

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к составлению курсового проекта по курсу
“ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ” для студентов
специальностей

“АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ и АЭРОДРОМЫ”,
“ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ” и
Профессиональная подготовка (“АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ и
АЭРОДРОМЫ”).

к составлению курсового проекта по курсу “Основания и фунда-
менты” для студентов очного обучения специальностей
“Автомобильные дороги” и “Мосты и транспортные тоннели”

- I. Целью настоящей работы является ознакомление студентов с методами расчета и проектирования фундаментов мелкого заложения, свайных фундаментов и фундаментов глубокого заложения.
- II. Состав курсового проекта:
 1. Расчетно-пояснительная записка в объеме 25-30 страниц.
 2. Графическая часть - схема конструкции фундамента в трех проекциях (М 1:100), детали фундамента в масштабе 1:50 или 1:20.

Расчетно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка состоит из четырех глав:

- I. Глава. Подсчет нагрузок, составление сочетаний нагрузок и определение суммарных усилий.
- II. Глава. Расчет фундамента мелкого заложения.
- III. Глава. Расчет свайных фундаментов или фундамента глубокого заложения.
- IV. Глава. Технико-экономическое сравнение вариантов и выбор наиболее экономичного.

Таблица № 2 Горизонтальные усилия, действующие вдоль оси моста

Виды нагрузок	Нормативные			Расчётные		
	Силы в т.	Плечо в м	Моменты в т.м.	Коэф. перегруз	Силы в т.	Моменты в т.м.
T						
W						

Таблица № 3. Горизонтальные усилия, действующие поперёк оси моста

Виды нагрузок	Нормативные			Расчётные		
	Силы в т.	Плечо в м	Моменты в т.м.	Коэф. перегруз	Силы в т.	Моменты в т.м.
T						
W						

Глава II. Расчет фундамента мелкого, заложения.

I. Выбор отметки верхнего обреза фундамента.

Для фундаментов опор мостов отметка верхнего обреза назначается на 0,5 м ниже горизонта самых низких вод в межень (ГМВ).

II. Выбор глубины заложения фундамента.

Глубина заложения фундамента определяется по правилам, указанным в нормах проектирования мостов и труб.

III. Определение размеров подошвы фундамента. Размеры фундамента определяются по следующей формуле;

$$F = (b_{оп} + 2c)(a_{оп} + 2c),$$

Где $b_{оп}$, $a_{оп}$ – длина и ширина опоры.

$$C = 0,30 \text{ м}$$

Расчет Фундамента мелкого заложения по I предельному состоянию.

При расчете фундаментов и оснований по первому предельному состоянию (по прочности и устойчивости) все нагрузки должны учитываться соответствующими коэффициентами перегрузки, так как всякая временная, случайная перегрузка может вызвать разрушение основания или материала фундамента и потерю устойчивости сооружения.

Общее условия расчета – $\delta \leq R$;

а) определение напряжения до подошве фундамента при основном сочетании нагрузок производится по:

$$\delta = \frac{N_p + n \cdot 6\phi + n \cdot 6 \cdot \text{гр}}{F} \leq R;$$

б) определена напряжения по подошве фундамента при дополнительных сочетаниях нагрузок - по :

$$\delta \frac{\max}{\min} = \frac{N_p + n \cdot 6\phi + n \cdot 6 \cdot \text{гр}}{F} \pm \frac{M}{W} \leq 1,2 R;$$

в) несущая способность песчаных оснований определяется в условиях предельного равновесия, а для связных грунтов – по следующей формуле:

$$R = 1,2 \{R^I [1 + k_1 (b-2)] + K_2 X (h-3)\}$$

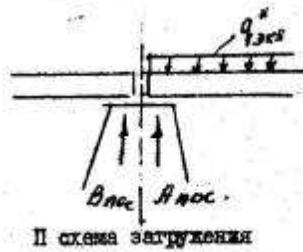
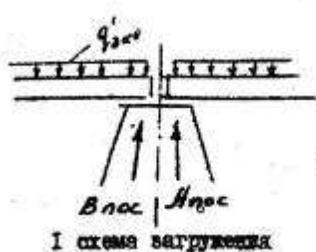
После определения R и δ проверяется условие. Если условие не удовлетворяется, увеличивается площадь подошвы фундамента и глубина его заложения.

Приложение № 1

Скважина № _____ глубина скважины _____ м.

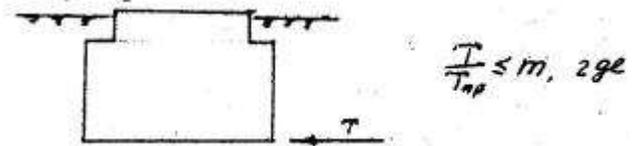
Глуб. залег. слоя	Мощ. Слоя в м	Литсло. разврев	№ слоя	Уст. Ур. Гру. вод	Лит. хар. пород	Характеристики грунта								
						W %	X _{уб} т/м ³	X _{об} т/м ⁵	WТ %	W _p %	E Кт/ск	φ ^Ф	C Кг/км с	K М/сут

Расчёт схема



Расчёт фундамента на устойчивость

- I. На сдвиг.
- II. Устойчивость фундамента на сдвиг по его подошве проверяется по отношению сдвигающей силы, параллельной подошве фундамента, к предельной силе:



$m = 0,8$ коэффициент условий работы;

T – горизонтальная нагрузка;

$T_{пр}$ – предельная горизонтальная нагрузка. $T_{пр} = \phi * N_{р11}$, где N – нормальная к плоскости подошвы фундамента составляющая всех сил;

ϕ – коэффициент сдвига, зависящий от типа грунта.

2. На опрокидывание.

Устойчивость фундамента оценивают по отношению сдвигающего

момента к предельному: $\frac{M}{M_{пр}} \leq m;$

Положение центра окружности (точка 0) и её радиус выбираются произвольно. Путём поупток ищется такая окружность, для которой m^1 будет максимальным. Устойчивость фундамента считается обеспеченной, если выполняется условие;

$$M^1_{max} \leq m_1 \text{ где}$$

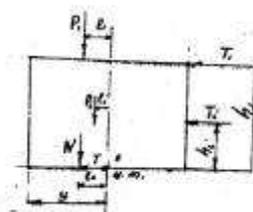
m – коэффициент условий работы.

$m = 0,8$ для фундаментов на скальных грунтах,

$m = 0,7$ на нескальных грунтах

$$\frac{M}{M_{np}} = \frac{\sum p_i l_i + \sum t_i h_i}{y \sum p} \leq m \quad -8-$$

-8-



M – определяется как сумма моментов всех активных сил относительно п.т. подошвы фундамента;

M_{np} – предельный момент.

Расчёт фундамента мелкого заложения по II предельному состоянию

Расчёт оснований по второму предельному состоянию (по деформациям и перемещениям) производится на нормативные нагрузки. Наступление второго предельного состояния менее опасно для сооружения и не сопровождается его разрушением. Кроме того, учитывается, что временные случайные перегрузки мало сказываются на деформациях грунтов, для развития которых требуется значительное время. Особенно это относится к глинистым водонасыщенным грунтам. Нормативное давление от сооружения на основание определяется по формуле:

$$\delta^n = ;$$

Несущая способность основания по выражению:

$$R^n = (A b + B h) \delta^m + D c^n$$

Давление сооружения должно быть меньше или равно несущей способности основания:

$$\delta^n \leq R^h$$

-9-

При расчёте по второму предельному состоянию определяют осадки, разности осадок, крены фундаментов, горизонтальное смещение верха опор (для мостов) и сопоставляют их с предельно – допустимыми значениями. Во всех случаях предельные величины перемещений (в см) не должны превышать значений,

-9-

определяемых по приведённым ниже формулам, рекомендуемым нормами проектирования мостов.

Предельная равномерная осадка опоры:

$$S^{np} = 1,5 \sqrt{e} \text{ в см,}$$

Разность осадок смежных опор –

$$\Delta S^{np} = 0,75 \sqrt{e} \text{ в см,}$$

Горизонтальное смещение верха опоры как вдоль, так и поперёк оси моста

$$U_B^{np} = 0,5 \sqrt{e} \text{ в см,}$$

Где L – длина меньшего примыкающего к опоре пролёта в м (принимаемая не меньше 25м.)

Расчёт осадки фундамента методом послойного суммирования

Вычисление осадок проводится не от полного давления (δ^n) а от давления, уменьшенного на величину природного давления грунта $\delta_{гр} h$ на уровне подошвы фундамента:

$$\delta_{oc} = \delta^n - \delta_{гр} h$$

Нижняя граница сжимаемой толщи находится на такой глубине, где дополнительное давление от сооружения составляет 20% от природного давления в грунте. Толщина элементарного слоя равна $h_i \leq 0,4$ в. Напряжение под центром подошвы прямоугольного, круглого и ленточного фундамента вычисляется по формуле:

$$\delta_I = \xi_o * \delta_{oc}$$

значение коэффициента ξ_0 определяется по таблице в зависимости

$$\text{от } m = \frac{z}{b} \quad n = \frac{a}{b}$$

-10-

Определение осадки каждого элементарного слоя производится по формуле:

$$S = \frac{\delta * h_{cm}}{E} * B$$

-10-

Конечная осадка фундамента, равная сумме осадок отдельных слоев, которые разделена сжимаемая толщина:

$$S = 0,8 \sum_{i=1}^n \frac{E_i h_i}{E_i}$$

Величина суммарных осадок отдельных слоёв должна быть меньше или равна предельной его значения:

$$S \leq S^{np}$$

Проверка горизонтального смещения верха опоры

Горизонтальное смещение верха опоры определяется по формуле:

$$w_e = \omega H_{on}$$

Крен отдельного прямоугольного фундамента под действием момента определяется по формулам М.И. Горбунова – Посадова:

а) в направлении большей стороны

$$w = \frac{1 - 1^{h^2}}{E} x ; * \frac{Mx}{\left(1 \frac{a}{2}\right)^3}$$

б) в направлении меньшей стороны

$$w = \frac{Mx}{E} K_2 ; * \frac{\left(\frac{B}{2}\right)^3}{3}$$

-11-

Величина U_b должна быть меньше или равна U_b^{np}

$$U_b \leq U_b^{np} = 0,5 \sqrt{e} \quad \text{где}$$

E – модуль деформации грунта, вт/м^2

K_1 и K_2 – безразмерные коэффициенты, применяемый по

$\frac{a}{b}$

графикам норм проектирования в зависимости от $n =$

M – коэффициент бокового расширения, зависящий от типов грунтов и определяемый по таблица СНиП II-Б. I-62;

N_p – расчётная нагрузка на уровне обреза фундамента в т.

b_f – расчётный вес фундамента в т

$b_{гр}$ – суммарный вес грунта над уступами фундамента в т

F – площадь подошвы фундамента в м^2

R^1 – условное сопротивление грунта в т/м^2

B – ширина (диаметр) фундамента в м

K_1 и K_2 – безразмерные коэффициенты, зависящие от типов

грунта

h – глубина заложение фундамента в м

N^h – нормативная нагрузка на уровне обреза фундамента в т

A, B, D – безразмерные коэффициенты, определяемые по

таблице в зависимости от угла внутреннего трения грунта.

Глава III. Расчёт свайных фундаментов или фундамента глубокого заложения.

I. Расчет свайных фундаментов

Сваи представляют собой погруженные в грунт или созданные в пробуренных в грунте скважин тонкие стойки, назначением которых является передача нагрузки от сооружения на более плотные слои грунта. Группа свай, объединенных сверху распределительной плитой, называемой ростверком, образует свайный фундамент. Если сваи достигают своими концами прочного, практически несжимаемого грунта, способного воспринять полную нагрузку от свай, то они называются сваями - стойками.

Если же концы свай не доходят до более плотного грунта и передают основную часть нагрузки с помощью боковой поверхности, взаимодействующей с уплотненным окружающим сваю грунтом, то они носят название висячих свай.

Различают свайные фундаменты с низким и высоким ростверком. В фундаментах с низким ростверком подошва соприкасается с грунтом. При высоком ростверке подошва его располагается над поверхностью грунта. Мы рассматриваем свайные фундаменты с низким ростверком.

I. Конструкции ростверков

Плиты, объединяющие головы свай и обеспечивающие их совместную работу, называются ростверками.

Ростверки изготавливаются из бетона и железобетона. При применении монолитного бетона (М 100-150) размеры ростверка назначаются конструктивно и имеют минимальную толщину 1,5-2,0 м в фундаментах опор мостов.

Расстояние в осях между вертикальными сваями должно быть не менее трех диаметров свай.

В фундаментах опор мостов расстояние от края ростверка до ближайшей грани сваи должно быть не менее 0,25 м.

В фундаментах опор мостов при железобетонных сваях рекомендуется заводить головы свай в бетон ростверка не менее, чем на два диаметра сваи (*2 dev*) при сваях диаметром до 0,60 м и не менее, чем на 1,20 м при сваях большего диаметра.

2. Расчет свайного фундамента по I предельному состоянию.

Количество свай в фундаменте определяется по формуле;

$$n = \frac{N}{P_c (1)}$$

Несущая способность свай по прочности материала определяется по формуле: $P_c = m \varphi (R_{np} F_{\delta} + R_a F_a)$

Сопrotивление сваи – стойки вертикальной нагрузке по условию прочности грунта определяется по формуле: $R_r = k_m R^H F$

Несущая способность висячих свай по условию прочности грунта

$$\text{по формуле: } P_r = K_1 m (R^H F + U \sum_{i=1}^n m + t_i^H l_i)$$

Для определения нагрузки на одну сваю в условиях одновременной работы всех свай на осевое давление от

сооружения и моменты M_x и M_y взятые относительно главных осей подошвы ростверка, пользуются следующей формулой:

$$P_i = \frac{N}{n} \pm \pm$$

Общее условие расчёта: $P_1 \leq P_r$

Расчёт основания всего свайного фундамента в целом по условию прочности производится, как расчёт основания фундамента глубокого заложения. В случае, когда свайный фундамент несёт в основном вертикальную нагрузку, учитывается также сопротивление по боковой поверхности свайно-грунтового массива, выделенного для расчёта в пределах ширины и длины ростверка.

-14-

Общая формула для всех проверок по несущей способности свай

$$\sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^H h_i$$

имеет вид: $N \leq R^{np} F\phi + U\phi$

3. Расчёт свайного фундамента по II предельному состоянию

Осадка свайного фундамента, имеющего висячие свои, вычисляется, как осадка условного фундамента глубокого заложения, площадь подошвы которого (на уровне концов свай) определяется в границах, отсекаемых прямыми, проведенными под углом к вертикали от наружного контура свай в уровне подошвы ростверка. Среднее нормативное значение угла внутреннего трения грунтов (ϕ_{cp}) проходимых сваями, определяется по формуле:

$$\phi_{cp} = \frac{\phi_1 h_1 + \phi_2 h_2 + \dots + \phi_n h_n}{h} \quad \text{где } h = \sum_{i=1}^n h_i$$

Уплотняющее давление вычисляется следующим образом:

$$P = \frac{N^h + 6 \text{ свай}}{F_{\text{св}} \Delta} \Delta^h H$$

Осадка свайного фундамента определяется по формуле:

$$S = \frac{B}{\frac{1}{2} (E_y + E_o)} h_y + (1 + k) \frac{b}{Et} P_i h_i$$

5. Проверка расчётного давления на грунт на уровне концов свай.

Кроме того, к расчёту по второму предельному состоянию относится проверка расчётного давления на грунт на уровне концов свай, производимая по формуле:

$$\frac{M^H}{W_H} \leq R^M (H+h) \text{ где}$$

m - коэффициент условий работы

m_t - коэффициент, зависящий от способа образования ствола свай

ϕ - коэффициент продольного изгиба

R_{np} - расчётное сопротивление бетона при сжатии в кг/см^2

R_a - расчётное сопротивление арматуры в кг/см^2

-15-

F_E - площадь поперечного сечения бетона в см^2

F_a - площадь поперечного сечения арматуры в см^2

K - коэффициент однородности грунта

R^H - нормативное сопротивление грунта под концом свай в кг/см^2

F - площадь поперечного сечения свай в см^2

U - периметр поперечного сечения свай в м

J_i^H - нормативное сопротивление элементарного слоя грунта в кг/см^2

l_i - толщина элементарного слоя грунта в м

N - расчётная нагрузка на уровне концов свай, включающая вес свайно - грунтового массива в т

R_{np} - предельное давление на основание в кг/см^2

$F\phi$ - площадь подошвы ростверка в м^2

$U\phi$ - периметр подошвы ростверка м^2

τ_i^H – нормативное сопротивление сдвигу слоев грунта по боковой поверхности фундамента в кг/см²
 h_i – толщина элементарного слоя грунта в м
 X_i и Y_i – расстояние от главных осей подошвы ростверка до оси каждой сваи в м
 X и Y – то же, до оси сваи, для которой вычисляется в P_i
 N^H – нормативная нагрузка на уровне подошвы ростверка в т
 $b_{св}$ – вес сваи в т
 H – глубина заложения ростверка в м
 γ_1^H – объёмный вес грунта, в котором располагается ростверк
 F_y – условная площадь подошвы фундамента глубокого заложения в м²
 E_y – модуль деформации уплотнённой зоны в кг/см²
 h_y – толщина уплотненной зоны в м
 P_0 и P_1 – дополнительное (к естественному) давление соответственно в плоскости нижнего конца сваи и на границе уплотнённой зоны
 B – безразмерный коэффициент

-16-

E_0 – модуль деформации грунта в естественном состоянии на границе уплотнённой зоны в кг/см²
 K^1 – коэффициент, учитывающий влияние соседних свай, изменяющийся в пределах от 0 (при расстоянии между сваями более 14 дев) до 3,5 – 3,8 (При расстоянии 2 дев)
 $\gamma_{ср}^x$ – средний объёмный вес грунтов, пройденных сваями
 M^H – момент от нормативных нагрузок относительно оси, проходящей через центр тяжести подошвы ростверка
 W_y – момент сопротивления площади F_y относительно оси, параллельной оси, принятой при подсчёте момента M^H
 R_{1H+1}^H нормативное давление на основание с учётом того, что это основание находится на уровне концов свай, т.е. на глубине $H+h$ ниже поверхности грунта.

6. Расчёт опускаемых колодцев

Размерами элементов опускаемого колодца предварительно задаются по конструктивным соображениям и затем проверяют достаточности их на наименее выгодные сочетания сил, возникающих в процессе изготовления и опускания колодца.

Расчёт производится так:

А) условия погружения колодца.

Условия возможности погружения колодца под действием собственного веса определяется неравенством

$$P > (1,15 : 1,25) T$$

Где: P – вес колодца с учётом гидростатического взвешивания при опускании без водослива

T – сила трения грунта по боковой поверхности колодца

Б) расчёт стенок на изгиб в горизонтальной плоскости. Нагрузка на горизонтальный пояс высотой 1,0 м, выделенный из стенки, определяется от давления воды и грунта снаружи, для положения колодца, опущенного до проектной отметки.

Изгибающее усилие определяется по формуле: $P = (I_n + W_n) (\delta + hk)$

-17-

Где: W_n – интенсивность гидростатического давления $W_n = 1,0 h$ в (h в – разность отметок горизонта воды и низа колодца)

I_n – интенсивность давления грунта на глубине опускания колодца:

$$I_n = \gamma_v h t g^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

Δ_v – объёмный вес взвешенного в воде грунта

U – угол внутреннего трения грунта

h_2 – высота консоли

δ – толщина стенки

в) Расчёт консоли

Консоль рассчитывается на изгиб в сжатие, при этом для расчёта берётся 1,0 м консоли.

Изгибающий момент находится по выражению

$$M_a = (lh + Wn) \frac{h_z^2}{2} + q_z * c_1 - T_k \frac{\delta}{2}$$

Продольная сжимающая сила

$N^1 = T_k - q_k$ где:

q_k – вес консоли

T_k – сила трения, действующая по высоте консоли.

-18-

Глава IV Техничко–экономические сравнительные расчёты

Возможности широкого практического использования рассматриваемого фундамента могут быть оценены только при условии наличия его экономических преимуществ по сравнению с другими вариантами. Поэтому необходимо проведение технико-экономических сравнительных расчётов, состоящих в установлении сметной стоимости работ по нулевому циклу. После определения сметной стоимости двух вариантов, полученные данные заносятся в таблицу и устанавливается технико-экономически целесообразный вариант.

Техничко-экономические показатели применяемых фундаментов

№/№ п/п	Наименование выполняемых работ	Объём работ в м ³	Сметная стоимость в тыс.р.	Стоимость Тм ³ нулевого цикла	
				В руб.	В процентах

-19-

Список литературы

Основные:

1. И. А. Каримов «Узбекистан на пороге достижения независимости. Т.: Узбекистан, 2011
2. Саламахин П.М. Проектирование мостовых и строительных конструкций. М.: КНОРУС, 2011.- 408 с.
3. Н.А. Цытович и др.: Основания и фундаменты. Москва 1970
4. ШНК 2.05.02-07 Автомобильные дороги.
5. ШНК 2.05.03-11 Мосты и трубы.
6. Бабков В.Ф. Проектирование автомобильных дорог: учебник для вузов. – М.: Транспорт, 2011. – Ч.2. - 415 с.

Дополнительные:

1. Ефимов П.П. Электронный курс лекций по теме: «Металлические пролётные строения». - Омск, СибАДИ, 2007. - 140 с.
2. Ефимов П.П. Проектирование мостов. Балочные сплошностенчатые цельнометаллические и сталежелезобетонные мосты: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта. – М.: ГОУ «Учебно-

методический центр АО образованию на железнодорожном транспорте», 2007.–124с
3. Владимирский, С.Р. Проектирования мостов: учебно-практическое издание – СПб.: ДНК, 2006. - 320 с.

Составил:

Алменов Х.

