



С.В. Шоком

СПРАВОЧНИК КОНСТРУКТОРА

с примерами и разъяснениями

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ НЕСУЩИХ СИСТЕМ

ЖИЛЫЕ И АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ЗДАНИЯ

в сейсмических районах

и районах без вечномерзлых грунтов

ЧАСТЬ 4

НАЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПОДБОРА СЕЧЕНИЙ

Тестовая версия 3.0. Ноябрь 2024.

Москва

2024

УДК 624.943:51-74

ББК 38.2.

ISBN 978-5-9303-937-9

Справочник содержит подробную информацию о проектировании железобетонных несущих систем.

Цель настоящего справочника: расписать ответы на наиболее частые вопросы, свести все требования норм в одно место и постараться дать шаблоны для формирования расчетно-конструктивного раздела в максимально простой форме.

Всего разрабатывается 22 части. Каждая часть пишется около двух месяцев. На ноябрь 2024 года написано 5 частей.

Запросить актуальные части можно у автора напрямую, написав письмо или сообщение. Все предоставляется бесплатно.

Контакты автора: 12345slava54321@mail.ru, +79057868019

Шокот С.В. Справочник конструктора. Расчет и проектирование железобетонных несущих систем. Жилые и административные здания. Электронное издание – Москва, 2024.

© Шокот С.В., 2024



Содержание

	Стр.
Термины и определения	4
1. Процент армирования	5
2. Минимальные диаметры арматуры	11
3. Шаг арматуры	13
4. Минимальные защитные слои и ширина раскрытия трещин	19
5.1. Коэффициенты условий работы бетона для конструкций кроме свай	23
5.2. Коэффициенты условий работы бетона для свай	24
6. Случайные эксцентриситеты	25
7.1. Расчетные длины для конструкций кроме свай	26
7.2. Расчетные длины для свай	27
8. Задание параметров подбора сечений в программу	32
Приложение А. Пример определения расчетной длины сваи	48

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.

1. Процент армирования

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 1. Минимальный и максимальные проценты армирования

№ п/п	Конструкция	Минимальный процент продольного армирования $\mu_{s,min}$	Максимальный процент армирования
1	Фундаментная плита (ФП)	0,3% (п. 5.2.7. СП 430.) Может приниматься не менее 0,15% –разъяснено разработчиком норм АО «НИЦ «Строительство» (но в экспертизе 0,15% это не пройдет, пока не обновят нормы)	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)
2	Свай	По п 10.3.6. СП 63. (с учетом таблицы 5.2 Пособия к СП 63)	
3	Колонны/пилоны	0,10% $\frac{l_0}{i} < 17$	
4	Стены	0,15% $17 < \frac{l_0}{i} \leq 35$	
		0,20% $35 < \frac{l_0}{i} < 87$	
		0,25% $\frac{l_0}{i} > 87$	
		l_0 – расчетная длина Для свай определяется в зависимости от свойств грунта (расчет будет дан в следующих частях). Без расчета можно принять 0,25%. Для колонн/пилонов/стен: $l_0 = kl$ k – коэффициент расчетной длины по п. 8.1.17 СП63. Для большинства монолитных конструкций $k=0,8$ (несмещаемые заделки с ограниченным поворотом) Для квадратных сечений $i = h/\sqrt{12}$ Для прямоугольных сечений наименьшее из: $i = h/\sqrt{12}$ $i = b/\sqrt{12}$ Для круглых сечений: $i = D/4$ h, b, D – высота, ширина, диаметр сечения	
5	Балки	0,1% (по п 10.3.6. СП 63)	
6	Плиты	0,1% (по п 10.3.6. СП 63)	
7	Плита покрытия	0,1% (по п 10.3.6. СП 63)	
8	Плита покрытия стилобата	0,1% (по п 10.3.6. СП 63)	
9	Лестницы и лестничные площадки	0,1% (по п 10.3.6. СП 63)	
10.1	Бетонная подготовка без передачи нагрузки на свай	Требования не предъявляются.	
10.2.	Силовая бетонная подготовка (обвязка свай)	Рекомендуется ее армирование с минимальным процентом 0,1%	

Справочная таблица 2. Требуемое минимальное армирование стен

Толщина стены, мм	Расчетная высота l_0 , мм	i $= h/\sqrt{12}$	Гибкость l_0/i	Минимальный процент Армирования $\mu_{s,min}$	Расчетная высота h_0 , см	Требуемая площадь армирования, см ² на 1 пог. м ($b = 100$ см) $A_s = \mu_{s,min} b h_0 / 100$
160	3000	46	65	0,2	13	2,6
180	3000	52	58	0,2	14	2,8
200	3000	58	52	0,2	15	3
220	3000	64	47	0,2	17	3,4
250	3000	72	42	0,2	20	4
280	3000	81	37	0,2	23	4,6
300	3000	87	35	0,15	25	3,75
350	3000	101	30	0,15	30	4,5
400	3000	115	26	0,15	35	5,25
450	3000	130	23	0,15	40	6
500	3000	144	21	0,15	45	6,75
550	3000	159	19	0,15	50	7,5
600	3000	173	17	0,15	55	8,25
700	3000	202	15	0,1	65	6,5
800	3000	231	13	0,1	75	7,5
900	3000	260	12	0,1	85	8,5
1000	3000	289	10	0,1	95	9,5
1100	3000	318	9	0,1	105	10,5
1200	3000	346	9	0,1	115	11,5
1300	3000	375	8	0,1	122	12,2
1400	3000	404	7	0,1	132	13,2
1500	3000	433	7	0,1	142	14,2
1600	3000	462	6	0,1	150	15
1800	3000	520	6	0,1	170	17
2000	3000	578	5	0,1	190	19
160	5000	47	106	0,25	13	3,25
180	5000	52	96	0,25	14	3,5
200	5000	58	86	0,2	15	3
220	5000	64	78	0,2	17	3,4
250	5000	73	68	0,2	20	4
280	5000	81	62	0,2	23	4,6
300	5000	87	57	0,2	25	5
350	5000	102	49	0,2	30	6
400	5000	116	43	0,2	35	7
450	5000	130	38	0,2	40	8
500	5000	145	34	0,15	45	6,75
550	5000	159	31	0,15	50	7,5
600	5000	174	29	0,15	55	8,25
700	5000	203	25	0,15	65	9,75
800	5000	231	22	0,15	75	11,25
900	5000	260	19	0,15	85	12,75
1000	5000	289	17	0,15	95	14,25
1100	5000	318	16	0,1	105	10,5
1200	5000	347	14	0,1	115	11,5
1300	5000	376	13	0,1	122	12,2
1400	5000	405	12	0,1	132	13,2
1500	5000	434	12	0,1	142	14,2
1600	5000	462	11	0,1	150	15
1800	5000	520	10	0,1	170	17
2000	5000	578	9	0,1	190	19
160	7000	47	149	0,25	13	3,25
180	7000	52	135	0,25	14	3,5
200	7000	58	121	0,25	15	3,75
220	7000	64	109	0,25	17	4,25
250	7000	73	96	0,25	20	5
280	7000	81	86	0,2	23	4,6
300	7000	87	80	0,2	25	5
350	7000	102	69	0,2	30	6
400	7000	116	60	0,2	35	7

ЧАСТЬ 4. НАЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПОДБОРА
СЕЧЕНИЙ

Толщина стены, мм	Расчетная высота l_0 , мм	i $= h/\sqrt{12}$	Гибкость l_0/i	Минимальный процент Армирования $\mu_{s,min}$	Расчетная высота h_0 , см	Требуемая площадь армирования, см ² на 1 пог. м ($b = 100\text{см}$) $A_s = \mu_{s,min} b h_0 / 100$
450	7000	130	54	0,2	40	8
500	7000	145	48	0,2	45	9
550	7000	159	44	0,2	50	10
600	7000	174	40	0,2	55	11
700	7000	203	34	0,15	65	9,75
800	7000	231	30	0,15	75	11,25
900	7000	260	27	0,15	85	12,75
1000	7000	289	24	0,15	95	14,25
1100	7000	318	22	0,15	105	15,75
1200	7000	347	20	0,15	115	17,25
1300	7000	376	19	0,15	122	18,3
1400	7000	405	17	0,15	132	19,8
1500	7000	434	16	0,1	142	14,2
1600	7000	462	15	0,1	150	15
1800	7000	520	13	0,1	170	17
2000	7000	578	12	0,1	190	19
160	10000	47	213	Предельная гибкость 200 превышена		
180	10000	52	192	0,25	14	3,5
200	10000	58	172	0,25	15	3,75
220	10000	64	156	0,25	17	4,25
250	10000	73	137	0,25	20	5
280	10000	81	123	0,25	23	5,75
300	10000	87	115	0,25	25	6,25
350	10000	102	98	0,25	30	7,5
400	10000	116	86	0,2	35	7
450	10000	130	77	0,2	40	8
500	10000	145	69	0,2	45	9
550	10000	159	63	0,2	50	10
600	10000	174	57	0,2	55	11
700	10000	203	49	0,2	65	13
800	10000	231	43	0,2	75	15
900	10000	260	38	0,2	85	17
1000	10000	289	35	0,15	95	14,25
1100	10000	318	31	0,15	105	15,75
1200	10000	347	29	0,15	115	17,25
1300	10000	376	27	0,15	122	18,3
1400	10000	405	25	0,15	132	19,8
1500	10000	434	23	0,15	142	21,3
1600	10000	462	22	0,15	150	22,5
1800	10000	520	19	0,15	170	25,5
2000	10000	578	17	0,15	190	28,5



Справочная таблица 3. Требуемое минимальное армирование колонн.

Габарит колонны, мм	Расчетная высота l_0 , мм	$i = h/\sqrt{12}$	Гибкость l_0/i	Минимальный процент Армирования $\mu_{s,min}$	Расчетная высота h_0 , см	Требуемая площадь армирования, см ² на 1 пог. м ($b = h$, см) $A_s = \mu_{s,min} b h_0 / 100$
300	3000	87	35	0,15	25	3,75
350	3000	101	30	0,15	30	4,5
400	3000	115	26	0,15	35	5,25
450	3000	130	23	0,15	40	6
500	3000	144	21	0,15	45	6,75
550	3000	159	19	0,15	50	7,5
600	3000	173	17	0,15	55	8,25
700	3000	202	15	0,1	65	6,5
800	3000	231	13	0,1	75	7,5
900	3000	260	12	0,1	85	8,5
1000	3000	289	10	0,1	95	9,5
1100	3000	318	9	0,1	105	10,5
1200	3000	346	9	0,1	115	11,5
1300	3000	375	8	0,1	122	12,2
1400	3000	404	7	0,1	132	13,2
1500	3000	433	7	0,1	142	14,2
1600	3000	462	6	0,1	150	15
1800	3000	520	6	0,1	170	17
2000	3000	577	5	0,1	190	19
300	5000	87	58	0,2	25	5
350	5000	101	49	0,2	30	6
400	5000	115	43	0,2	35	7
450	5000	130	38	0,2	40	8
500	5000	144	35	0,15	45	6,75
550	5000	159	31	0,15	50	7,5
600	5000	173	29	0,15	55	8,25
700	5000	202	25	0,15	65	9,75
800	5000	231	22	0,15	75	11,25
900	5000	260	19	0,15	85	12,75
1000	5000	289	17	0,15	95	14,25
1100	5000	318	16	0,1	105	10,5
1200	5000	346	14	0,1	115	11,5
1300	5000	375	13	0,1	122	12,2
1400	5000	404	12	0,1	132	13,2
1500	5000	433	12	0,1	142	14,2
1600	5000	462	11	0,1	150	15
1800	5000	520	10	0,1	170	17
2000	5000	577	9	0,1	190	19
300	7000	87	81	0,2	25	5
350	7000	101	69	0,2	30	6
400	7000	115	61	0,2	35	7
450	7000	130	54	0,2	40	8
500	7000	144	48	0,2	45	9
550	7000	159	44	0,2	50	10
600	7000	173	40	0,2	55	11
700	7000	202	35	0,15	65	9,75
800	7000	231	30	0,15	75	11,25
900	7000	260	27	0,15	85	12,75
1000	7000	289	24	0,15	95	14,25
1100	7000	318	22	0,15	105	15,75
1200	7000	346	20	0,15	115	17,25
1300	7000	375	19	0,15	122	18,3
1400	7000	404	17	0,15	132	19,8
1500	7000	433	16	0,1	142	14,2
1600	7000	462	15	0,1	150	15
1800	7000	520	13	0,1	170	17
2000	7000	577	12	0,1	190	19
300	10000	87	115	0,25	25	6,25
350	10000	101	99	0,25	30	7,5

ЧАСТЬ 4. НАЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПОДБОРА
СЕЧЕНИЙ

Габарит колонны, мм	Расчетная высота l_0 , мм	$i = h/\sqrt{12}$	Гибкость l_0/i	Минимальный процент Армирования $\mu_{s,min}$	Расчетная высота h_0 , см	Требуемая площадь армирования, см ² на 1 пог. м ($b = h, \text{см}$) $A_s = \mu_{s,min} b h_0 / 100$
400	10000	115	87	0,2	35	7
450	10000	130	77	0,2	40	8
500	10000	144	69	0,2	45	9
550	10000	159	63	0,2	50	10
600	10000	173	58	0,2	55	11
700	10000	202	49	0,2	65	13
800	10000	231	43	0,2	75	15
900	10000	260	38	0,2	85	17
1000	10000	289	35	0,15	95	14,25
1100	10000	318	31	0,15	105	15,75
1200	10000	346	29	0,15	115	17,25
1300	10000	375	27	0,15	122	18,3
1400	10000	404	25	0,15	132	19,8
1500	10000	433	23	0,15	142	21,3
1600	10000	462	22	0,15	150	22,5
1800	10000	520	19	0,15	170	25,5
2000	10000	577	17	0,15	190	28,5



Справочная таблица 4. Требуемое минимальное армирование плит перекрытия и покрытий

Толщина плиты перекрытия, мм	Расчетная высота h_0 , см	Минимальный процент Армирования $\mu_{s,min}$	Требуемая площадь армирования, см ² на 1 пог. м ($b = 100\text{см}$) $A_s = \mu_{s,min}bh_0/100$
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
500	45	0,1	4,5
550	50	0,1	5
600	55	0,1	5,5
700	65	0,1	6,5
800	75	0,1	7,5
900	85	0,1	8,5
1000	95	0,1	9,5

Справочная таблица 5. Требуемое минимальное армирование фундаментных плит

Толщина Фундаментной плиты, мм	Расчетная высота h_0 , см	Вариант 1		Вариант 2	
		Минимальный процент армирования $\mu_{s,min}$ (с учетом разъяснения авторов норм)	Требуемая площадь армирования, см ² на 1 пог. м ($b = 100\text{см}$) $A_s = \mu_{s,min}bh_0/100$	Минимальный процент армирования $\mu_{s,min}$ (строго по нормам)	Требуемая площадь армирования, см ² на 1 пог. м ($b = 100\text{см}$) $A_s = \mu_{s,min}bh_0/100$
300	25	0,15	3,75	0,3	7,5
350	30	0,15	4,5	0,3	9
400	35	0,15	5,25	0,3	10,5
450	40	0,15	6	0,3	12
500	45	0,15	6,75	0,3	13,5
550	50	0,15	7,5	0,3	15
600	550	0,15	8,25	0,3	16,5
700	650	0,15	9,75	0,3	19,5
800	750	0,15	11,25	0,3	22,5
900	850	0,15	12,75	0,3	25,5
1000	950	0,15	14,25	0,3	28,5
1100	1050	0,15	15,75	0,3	31,5
1200	1150	0,15	17,25	0,3	34,5
1300	1220	0,15	18,3	0,3	36,6
1400	1320	0,15	19,8	0,3	39,6
1500	1420	0,15	21,3	0,3	42,6
1600	1500	0,15	22,5	0,3	45,0
1800	1700	0,15	25,5	0,3	51,0
2000	1900	0,15	28,5	0,3	57,0

2. Минимальные диаметры арматуры

Справочная таблица 6. 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	Фундаментная плита (ФП)	Продольная: не менее 12мм (меньшего автор не встречал) не менее 16мм (р.з.А.)	По аналогии с КС-2
		Поперечная: не менее 10мм (р.з.А.)	По аналогии с КС-2
2	Сваи	Продольная: Для серийных забивных свай: не менее 10мм Для буронабивных свай: не менее 16мм (р.з.А.)	Продольная: Для серийных забивных свай: не менее 16 мм (р.з.А) Для буронабивных свай: не менее 20мм (р.з.А)
		Поперечная: Для серийных свай в отдельных случаях может приниматься не менее 5мм (не смотря на то, что противоречит п. 10.3.12 СП63 это подтверждено испытаниями). Если испытания серийных свай отсутствуют, то 6мм и не менее 0,25d продольной (п. 10.3.12 СП63). Для буронабивных свай: не менее 0,25d продольной (п. 10.3.12 СП63). и не менее 10мм(р.з.А)	Поперечная: Для серийных свай: не менее 6мм Для буронабивных свай: не менее 0,25d продольной (п. 10.3.12 СП63). и не менее 12мм(р.з.А)
3	Колонны/пилоны	Продольная: не менее 12мм (п. 7.8. СП 430) не менее 16мм (п 5.17 пособие к СП 63)	Продольная: Не менее 20мм (п.8.2.3.4 СП 267)
		Поперечная: хомуты и шпильки –не менее 0,25d вертикальной и не менее 6мм (п. 10.3.12 СП63)	Поперечная: хомуты и шпильки –не менее 0,25d вертикальной и не менее 6мм (п. 10.3.12 СП63)
4	Стены	Продольная: Вертикальная – не менее 12мм (р.з.А) Горизонтальная – 8мм (р.з.А)	Продольная: Не менее 12мм (п.8.2.3.4 СП 267)
		Поперечная: хомуты и шпильки –не менее 0,25d продольной вертикальной и не менее 6мм. (п. 10.3.12 СП63)	Поперечная: хомуты и шпильки –не менее 0,25d продольной и не менее 6мм. (п. 10.3.12 СП63)
5	Балки	Продольная: Не менее 12мм (п.7.11 СП 430)	Продольная: Не менее 12мм (п.8.2.3.4 СП 267)
		Поперечная: хомуты и шпильки –не менее 0,25d продольной и не менее 6мм. (п. 10.3.12 СП63)	Поперечная: хомуты и шпильки –не менее 0,25d продольной и не менее 6мм. (п. 10.3.12 СП63)
6	Плиты	Продольная: Не менее 10мм (при меньших значениях арматура гнется при ее установке)	Продольная: Не менее 12мм (п.8.2.3.4 СП 267)
		Поперечная: не менее 6мм	Поперечная: не менее 6мм
7	Плита покрытия	Продольная: Не менее 10мм (при меньших значениях арматура гнется при ее установке)	Продольная: Не менее 12мм (п.8.2.3.4 СП 267)
		Поперечная: не менее 6мм	Поперечная: не менее 6мм
8	Плита покрытия стилобата	Продольная: 12мм (Р.з.А.)	Продольная: Не менее 12мм (п.8.2.3.4 СП 267)
		Поперечная: не менее 6мм	Поперечная: не менее 6мм

**ЧАСТЬ 4. НАЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПОДБОРА
СЕЧЕНИЙ**

№ п/п	Конструкция	Минимально возможные диаметры для КС-2 (нормальный уровень ответственности)	Минимально возможные диаметры для КС-3 (повышенный уровень ответственности)
9	Лестницы и лестничные площадки	Продольная: Не менее 10мм (при меньших значениях арматура гнется при ее установке, если сетка не сварная)	Продольная: Не менее 12мм (п.8.2.3.4 СП 267)
		Поперечная: не менее 6мм	Поперечная: не менее 6мм
10.1	Бетонная подготовка без передачи нагрузки на сваи	Требования не предъявляются.	Требования не предъявляются.
10.2.	Силовая бетонная подготовка (обвязка свай)	Армирование сварными сетками Вр-1 диаметром 5мм (р.э.а)	Армирование сварными сетками Вр-1 диаметром 5мм (р.э.а)



3. Шаг арматуры

Справочная таблица 7. Шаг арматуры

№ п/п	Конструкция	Минимальный	Максимальный	Классический шаг
1	Фундаментная плита (ФП)	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: Не более 1,5h и 400мм (п. 10.3.8 СП 63) h – толщина плиты	Фоновая арматура + дополнительная арматура 200+200 250+250 300+300 300+150
		Поперечная: В зоне продавливания по рисунку 8.13 СП 63. Не менее 50мм в свету (п. 10.3.4) 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 стен): не более $h_0/2$ и не более 300мм	В зоне продавливания поперечная: $h_0/3$ и менее В зоне поперечной силы $h_0/2$, но не более 300мм.
2	Свай	Для свай, изготавливаемых на заводе. Продольная: Не менее 50мм в свету (п. 10.3.4 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). Для буронабивных свай. Продольная: Не менее 70мм в свету, не менее 2х диаметров крупного заполнителя, в т.ч. в зонах с перехлестами 9 (п.8.3.12 СП 381)	Продольная: Не более 400мм (п. 10.3.8 СП 63)	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, расположенной более чем в два ряда (п. 10.3.5 СП 63)	Поперечная из условия выпучивания продольной арматуры: По вертикали при проценте продольного армирования у одной грани $\mu_s < 1,5\%$: – в зоне вне стыков не более $15d$ и не более 500мм. (п. 10.3.14 СП 63) – в зоне стыков на нахлестке не более $10d$ (п. 7.9 СП 430). По вертикали при проценте продольного армирования у одной грани $\mu_s > 1,5\%$: – в зоне вне стыков не более $10d$ и не более 300мм. (п. 10.3.14 СП 63).	100мм 150мм 200мм 300мм

№ п/п	Конструкция	Минимальный	Максимальный	Классический шаг
			– в зоне стыков на нахлестке не более 10d (п. 7.9 СП 430). По горизонтали при ширине грани до 400мм и при количестве стержней продольной арматуры <u>до 4</u>: минимум 1 замкнутый хомут (п. 10.3.15 СП 63) По горизонтали при ширине грани до 400мм и при количестве стержней продольной арматуры <u>более 4</u>: охват хомутом минимум через один стержень (п. 10.3.15 СП 63). По горизонтали при ширине грани более 400мм и при количестве стержней продольной арматуры <u>более 4</u>: охват хомутом минимум через один стержень (п. 10.3.15 СП 63). Поперечная из условия работы на поперечную силу: По вертикали не более $h_0/2$ и не более 300мм (п. 10.3.13).	
3	Колонны/пилоны	Продольная: Не менее 50мм в свету (п. 10.3.4 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: Не более 400мм (п. 10.3.8 СП 63)	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, расположенной более чем в два ряда (п. 10.3.5 СП 63)	Поперечная из условия выпучивания продольной арматуры: По вертикали при проценте продольного армирования у одной грани $\mu_s < 1,5\%$: – в зоне вне стыков не более 15d и не более 500мм. (п. 10.3.14 СП 63) – в зоне стыков на нахлестке не более 10d (п. 7.9 СП 430). По вертикали при проценте продольного армирования у одной грани $\mu_s > 1,5\%$: – в зоне вне стыков не более 10d и не более 300мм. (п. 10.3.14 СП 63). – в зоне стыков на нахлестке не более 10d (п. 7.9 СП 430). По горизонтали при ширине грани до 400мм и при количестве стержней продольной арматуры <u>до 4</u>: минимум 1 замкнутый хомут (п. 10.3.15 СП 63) По горизонтали при ширине грани до 400мм и при количестве стержней продольной арматуры <u>более 4</u>: охват хомутом минимум через один стержень (п. 10.3.15 СП 63). По горизонтали при ширине грани более 400мм и при количестве стержней продольной арматуры <u>более 4</u>: охват	100мм 150мм 200мм 300мм

№ п/п	Конструкция	Минимальный	Максимальный	Классический шаг
			хомутом минимум через один стержень (п. 10.3.15 СП 63). Поперечная из условия работы на поперечную силу: По вертикали не более $h_0/2$ и не более 300мм (п. 10.3.13).	
4	Стены	Продольная: Не менее 50мм в свету (п. 10.3.4 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 вертикальная: Не более $2h$ и 400мм (п. 10.3.8 СП 63) h – толщина стены Продольная горизонтальная: Не более 400мм! НО шаг должен совпадать с вертикальным шагом поперечной арматуры.	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, расположенной более чем в два ряда (п. 10.3.5 СП 63)	Поперечная из условия выпучивания продольной арматуры: При проценте продольного армирования у одной грани $\mu_s < 2\%$ (в проценте армирования учитываются перехлесты!): – по вертикали не более $20d$ – по горизонтали не более 600мм. (п. 5.24 Пособия к СП 63) При проценте продольного армирования у одной грани $\mu_s > 2\%$ (в проценте армирования учитываются перехлесты!): – по вертикали не более $15d$ и не более 500мм. – по горизонтали не более 400мм и не более 2х шагов вертикальной продольной арматуры (п. 5.24 Пособия к СП 63) Поперечная из условия работы на поперечную силу: Не более $h_0/2$ и не более 300мм (п. 10.3.13)	100мм 150мм 200мм 300мм
5	Балки	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 $h \leq 150$мм Не более 200мм При $h > 150$мм Не более $1,5h$ и 400мм 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 50мм в свету (п. 10.3.4 СП 63) От автора: множество объектов спроектировано с расстоянием в свету	Поперечная из условия выпучивания продольной арматуры (для балок, работающих на сжатие): При проценте продольного армирования у одной грани $\mu_s < 1,5\%$:	100мм 150мм 200мм 300мм

**ЧАСТЬ 4. НАЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПОДБОРА
СЕЧЕНИЙ**

№ п/п	Конструкция	Минимальный	Максимальный	Классический шаг
		менее 50мм, что допустимо при надлежащей укладке бетонной смеси	– в зоне вне стыков не более 15d и не более 500мм. (п. 10.3.14 СП 63) – в зоне стыков на нахлестке не более 10d (п. 7.9 СП 430) При проценте продольного армирования у одной грани $\mu_s > 1,5\%$: – в зоне вне стыков не более 10d и не более 300мм. (п. 10.3.14 СП 63) – в зоне стыков на нахлестке не более 10d (п. 7.9 СП 430) При количестве растянутых стержней продольной арматуры более <u>5</u>: минимум 1 замкнутый хомут (п. 7.11 СП 430). При количестве сжатых стержней продольной арматуры более <u>3</u>: 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)	
6	Плиты	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)	Продольная (п. 10.3.8 СП 63): При $h \leq 150$мм Не более 200мм При $h > 150$мм Не более 1,5h и 400мм h – толщина плиты	Фоновая арматура + дополнительная арматура 200+200 250+250 250+125 300+300 300+150
7	Плита покрытия	Между соседними стыками на муфтах в свету между муфтами не менее 2d и не менее 30 мм (п.10.3.30 СП 63)		
8	Плита покрытия стилобата	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)		
9	Лестницы и лестничные площадки	Поперечная: В зоне продавливания по рисунку 8.13 СП 63. Не менее 50мм в свету (п. 10.3.4 СП 63)	Поперечная: В зоне продавливания по рисунку 8.13 СП 63. В зоне поперечной силы (при сплошном опирании на стены: не более $h_0/2$ и не более 300мм	В зоне продавливания поперечная: $h_0/3$ и менее В зоне поперечной силы $h_0/2$, но не более 300мм.



№ п/п	Конструкция	Минимальный	Максимальный	Классический шаг
		От автора: множество объектов спроектировано с расстоянием в свету менее 50мм, что допустимо при надлежащей укладке бетонной смеси		
10.1	Бетонная подготовка	не нормировано		
10.2.	Силовая бетонная подготовка (обвязка свай)	По аналогии с плитами	По аналогии с плитами	50 100 200

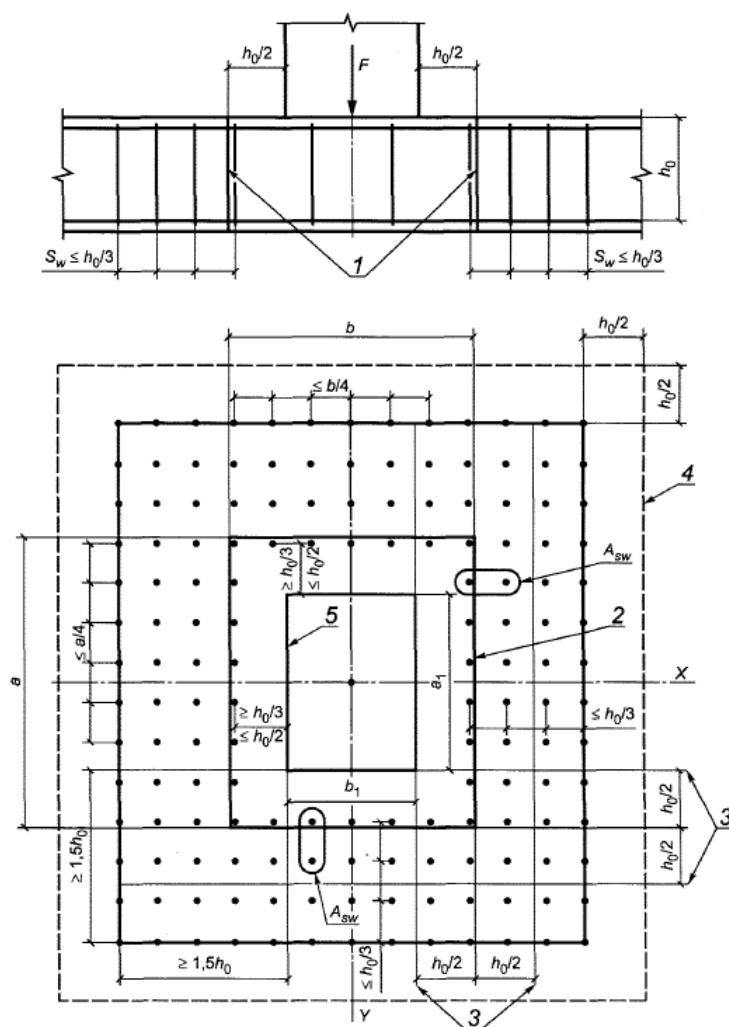


Рисунок 8.13 СП 63. – Схема для расчета железобетонных плит с вертикальной равномерно распределенной поперечной арматурой на продавливание

1 – расчетное поперечное сечение; 2 – контур расчетного поперечного сечения; 3 – границы зоны, в пределах которых в расчете учитывается поперечная арматура; 4 – контур расчетного поперечного сечения без учета в расчете поперечной арматуры; 5 – контур площадки приложения нагрузки

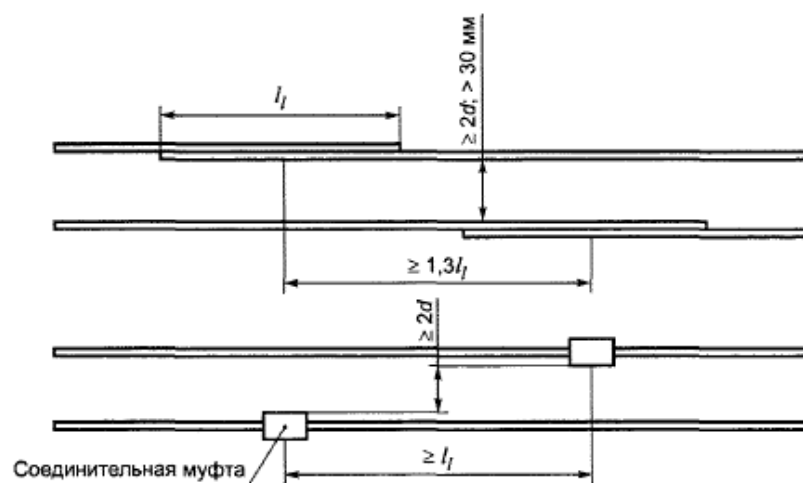
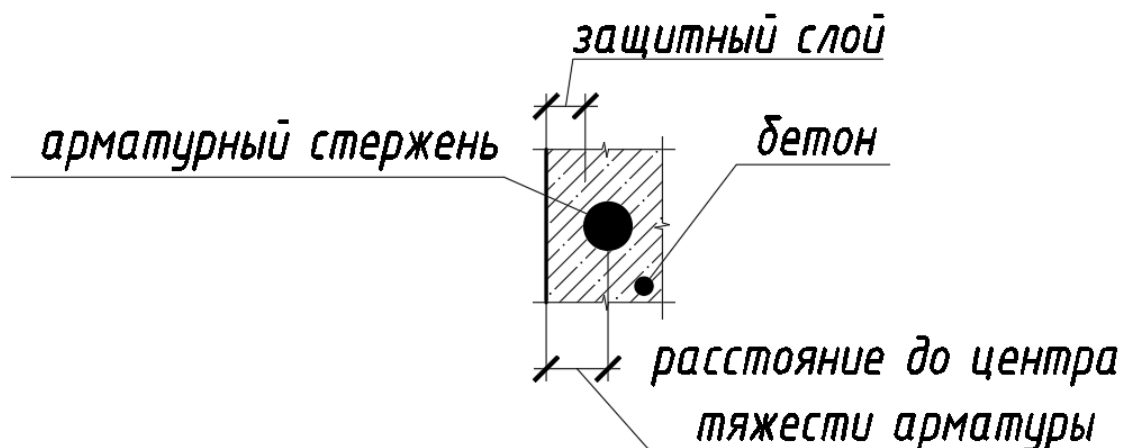


Рисунок К.1 СП 63 – Расположение стержней, стыкуемых внахлест и с помощью механических соединений

4. Минимальные защитные слои и ширина раскрытия трещин

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 8. Минимальные защитные слои в неагрессивных средах (Таблица 10.1. СП 63)

Условия эксплуатации конструкций зданий в <u>неагрессивных средах</u>	Толщина защитного слоя бетона для арматуры <u>установленной по расчету</u> , мм, не менее	Толщина защитного слоя бетона для арматуры <u>установленной конструктивно без расчета</u> , мм, не менее	Толщина защитного слоя бетона для всех случаев, мм, не менее
В закрытых помещениях при нормальной и пониженной влажности	20	20-5=15	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	
В грунте (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий), в монолитных фундаментах при наличии бетонной подготовки	40	40-5=35	
В монолитных фундаментах при отсутствии бетонной подготовки (только для нижней рабочей арматуры)	70	70-5=65	

Справочная таблица 9. Предельная ширина раскрытия трещин в неагрессивных средах (п. 8.2.6. СП 63)

	Непродолжительная ширина раскрытия трещин, мм	Продолжительная ширина раскрытия трещин, мм
Из условия обеспечения сохранности арматуры (относится ко всем железобетонным элементам)	0,4	0,3
Из условия ограничения проницаемости конструкций (относится к элементам, воспринимающим давление жидкости и газа)	0,3	0,2

Агрессивность среды определяется по заданию на проектирование (если это производственное помещение) или по результатам геологических изысканий (ИГИ). Гидроизоляция может защитить от агрессивной среды, но только в случае ее правильного устройства и отсутствия прорывов при эксплуатации. В реальности не существует гидроизоляции, которая идеально отработала бы более 50 лет без протечек. **Самой передовой метод**

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.** Разработчики норм обещали убрать данное требование в 2025 году. В расчетных примерах справочника данное требование игнорируется.

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

Группа арматурной стали	Класс арматуры	Предельно допустимая ширина непрочного и прочного раскрытия трещин, мм, в среде			Минимальное значение толщины защитного слоя бетона, мм (над чертой)		
		слабо-агрессивной	средне-агрессивной	сильно-агрессивной	слабо-агрессивной	средне-агрессивной	сильно-агрессивной
Конструкции без предварительного напряжения							
I	A240, A400, A500, A600, Bp500, B500	0,25 (непрочное) 0,2(прочное)	0,15 (непрочное) 0,1(прочное)	0,10 (непрочное) 0,05(прочное)	20+5=25	20+5=25	25+5=30

допустимая ширина непрочного и прочного (в скобках) раскрытия трещин.

Значение толщины защитного слоя для монолитных конструкций увеличены на +5 мм, поскольку базовые значения даны для сборных конструкций.

Справочная таблица 11. Таблица Ж.4 СП 28. – Требования к железобетонным конструкциям при воздействии агрессивных жидких сред

Интересный жидкий сред							
Группа арматурной стали	Класс арматуры	Предельно допустимая ширина непрочного и прочного раскрытия трещин, мм, в среде			Минимальное значение толщины защитного слоя бетона, мм (над чертой)		
		слабо-агрессивной	средне-агрессивной	сильно-агрессивной	слабо-агрессивной	средне-агрессивной	сильно-агрессивной
Конструкции без предварительного напряжения							
I	A240, A400, A500, A600, Bp500, B500	0,2 (непрочное) 0,15(прочное)	0,15 (непрочное) 0,10 (прочное)	0,10(непрочное) 0,05(прочное)	20+5=25	20+5=25	25+5=30

допустимая ширина непрочного и прочного (в скобках) раскрытия трещин.

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(непрочное) и 0,2(прочное) 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 12. Требования к колоннам. Фрагмент таблицы 14.1 СП 468.

Вид бетона	Вид огневого воздействия	Ширина b колонны и расстояние до оси арматуры a	Минимальное значение параметра, мм, колонны при пределе огнестойкости R , мин					
			R30	R60	R90	R120	R150	R180
Тяжелый	С четырех сторон	b	150	200	240	300	400	450
		a	10	25	35	40	50	50

Справочная таблица 13. Требования к стенам. Фрагмент таблицы 14.2 СП 468.

Вид бетона	Толщина стены t_c и расстояние до оси арматуры a	Минимальное значение параметра стены, мм, при пределе огнестойкости, мин					
		REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 150	REI 180
Тяжелый	t_c	100	120	140	160	200	240
	a	10	15	20	30	30	30

Справочная таблица 14. Требования к балкам. Фрагмент таблицы 14.3 СП 468.

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 15. Требования к плитам. Фрагмент таблицы 14.5 СП 468.

Вид бетона, параметры плиты и вид опирания		Толщина <i>t</i> плиты и расстояние <i>a</i> 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	<i>t</i>	30	50	80	100	120	140	155
	Опирание по двум сторонам или по контуру при $\frac{l_y}{l_x} \geq 1,5$	<i>a</i>	10	15	25	35	45	60	70
	Опирание по контуру $\frac{l_y}{l_x} < 1,5$	<i>a</i>	10	10	10	15	20	30	40

5.1 Коэффициенты условий работы бетона для конструкций кроме свай

По п.6.1.12 СП 63. И п. 6.2.7 СП 63 в необходимых случаях расчетные значения прочностных характеристик бетона умножают на следующие коэффициенты условий работы γ_{bi} , учитывающие особенности работы бетона в конструкции (характер нагрузки, условия окружающей среды и т.д.).

Справочная таблица 16. Коэффициенты условий работы бетона

γ_{b1} – для бетонных и железобетонных конструкций, вводимый к расчетным значениям сопротивлений R_b и R_{bt} и учитывающий влияние <u>длительности действия</u> статической нагрузки: $\gamma_{b1} = 1$ – при действии всех нагрузок, включая кратковременные нагрузки; $\gamma_{b1} = 0,9$ – при действии только постоянных и длительных нагрузок. От автора: программы в большинстве случаев не запрашивают γ_{b1} и определяют его автоматически.
$\gamma_{b2} = 0,9$ – только для бетонных конструкций, вводимый к расчетным значениям сопротивления R_b и учитывающий характер разрушения таких конструкций. В расчетах железобетонных элементов не используется.
γ_{b3} – для бетонных и железобетонных конструкций, бетонируемых в вертикальном положении: – при высоте слоя бетонирования более 1,5 м (колонны, стены, толстые фундаментные плиты), вводимый к расчетному значению сопротивления бетона R_b : $\gamma_{b3} = 0,85$. – при высоте слоя бетонирования менее 1,5 м $\gamma_{b3} = 1$.
γ_{b4} – для ячеистых бетонов, вводимый к расчетному значению сопротивления бетона R_b : $\gamma_{b4} = 1,0$ – при влажности ячеистого бетона 10% и менее; $\gamma_{b4} = 0,85$ – при влажности ячеистого бетона более 25%;
γ_{b5} – учитывает влияние попеременного замораживания и оттаивания, а также отрицательных температур. Для надземных конструкций, подвергаемых атмосферным воздействиям окружающей среды при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период минус 40°C и выше, принимают коэффициент $\gamma_{b5} = 1,0$. В остальных случаях значения коэффициента принимают в зависимости от назначения конструкции и условий окружающей среды согласно специальным указаниям. От автора: Специальными указаниями могут являться старый СНиП 2.03.01-84 (таблица 17 – приведена ниже), однако для большинства рассматриваемых в данном справочнике зданий данное требование игнорируется, поскольку используются бетоны с морозостойкостью выше, чем требуют нормы.

Таблица 17. СНиП 2.03.01-84*

Условия эксплуатации конструкции	Расчетная зимняя температура наружного воздуха, °C	Коэффициент условий работы бетона γ_{b5} при попеременном замораживании и оттаивании для бетона	
		тяжелого и мелкозернистого	легкого и поризованного
Попеременное замораживание и оттаивание: а) в водонасыщенном состоянии	Ниже минус 40	0,70	0,80
	Ниже минус 20 до минус 40 включ.	0,85	0,90
	Ниже минус 5 до минус 20 включ.	0,90	1,00
	Минус 5 и выше	0,95	1,00
б) в условиях эпизодического водонасыщения	Ниже минус 40	0,90	1,00
	Минус 40 и выше	1,00	1,00

Примечания: 1. Расчетная зимняя температура наружного воздуха принимается 1.8. как расчетная зимняя температура наружного воздуха принимается как средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки в зависимости от района строительства.

5.2. Коэффициенты условий работы бетона для свай

Справочная таблица 17. Справочная таблица коэффициентов условий работы.

Свай	Первый коэффициент условий работы γ_{cb} (п.7.1.9 СП 24)	Первый коэффициент условий работы γ'_{cb} (п.7.1.9 СП 24)	Итоговый коэффициент $\gamma_{cb} \cdot \gamma'_{cb}$ (в программу вводится как γ_{b3})
Изготавливаемые на заводе в горизонтальном положении	-	-	$\gamma_{b3} = 1$
Изготавливаемые на заводе в вертикальном положении при высоте слоя бетонирования более 1,5 м	-	-	$\gamma_{b3} = 0,85$
В глинистых грунтах, если возможны бурение скважин и бетонирование их насухо без крепления стенок при положении уровня подземных вод в период строительства ниже пяты свай,	0,85	1,0	0,85
В грунтах, бурение скважин и бетонирование в которых производят насухо с применением извлекаемых обсадных труб или полых шнеков	0,85	0,9	0,765
В грунтах, бурение скважин и бетонирование в которых осуществляют при наличии в них воды с применением извлекаемых обсадных труб или полых шнеков	0,85	0,8	0,68
В грунтах, бурение скважин и бетонирование в которых выполняют под глинистым раствором или под избыточным давлением воды (без обсадных труб)	0,85	0,7	0,595

6. Случайные эксцентриситеты

Согласно п. 7.1.7. СП 63 при расчете по прочности **внецентренно сжатых бетонных элементов** на действие сжимающей продольной силы следует учитывать случайный эксцентриситет, принимаемый **не менее**:

- **1/600** длины элемента или расстояния между его сечениями, закрепленными от смещения;
- **1/30** высоты сечения;
- **10 мм**.

От автора: на строительной площадке, как правило, отклонения превышают указанные, и проектировщики в рамках авторского надзора вынуждены считать на большие отклонения, чем изначально заложены в расчет. Поэтому бывает целесообразно увеличить случайный эксцентриситет минимум в 1,5 раза. Нормы это не запрещают делать.

7.1. Расчетные длины для конструкций кроме свай

l_0 – расчетная длина

Для свай определяется в зависимости от свойств грунта (расчет будет дан в следующих частях). Без расчета можно принять 0,25%.

Для колонн/пилонов/стен:

$$l_0 = k l, \text{ где}$$

k – коэффициент расчетной длины;

l – длина элемента.

Справочная таблица 18. Коэффициенты расчетных длин железобетонных элементов

Условия защемления	k (8.1.17 СП63.)	Примечания автора
Для элементов с шарнирным опиранием на двух концах	1	
Для элементов с жесткой заделкой (исключающей поворот опорного сечения) на одном конце и незакрепленным другим концом (консоль)	2	
Для элементов с шарнирным несмещаемым опиранием на одном конце, а на другом конце: – с жесткой (без поворота) заделкой – с податливой (допускающей ограниченный поворот) заделкой	0,7 0,9	
Для элементов с податливым шарнирным опиранием (допускающим ограниченное смещение опоры) на одном конце, а на другом конце: – с жесткой (без поворота) заделкой – с податливой (с ограниченным поворотом) заделкой	1,5 2,0	
Для элементов с несмещаемыми заделками на двух концах: – жесткими (без поворота) – податливыми (с ограниченным поворотом)	0,5 0,8	0,8 обычно используется для расчета большинства монолитных конструкций
Для элементов с ограниченно смещаемыми заделками на двух концах: – жесткими (без поворота) – податливыми (с ограниченным поворотом)	0,8 1,2	

7.2. Расчетные длины для свай

Расчетная длина сваи определяется согласно п. 7.1.8 СП 24 с учетом приложения Б.5 СП 24.

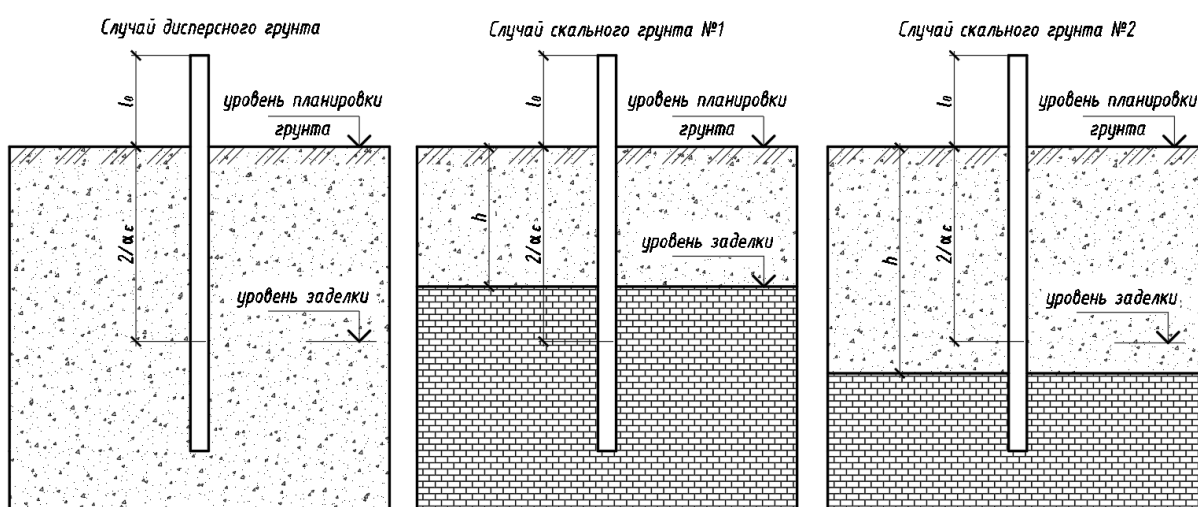
Свая считается жестко заделанной в дисперсный грунт на расстоянии:

$$l_1 = l_0 + \frac{2}{\alpha_\varepsilon}$$

l_0 – длина участка сваи от подошвы высокого ростверка до уровня планировки грунта (расстояние на которое свая выходит из грунта), м. В случае, если свая заглублена, как в примере справочника, то $l_0 = 0$.

Если происходит заделка буровой (буронабивной) сваи в скальный грунт и ее высота h в грунте меньше, чем $\frac{2}{\alpha_\varepsilon}$, то заделку принимают до уровня скального грунта, при этом:

$$l_1 = l_0 + h$$



$$\alpha_\varepsilon = \sqrt[5]{\frac{\alpha_i K b_p}{EI}}$$

K – коэффициент пропорциональности (определен выше). Нормы не дают методики расчета K для нескольких слоев грунта, через которые проходит свая, поэтому в инженерной практике принимается наименьшее значение по наиболее слабому грунту, который встречается до момента ее заделки.

α_i – понижающий коэффициент, учитывающий взаимное влияние свай (определен выше)

Диаметр для круглой / сторона для прямоугольной $d \geq 0,8$	Диаметр для круглой / сторона для прямоугольной $d < 0,8$
$b_p = d + 1$	$b_p = 1,5d + 0,5$

$E = 0,6E_b$ – модуль упругости сваи, кПа

E_b – начальный модуль упругости, определенный по таблице 6.11 СП 63.

0,6 коэффициент по п. 6.2.7 СП 430.

Фрагмент таблицы 6.11 СП 63.

Бетон	Значения начального модуля упругости бетона при сжатии и растяжении E_b , кПа·10 ⁶ , при классе бетона по прочности сжатия															
	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	B70	B80	B90	B100
Тяжелый	19,0	21,5	24,0	27,5	30,0	32,5	34,5	36,0	37,0	38,0	39,0	39,5	41,0	42,0	42,5	43
Мелкозернистый группы А – естественно о твердения	15,5	17,5	19,5	22,0	24,0	26,0	27,5	28,5	–	–	–	–	–	–	–	–

I – момент инерции сечения сваи, м⁴

Момент инерции прямоугольного сечения сваи:

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

b – ширина сечения, м

h – высота сечения, м

Момент инерции круглого сечения сваи:

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

d – диаметр сваи, м

Справочная таблица. 19. Коэффициент пропорциональности K . Таблица Б.1. СП 24 (после интерполяции).

Вид и характеристика грунта, окружающего сваи	Коэффициент пропорциональности K , кН/м ⁴
Пески крупные	
$e = 0,55$	10000
$e = 0,6$	8666
$e = 0,65$	7333
$e = 0,7$	6000
Глины и суглинки твердые	
$I_L \leq -0,25$	10000
$I_L = -0,2$	9200
$I_L = -0,15$	8400
$I_L = -0,1$	7600
$I_L = -0,05$	6800
$I_L = 0$	6000
Пески мелкие	
$e = 0,6$	6000
$e = 0,65$	5333
$e = 0,7$	4667
$e = 0,75$	4000
Пески средней крупности	
$e = 0,55$	6000
$e = 0,6$	5333
$e = 0,65$	4667
$e = 0,7$	4000
Супеси твердые	
$I_L \leq -0,25$	6000
$I_L = -0,2$	5600
$I_L = -0,15$	5200
$I_L = -0,1$	4800
$I_L = -0,05$	4400
$I_L = 0$	4000
Глины и суглинки тугопластичные и полутвердые	
$I_L = 0$	6000
$I_L = 0,05$	5777
$I_L = 0,1$	5555
$I_L = 0,15$	5333
$I_L = 0,25$	5111
$I_L = 0,3$	4888
$I_L = 0,35$	4666
$I_L = 0,4$	4444
$I_L = 0,45$	4222
$I_L = 0,5$	4000

Вид и характеристика грунта, окружающего сваи	Коэффициент пропорциональности K , кН/м ⁴
Пески пылеватые	
$e = 0,6$	4000
$e = 0,65$	3588
$e = 0,7$	3175
$e = 0,75$	2763
$e = 0,8$	2350
Супеси пластичные	
$I_L = 0$	4000
$I_L = 0,05$	3882
$I_L = 0,1$	3764
$I_L = 0,15$	3646
$I_L = 0,25$	3529
$I_L = 0,3$	3411
$I_L = 0,35$	3293
$I_L = 0,4$	3175
$I_L = 0,45$	3057
$I_L = 0,5$	2939
$I_L = 0,55$	2821
$I_L = 0,6$	2704
$I_L = 0,65$	2586
$I_L = 0,7$	2468
$I_L = 0,75$	2350
Глины и суглинки мягкопластичные	
$I_L = 0,5$	4000
$I_L = 0,55$	3670
$I_L = 0,6$	3340
$I_L = 0,65$	3010
$I_L = 0,7$	2680
$I_L = 0,75$	2350
Глины и суглинки текучепластичные	
$I_L = 0,75$	2350
$I_L = 0,8$	3670
$I_L = 0,85$	3340
$I_L = 0,9$	3010
$I_L = 0,95$	2680
$I_L = 1$	1350
Пески гравелистые	
$e = 0,55$	33350
$e = 0,6$	27817
$e = 0,65$	22283
$e = 0,7$	16750
Крупнообломочные грунты с печаным заполнителем	
Любые показатели	33350

Расчет коэффициента α_i может вестись по **академическому подходу** (изложен в п.Б.7 СП 24)

$$\alpha_i = \gamma_{c,c} \prod_{j \neq i} \left\{ 1 - \frac{d}{r_{ij}} \left[0,789 + 0,229 \frac{x_j - x_i}{r_{ij}} - 0,143 \left(\frac{x_j - x_i}{r_{ij}} \right)^2 \right] \right\}$$

$\gamma_{c,c}$ коэффициент, учитывающий уплотнение грунта при погружении свай и принимаемый:

$\gamma_{c,c} = 1,2$ для забивных свай сплошного сечения;

$\gamma_{c,c} = 1$ для остальных видов свай.

d – диаметр или сторона поперечного сечения свай.

$$r_{ij} = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}$$

x_i, y_i – координаты оси i -й сваи в плане, причем горизонтальная нагрузка приложена в направлении оси x ;

x_j, y_j – то же, для j -й сваи.

$\prod_{j \neq i}$ – произведение.

Инженерный подход, который использует автор сильно упрощает приведенную формулу и дает те же самые значения с погрешностью до 5–10%. При этом используется усредненный шаг свай.

$$\alpha_i = \gamma_{c,c} \left(0,0772 \frac{l_{cp}}{d} - 0,098 \ln(n) + 0,5341 \right)$$

l_{cp} – усредненное расстояние между сваями, м

d – диаметр или сторона поперечного сечения свай, м

n – количество свай в кусте.

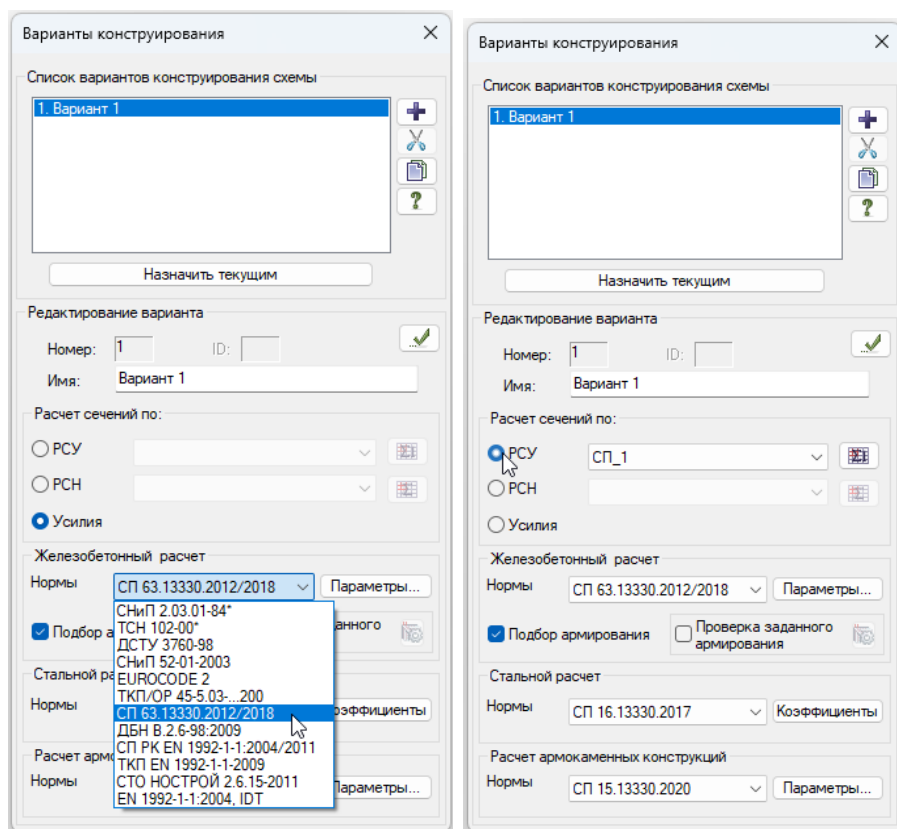
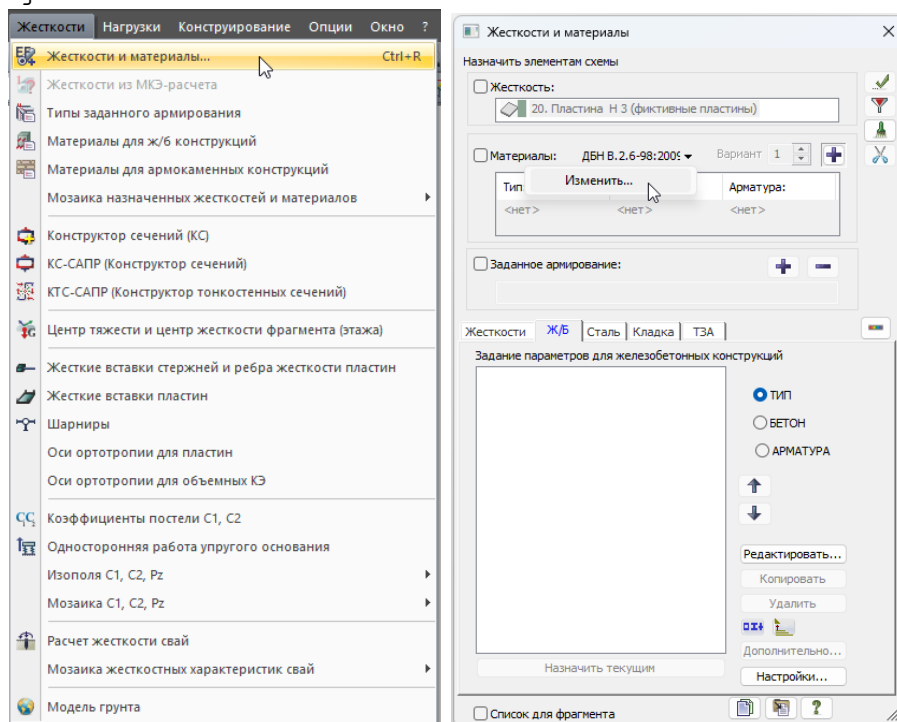
Справочная таблица 20. Коэффициент расчетной длины сваи

Условия сопряжения сваи	Коэффициент расчетной длины k по п.8.1.17 СП63.	Расчетная длина
Жесткое сопряжение Ростверк упирается в грунт или в соседние фундаменты, которые опираются в грунт с	0,8 (для элементов с ограниченно смещаемыми заделками на двух концах: жесткими (без поворота))	$l_{расч} = kl_1$
Шарнирное сопряжение Ростверк упирается в грунт или в соседние фундаменты, которые опираются в грунт.	1,5 (для элементов с податливым шарнирным опиранием (допускающим ограниченное смещение опоры) на одном конце, а на другом конце с жесткой (без поворота) заделкой)	
Жесткое сопряжение Ростверк не упирается в грунт или в соседние фундаменты, которые опираются в грунт.	0,8 (для элементов с ограниченно смещаемыми заделками на двух концах: жесткими (без поворота))	
Шарнирное сопряжение Ростверк не упирается в грунт или в соседние фундаменты, которые опираются в грунт.	2,0 (для элементов с жесткой заделкой (исключающей поворот опорного сечения) на одном конце и незакрепленным другим концом (консоль))	

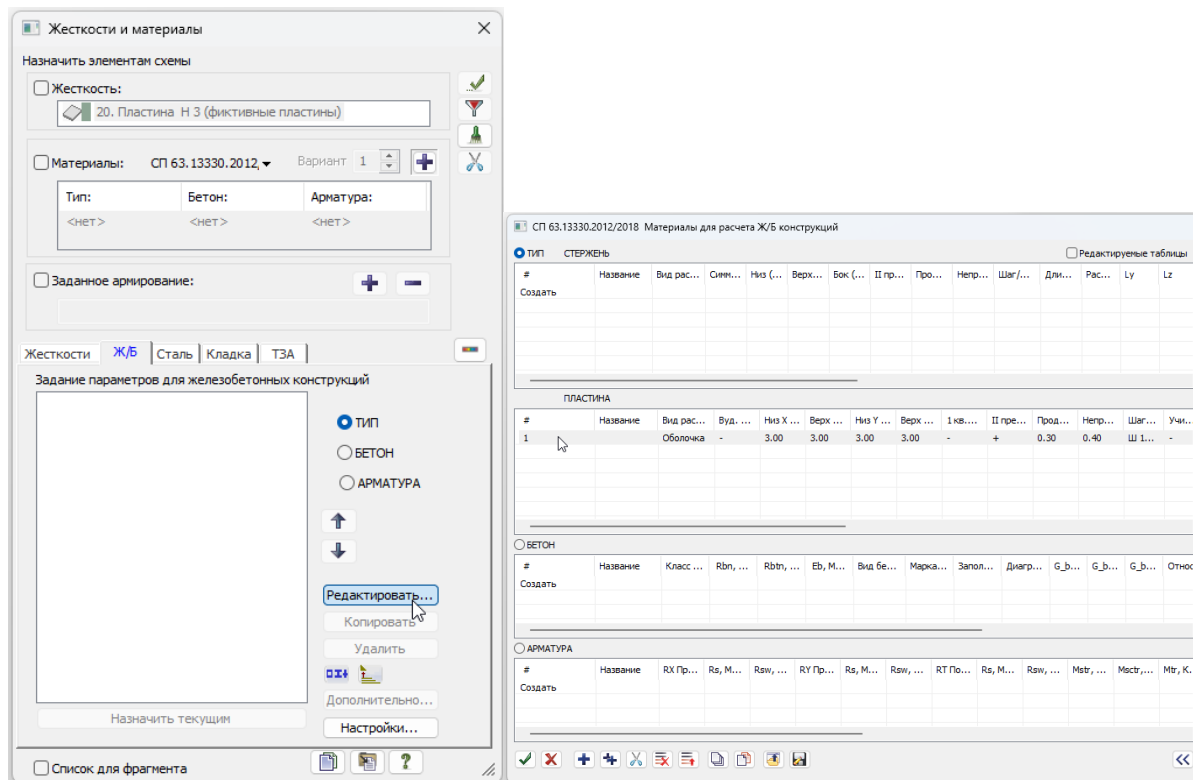
8. Задание параметров подбора сечений в программу

Задание параметров для подбора сечений производится в «Жесткостях и материалах».

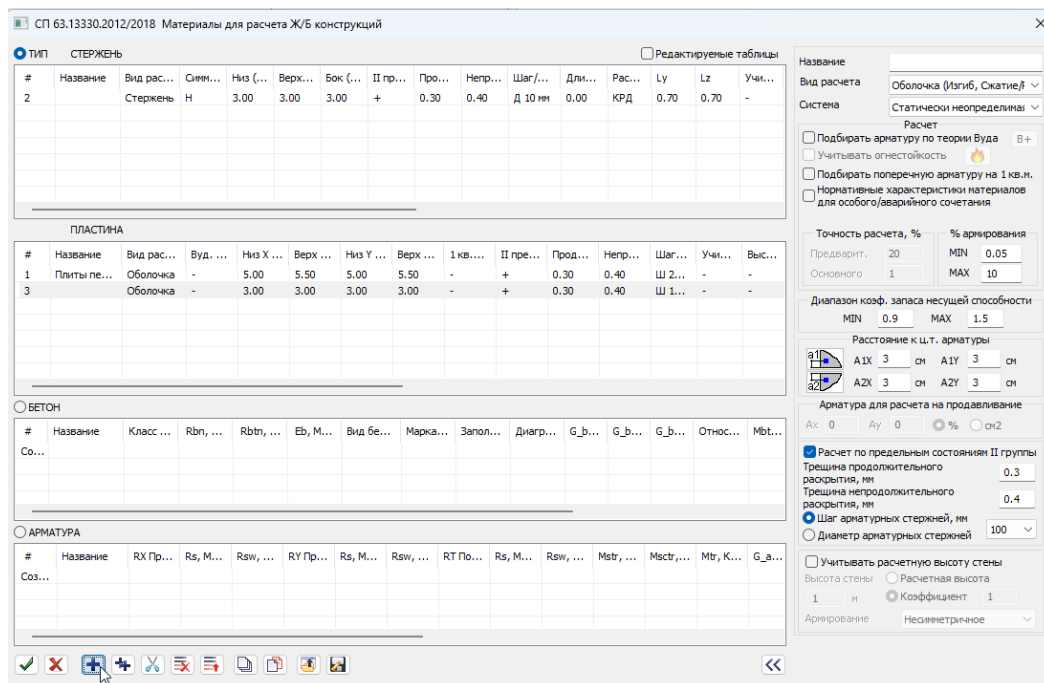
Сперва нужно выбрать нужные нормативные документы для расчета и **выбрать расчет сечений по РСЧ**. Если стоит подбор сечений «по усилиям», то вы пролетели с результатами минимум в 2 раза: армирование будет заниженным.



После выбора нормативных документов и «расчета по РСЧ» во вкладке Ж/Б нажимаем «Редактировать».



Для добавления новых свойств нужно нажать .



Для завершения и сохранения нужно нажать .

Краткая теория. Плиты. Стены.

Вид расчета

-Оболочка. Учитывает все усилия.

-Плита. Учитывает только изгиб.

-Стена. Учитывает только сжатие/растяжение.

Для расчета плит и стен **всегда используется оболочка**, поскольку в монолитных конструкциях возникают абсолютно все усилия.

Система

-Статически неопределимая

-Статически определимая

Все монолитные системы статически неопределимые.

Подбор арматуры по теории Вуда

В России используется теория Н.И. Карпенко. Теория Р. Вуда ближе к Еврокоду и поэтому, как правило, не используется.

Подбор поперечной арматуры на 1 кв.м

Подбор поперечной арматуры в плитах во многих случаях требует «ручных» проверок. Галочку можно как ставить, так и не ставить.

Нормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания

В СП 296 (пожарная машина и пр.) нет указаний по использованию нормативных характеристик материалов.

В п 5.1. СП 385(прогрессирующее обрушение) есть указания по использованию нормативных характеристик материалов.

Для корректировки свойств можно пользоваться вкладками для задания свойств Бетона и Арматуры, а здесь галочку не ставить.

Минимальный процент армирования

Программа будет автоматически ставить арматуру не менее указанного процента армирования. При этом программа вместо h_0 ставит h , поэтому получаются несколько завышенные значения требуемого армирования.

Максимальный процент армирования

При превышении указанного процента армирования программа будет выдавать **«ошибку»** на элементах, где армирование превышает максимальный процент. Рекомендуется ставить 5%.

Диапазон коэффициента запаса несущей способности

Используется для расчета заданного армирования (ТЗА).

Расстояние к ц.т. растянутой арматуры.

Четкие расстояния можно получить после разработки чертежей конструирования с учетом требований к защитным слоям.

Ориентировочные показатели для первой итерации можно принять по справочным таблицам.

Справочная таблица 21. Примерные расстояния до центра тяжести арматуры плит

Габариты	Расстояние до нижней арматуры A1X, A1Y, см	Расстояние до верхней арматуры A2X, A2Y, см
Плиты		
Толщины до 200мм	4,0	4,5
Толщины 200–300	5,0	5,5
Толщины более 300мм	5,5	6,0
Фундаментные плиты		
Толщины до 800мм	8,5	7,5
Толщины 800–1500 мм	15	13
Толщины более 1500мм	22	20

Справочная таблица 20. Примерные расстояния до центра тяжести арматуры для стен.

Габариты	Расстояние до вертикальной арматуры A1Y, A2Y, см	Расстояние до горизонтальной арматуры A1X, A2X, см
Стены		
Толщины до 200 мм	5	4
Толщины 200–800 мм	7	5
Толщины более 800 мм	14	10

Расчет по предельным состояниям второй группы.

Для каждого типа конструкций указываются предельная ширина раскрытия трещин в зависимости от агрессивности среды.

Для малых толщин рекомендовано использовать «шаг арматурных стержней». При этом необходимо понимать, чем больше шаг подбираемой арматуры, тем больше арматуры программа выдаст в подборе.

Для больших толщин рекомендовано использовать «диаметр арматурных стержней». Чем больше поставлен диаметр подбираемой арматуры, тем больше арматуры программа выдаст в подборе.

Данное свойство связано с тем, что ширина раскрытия трещин тем больше, чем больше диаметр арматуры (см. формулу ширины раскрытия трещин в СП 63 в п. 8.2.15), и для того, чтобы ограничить ширину раскрытия трещин программа будет увеличивать площадь армирования.

Справочная таблица 22. Примерные параметры для расчета трещиностойкости для плит

Габариты	Шаг арматуры, мм	Диаметр арматуры, мм
Плиты		
Толщины до 200мм	200	–
Толщины 200–300	200	–
Толщины более 300мм	200	–
Фундаментные плиты		
Толщины до 800мм	–	20
Толщины 800–1500 мм	–	25
Толщины более 1500мм	–	32

Справочная таблица 23. Примерные параметры для расчета трещиностойкости для стен

Габариты	Шаг арматуры, мм	Диаметр арматуры, мм
Стены		
Толщины до 200 мм	200	-
Толщины 200–800 мм	200	25
Толщины более 800 мм	-	32

Учитывать расчетную высоту для стены

Для стен необходимо ввести длину элемента (расстояние между плитами перекрытий) и коэффициент к расчетной длине.

Плиты перекрытия	Фундаментная плита
Название: Плиты перекрытия Вид расчета: оболочка (Изгиб, Сжатие/т) Система: Статически неопределима Расчет ☐ Подбирать арматуру по теории Вуда В+ ☐ Учитывать огнестойкость ☐ Подбирать поперечную арматуру на 1 кв.м. ☐ Нормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания Точность расчета, % Предварит. 20 Основного 1 % армирования MIN 0.1 MAX 10 Диапазон коэф. запаса несущей способности MIN 0.9 MAX 1.5 Расстояние к ц.т. арматуры A1X 5 см A1Y 5 см A2X 5.5 см A2Y 5.5 см Арматура для расчета на продавливание Ax 0 Ay 0 % см2 ☒ Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продолжительного раскрытия, мм 0.3 Трещина непродолжительного раскрытия, мм 0.4 ☒ Шаг арматурных стержней, мм 200 ☐ Диаметр арматурных стержней ☐ Учитывать расчетную высоту стены Высота стены Расчетная высота 1 м Коэффициент 1 Армирование Несимметричное	Название: Фундаментная плита Вид расчета: оболочка (Изгиб, Сжатие/т) Система: Статически неопределима Расчет ☐ Подбирать арматуру по теории Вуда В+ ☐ Учитывать огнестойкость ☐ Подбирать поперечную арматуру на 1 кв.м. ☐ Нормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания Точность расчета, % Предварит. 20 Основного 1 % армирования MIN 0.3 MAX 10 Диапазон коэф. запаса несущей способности MIN 0.9 MAX 1.5 Расстояние к ц.т. арматуры A1X 22 см A1Y 22 см A2X 20 см A2Y 20 см Арматура для расчета на продавливание Ax 0 Ay 0 % см2 ☒ Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продолжительного раскрытия, мм 0.15 Трещина непродолжительного раскрытия, мм 0.2 ☐ Шаг арматурных стержней, мм ☒ Диаметр арматурных стержней 32 ☐ Учитывать расчетную высоту стены Высота стены Расчетная высота 1 м Коэффициент 1 Армирование Несимметричное

Стены надземные	Стены подземные, не соприкасающиеся с грунтом	Стены подземные, соприкасающиеся с грунтом
Название: Стены надземные Вид расчета: Оболочка (Изгиб, Сжатие/т) Система: Статически неопределима Расчет ☐ Подбирать арматуру по теории Вуда B+ ☐ Учитывать огнестойкость ☐ Подбирать поперечную арматуру на 1 кв.м. ☐ Нормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания Точность расчета, % Предварит. 20 Основного 1 % армирования MIN 0.2 MAX 5 Диапазон коэф. запаса несущей способности MIN 0.9 MAX 1.5 Расстояние к ц.т. арматуры A1X 4 см A1Y 5 см A2X 4 см A2Y 5 см Арматура для расчета на продавливание Ax 0 Ay 0 ☐ % ☐ см2 ☒ Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продольного раскрытия, мм 0.3 Трещина поперечного раскрытия, мм 0.4 Шаг арматурных стержней, мм 200 Диаметр арматурных стержней ☒ Учитывать расчетную высоту стены Высота стены Расчетная высота 3.1 м Коэффициент 0.8 Армирование Несимметричное	Название: Стены подземные Вид расчета: Оболочка (Изгиб, Сжатие/т) Система: Статически неопределима Расчет ☐ Подбирать арматуру по теории Вуда B+ ☐ Учитывать огнестойкость ☐ Подбирать поперечную арматуру на 1 кв.м. ☐ Нормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания Точность расчета, % Предварит. 20 Основного 1 % армирования MIN 0.2 MAX 5 Диапазон коэф. запаса несущей способности MIN 0.9 MAX 1.5 Расстояние к ц.т. арматуры A1X 4 см A1Y 5 см A2X 4 см A2Y 5 см Арматура для расчета на продавливание Ax 0 Ay 0 ☐ % ☐ см2 ☒ Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продольного раскрытия, мм 0.3 Трещина поперечного раскрытия, мм 0.4 Шаг арматурных стержней, мм 200 Диаметр арматурных стержней ☒ Учитывать расчетную высоту стены Высота стены Расчетная высота 3.4 м Коэффициент 0.8 Армирование Несимметричное	Название: Стены подземные с грунтом Вид расчета: Оболочка (Изгиб, Сжатие/т) Система: Статически неопределима Расчет ☐ Подбирать арматуру по теории Вуда B+ ☐ Учитывать огнестойкость ☐ Подбирать поперечную арматуру на 1 кв.м. ☐ Нормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания Точность расчета, % Предварит. 20 Основного 1 % армирования MIN 0.05 MAX 10 Диапазон коэф. запаса несущей способности MIN 0.9 MAX 1.5 Расстояние к ц.т. арматуры A1X 4 см A1Y 5 см A2X 4 см A2Y 5 см Арматура для расчета на продавливание Ax 0 Ay 0 ☐ % ☐ см2 ☒ Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продольного раскрытия, мм 0.15 Трещина поперечного раскрытия, мм 0.2 Шаг арматурных стержней, мм 200 Диаметр арматурных стержней ☒ Учитывать расчетную высоту стены Высота стены Расчетная высота 3.4 м Коэффициент 0.8 Армирование Несимметричное

Краткая теория. Колонны. Балки. Сваи.

Вид расчета:

- Стержень (общий случай) – арматура в сечении будет подобрана без учета всех конструктивных особенностей;
- Балка – арматура в сечении будет подобрана без учета сжимающего усилия (т.е. арматура будет с запасом);
- Колонна рядовая – арматура в сечении будет подобрана с учетом гибкости в двух направлениях;
- Колонна первого этажа – арматура в сечении будет подобрана с учетом наличия заделки в фундаменте;
- Пилон – арматура в сечении будет подобрана только вдоль граней большего размера;
- Наклонная балка – арматура в сечении балки будет подобрана с учетом сжимающего усилия и гибкости.

Армирование

Симметричное. Используется для колонн.

Несимметричное. Используется для балок.

Система

– Статически неопределимая

– Статически определимая

Все монолитные системы статически неопределимые.

Учитывать конструктивные требования

Если используются вид расчета Балка, Колонна, Пилон, Наклонная балка, то программа учитывает определенные конструктивные требования при установке армирования. Использование не обязательно.

Выделять угловые доковые стержни

Алгоритм подбора продольной арматуры с выделением угловых стержней обеспечивает приоритетное наращивание площади арматуры в угловых зонах, так как угловые стержни воспринимают изгибающие моменты обоих направлений. По сравнению с алгоритмом распределенной арматуры этот подход, как правило, позволяет уменьшить требуемую площадь арматурных стержней.

Алгоритм подбора продольной арматуры без выделения угловых стержней подбирает площадь продольной арматуры с учетом ее равномерного расположения вдоль граней сечения. Этот алгоритм по сравнению с алгоритмом армирования с учетом выделения угловых стержней приводит к перерасходу арматуры. Однако в этом случае пользователю предоставляется возможность произвести выбор диаметров и расстановку арматурных стержней самостоятельно.

Располагать доковцу арматуры в полке

Галочка используется в балках.

Учитывать совместное действие усилий

СП 63.13330. требуют выполнять расчет по прочности на совместное действие крутящего и изгибающего моментов (п. 8.1.39 и 8.1.40 СП 63.) и расчет по прочности на совместное действие крутящего момента и поперечной силы (п. 8.1.41 и 8.1.42 СП 63.). Это приводит к значительному увеличению площади арматуры.

Учитывать многоконтурность

Для сложных форм сечений стержней (тавр, двутавр, уголок, крест) при выборе норм СП 63.13330.2012/2018 можно учесть совместное действие крутящего момента и поперечной силы для каждой прямоугольной составляющей контура сечения.

Для сечений справочника не используется.

Учитывать огнестойкость

Галочку не ставим, расчет в справочнике ведется по методике отличающейся от программной.

Нормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания

В СП 296 (пожарная машина и пр.) нет указаний по использованию нормативных характеристик материалов. В п 5.1. СП 385(прогрессирующее обрушение) есть указания по использованию нормативных характеристик материалов.

Для корректировки свойств можно пользоваться вкладками для задания свойств Бетона и Армат, а здесь галочку не ставить.

Максимальный процент армирования

При превышении указанного процента армирования программа будет выдавать «ошибку» на элементах, где армирование превышает максимальный процент. Рекомендуется ставить 5%.

Диапазон коэффициента запаса несущей способности

Используется для расчета заданного армирования (ТЗА).

Расстояние к ц.т. растянутой арматуры.

Четкие расстояния можно получить после разработки чертежей конструирования с учетом требований к защитным слоям.

Ориентировочные показатели для первой итерации можно принять по справочным таблицам.

Справочная таблица 24. Примерные расстояния до центра тяжести арматуры для колонн и балок

Габариты	Расстояние до нижней арматуры А1, см	Расстояние до верхней арматуры А2, см	А3 доковая, см
Колонны			
До 400мм	5	5	5
400–800мм	6	6	6
Более 800мм	12	12	12
Балки			
Высотой до 400мм	5	6	7
Высотой 400–800мм	5	7	8
Высотой более 800мм	8	10	10

Расчет по предельным состояниям второй группы.

Для каждого типа конструкций указываются предельная ширина раскрытия трещин в зависимости от агрессивности среды.

Справочная таблица 25. Примерные параметры для расчета трещиностойкости для колонн и балок

Габариты	Шаг арматуры, мм	Диаметр арматуры, мм
Колонны/сваи		
До 400мм	–	25
400–800мм	–	28
Более 800мм	–	32
Балки		
Высотой до 400мм	–	20
Высотой 400–800мм	–	25
Высотой более 800мм	–	28

Балки	Надземные колонны
Название: Балки Вид расчета: Стержень Армирование: Несимметричное Система: Статически неопределимая Расчет ☐ Учитывать конструктивные требования ☐ Выделять угловые арматурные стержни ☒ Располагать боковую арматуру в полке ☒ Учитывать совместное действие усилий ☐ Учитывать многоконтурность ☐ Учитывать поправки к п. 3.52 Пособия к СП 52-101-2003 ☐ Учитывать огнестойкость ☐ Нормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания Точность расчета, % Предварит. 20 Основного 1 % армирования MAX 5 Диапазон коэф. запаса несущей способности MIN 0.9 MAX 1.5 Расстояние к ц.т. арматуры, см a1 5 a2 6 a3 8 ☒ Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продолжительного раскрытия, мм 0.3 Трещина непродолжительного раскрытия, мм 0.4 Шаг арматурных стержней, мм Диаметр арматурных стержней 25 Длина элемента, Расчетные длины Длина элемента 1 м Расчетная длина LY 0.8 Коэффициент LZ 0.8 При $L_y=L_z=0$ игнорируется $N<0$.	Название: Колонны надземные Вид расчета: Стержень Армирование: Симметричное Система: Статически неопределимая Расчет ☐ Учитывать конструктивные требования ☐ Выделять угловые арматурные стержни ☐ Располагать боковую арматуру в полке ☒ Учитывать совместное действие усилий ☐ Учитывать многоконтурность ☐ Учитывать поправки к п. 3.52 Пособия к СП 52-101-2003 ☐ Учитывать огнестойкость ☐ Нормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания Точность расчета, % Предварит. 20 Основного 1 % армирования MAX 5 Диапазон коэф. запаса несущей способности MIN 0.9 MAX 1.5 Расстояние к ц.т. арматуры, см a1 6 a2 6 a3 6 ☒ Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продолжительного раскрытия, мм 0.3 Трещина непродолжительного раскрытия, мм 0.4 Шаг арматурных стержней, мм Диаметр арматурных стержней 28 Длина элемента, Расчетные длины Длина элемента 3.1 м Расчетная длина LY 0.8 Коэффициент LZ 0.8 При $L_y=L_z=0$ игнорируется $N<0$.

Подземные колонны, не соприкасающиеся с грунтом	Подземные колонны, соприкасающиеся с грунтом	Сваи
Название: Колонны подземные Вид расчета: Стержень Армирование: Симметричное Система: Статически неопределимая Расчет ☐ Учитывать конструктивные требования ☐ Выделять угловые арматурные стержни ☐ Располагать боковую арматуру в полке ☒ Учитывать совместное действие усилий ☐ Учитывать многоконтурность ☐ Учитывать поправки к п. 3.52 Пособия к СП 52-101-2003 ☐ Учитывать огнестойкость ☐ Нормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания Точность расчета, % Предварит. 20 Основного 1 % армирования MAX 5 Диапазон коэф. запаса несущей способности MIN 0.9 MAX 1.5 Расстояние к ц.т. арматуры, см a1 6 a2 6 a3 6 ☒ Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продолжительного раскрытия, мм 0.3 Трещина непродолжительного раскрытия, мм 0.4 Шаг арматурных стержней, мм Диаметр арматурных стержней 28 Длина элемента, Расчетные длины Длина элемента 3.4 м Расчетная длина LY 0.8 Коэффициент LZ 0.8 При $L_y=L_z=0$ игнорируется $N<0$.	Название: Колонны подземные с грунтом Вид расчета: Стержень Армирование: Симметричное Система: Статически неопределимая Расчет ☐ Учитывать конструктивные требования ☐ Выделять угловые арматурные стержни ☐ Располагать боковую арматуру в полке ☒ Учитывать совместное действие усилий ☐ Учитывать многоконтурность ☐ Учитывать поправки к п. 3.52 Пособия к СП 52-101-2003 ☐ Учитывать огнестойкость ☐ Нормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания Точность расчета, % Предварит. 20 Основного 1 % армирования MAX 5 Диапазон коэф. запаса несущей способности MIN 0.9 MAX 1.5 Расстояние к ц.т. арматуры, см a1 6 a2 6 a3 6 ☒ Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продолжительного раскрытия, мм 0.15 Трещина непродолжительного раскрытия, мм 0.2 Шаг арматурных стержней, мм Диаметр арматурных стержней 28 Длина элемента, Расчетные длины Длина элемента 3.4 м Расчетная длина LY 0.8 Коэффициент LZ 0.8 При $L_y=L_z=0$ игнорируется $N<0$.	Название: Сваи Вид расчета: Стержень Армирование: Симметричное Система: Статически неопределимая Расчет ☐ Учитывать конструктивные требования ☐ Выделять угловые арматурные стержни ☐ Располагать боковую арматуру в полке ☒ Учитывать совместное действие усилий ☐ Учитывать многоконтурность ☐ Учитывать поправки к п. 3.52 Пособия к СП 52-101-2003 ☐ Учитывать огнестойкость ☐ Нормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания Точность расчета, % Предварит. 20 Основного 1 % армирования MAX 5 Диапазон коэф. запаса несущей способности MIN 0.9 MAX 1.5 Расстояние к ц.т. арматуры, см a1 12 a2 12 a3 12 ☒ Расчет по предельным состояниям II группы Трещина продолжительного раскрытия, мм 0.05 Трещина непродолжительного раскрытия, мм 0.1 Шаг арматурных стержней, мм Диаметр арматурных стержней 28 Длина элемента, Расчетные длины Длина элемента 8.23 м Расчетная длина LY 1.5 Коэффициент LZ 1.5 При $L_y=L_z=0$ игнорируется $N<0$.

Результат задания типов армирования

Бетон. Краткая теория.

Класс бетона

Принимается с учетом части 1 справочника.

При расчете можно добавить свой вариант.

Вид бетона

Принимается с учетом части 1 справочника. Как правило, тяжелый.

Заполнитель

Используется для расчета огнестойкости. Огнестойкость в справочнике рассчитывается по иным методикам, поэтому данный параметр не используется. Можно ставить любой.

Относительная влажность

В жилых помещениях максимально допустимая влажность до 60–65%. Для расчета можно поставить 65%.

Для фундаментных плит можно поставить 80%.

Влажность будет влиять только на длительную диаграмму работы бетона, на результат подбора армирования оказывает незначительное влияние.

Диаграмма напряжение–деформация

Трехлинейная более точно описывает поведение бетона. В целом результат не особо отличается от расчета по двухлинейной диаграмме.

Коэффициенты условий работы

Принимаются с учетом рекомендаций Справочника (см. выше).

Учет сейсмического воздействия

Не рассматривается в данном справочнике.

Расчет с особыми/аварийными сочетаниями

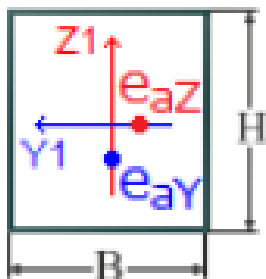
Для прогрессирующего обрушения принимается с учетом п. 5.2. СП 385.

$$\varepsilon_{b2} = 0,0035$$

$$\varphi_b = 1 \dots 1,15 \text{ (автор рекомендует брать 1).}$$

Случайные эксцентриситеты

Картинка из справки ЛИРА-САПР.



В стержнях (колоннах/сваях) направление осей Z1, Y1 смотрят по местным осям



В пластинах (стенах) ось Z1 всегда перпендикулярна плоскости пластины.

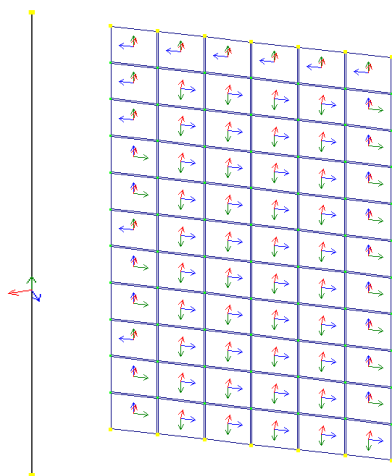


Таблица-пример 1. Расчет случайных эксцентриситетов

№ п/п	Вертикальная конструкция	EY			В расчет максимальное EZ	EZ			В расчет максимальное EY
		L/600, см	b/30, см	1см		1/600	L/30	1см	
1	Колонны 40x40 (ZxY)	0,6	1,33	1	1,33	0,6	1,33	1	1,33
2	Колонны 80x40 (ZxY)	0,6	2,66	1	2,66	0,6	1,33	1	1,33
3	Колонны 40x80 (ZxY)	0,6	1,33	1	1,33	0,6	2,66	1	2,66
4	Стены 1 пог.м x 200(ZxY)	0,6	3,33	1	3,33	0,6	0,66	1	1
5	Сваи 130	1,37	4,33	1	4,33	1,37	4,33	1	4,33

Плиты	Фундаментная плита	Стены																																																																				
СП 63.13330.2012/2018 Название Плиты Класс бетона B30 Вид бетона тяжелый Заполнитель Силикатный заполнитель Марка легкого бетона по средней плотности 2000 Относительная влажность воздуха, % 65 Диаграмма напряжение-деформация 3-х линейная диаграмма состояния скатого I Коэффициенты условий работы Учет сейсмического воздействия Расчет с особыми/аварийными сочетаниями Случайные эксцентриситеты (стержень) По высоте сечения EY 0 см По ширине сечения EZ 0 см <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B30 (МПа)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Eb</td><td>32500.00</td></tr> <tr><td>Rbn</td><td>22.00</td></tr> <tr><td>Rbtn</td><td>1.75</td></tr> <tr><td>Rb</td><td>17.00</td></tr> <tr><td>Rbt</td><td>1.15</td></tr> <tr><td>Eps_b0 (*1000)</td><td>3.40</td></tr> <tr><td>Eps_b2 (*1000)</td><td>4.80</td></tr> <tr><td>Eps_b1red (*1000)</td><td>2.80</td></tr> <tr><td>Eps_bt0 (*1000)</td><td>0.24</td></tr> <tr><td>Eps_bt2 (*1000)</td><td>0.31</td></tr> <tr><td>Eps_bt1red (*1000)</td><td>0.22</td></tr> </tbody> </table>		B30 (МПа)	Eb	32500.00	Rbn	22.00	Rbtn	1.75	Rb	17.00	Rbt	1.15	Eps_b0 (*1000)	3.40	Eps_b2 (*1000)	4.80	Eps_b1red (*1000)	2.80	Eps_bt0 (*1000)	0.24	Eps_bt2 (*1000)	0.31	Eps_bt1red (*1000)	0.22	СП 63.13330.2012/2018 Название Фундаментная плита Класс бетона B40 Вид бетона тяжелый Заполнитель Силикатный заполнитель Марка легкого бетона по средней плотности 2000 Относительная влажность воздуха, % 80 Диаграмма напряжение-деформация 3-х линейная диаграмма состояния скатого I Коэффициенты условий работы Учет сейсмического воздействия Расчет с особыми/аварийными сочетаниями Случайные эксцентриситеты (стержень) По высоте сечения EY 0 см По ширине сечения EZ 0 см <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B40 (МПа)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Eb</td><td>36000.00</td></tr> <tr><td>Rbn</td><td>29.00</td></tr> <tr><td>Rbtn</td><td>2.10</td></tr> <tr><td>Rb</td><td>22.00</td></tr> <tr><td>Rbt</td><td>1.40</td></tr> <tr><td>Eps_b0 (*1000)</td><td>3.40</td></tr> <tr><td>Eps_b2 (*1000)</td><td>4.80</td></tr> <tr><td>Eps_b1red (*1000)</td><td>2.80</td></tr> <tr><td>Eps_bt0 (*1000)</td><td>0.24</td></tr> <tr><td>Eps_bt2 (*1000)</td><td>0.31</td></tr> <tr><td>Eps_bt1red (*1000)</td><td>0.22</td></tr> </tbody> </table>		B40 (МПа)	Eb	36000.00	Rbn	29.00	Rbtn	2.10	Rb	22.00	Rbt	1.40	Eps_b0 (*1000)	3.40	Eps_b2 (*1000)	4.80	Eps_b1red (*1000)	2.80	Eps_bt0 (*1000)	0.24	Eps_bt2 (*1000)	0.31	Eps_bt1red (*1000)	0.22	СП 63.13330.2012/2018 Название Стены Класс бетона B40 Вид бетона тяжелый Заполнитель Силикатный заполнитель Марка легкого бетона по средней плотности 2000 Относительная влажность воздуха, % 65 Диаграмма напряжение-деформация 3-х линейная диаграмма состояния скатого I ☐ Использовать рекомендации пункта 6.1.23 Коэффициенты условий работы Учет сейсмического воздействия Расчет с особыми/аварийными сочетаниями Случайные эксцентриситеты (стержень) По высоте сечения EY 1 см По ширине сечения EZ 3.33 см <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B40 (МПа)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Eb</td><td>36000.00</td></tr> <tr><td>Rbn</td><td>29.00</td></tr> <tr><td>Rbtn</td><td>2.10</td></tr> <tr><td>Rb</td><td>22.00</td></tr> <tr><td>Rbt</td><td>1.40</td></tr> <tr><td>Eps_b0 (*1000)</td><td>3.40</td></tr> <tr><td>Eps_b2 (*1000)</td><td>4.80</td></tr> <tr><td>Eps_b1red (*1000)</td><td>2.80</td></tr> <tr><td>Eps_bt0 (*1000)</td><td>0.24</td></tr> </tbody> </table>		B40 (МПа)	Eb	36000.00	Rbn	29.00	Rbtn	2.10	Rb	22.00	Rbt	1.40	Eps_b0 (*1000)	3.40	Eps_b2 (*1000)	4.80	Eps_b1red (*1000)	2.80	Eps_bt0 (*1000)	0.24
	B30 (МПа)																																																																					
Eb	32500.00																																																																					
Rbn	22.00																																																																					
Rbtn	1.75																																																																					
Rb	17.00																																																																					
Rbt	1.15																																																																					
Eps_b0 (*1000)	3.40																																																																					
Eps_b2 (*1000)	4.80																																																																					
Eps_b1red (*1000)	2.80																																																																					
Eps_bt0 (*1000)	0.24																																																																					
Eps_bt2 (*1000)	0.31																																																																					
Eps_bt1red (*1000)	0.22																																																																					
	B40 (МПа)																																																																					
Eb	36000.00																																																																					
Rbn	29.00																																																																					
Rbtn	2.10																																																																					
Rb	22.00																																																																					
Rbt	1.40																																																																					
Eps_b0 (*1000)	3.40																																																																					
Eps_b2 (*1000)	4.80																																																																					
Eps_b1red (*1000)	2.80																																																																					
Eps_bt0 (*1000)	0.24																																																																					
Eps_bt2 (*1000)	0.31																																																																					
Eps_bt1red (*1000)	0.22																																																																					
	B40 (МПа)																																																																					
Eb	36000.00																																																																					
Rbn	29.00																																																																					
Rbtn	2.10																																																																					
Rb	22.00																																																																					
Rbt	1.40																																																																					
Eps_b0 (*1000)	3.40																																																																					
Eps_b2 (*1000)	4.80																																																																					
Eps_b1red (*1000)	2.80																																																																					
Eps_bt0 (*1000)	0.24																																																																					
Колонны 40x40 СП 63.13330.2012/2018 Название Колонны 40x40 Класс бетона B40 Вид бетона тяжелый Заполнитель Силикатный заполнитель Марка легкого бетона по средней плотности 2000 Относительная влажность воздуха, % 65 Диаграмма напряжение-деформация 3-х линейная диаграмма состояния скатого I Коэффициенты условий работы Учет сейсмического воздействия Расчет с особыми/аварийными сочетаниями Случайные эксцентриситеты (стержень) По высоте сечения EY 1.33 см По ширине сечения EZ 1.33 см <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B40 (МПа)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Eb</td><td>36000.00</td></tr> <tr><td>Rbn</td><td>29.00</td></tr> <tr><td>Rbtn</td><td>2.10</td></tr> <tr><td>Rb</td><td>22.00</td></tr> <tr><td>Rbt</td><td>1.40</td></tr> <tr><td>Eps_b0 (*1000)</td><td>3.40</td></tr> <tr><td>Eps_b2 (*1000)</td><td>4.80</td></tr> <tr><td>Eps_b1red (*1000)</td><td>2.80</td></tr> <tr><td>Eps_bt0 (*1000)</td><td>0.24</td></tr> <tr><td>Eps_bt2 (*1000)</td><td>0.31</td></tr> <tr><td>Eps_bt1red (*1000)</td><td>0.22</td></tr> </tbody> </table>		B40 (МПа)	Eb	36000.00	Rbn	29.00	Rbtn	2.10	Rb	22.00	Rbt	1.40	Eps_b0 (*1000)	3.40	Eps_b2 (*1000)	4.80	Eps_b1red (*1000)	2.80	Eps_bt0 (*1000)	0.24	Eps_bt2 (*1000)	0.31	Eps_bt1red (*1000)	0.22	Колонны 80x40 СП 63.13330.2012/2018 Название Колонны 80x40 Класс бетона B40 Вид бетона тяжелый Заполнитель Силикатный заполнитель Марка легкого бетона по средней плотности 2000 Относительная влажность воздуха, % 65 Диаграмма напряжение-деформация 3-х линейная диаграмма состояния скатого I ☐ Использовать рекомендации пункта 6.1.23 Коэффициенты условий работы Учет сейсмического воздействия Расчет с особыми/аварийными сочетаниями Случайные эксцентриситеты (стержень) По высоте сечения EY 2.66 см По ширине сечения EZ 1.33 см <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B40 (МПа)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Eb</td><td>36000.00</td></tr> <tr><td>Rbn</td><td>29.00</td></tr> <tr><td>Rbtn</td><td>2.10</td></tr> <tr><td>Rb</td><td>22.00</td></tr> <tr><td>Rbt</td><td>1.40</td></tr> <tr><td>Eps_b0 (*1000)</td><td>3.40</td></tr> <tr><td>Eps_b2 (*1000)</td><td>4.80</td></tr> <tr><td>Eps_b1red (*1000)</td><td>2.80</td></tr> <tr><td>Eps_bt0 (*1000)</td><td>0.24</td></tr> </tbody> </table>		B40 (МПа)	Eb	36000.00	Rbn	29.00	Rbtn	2.10	Rb	22.00	Rbt	1.40	Eps_b0 (*1000)	3.40	Eps_b2 (*1000)	4.80	Eps_b1red (*1000)	2.80	Eps_bt0 (*1000)	0.24	Колонны 40x80 СП 63.13330.2012/2018 Название Колонны 40x80 Класс бетона B40 Вид бетона тяжелый Заполнитель Силикатный заполнитель Марка легкого бетона по средней плотности 2000 Относительная влажность воздуха, % 65 Диаграмма напряжение-деформация 3-х линейная диаграмма состояния скатого I ☐ Использовать рекомендации пункта 6.1.23 Коэффициенты условий работы Учет сейсмического воздействия Расчет с особыми/аварийными сочетаниями Случайные эксцентриситеты (стержень) По высоте сечения EY 1.33 см По ширине сечения EZ 2.66 см <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B40 (МПа)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Eb</td><td>36000.00</td></tr> <tr><td>Rbn</td><td>29.00</td></tr> <tr><td>Rbtn</td><td>2.10</td></tr> <tr><td>Rb</td><td>22.00</td></tr> <tr><td>Rbt</td><td>1.40</td></tr> <tr><td>Eps_b0 (*1000)</td><td>3.40</td></tr> <tr><td>Eps_b2 (*1000)</td><td>4.80</td></tr> <tr><td>Eps_b1red (*1000)</td><td>2.80</td></tr> <tr><td>Eps_bt0 (*1000)</td><td>0.24</td></tr> </tbody> </table>		B40 (МПа)	Eb	36000.00	Rbn	29.00	Rbtn	2.10	Rb	22.00	Rbt	1.40	Eps_b0 (*1000)	3.40	Eps_b2 (*1000)	4.80	Eps_b1red (*1000)	2.80	Eps_bt0 (*1000)	0.24				
	B40 (МПа)																																																																					
Eb	36000.00																																																																					
Rbn	29.00																																																																					
Rbtn	2.10																																																																					
Rb	22.00																																																																					
Rbt	1.40																																																																					
Eps_b0 (*1000)	3.40																																																																					
Eps_b2 (*1000)	4.80																																																																					
Eps_b1red (*1000)	2.80																																																																					
Eps_bt0 (*1000)	0.24																																																																					
Eps_bt2 (*1000)	0.31																																																																					
Eps_bt1red (*1000)	0.22																																																																					
	B40 (МПа)																																																																					
Eb	36000.00																																																																					
Rbn	29.00																																																																					
Rbtn	2.10																																																																					
Rb	22.00																																																																					
Rbt	1.40																																																																					
Eps_b0 (*1000)	3.40																																																																					
Eps_b2 (*1000)	4.80																																																																					
Eps_b1red (*1000)	2.80																																																																					
Eps_bt0 (*1000)	0.24																																																																					
	B40 (МПа)																																																																					
Eb	36000.00																																																																					
Rbn	29.00																																																																					
Rbtn	2.10																																																																					
Rb	22.00																																																																					
Rbt	1.40																																																																					
Eps_b0 (*1000)	3.40																																																																					
Eps_b2 (*1000)	4.80																																																																					
Eps_b1red (*1000)	2.80																																																																					
Eps_bt0 (*1000)	0.24																																																																					

Сваи

СП 63.13330.2012/2018

Название
Сваи

Класс бетона B40 + -

Вид бетона тяжелый

Заполнитель Силикатный заполнитель

Марка легкого бетона по средней плотности 2000

Относительная влажность воздуха, % 100

Диаграмма напряжение-деформация

3-х линейная диаграмма состояния скатого I

Коэффициенты условий работы

γ_{b2} 1 γ_{b3} 0.68 γ_{b5} 1

Учет сейсмического воздействия

m_{btr} 1 m_{tr} 1

Расчет с особыми/аварийными сочетаниями

γ_{ad} 1 Φ_b 1 ϵ_{b2} 0.0035

Случайные эксцентриситеты (стержень)

По высоте сечения EY 4.33 см

По ширине сечения EZ 4.33 см

	B40 (МПа)
Eb	36000.00
Rbn	29.00
Rbtn	2.10
Rb	22.00
Rbt	1.40
Eps_b0 (*1000)	3.40
Eps_b2 (*1000)	4.80
Eps_b1red (*1000)	2.80
Eps_bt0 (*1000)	0.24
Eps_bt2 (*1000)	0.31
Eps_bt1red (*1000)	0.22

Результат задания бетонов

Жесткости **Ж/Б** Сталь Кладка ТЗА

Задание параметров для железобетонных конструкций

1 (1). B40.Фундаментная плита

2 (1). B30.Плиты

3 (1). B40.Стены

4 (1). B40.Колонны 40x40

5 (1). B40.Колонны 80x40

6 (1). B40.Колонны 40x80

7 (1). B40.Сваи

☐ ТИП

☒ БЕТОН

☐ АРМАТУРА

↑

↓

Редактировать...

Копировать

Удалить

Дополнительно...

Назначить текущим

Настройки...

Армирование. Краткая теория

Класс арматуры

Выбираем А500С для продольной. Для поперечной допустимо А500С или А240

Максимальный диаметр арматуры

По умолчанию стоит 32мм. Допустимо не менять.

Количество арматурных стержней в углах сечения

По умолчанию стоит 1 стержень. Менять не следует.

Учет сейсмического воздействия

Не рассматривается в данном справочнике.

Расчет с особыми/аварийными сочетаниями

Для прогрессирующего обрушения принимается с учетом п. 5.2. СП 385.

$$\varepsilon_{b2} = 0,032$$

$$\varphi_s = 1,15$$

Результат задания арматуры

СП 63.13330.2012/2018
Название
Армирование

Арматура I типа

Продольная вдоль X A500C d=10...4

Продольная вдоль Y A500C d=10...4

ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА A500C d=10...4

Поперечная	A500C d=10...40 (МПа)
Es	200000.00
Rsn	500.00
Rs	435.00
Rsw	300.00
Rsc	435.00

Ø max: 32 1

Учет сейсмического воздействия

m_{str} 1 m_{sctr} 1 m_{tr} 1

Расчет с особыми/аварийными сочетаниями

γ_{ed} 1 φ_s 1.15 ε_{s2} 0.033

Арматура II типа

Выбрать...

Задание параметров для железобетонных конструкций

1. A500C.A500C.A500C.Армирование

☐ ТИП
☐ БЕТОН
☒ АРМАТУРА

↑

↓

Редактировать...

Копировать

Удалить

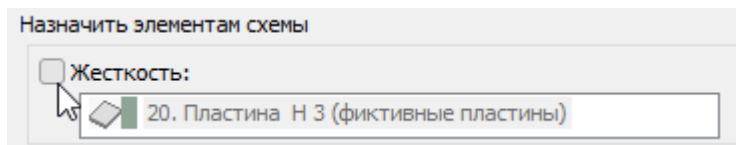
Дополнительно...

Настроить...

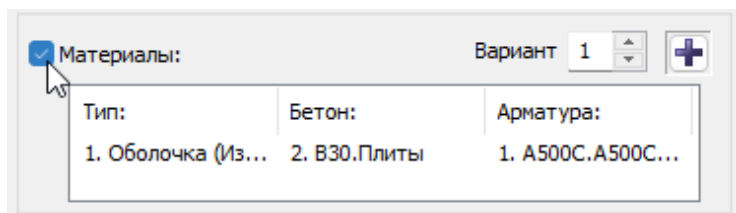
Назначить текущим

Для назначения материалов конструирования на элементы необходимо:

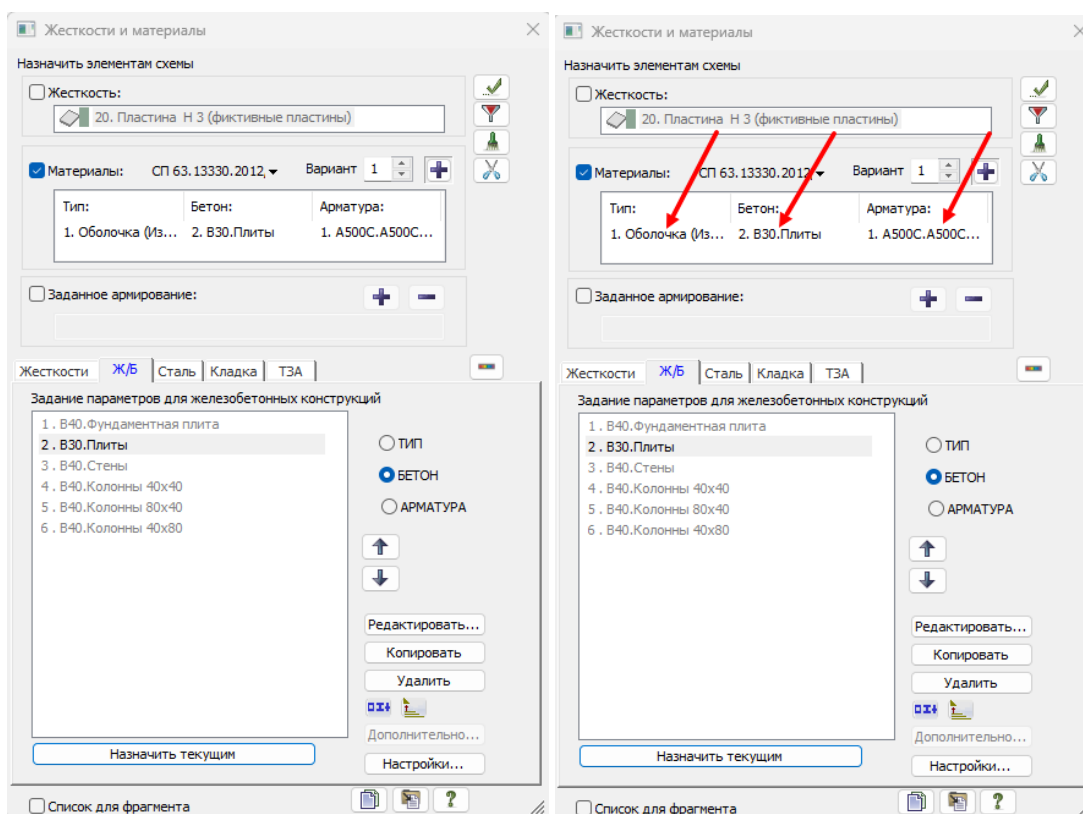
1. Снять галочку с жесткостей. Если не снять, то жесткость будет повторно назначаться.



2. Нажать галочку «Материалы»



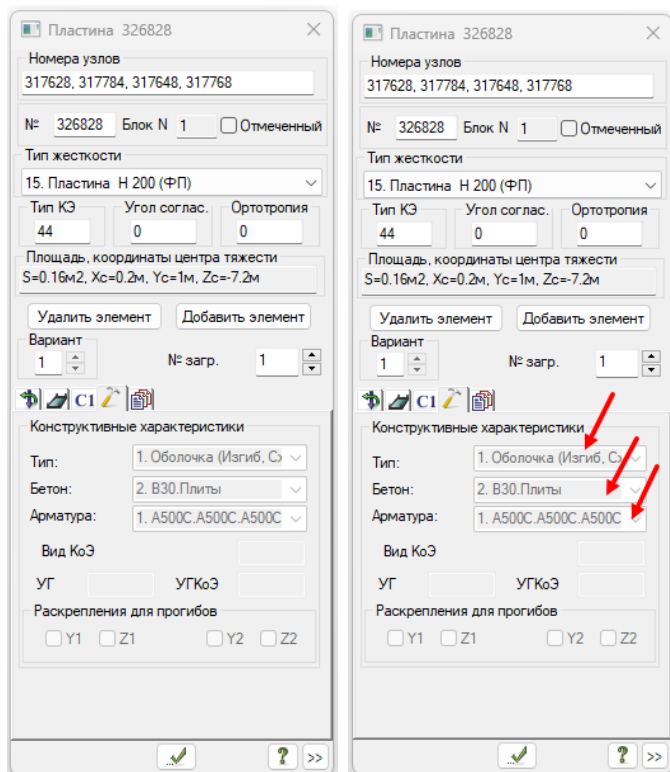
3. Выбрать двойным щелчком из списка свойства, которые хотим назначить: Тип, Бетон, Арматура.



4. Выделить элементы схемы, на которые будет вестись назначение .

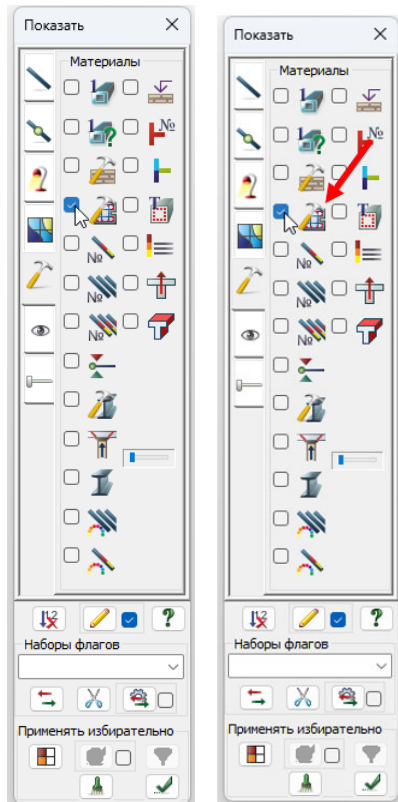
5. Нажать .

6. Проверить назначение можно через «информацию об элементе» .



Можно просмотреть через флаги рисования .

Последовательно по цифрам: Тип, Бетон, Арматура.



3.5.1	3.5.1	3.5.1
3.5.1	3.5.1	3.5.1
3.5.1	3.5.1	3.5.1

Приложение А. Пример определения расчетной длины сваи

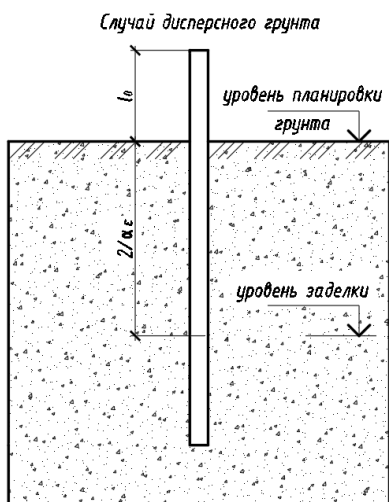
Определим расчетную длину для свай, использованных в рассматриваемых в примере.

Расчетная длина сваи определяется согласно п. 7.1.8 СП 24 с учетом приложения Б.5 СП 24.

Свая считается жестко заделанной **в дисперсный грунт** на расстоянии:

$$l_1 = l_0 + \frac{2}{\alpha_\varepsilon} = 0 + \frac{2}{0,243} = 8,23 \text{ м}$$

l_0 – длина участка сваи от подошвы высокого ростверка до уровня планировки грунта (расстояние на которое свая выходит из грунта), м. В рассматриваемом примере $l_0 = 0$.



$$\alpha_\varepsilon = \sqrt[5]{\frac{\alpha_i K b_p}{EI}} = \sqrt[5]{\frac{0,243 \times 6000 \times 2,3}{21\,600\,000 \times 0,0829}} = 0,285$$

α_i – понижающий коэффициент, учитывающий взаимное влияние свай

$$\alpha_i = \gamma_{c,c} \left(0,0772 \frac{l_{cp}}{d} - 0,098 \ln(n) + 0,5341 \right) = 1 \left(0,0772 \frac{2,5}{1,3} - 0,098 \ln(88) + 0,5341 \right) = 0,243$$

$l_{cp} = 2,5 \text{ м}$ – усредненное расстояние между сваями (в запас может быть принято по минимальному расстоянию между сваями)

$\gamma_{c,c} = 1$ для всех видов свай, кроме забивных свай сплошного сечения

$d = 1,3 \text{ м}$ – диаметр или сторона поперечного сечения сваи, м

$n = 88$ – количество свай в кусте

$K = 6000 \text{ кН/м}^4$ – для песка средней крупности при $e = 0,55$

Поскольку диаметр для круглой / сторона для прямоугольной $d \geq 0,8$, то

$$b_p = d + 1 = 1,3 + 1 = 2,3 \text{ м}$$

$E = 0,6E_b = 0,6 \times 36\,000\,000 = 21\,600\,000$ – модуль упругости сваи, кПа

$E_b = 36\,000\,000$ кПа – начальный модуль упругости, определенный по таблице 6.11 СП 63. Для бетона В40

0,6 коэффициент по п. 6.2.7 СП 430.

I – момент инерции сечения сваи, м⁴

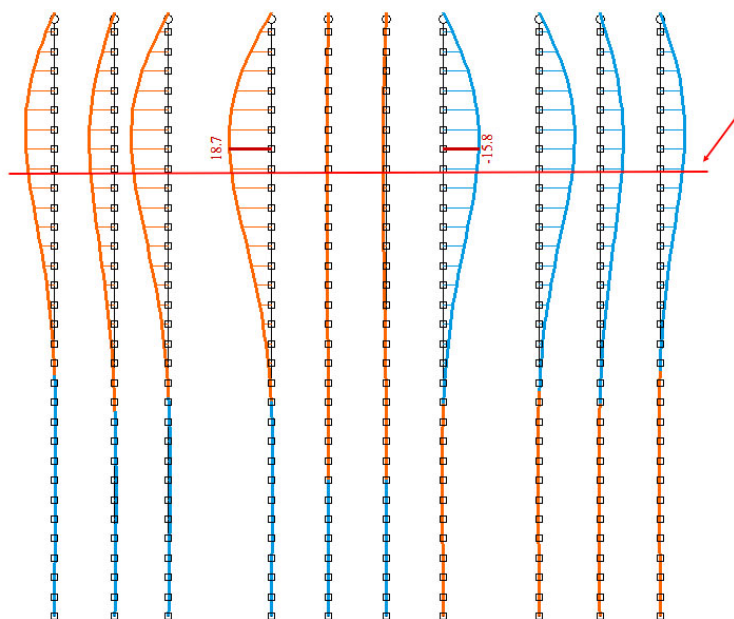
Момент инерции круглого сечения сваи:

$$I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{3,14 \times 1,3^2}{64} = 0,0829 \text{ м}^4$$

d – диаметр сваи, м

Если посмотреть расчетную схему, то можно увидеть наступление заделки (длина

$l_1 = 8,23 \text{ м}$) наступает чуть ниже места падения максимального значения момента в свае.



Коэффициент расчетной длины сваи

Условия сопряжения сваи	Коэффициент расчетной длины k по п.8.1.17 СП63.	Расчетная длина
Шарнирное сопряжение Ростверк упирается в грунт или в соседние фундаменты, которые опираются в грунт.	1,5 (для элементов с податливым шарнирным опиранием (допускающим ограниченное смещение опоры) на одном конце, а на другом конце с жесткой (без поворота) заделкой)	$l_{\text{расч}} = kl_1$ $= 1,5 \times 8,23$ $= 12,34 \text{ м}$