

Преподаватель
Юдина Евгения
Васильевна

Лекция 6. Фундаменты

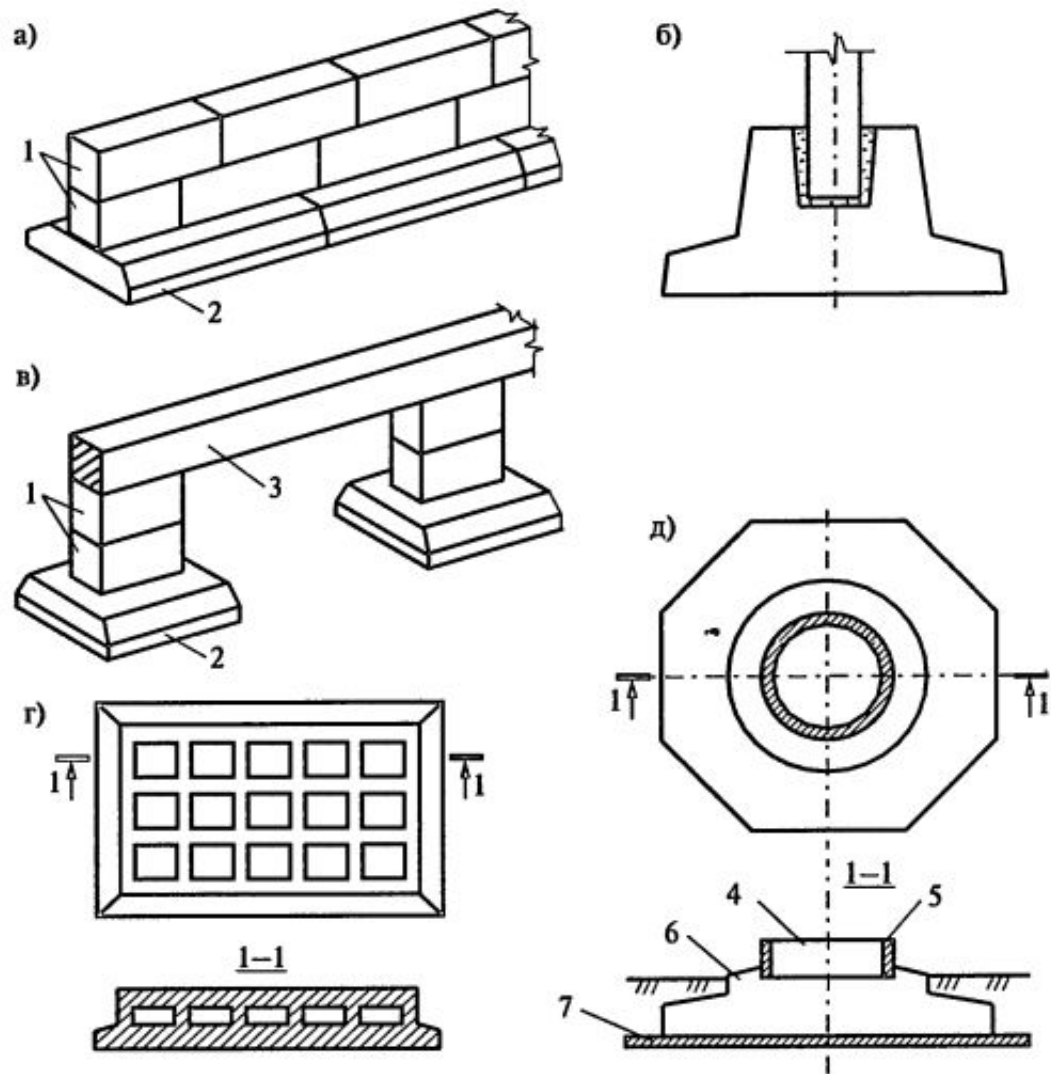
Общие положения

Фундаменты

- Ленточные фундаменты
- Отдельные фундаменты
- Сплошные фундаменты (плиты)
- Массивные фундаменты
- Свайные фундаменты

Фундаменты

- **СП 22.13330.2016** Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*
- **СП 24.13330.2011** Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Опечаткой, с Изменением N 1)
- **СП 70.13330.2012** Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями N 1, 3)



Фундаменты мелкого заложения:

- а) ленточный; б) отдельный под колонну; в) отдельный под стену;
 г) в виде сплошной плиты; д) массивный под доменную печь;
 1 – фундаментные блоки; 2 – фундаментная подушка; 3 – фундаментная балка (рандбалка); 4 – огнеупорный бетон; 5 – шамотный кирпич;
 6 – железобетон; 7 – подготовка

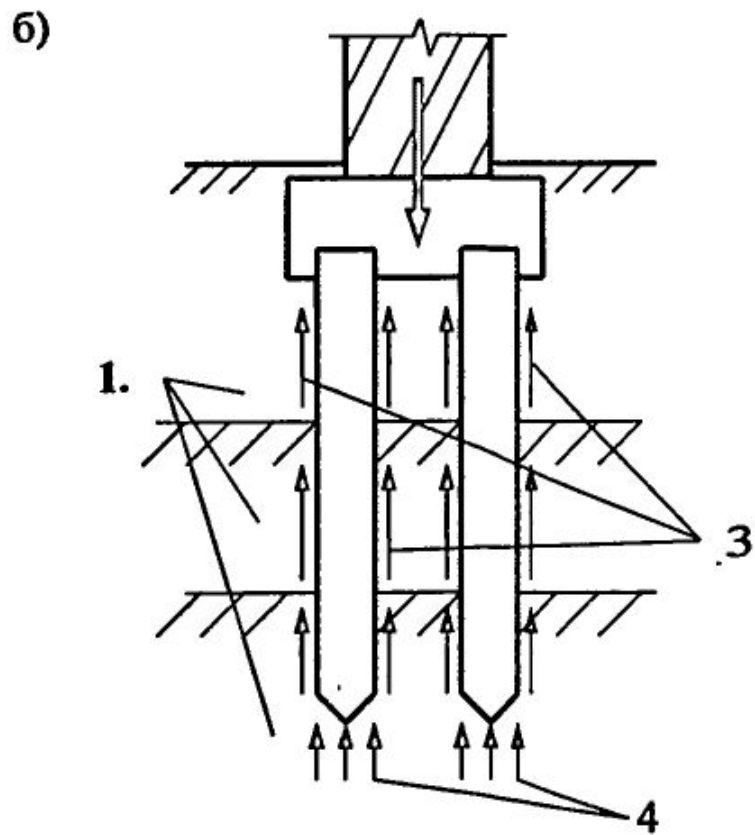
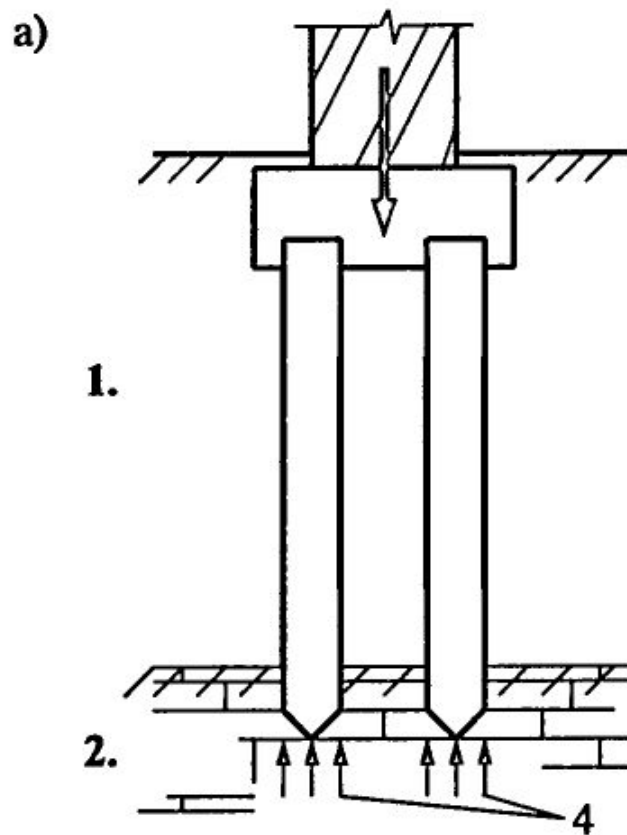
Фундаменты. Сваи

- Сваи – стержни, погруженные в грунт или изготовленные в грунте и передающие нагрузки от сооружения грунту
- Ростверк – объединенные общей плитой или балкой верхние части свай (передает нагрузку от сооружения на сваи)

Фундаменты. Сваи

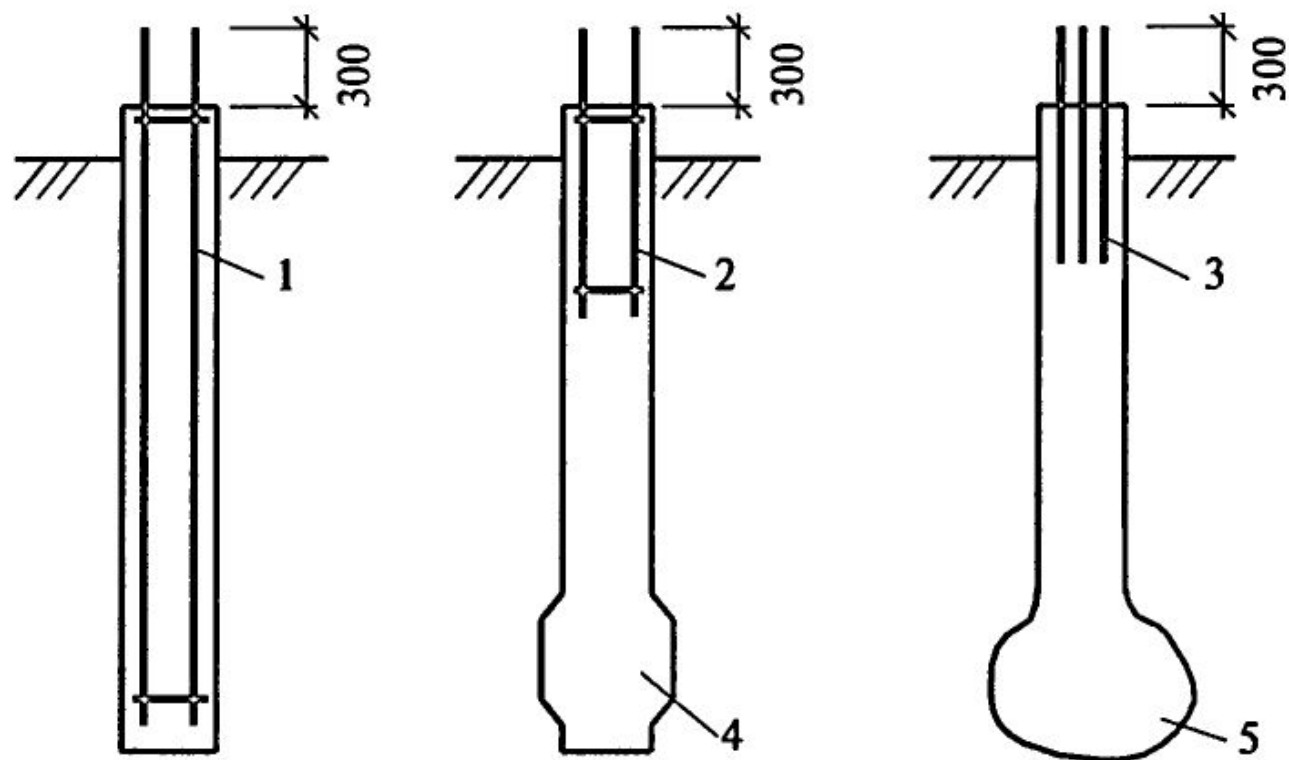
По характеру работы:

- Сваи – стойки (опираются на несжимаемый грунт, практически не получают осадки)
- Висячие сваи (опираются на сжимаемые грунт, получают осадки, сила трения между грунтом и сваей)



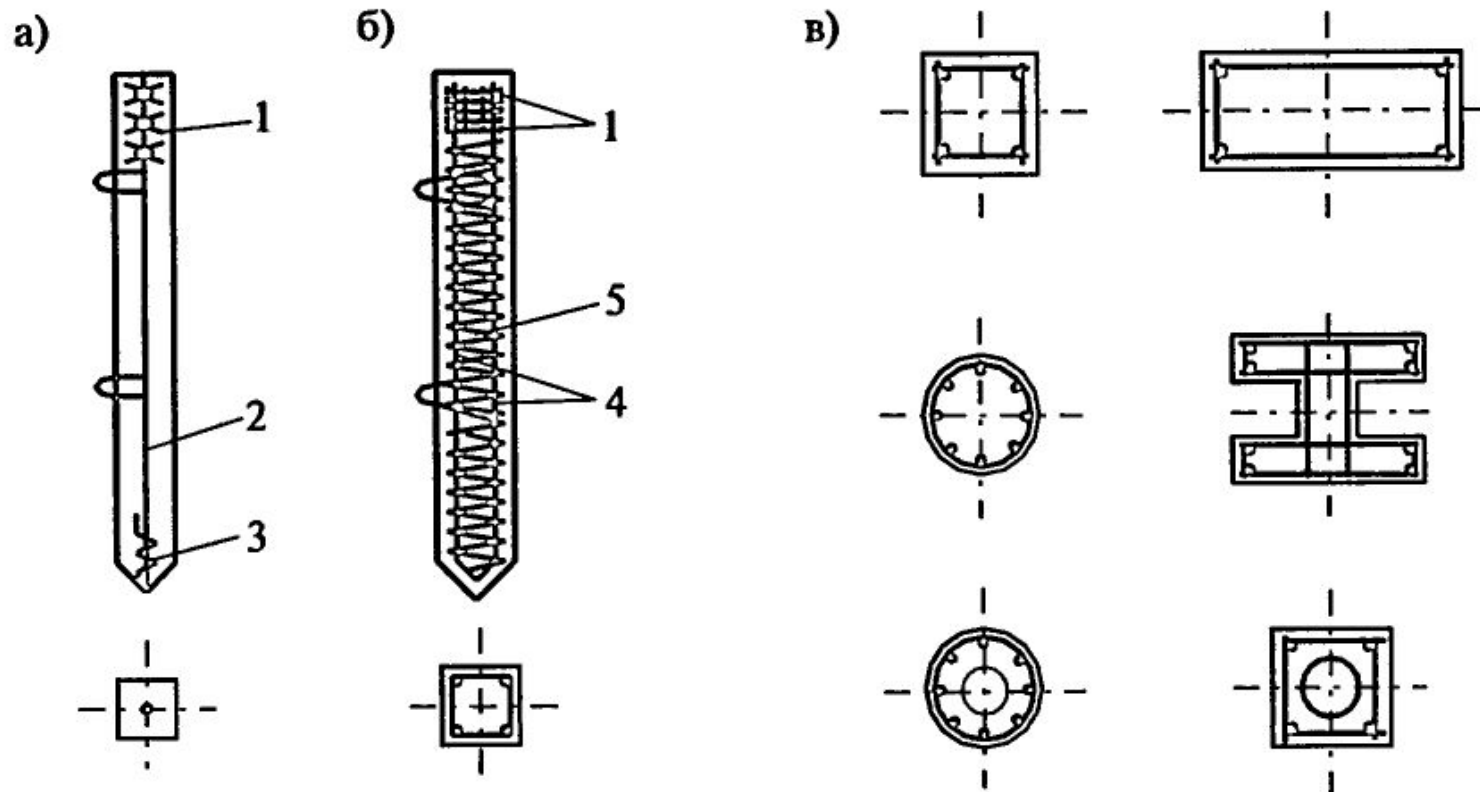
Свайные фундаменты:

а) на сваях-стойках; б) на висячих сваях; 1 — сжимаемые грунты; 2 — скальные или малосжимаемые грунты; 3 — силы сопротивления по боковой поверхности сваи; 4 — силы сопротивления острию сваи



Буронабивные сваи:

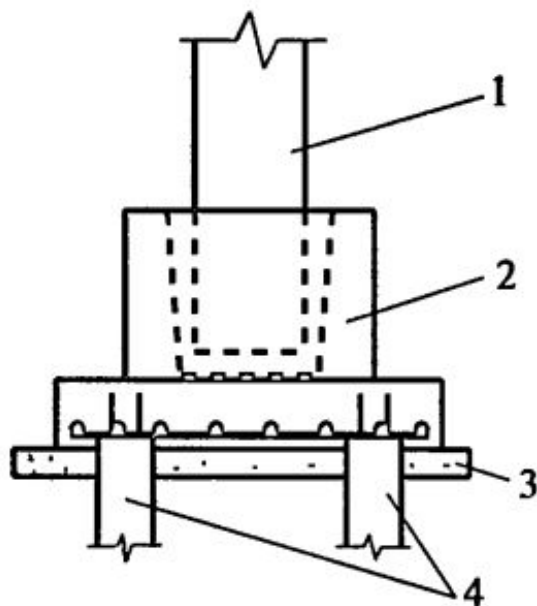
- 1 — арматурный каркас на всю длину сваи;**
- 2 — арматурный каркас в верхней части сваи; 3 — арматурные стержни;**
- 4 — уширенная пята сваи, выполненная механическим способом;**
- 5 — уширенная пята сваи, выполненная камуфлетным взрывом**



Армирование свай; формы поперечного сечения свай:

- а) свая без поперечного армирования; б) свая с поперечным армированием;
 в) сечения свай; 1 — арматурные сетки; 2 — предварительно напряженный стержень; 3 — арматурная спираль; 4 — стержни арматурного каркаса;
 5 — навивка арматуры в виде спирали*

Фундаменты



*Свайный фундамент под сборную железобетонную колонну:
1 — колонна; 2 — ростверк; 3 — подготовка; 4 — сваи*

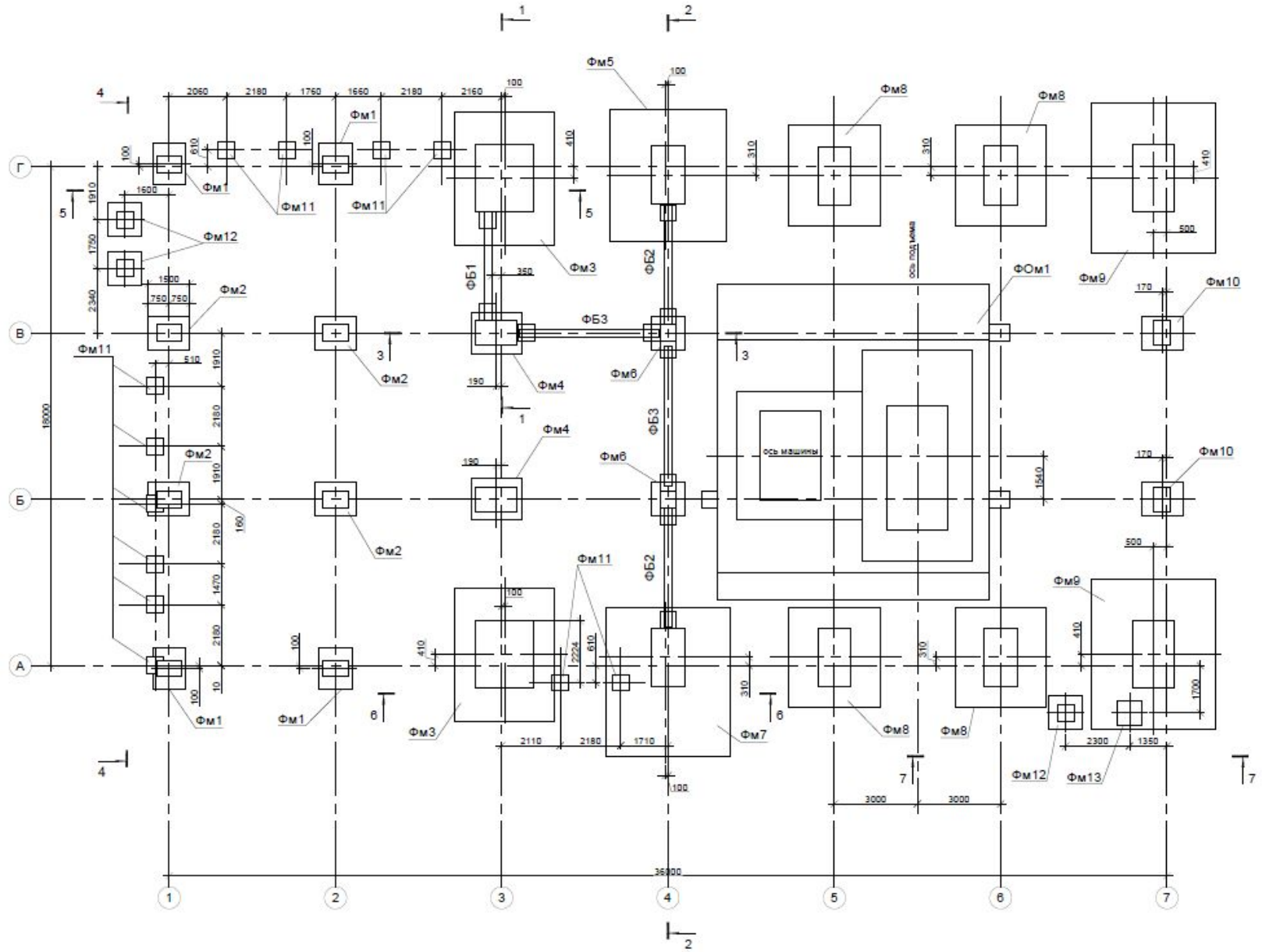
Фундаменты

- По материалу:
 - Железобетонные (сборные или монолитные)
 - Бетонные
 - Бутобетонные
 - Бутовые

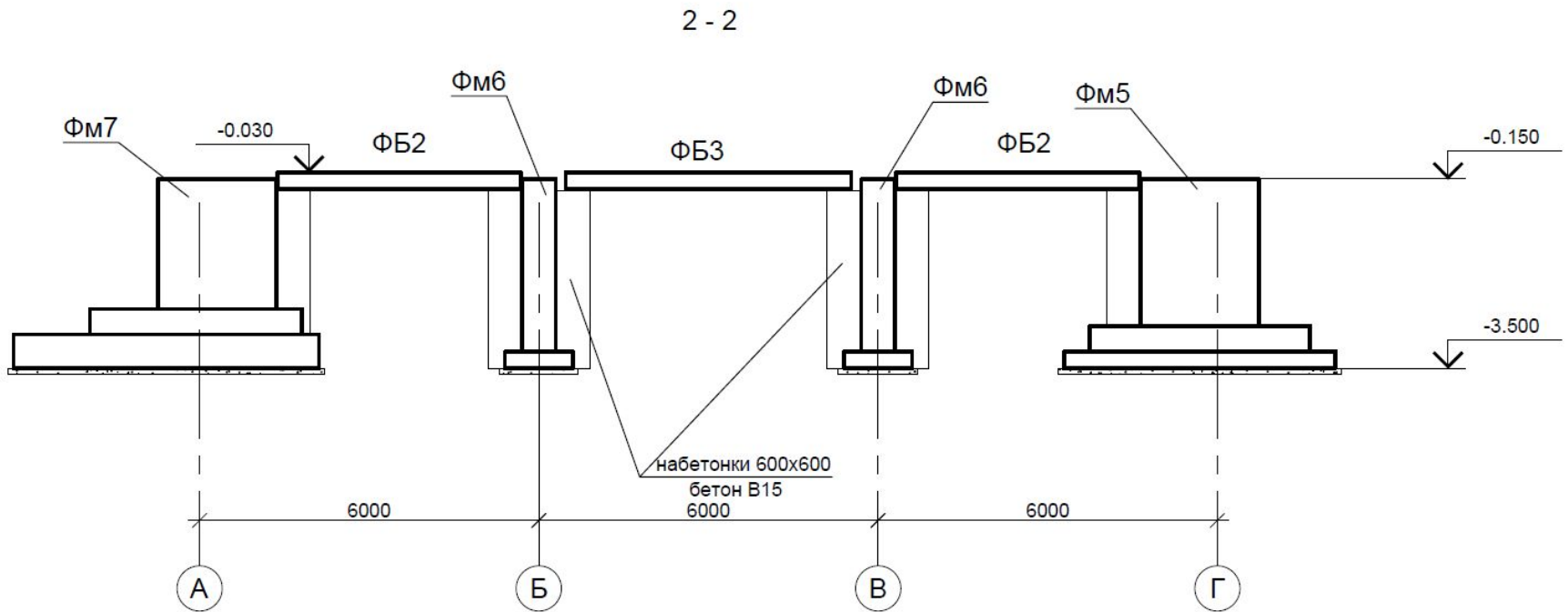
Фундаменты

- Итог расчета фундаментов:
 - Глубина заложения фундамента (высота)
 - Размер подошвы фундамента (ширина, длина, толщина)
 - Размеры сваи (сечение и длина) и их количество
 - Схемы расположения фундаментов (планы и разрезы)

Схема расположения фундаментов под каркас здания и оборудование



Фундаменты



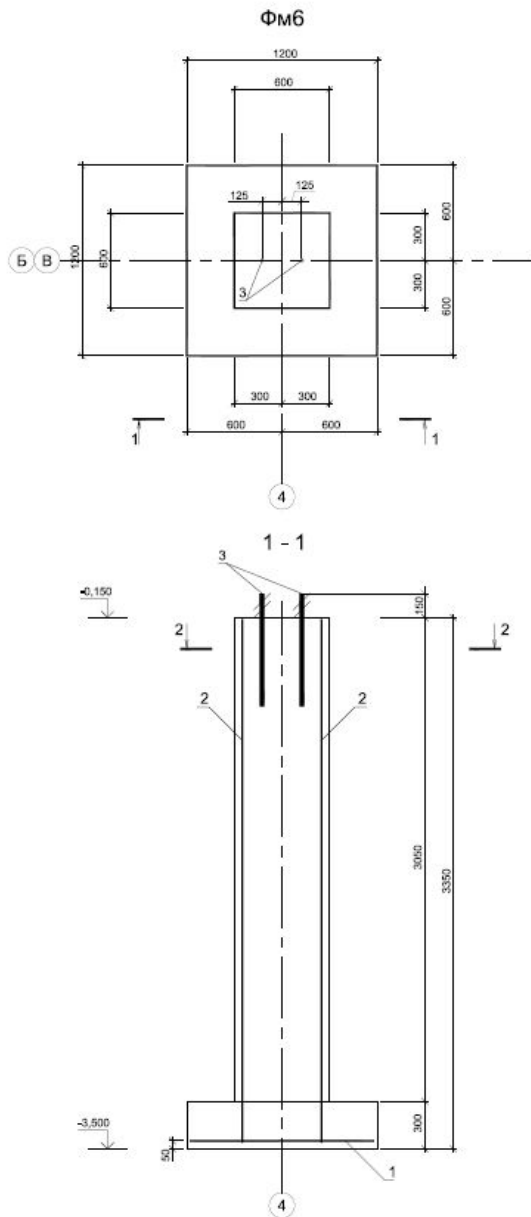
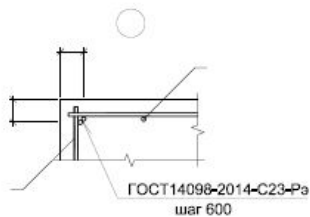
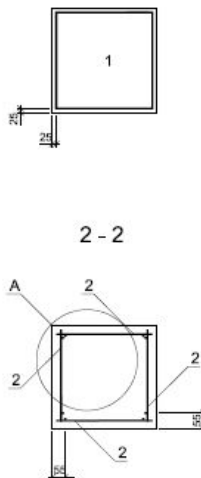


Схема раскладки сеток подошвы



Нагрузки на фундамент

Схема нагрузок	№ комб	Расчет по прочности					Расчет по деформациям				
		Mx TSM	Qx TC	My TSM	Qy TC	N TC	Mx TSM	Qx TC	My TSM	Qy TC	N TC
	1	0,0	0,3	0,0	0,1	50,8	0,0	0,2	0,0	0,0	42,1
	2	0,0	+0,7	0,0	+0,6	16,7	0,0	+0,5	0,0	+0,4	13,8
	3	0,0	+0,1	0,0	+0,2	42,1					
	4	0,0	0,2	0,0	0,0	14,8					

1. Ось X совпадает с направлением буквенной оси
2. Нагрузки приведены к ц.г. подполонника в уровне верха подполонника

Спецификация элементов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. м.	Примечание
Сборочные единицы					
1	5836-391-07-ЮК.И-С4	Сетка С4	1	8,4	
2	5836-391-07-ЮК.И-С5	Сетка С5	4	9,3	
3	ГОСТ 24379,1-2012	Болт 1,1,М20х710 09Г2С ГОСТ 19281-2014	2	2,09	
Материалы					
		Бетон кл. В15, W4, F150	1,53		м3

Ведомость расхода стали на элемент, кг.

Марка элемента	Идетали арматурные					Идетали закладные			Итого
	Арматура класса А-III					Прокат марки 09Г2С			
	ГОСТ 5781-02*					ГОСТ 24379,1-2012			
	Ø8	Ø10	Ø12		Итого	1,1,М20х710	Итого	Всего	
Фундамент ФибБ	2,4	8,4	34,8		45,6	4,2	4,2	4,2	49,8

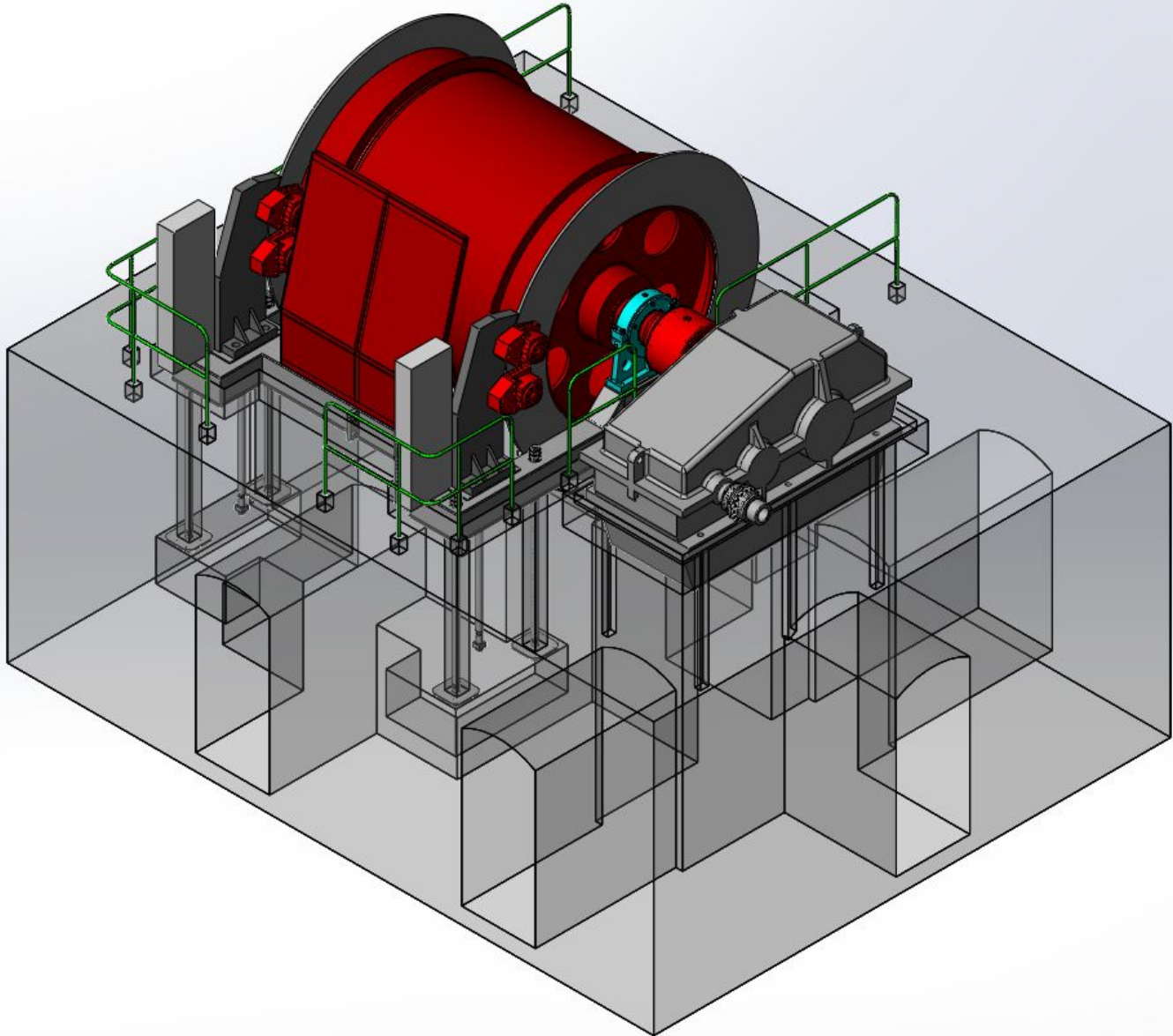
- Относительной отметке 0,000 соответствует абсолютная отметка 411,00.
- Под подошвой фундамента выполнить подготовку из бетона класса В7,5 толщиной 100мм.
- Защитный слой бетона для рабочей арматуры не менее 35мм.
- Поверхности фундамента, соприкасающиеся с грунтом, обмазать за 2 раза горячим битумом по слою холодной битумной грунтовки.

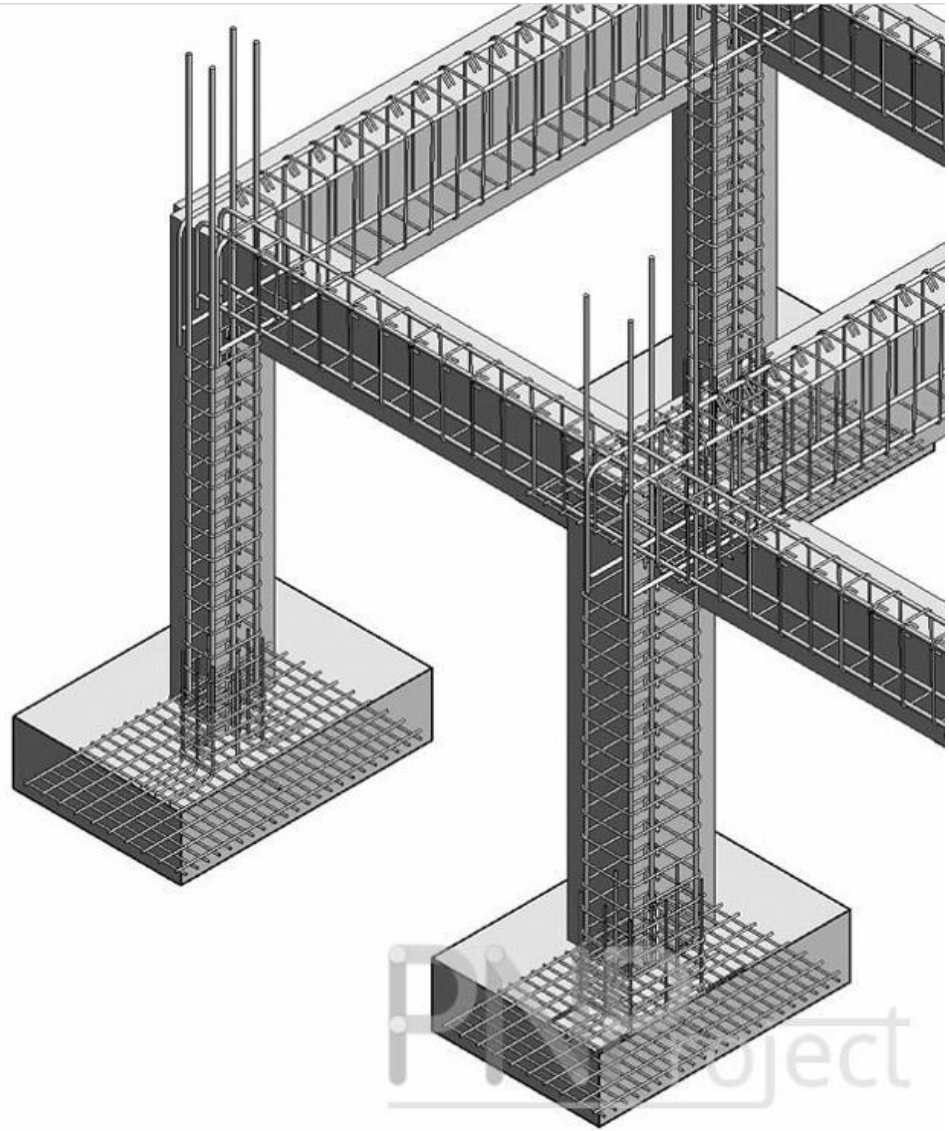
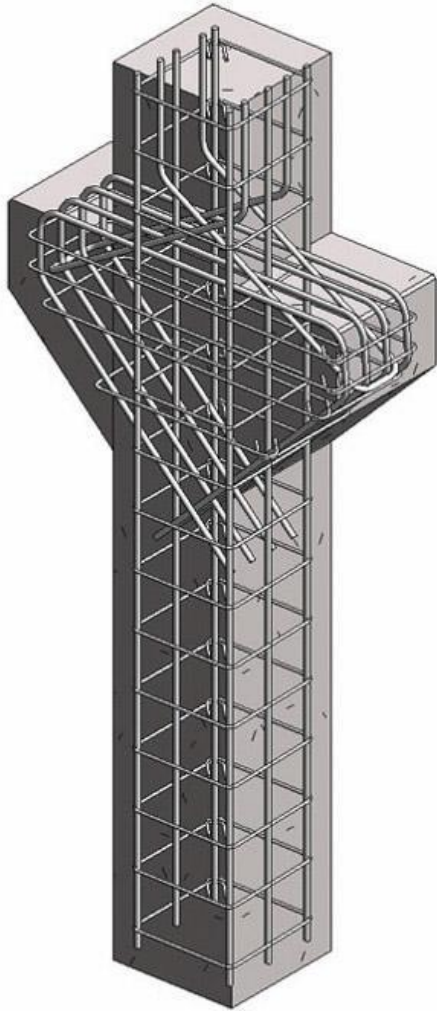
Имя, № подл. Подп. и д. вета. Электрон. №

5836-391-07-ЮК

ОАО "Сибирь-Полиметаллы". Надшахтный комплекс скипо-лестового ствола, котельная 2-ой очереди и инженерные сети площадки скипо-лестового ствола Корбалкинского полиметаллического рудника

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Юдина				20/11/19	Здание подземной машины №2	Р	9
Проект.	Вуйнов				20/11/19			
Гл. констр.	Вуйнов				20/11/19			
Нач. отд.	Чебасова				20/11/19	Фундамент ФибБ	ОАО Институт «УРАЛГИПРОРУДА»	
Н. контр.	Шуралева				20/11/19			





Фундаменты. Глубина заложения

- Геологические и гидрологические факторы
- Климатические особенности (глубина промерзания)
- Конструктивные особенности зданий

Фундаменты. Глубина заложения

5.5.4 Расчетную глубину сезонного промерзания грунта d_f , м, вычисляют по формуле

$$d_f = k_h d_{fn}, \quad (5.4)$$

где k_h - коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, принимаемый для наружных фундаментов отапливаемых сооружений - по таблице 5.2; для наружных и внутренних фундаментов неотапливаемых сооружений $k_h = 1,1$, кроме районов с отрицательной среднегодовой температурой;

d_{fn} - нормативная глубина промерзания, м, определяемая по 5.5.2 и 5.5.3.

Фундаменты. Размеры подошвы

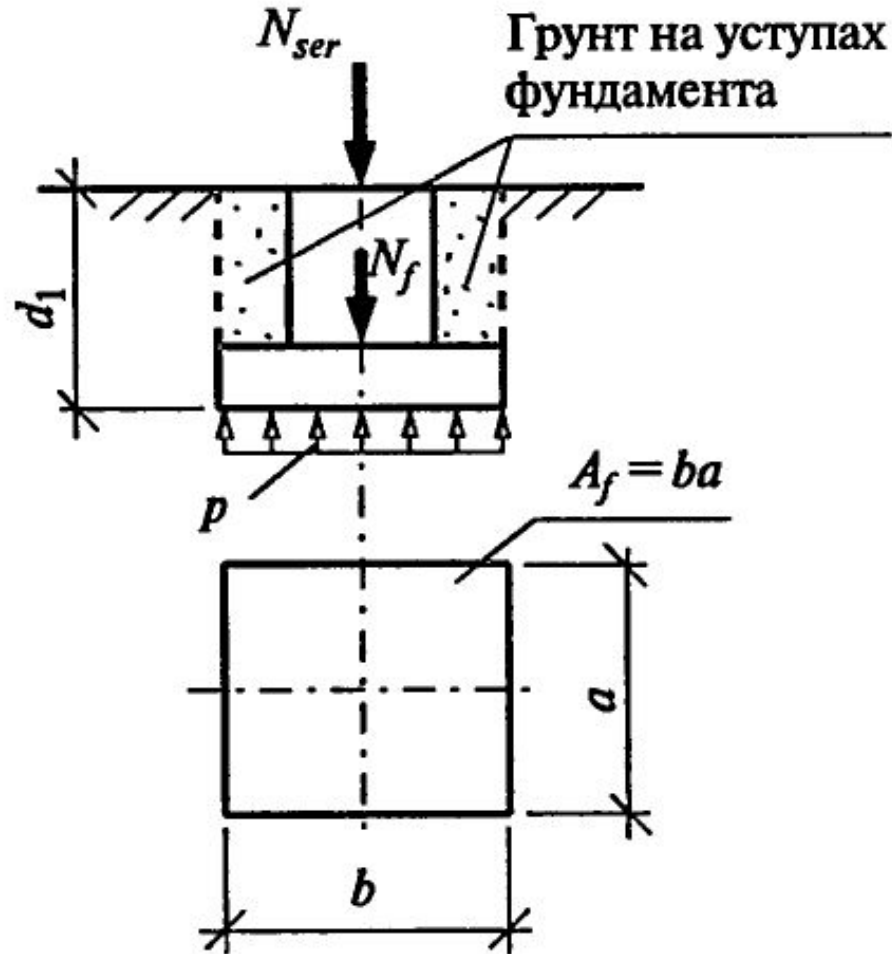
- Предпосылка:

Осадка фундамента не превышает предельной величины и давление под подошвой фундамента не превышает расчетного сопротивления грунта R

Вывод: это расчет по 2-ому предельному состоянию и нагрузки берутся нормативные

Фундаменты. Размеры

ПОЛОШВЫ



К определению давления под подошвой фундамента

Фундаменты. Размеры подошвы

Давление под подошвой фундамента определяется по формуле

$$p = \frac{N_{ser} + N_f}{A_f} = \frac{N_{ser} + \gamma_m d_1 A_f}{A_f}.$$

Приравняв давление под подошвой фундамента расчетному сопротивлению грунта $p = R$, можно вывести формулу для определения требуемой площади подошвы фундамента:

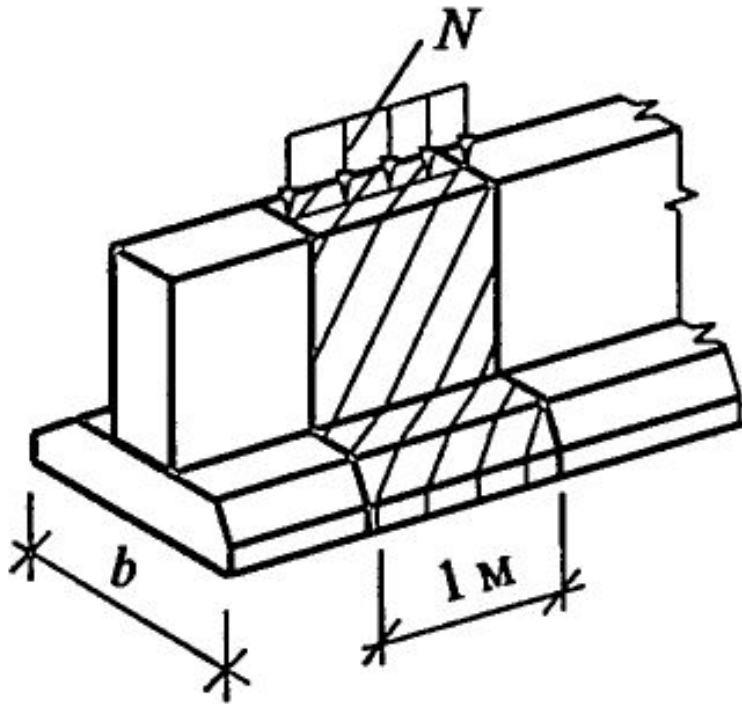
$$A_f = \frac{N_{ser}}{R - \gamma_m d_1}.$$

Для проверки достаточности площади существующих или запроектированных фундаментам пользуются формулой

$$p = \frac{N_{ser}}{A_f} + \gamma_m d_1 \leq R.$$

Фундаменты. Размеры ПОЛОШКИ

$$b = \frac{N_{ser}}{R - \gamma_m d_1}.$$



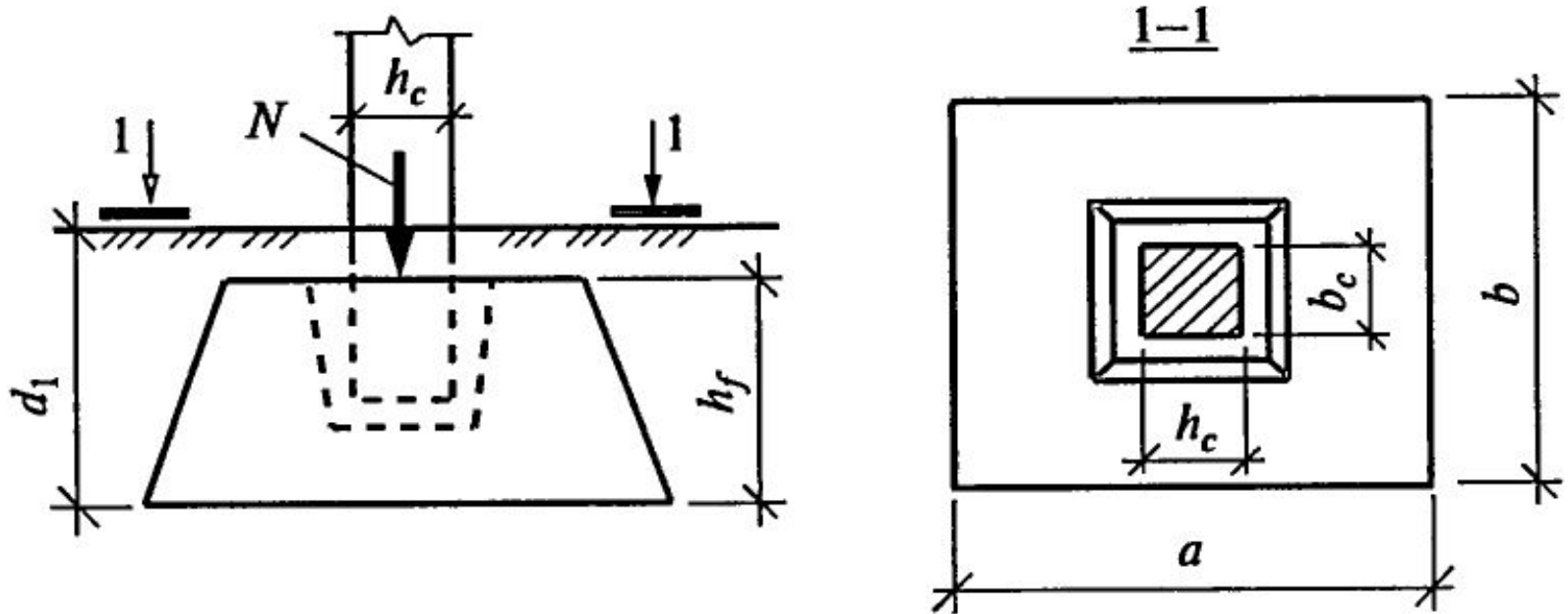
$$p = \frac{N_{ser}}{b} + \gamma_m d_1 \leq R.$$

Расчетный участок ленточного фундамента

Фундаменты. Расчет по материалу

- Бетон:
 - Для монолитных фундаментов **бетон В10-В20**
 - Для сборных фундаментов **бетон В15-В25**
- Арматура:
 - Сетки из арматуры **класса А-III или А-II**

Фундаменты. Расчет по материалу

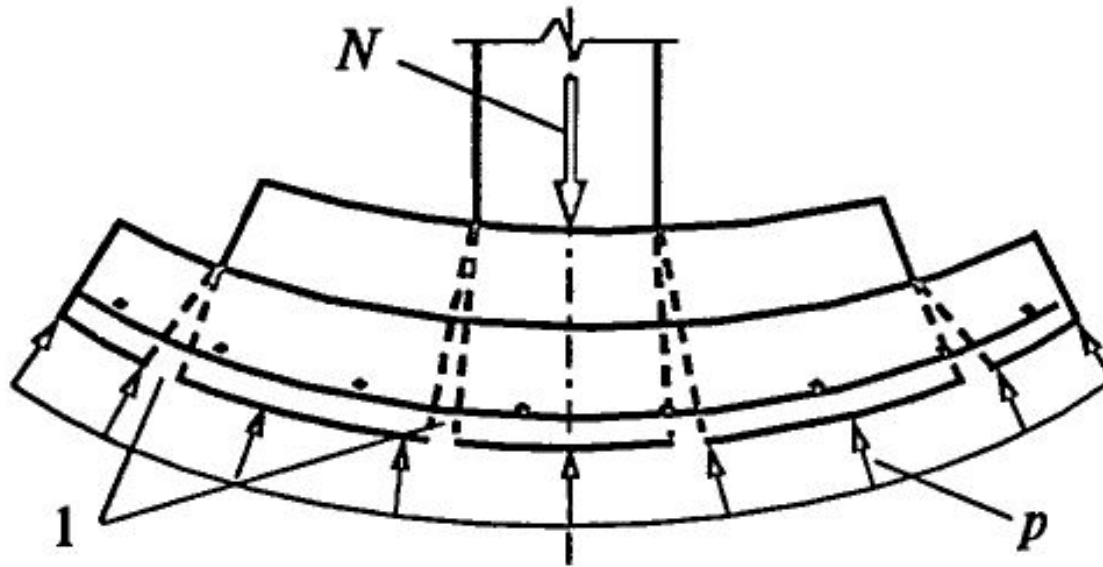


Обозначения, принятые при расчете фундамента

Фундаменты. Расчет по материалу

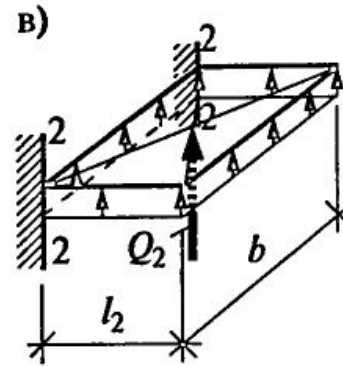
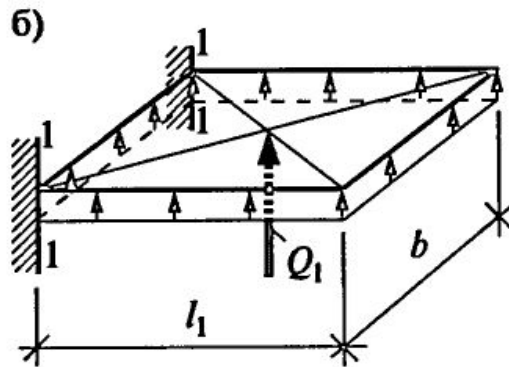
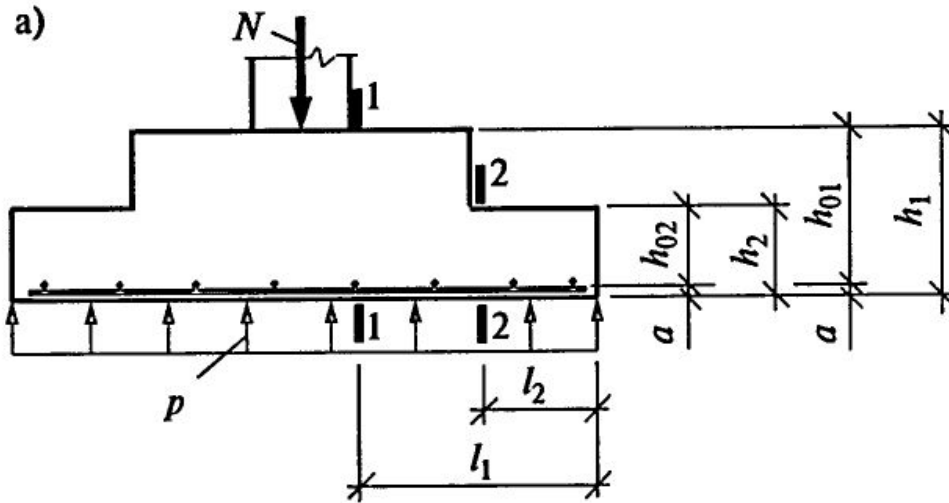
- Расчет прочности арматуры фундамента
- Расчет на продавливание
- Расчет прочности фундамента на действие поперечной силы

Фундаменты. Расчет по материалу



Характер деформации фундамента: 1 — трещины

Фундаменты. Расчет по



К расчету арматуры фундамента: а) расчетные сечения фундамента; б) часть подошвы фундамента, отсеченная сечением 1-1; в) то же сечением 2-2

Фундаменты. Расчет по материалу

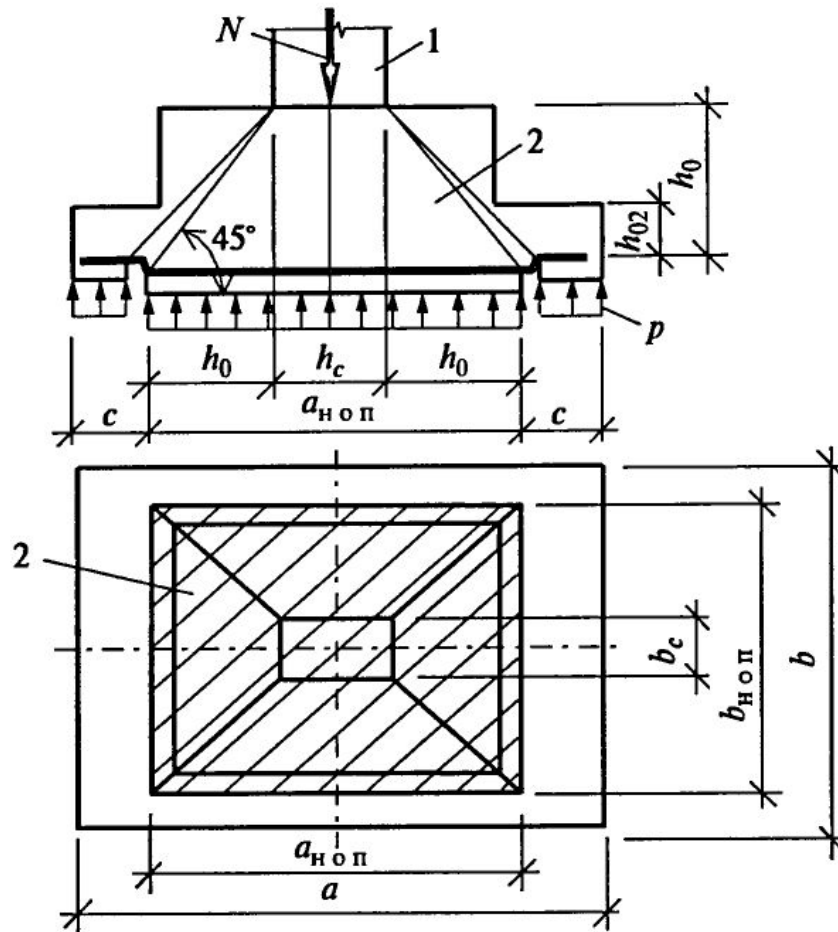
Требуемая площадь арматуры определяется из формулы

$$A_s = \frac{M}{0,9h_0R_s}.$$

$$M_1 = Q_1 \frac{l_1}{2} = \frac{pl_1^2 b}{2};$$

$$M_2 = Q_2 \frac{l_2}{2} = \frac{pl_2^2 b}{2}.$$

Фундаменты. Расчет по материалу



Продавливание фундамента
1 — колонна, 2 — пирамида продавливания

Фундаменты. Расчет по материалу

- Условие прочности на продавливание:

$$F \leq \alpha R_{bt} u_m h_0,$$

F — продавливающая сила;

Фундаменты. Расчет по материалу

α — коэффициент, принимаемый для тяжелого бетона равным $\alpha = 1$;

u_m — среднеарифметическое значений периметров верхнего и нижнего оснований пирамиды продавливания:

$$u_m = \frac{2h_c + 2b_c + 2a_{\text{н.о.п.}} + 2b_{\text{н.о.п.}}}{2} = h_c + b_c + a_{\text{н.о.п.}} + b_{\text{н.о.п.}};$$

R_{bt} — расчетное сопротивление бетона растяжению, принимается с коэффициентом условия работы $\gamma_{b2} = 1$.

Фундаменты. Расчет по материалу

- Расчет прочности фундамента на действие поперечной силы

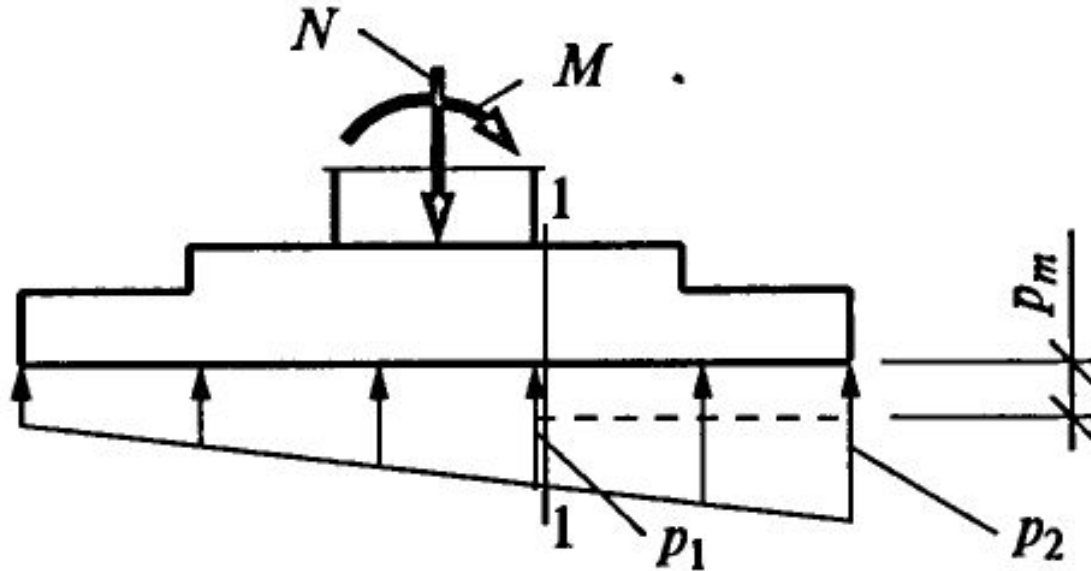
$$Q \leq \varphi_{b3}(1 + \varphi_n) R_{br} b h_{02},$$

где $Q = p c b$;

h_{02} — рабочая высота сечения нижней ступени фундамента;

φ_{b3} — коэффициент, для тяжелого бетона $\varphi_{b3} = 0,6$; $\varphi_n = 0$ для элементов без предварительного напряжения.

Фундаменты. Расчет по материалу

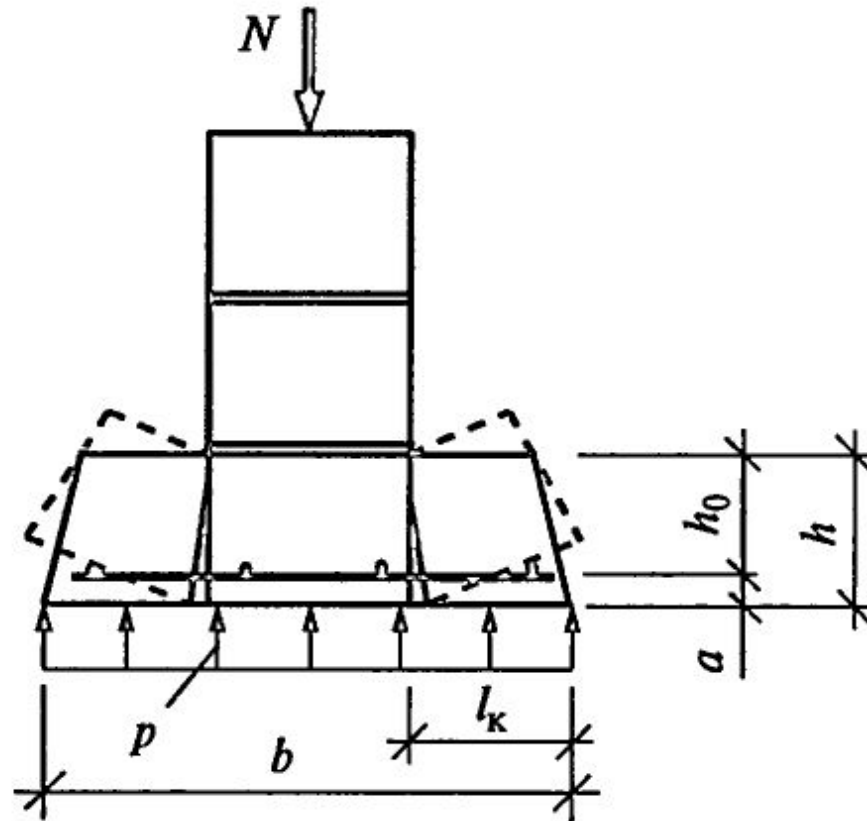


Внецентренно сжатый фундамент

Расчет сводится к центрально-сжатому фундаменту через усреднение давления под подошвой фундамента

$$P_m = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

Фундаменты. Расчет по материалу



Характер разрушения ленточного фундамента

Фундаменты. Расчет по материалу

Ленточный фундамент:

- Определение арматуры в подушке фундамента
- Проверка высоты подушки на действие поперечной силы

Фундаменты. Расчет по материалу

Ленточный фундамент:

- Определение арматуры в подушке фундамента

$$A_s = \frac{M}{0,9h_0R_s} \quad M = Ql_k/2.$$

- Проверка высоты подушки на действие поперечной силы

$$\dot{Q} = pl_k \quad p = N/b.$$

$$Q \leq \varphi_{b3}(1 + \varphi_n)R_{bt}bh_0$$

Фундамент. Сваи

- 1-ая группа предельных состояний:
 - Расчет по прочности материала сваи и ростверка;
 - Расчет несущей способности грунта основания сваи
 - Расчет несущей способности основания свайных фундаментов при разрушении целостности основания

Фундамент. Сваи

- 2-ая группа предельных состояний:
 - Расчет осадок свай и свайного фундаментов от вертикальных нагрузок и перемещений свай от горизонтальных нагрузок;
 - Расчет по образованию и раскрытию трещин

Фундамент. Сваи

- Свая-стойка, несущая способность:

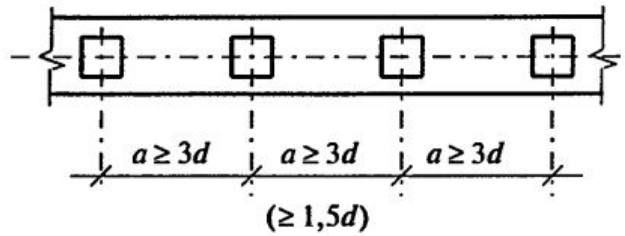
$$F_d = \gamma_c RA,$$

- Висячая свая, несущая способность:

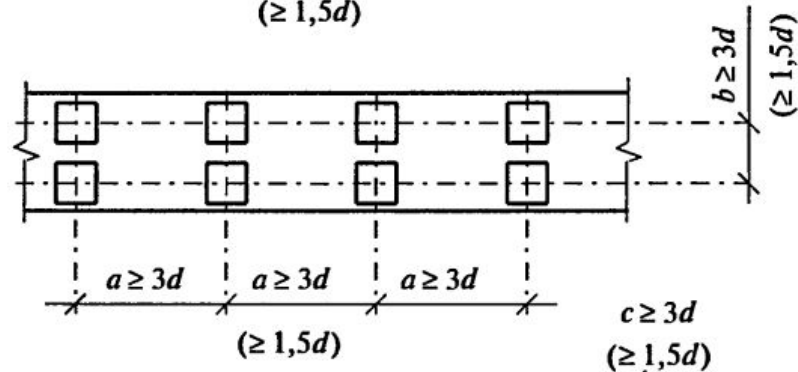
$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i),$$

Фундамент. Сваи

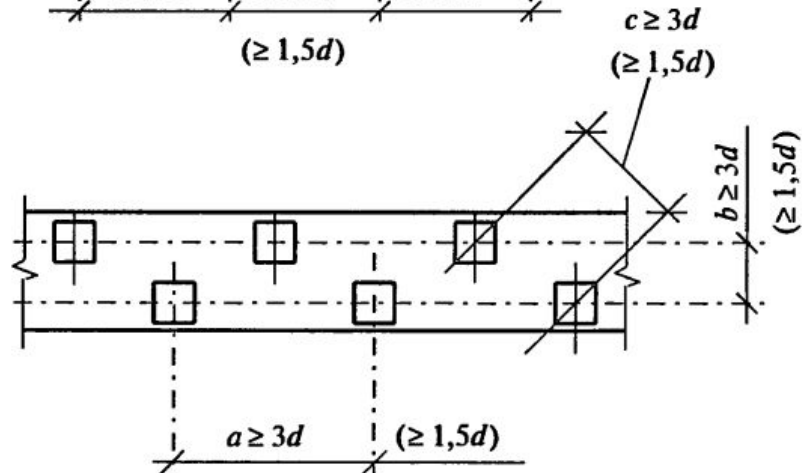
а)



б)

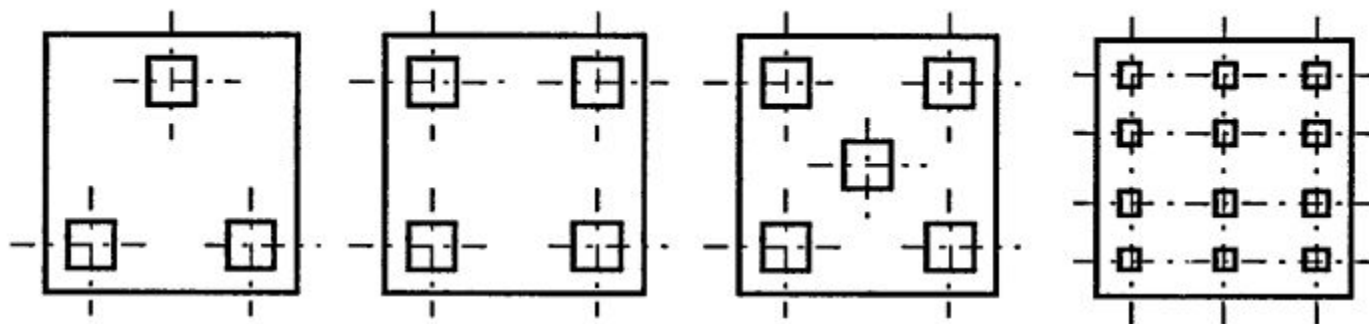


в)



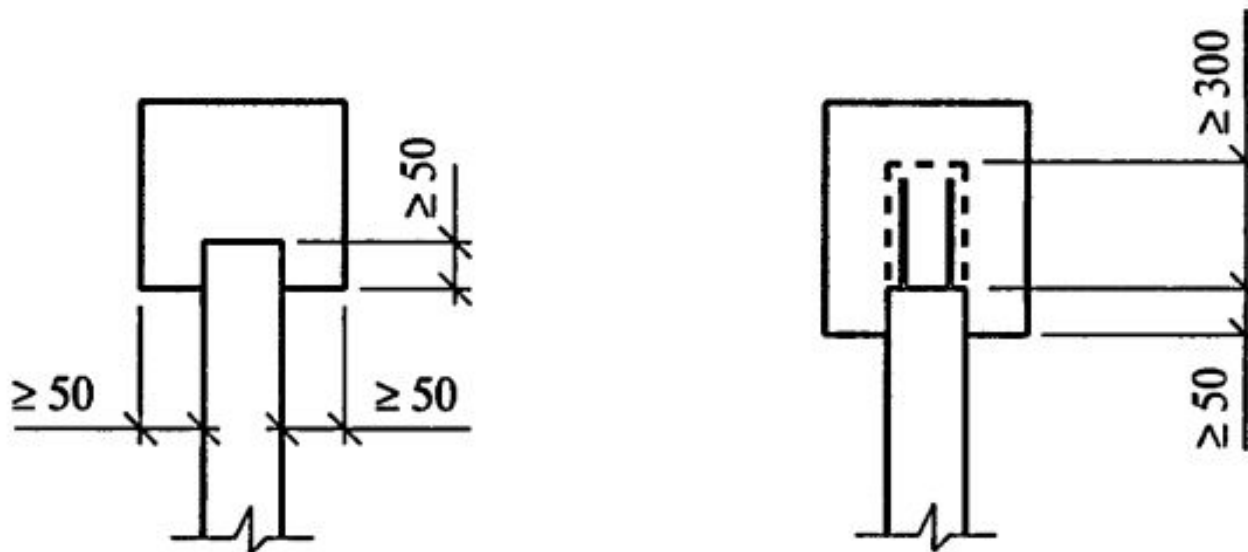
Расположение свай в ленточных ростверках:
а) в один ряд; б) в два ряда; в) в шахматном порядке

Фундамент. Сваи



Расположение свай в ростверках под колонны и столбы

Фундамент. Сваи



Сопряжение ростверка со сваями:

- а) шарнирное сопряжение ростверка со свай;*
- б) жесткое сопряжение ростверка со свай*

Фундамент. Сваи

- Расчет сваи по несущей способности грунта:

$$N \leq F_d / \gamma_k = P,$$

- Расчет сваи по прочности материала

$$P = \varphi [R_{sc}(A_s + A'_s) + R_b \gamma_{b2} b h],$$

Фундамент. Сваи

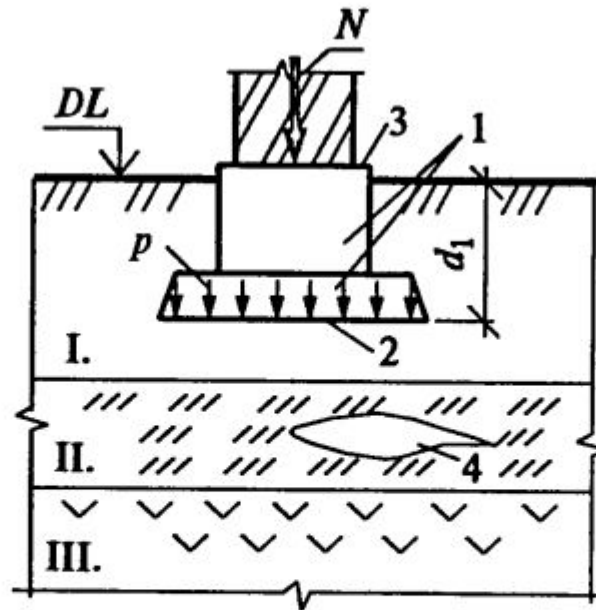
- Расчет количества свай в ростверке:

$$n \geq N_d / P_{min}$$

- Шаг свай в ленточном ростверке:

$$a \leq P_{min} k / N_d$$

Фундамент. Основание



Основные понятия: 1 — фундамент; 2 — подошва фундамента; 3 — верхний обрез фундамента; 4 — линза (включение в пласт другого грунта); DL — отметка планировки; d_1 — глубина заложения фундамента; I — несущий пласт; II, III — подстилающие пласты

Фундамент. Основание

МЕХАНИКА ГРУНТОВ

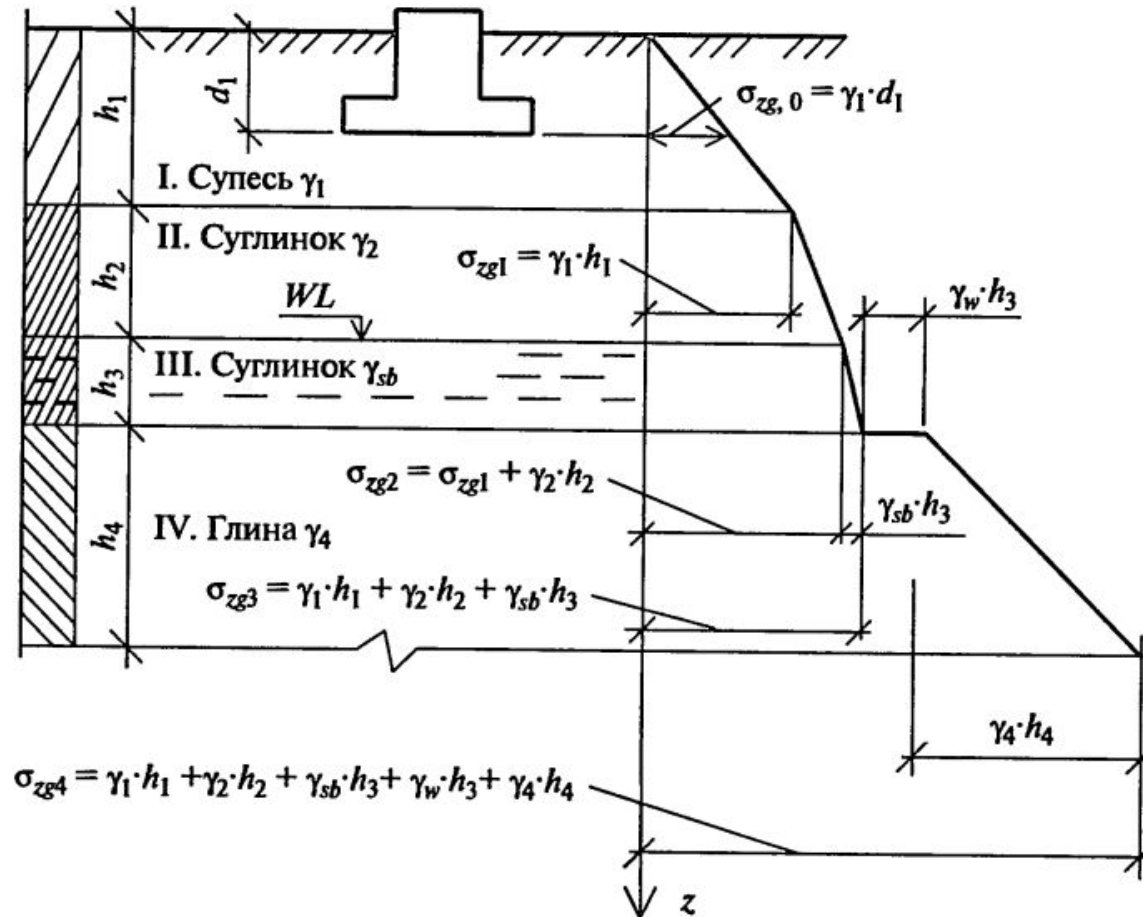
Изучение свойств грунтов и создание
теории расчета грунтов

Фундамент. Основание

- Расчет прочности основания R:

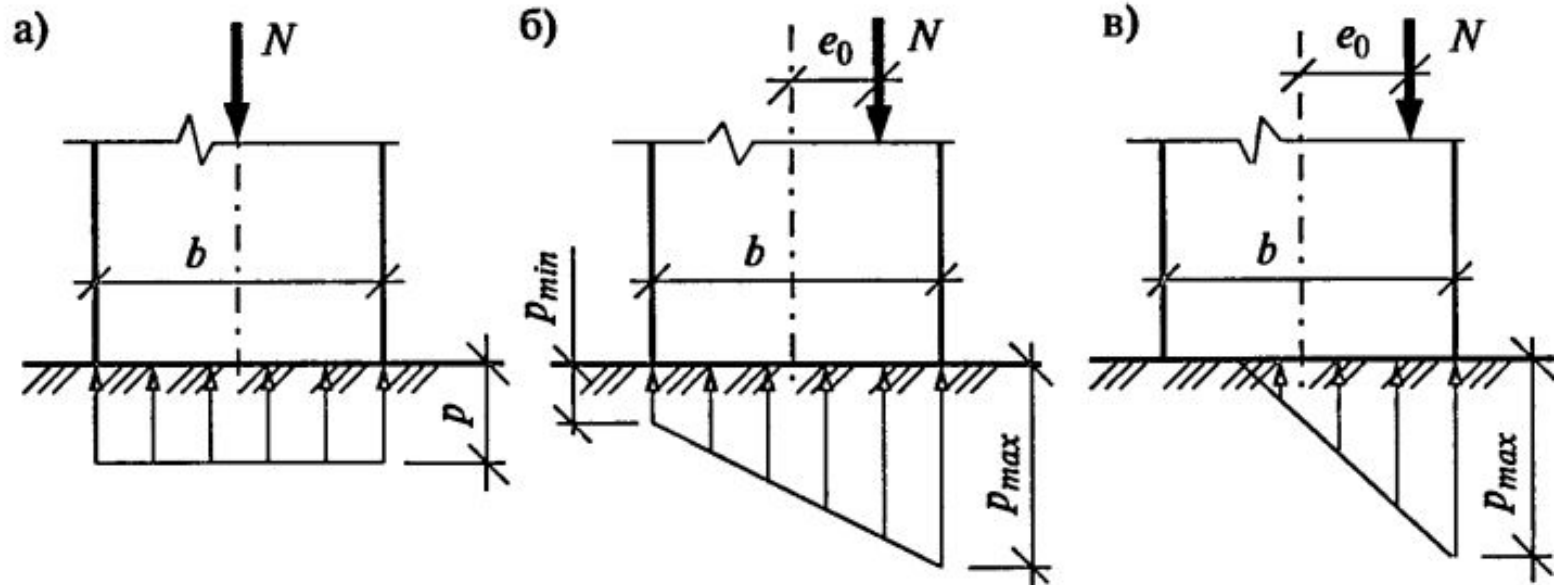
$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma}k_2 b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}],$$

Фундамент. Основание



Напряжения от собственного веса грунта

Фундамент. Основание



Напряжения (среднее давление) по подошве фундамента:
а) — при центральном сжатии; б), в) — при внецентренном сжатии

Фундамент. Основание

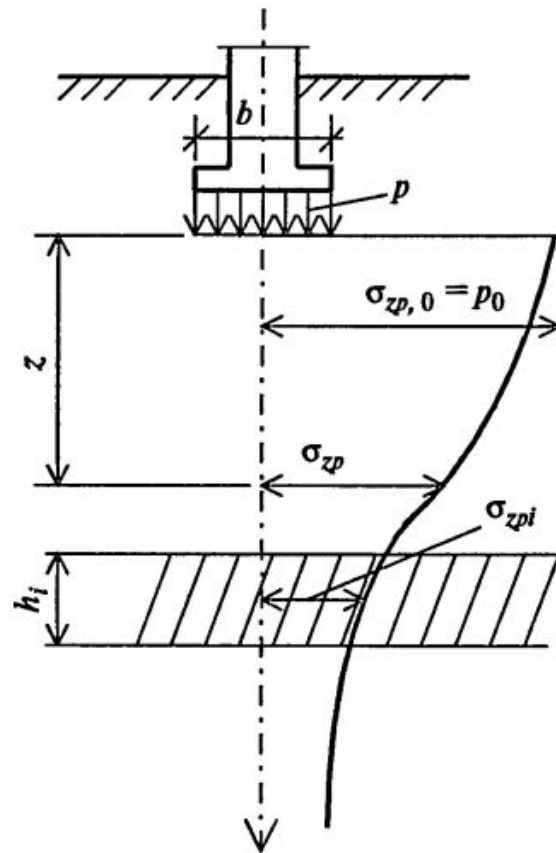


Схема распределения вертикальных напряжений в грунте