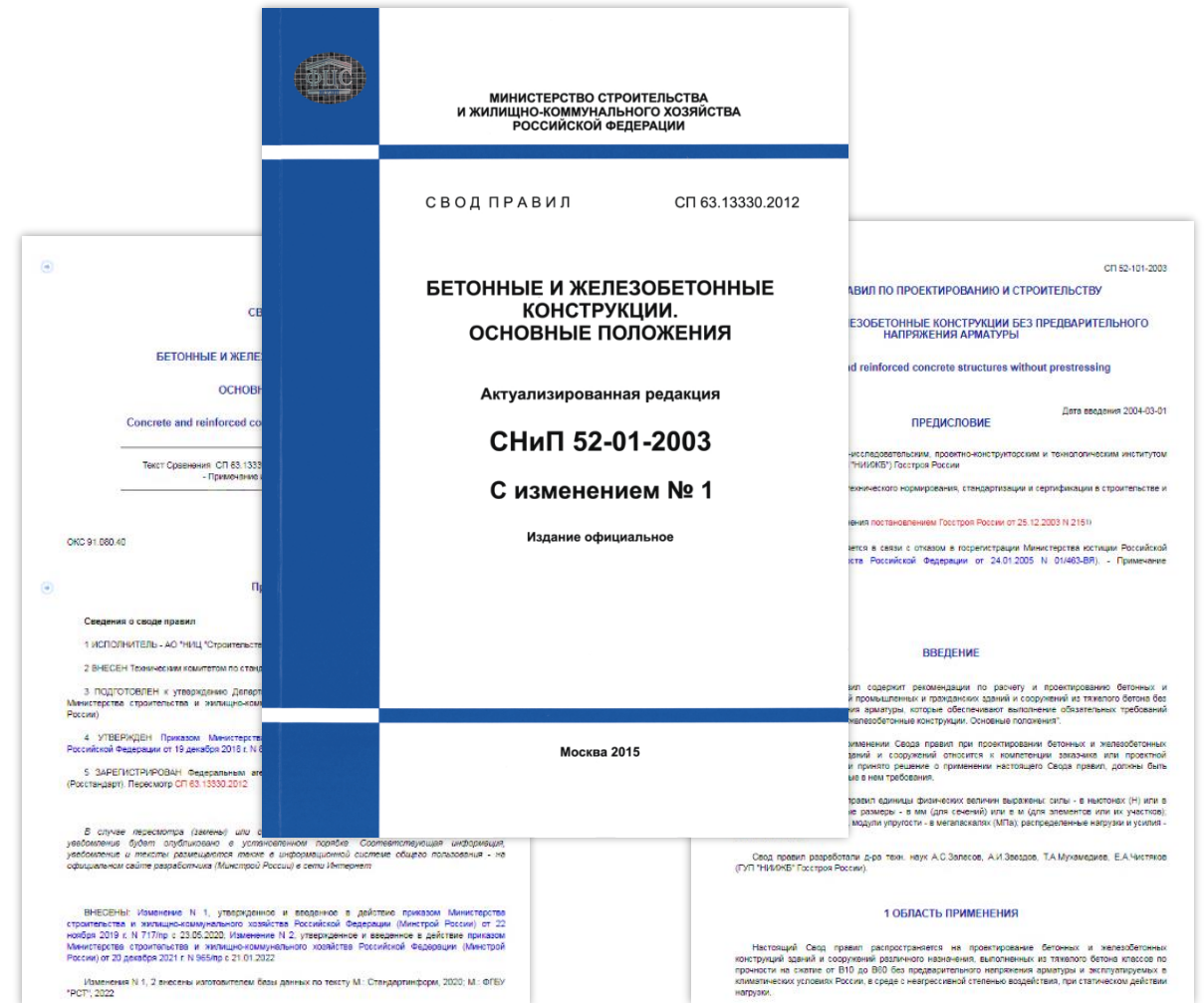
«Несущие и ограждающие конструкции»

## СП 28.13330.2017

«Защита строительных конструкций от коррозии»

## ГОСТ 27751-2014

«Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения»

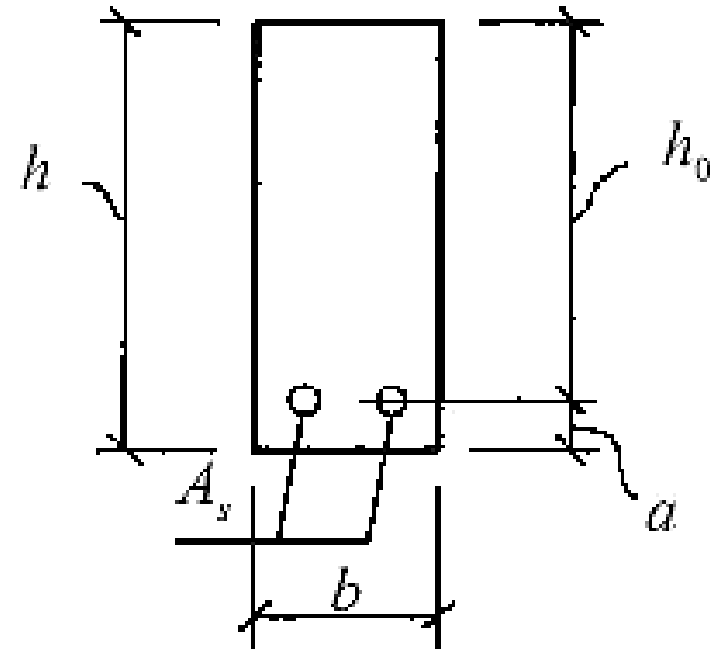




1. **Коэффициент** (или процент) **армирования** железобетонных элементов – это отношение площади сечения рабочей арматуры  $A_s$  к рабочей площади сечения бетона  $bh_0$ , выраженное в долях (или процентах):

$$\mu = \frac{A_s}{bh_0} \cdot 100\%$$

Процент армирования железобетонных элементов следует принимать не менее:  
0,10% — в изгибаемых, внецентренно растянутых элементах;  
0,10...0,25% — во внецентренно сжатых элементах (чем больше гибкость, тем выше  $\mu_{min}$ ).





**2. Анкеровка арматуры** – это закрепление концов арматуры в бетоне.

$$\frac{N}{u_s l_s} \leq R_{bond} \longrightarrow l_s \geq \frac{N}{u_s R_{bond}} = l_{an}$$

где  $l_{an}$  — длина анкеровки арматуры – минимальная длина заделки, при которой усилие  $N$  полностью передается за счет сил сцепления на бетон.

Базовая длина анкеровки  $l_{0,an}$  соответствует случаю, когда стержень нагружен предельным усилием  $N = R_s A_s$ :

$$l_{0,an} = \frac{R_s A_s}{u_s R_{bond}} = \frac{R_s d_s}{4\eta_1 R_{bt}}$$
$$u_s = \pi d_s \quad A_s = \frac{\pi d_s^2}{4}$$

Если стержень заделан в бетон на длину  $l \geq l_{0,an}$ , то никаким усилием его невозможно выдернуть из бетона: в стержне либо наступает текучесть, либо он выдернется вместе с бетоном.

Длина анкеровки уменьшается:

- с уменьшением диаметра арматуры ( $d_s$ );
- с понижением класса арматуры ( $A_s$ );
- с применением более эффективного профиля ( $\eta_1$ );
- с повышением класса бетона ( $R_{bt}$ ).

Требуемая длина анкеровки меньше базовой, если арматура недогружена:

$$l_{an} = \alpha \cdot l_{0,an} \cdot \left( \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}} \right)$$

где  $A_{s,cal}$ ,  $A_{s,ef}$  — площадь сечения арматуры требуемая по расчету и фактически установленная;

$\alpha$  — коэффициент, учитывающий влияние напряженного состояния (растяжение/сжатие), профиля арматуры и дополнительных анкерующих устройств.



Силы сцепления обеспечивают **совместность деформирования** арматуры и бетона.

Выдергивание стержня из бетона не произойдет, пока усилие в арматуре будет уравниваться усилиями сцепления:

$$\tau_{bond,m} = \frac{N}{A_{bond}} = \frac{N}{u_s l_s} \leq R_{bond}$$

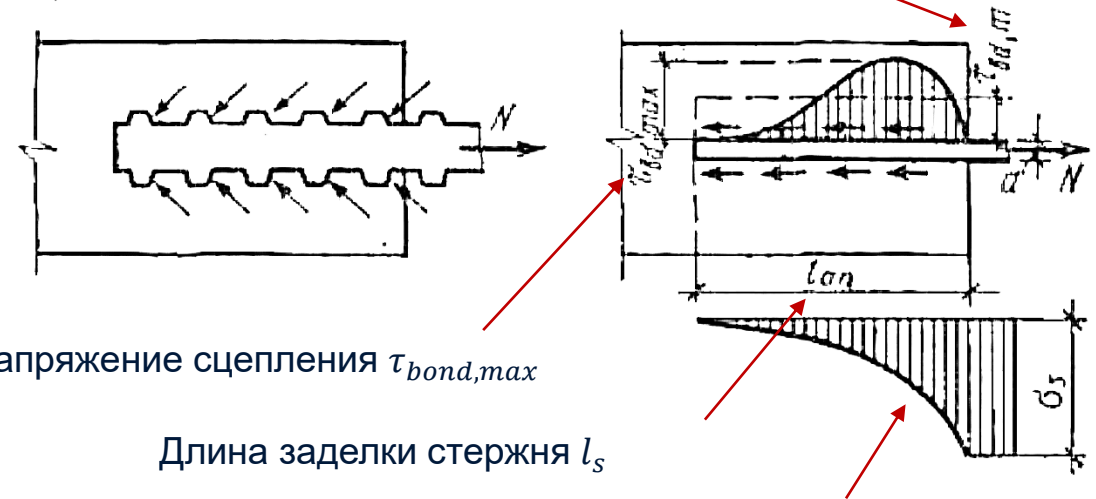
где  $A_{bond}$  — площадь поверхности контакта арматуры и бетона;

$u_s$  — периметр стержня;

$l_s$  — длина заделки;

$R_{bond}$  — расчетное сопротивление сцеплению.

Среднее напряжение сцепления  $\tau_{bond,m}$



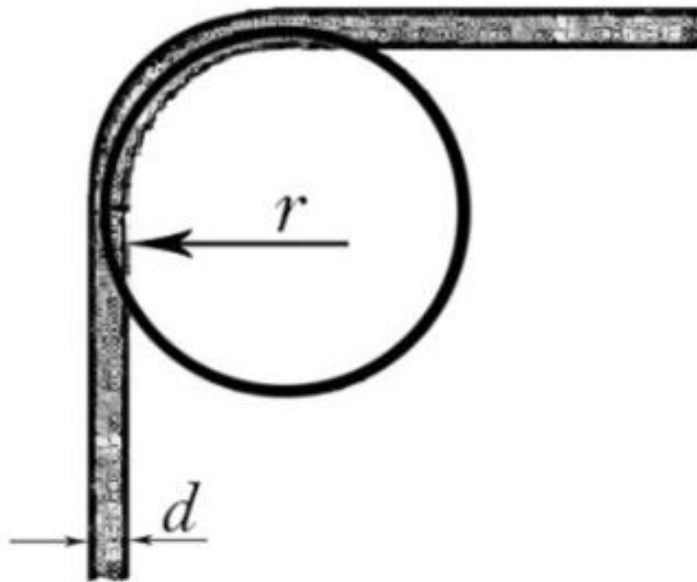
Максимальное напряжение сцепления  $\tau_{bond,max}$

Длина заделки стержня  $l_s$

Напряжения в арматуре по длине заделки передаются на бетон



3. **Минимальный диаметр оправки**  $d_{оп}$  для арматуры принимают по СП 63.13330 в зависимости от диаметра стержня  $d_s$  не менее:



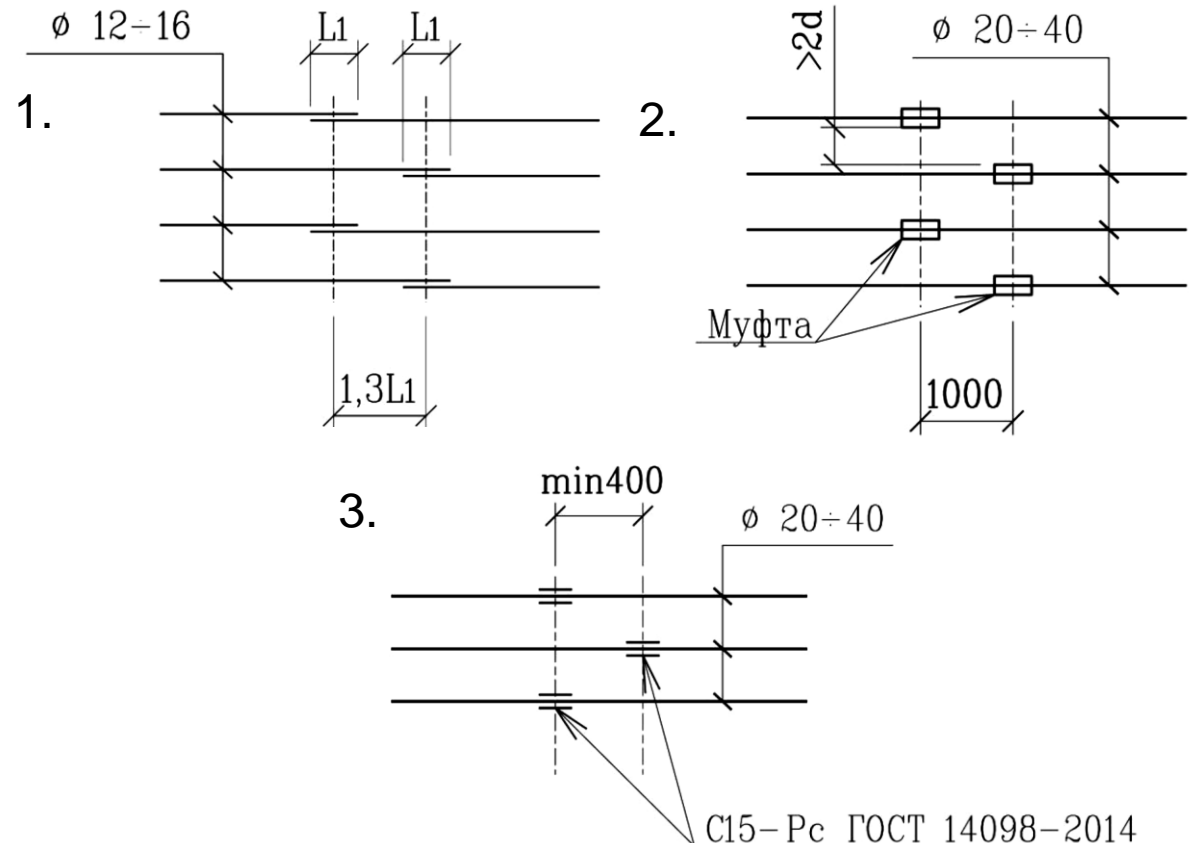
- для основной арматуры периодического профиля (по оси стержня):  
 $R_{гиба} = 3\emptyset$  для  $\emptyset 8$ - $\emptyset 16$  мм;  
 $R_{гиба} = 5\emptyset$  для  $\emptyset 20$ - $\emptyset 25$  мм.
- для хомутов и шпилек периодического профиля (в свету):  
 $R_{гиба} = 2,5\emptyset$  для  $\emptyset 8$ - $\emptyset 16$  мм;  
 $R_{гиба} = 4\emptyset$  для  $\emptyset 20$ - $\emptyset 25$  мм.





4. При конструировании необходимо уделить особое место **соединению арматуры**: важно определить оптимальное место для размещения стыка, а именно, наиболее благоприятным местом для стыков будет являться сжатая область конструкции. Для соединения стержней используются различные способы :

- a) Стыки внахлестку – стержни заводятся на величину нахлеста, для стержней до диаметра 20 мм;
- b) Механическое соединение (диаметр свыше 20 мм) – соединение посредством муфт является самым удобным, но дорогостоящим способом;
- c) Сварные соединения – выполняется либо посредством парных накладок, либо с применением скобы (ванная сварка).









В зависимости от конструкции соединительных муфт механические соединения по назначению подразделяются на следующие типы (перечислим основные):

- **стандартные** – предназначены для соединения стержней одного диаметра, когда хотя бы один из стыкуемых стержней может свободно вращаться. Применяются при сборке арматурных сеток и каркасов из отдельных стержней;
- **переходные** – предназначены для соединения стержней разного диаметра в тех же условиях, что и стандартные;
- **позиционные** – предназначены для соединения арматурных стержней в тех случаях, когда ни один из стыкуемых стержней не может свободно вращаться.

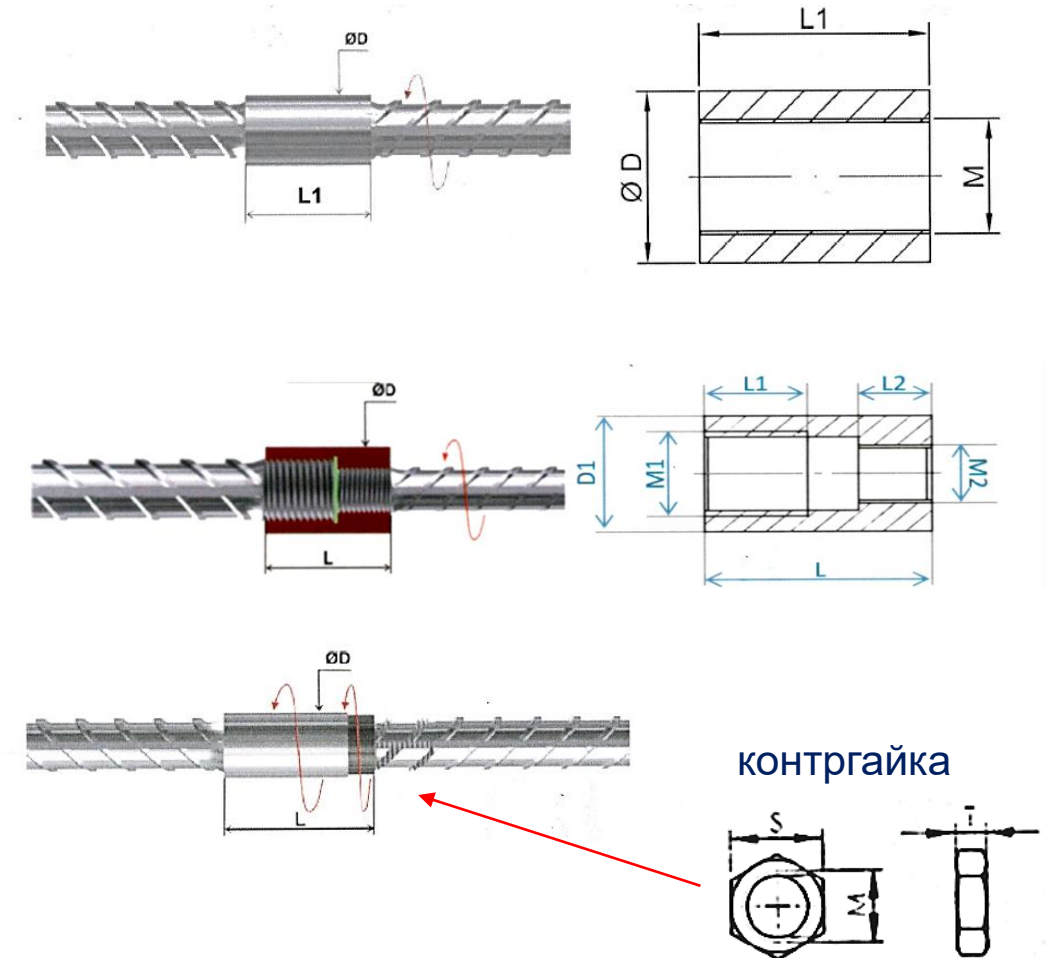
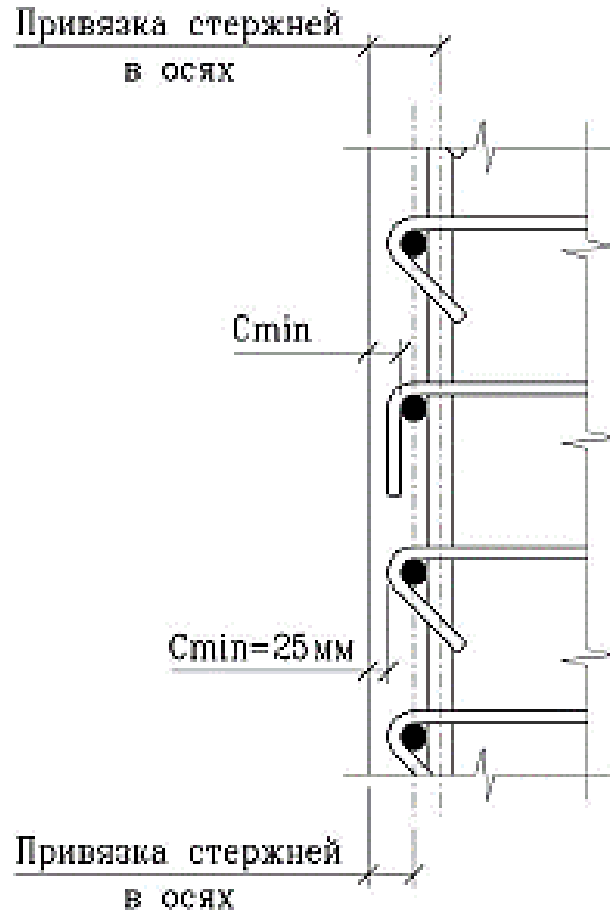


Таблица 6  
Геометрические размеры муфт DEXTRA BF переходных соединений производства фир-  
мы DEXTRA

Номинальный диаметр стержней $d_s$ , мм	Длина муфты $L^{+3,0}_{+0,0}$ , мм	Длина $L1^{+3,0}_{+0,0}$ , мм	Длина $L2^{+3,0}_{+0,0}$ , мм	Наружный диаметр муфты D1, мм		Параметры резьбы M1, мм	Параметры резьбы M2, мм	Вес, кг
				min	max			
14/12	38	16	14	23,5	25,0	16×2,0	14×2,0	0,09
16/14	46	20	16	25,5	29,0	20×2,5	16×2,0	0,11
20/12	50	24	14	29,5	35,0	24×3,0	14×2,0	0,15
20/14	52	24	16	29,5	35,0	24×3,0	16×2,0	0,16
20/16	56	24	20	29,5	35,0	24×3,0	20×2,5	0,16
22/16	59	27	20	35,5	37,0	27×3,0	20×2,5	0,28
22/20	63	27	24	37,5	43,0	27×3,0	24×3,0	0,33
25/16	64	30	20	37,5	43,0	30×3,5	20×2,5	0,32
25/20	68	30	24	37,5	43,0	30×3,5	24×3,0	0,32
25/22	71	30	27	44,5	49,0	30×3,5	27×3,0	0,57
28/16	67	33	20	39,5	45,0	33×5,5	20×2,5	0,34
28/20	71	33	24	39,5	45,0	33×3,5	24×3,0	0,35
28/22	74	33	27	44,5	49,0	33×3,5	27×3,0	0,54
28/25	77	33	30	44,5	49,0	33×3,5	30×3,5	0,54
32/16	72	36	20	44,5	49,0	36×4,0	20×2,5	0,50
32/20	76	36	24	44,5	49,0	36×4,0	24×3,0	0,51
32/22	79	36	27	44,5	49,0	36×4,0	27×3,0	0,52
32/25	82	36	30	44,5	49,0	36×4,0	30×3,5	0,51
32/28	85	36	33	47,5	53,0	36×4,0	33×3,5	0,64
36/25	90	42	30	51,5	56,0	42×4,5	30×3,5	0,78
36/28	93	42	33	51,5	56,0	42×4,5	33×3,5	0,96
36/32	96	42	36	54,5	61,0	42×4,5	36×4,0	1,3
40/25	93	45	30	54,5	61,0	45×4,5	30×3,5	0,89
40/28	96	45	33	54,5	61,0	45×4,5	33×3,5	0,90
40/32	99	45	36	61,5	66,0	45×4,5	36×4,0	1,39
40/36	105	45	42	61,5	66,0	45×4,5	42×4,5	1,38

Вид механического соединения назначается с учетом эксплуатации конструкции, характера нагрузок, технологии производства арматурных работ и технико-экономических показателей.

Для соединения арматурных стержней разного диаметра используют переходное соединение. Диаметры арматурных стержней для такого соединения могут отличаться только на 2 диаметра согласно ТУ (например, стержень диаметра 40 мм можно стыковать только со стержнями диаметров 36 мм или 32 мм)



5. **Защитный слой бетона** – толщина слоя бетона от грани элемента до ближайшей поверхности арматурного стержня.

Минимальные значения толщины слоя рабочей арматуры следует принимать:

- из условий сцепления  $C_{min} \geq \phi$  продольной арматуры;
- из условий эксплуатации конструкций;
- из условий защиты от пожара.

В защитном слое бетона более 50 мм изгибаемых, растянутых и внецентренно сжатых элементов следует устанавливать конструктивную арматуру в виде сеток

Условие эксплуатации конструкций зданий	Толщина защитного слоя бетона, мм, не менее
	менее
В закрытых помещениях при нормальной и пониженной влажности	20
В закрытых помещениях при повышенной влажности (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий)	25
На открытом воздухе (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий)	30
В грунте (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий), в фундаментах при наличии бетонной подготовки	40



**6. Минимальное расстояние между стержнями арматуры** следует принимать таким, чтобы обеспечить:

- совместную работу арматуры с бетоном;
- качественное изготовление конструкций, связанное с укладкой и уплотнением бетонной смеси.

Минимальное расстояние в свету между стержнями арматуры принимается не менее наибольшего диаметра стержня, а также не менее:

- 25 мм – при горизонтальном положении стержней при бетонировании для нижней арматуры, расположенной в один или два ряда;
- 30 мм – то же для верхней арматуры;
- 50 мм – при вертикальном положении стержней при бетонировании

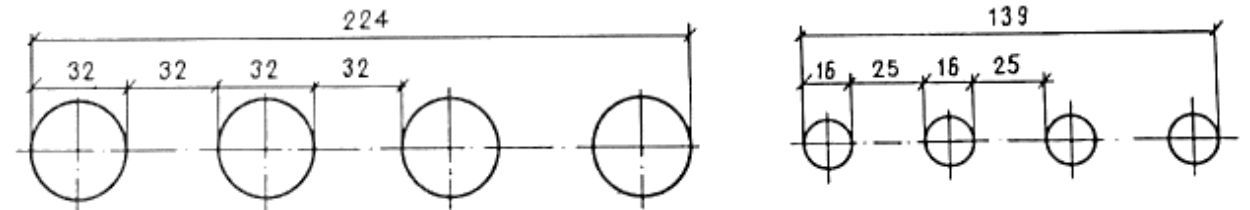


При стесненных условиях допускается располагать стержни группами – пучками (без зазора между ними).

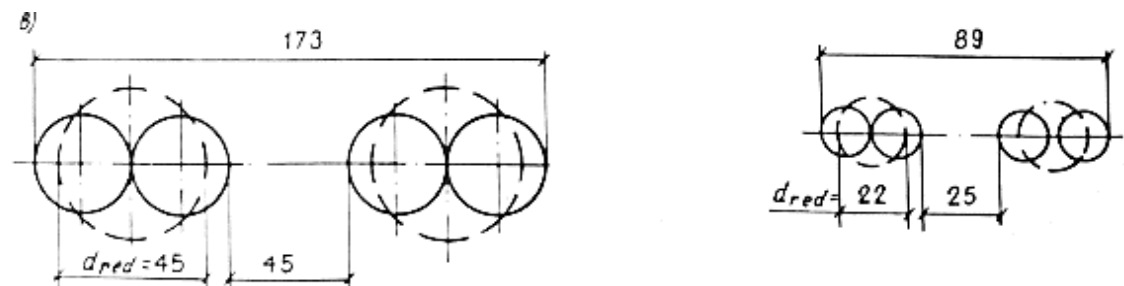
При этом расстояние в свету между пучками должны быть не менее приведенного диаметра стержня  $d_{s,red}$ .

$$d_{s,red} = \sqrt{\sum_i^n d_{si}^2}$$

$d_{s,red}$  – диаметр одного стержня в пучке;  
 $n$  – число стержней в пучке.



а) равномерное расположение стержней



б) спаренное расположение стержней при отсутствии зазора между стержнями каждой пары



## 7. Требования к максимальному расстоянию между стержнями арматуры:

### Для продольной арматуры

В соответствии с п.10.3.8 — 10.3.10 СП 63.13330.2012 (СП 63.13330.2018)

максимальное расстояние между осями стержней продольной арматуры составляет:

1. в железобетонных балках и плитах:

- не более 200 мм — при высоте поперечного сечения  $h \leq 150$  мм;
- не более 400 мм или  $1,5h$  — при высоте поперечного сечения  $h > 150$  мм.

2. в железобетонных колоннах:

- не более 400 мм — в направлении, перпендикулярном плоскости изгиба;
- не более 500 мм — в направлении плоскости изгиба.

3. В железобетонных стенах:

- не более 400 и не более  $2t$  ( $t$ - толщина стены) — между стержнями вертикальной арматуры;
- не более 400 — между стержнями горизонтальной арматуры.

# Спасибо за внимание

**Кононов Дмитрий Александрович**

Руководитель направления

**21.03.2024**

