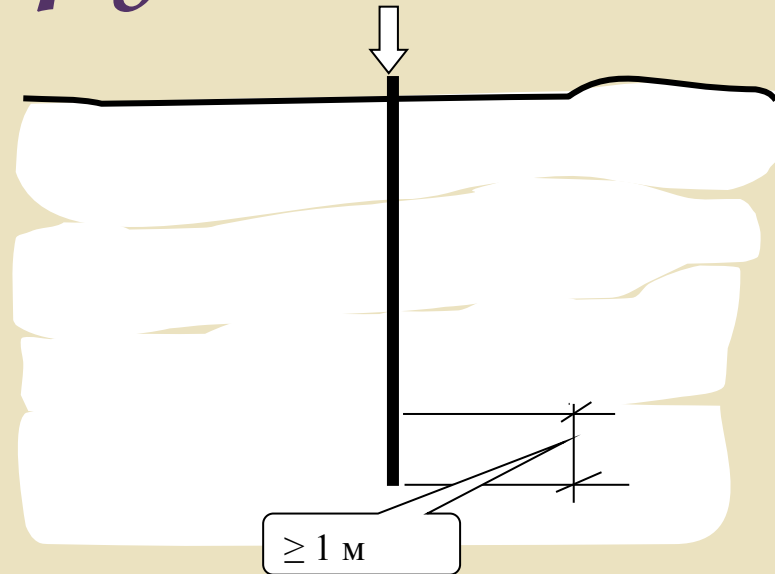


Лекция 7

Проектирование свайных фундаментов



Основные положения по расчету и проектированию свайных фундаментов

Свайные фундаменты рассчитываются в соответствии с требованиями СНиП 2.02.03-85 по двум группам предельных состояний:

а) по предельному состоянию первой группы (по несущей способности): **по прочности - сваи и ростверки, и по устойчивости - основания свайных фундаментов;**

б) по предельному состоянию второй группы (по деформациям) – **основания свайных фундаментов.**

Расчет по несущей способности производится на усилия от расчетных нагрузок.

Этому расчету подлежат:

по прочности - все виды свай и ростверков;

по устойчивости –

- 1) основания, подвергающиеся регулярно действующим горизонтальным нагрузкам,
- 2) основания зданий и сооружений, расположенных на откосах,
- 3) оснований свайных фундаментов из свай-стоек.

Расчет по деформациям оснований свайных фундаментов из висячих свай производится на усилия от нормативных нагрузок с учетом нормативных характеристик грунтов.

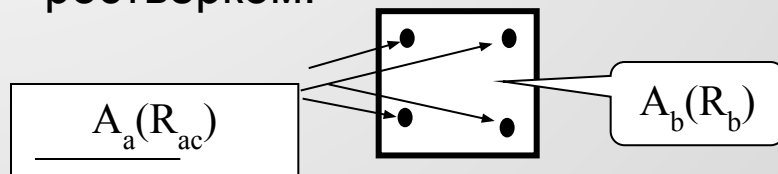
**Последовательность проектирования
свайных фундаментов включает в себя
следующие этапы:**

- 1) Сбор нагрузок и оценка инженерно-геологических условий площадки строительства.**
- 2) Выбор глубины заложения подошвы ростверка.**
- 3) Определение типа, конструкции и размеров свай.**
- 4) Определение несущей способности свай F_d .
(Определяется исходя из двух условий):**
 - а) прочности материала сваи;**
 - б) прочности грунта, воспринимающего нагрузку от сваи.**

Определение несущей способности свай F_{dm} по материалу

$$F_{dm} = \gamma_c \varphi (\gamma_{cb} R_b A_b + \gamma_{ca} R_{ac} A_a)$$

где γ_c – коэффициент условия работы свай = 1; φ – коэффициент продольного изгиба = 1; $\varphi < 1$ для свайных фундаментов с высоким ростверком.



Прочность ствола сваи должна быть обеспечена на всех этапах выполнения работ:

- складирования;
- транспортировки;
- забивки.

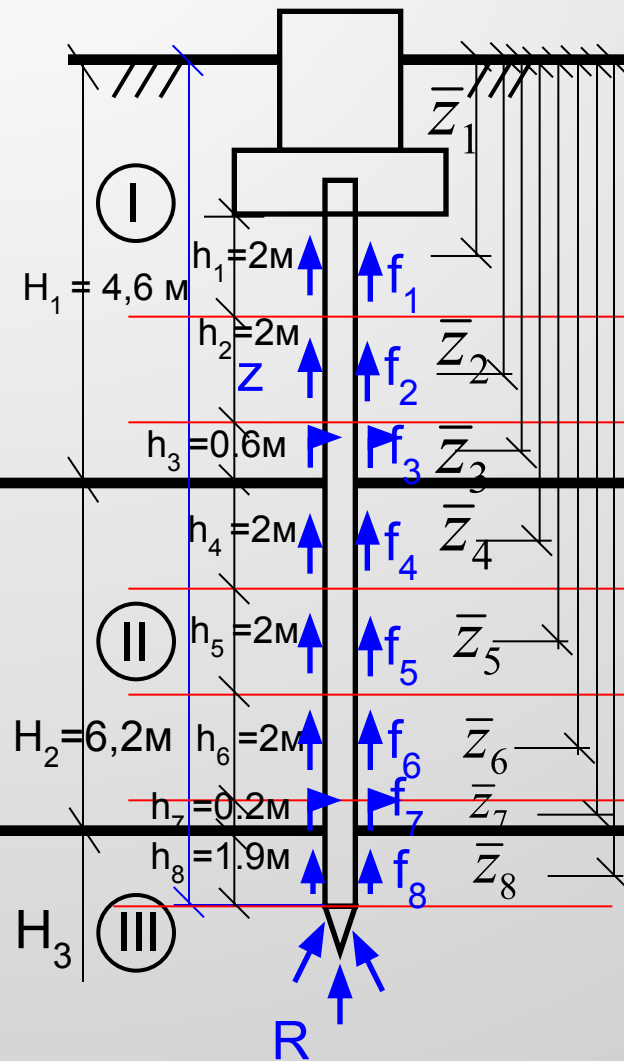
на транспортно-складских операциях теряется до 10% свай

Прочность при забивке свай, прежде всего, обеспечивается правильным выбором сваебойного оборудования.



Определение несущей способности висячей сваи по грунту расчетным методом

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{cR} RA + U \sum_{i=1}^n \gamma_{cf} f_i h_i \right), \quad \text{где}$$



γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте; γ_{cR} , γ_{cf} – коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и по боковой поверхности сваи, зависят от способа изготовления сваи;

A – площадь опирания сваи на грунт;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, зависит от типа грунта и от глубины погружения нижнего конца сваи z ;

U – периметр поперечного сечения сваи;

h_i – толщина i -го слоя грунта,

принимается $\leq 2 \text{ м}$;

f_i – расчетное сопротивление по боковой поверхности сваи i -го слоя грунта, зависит от типа грунта и средней глубины расположения слоя.

Определение несущей способности сваи - стойки по грунту расчетным методом

$$F_d = \frac{\gamma_c}{\gamma_q} RA$$

Где R – расчетное сопротивление грунта под острием сваи;
A – площадь поперечного сечения сваи;
 γ_c – коэффициент условия работы сваи;
 γ_q – коэффициент надежности.

5) Определение нагрузки, допускаемой на сваю (по минимальному значению несущей способности сваи по грунту или по материалу).

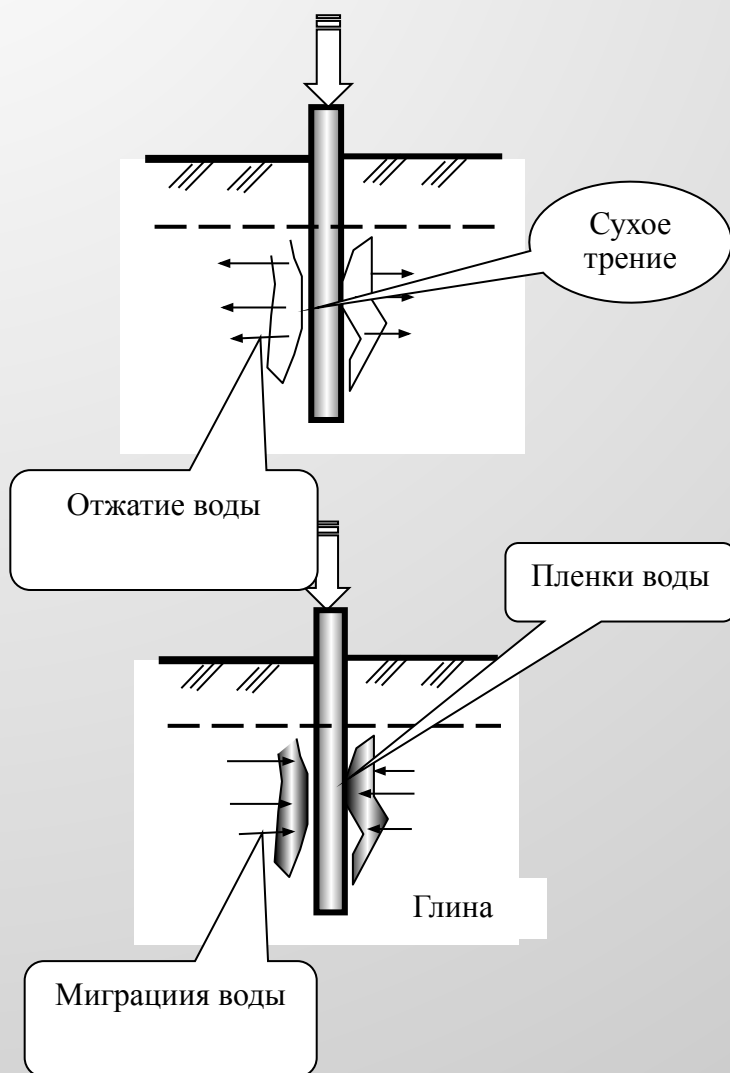
$$P_{св} = \frac{F_d}{\gamma_k}$$

где γ_k – коэффициент надежности, зависящий от способа определения несущей способности сваи.

Несущую способность сваи определяют следующими способами:

- а) расчетным;
- б) экспериментальными

Отказ при забивке свай. Понятие об истинном и ложном отказе



Величина погружения сваи при ударе (забивке) носит название **отказ**.

При погружении свай через **песчаные грунты** величина отказа с глубиной резко уменьшается и в некоторых случаях может достигнуть **нуля**.

В данном случае под острием сваи образуется переуплотненное ядро, а вдоль ствола сваи за счет отжатия воды возникает «сухое» трение.

Отток воды от источника колебаний в песчаных грунтах связан с хорошей фильтрующей способностью последних. Свая перестает погружаться, отказ сваи становится равным нулю.

При забивке в **глинистых грунтах** величина отказа с глубиной или становится постоянной, или увеличивается.

После отдыха в течение 3...6 недель (снятие динамических воздействий) величина отказа уменьшается. Это явление получило название «засасывание свай».

Отказ сваи во время забивки получил название «**ЛОЖНЫЙ**».

Отказ сваи после отдыха – «**ИСТИННЫЙ**».

Получение истинного отказа сваи в глинистых грунтах приводит к увеличению ее несущей способности.

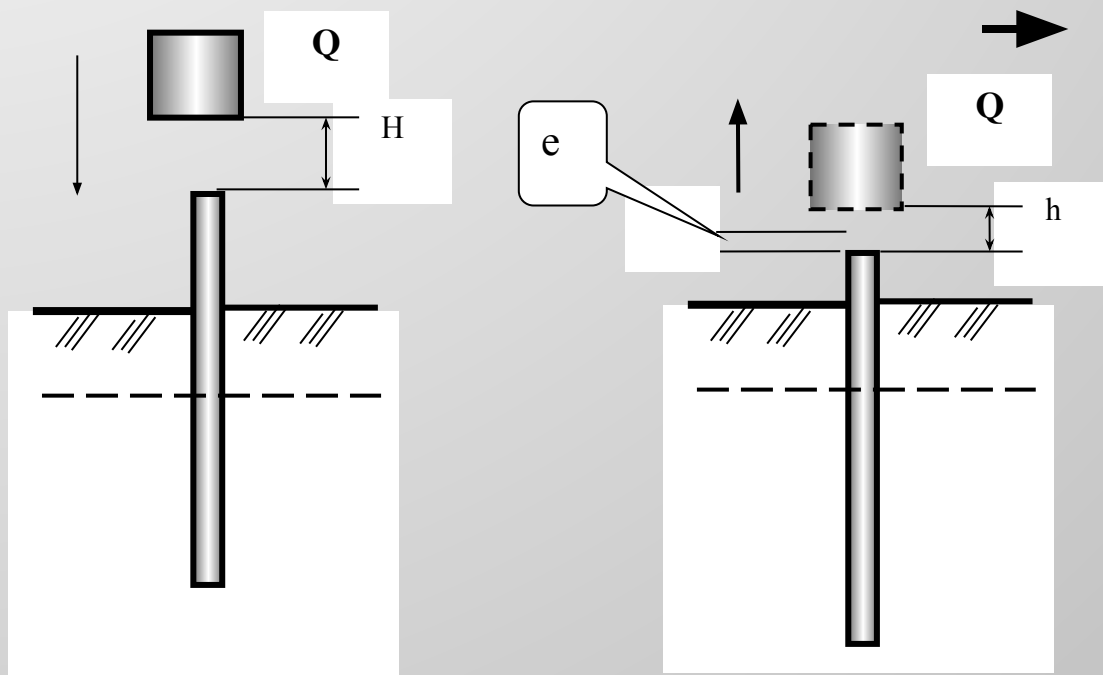
Насколько повышается несущая способность сваи после отдыха?

В супесях – в 1,1...1,2 раза
В суглинках – в 1,3...1,5 раз

Почти максимальная несущая способность при забивке

В глинах – в 1,7...6 раз

Необходимо учитывать повышение несущей способности



Достоинства

1. Простота
2. Малая стоимость

Недостатки

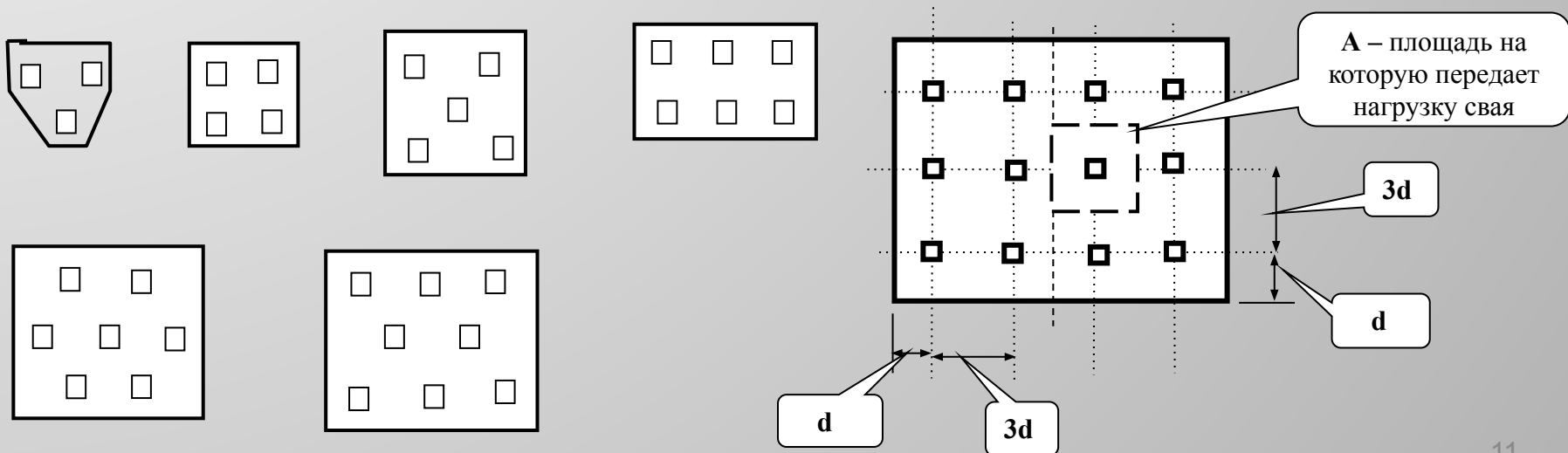
1. Не точные результаты для глинистых грунтов

6) Определение количества свай в ростверке

$$n = \frac{N_{vI}}{P_{св}}$$

7) Размещение свай в плане и конструирование ростверка

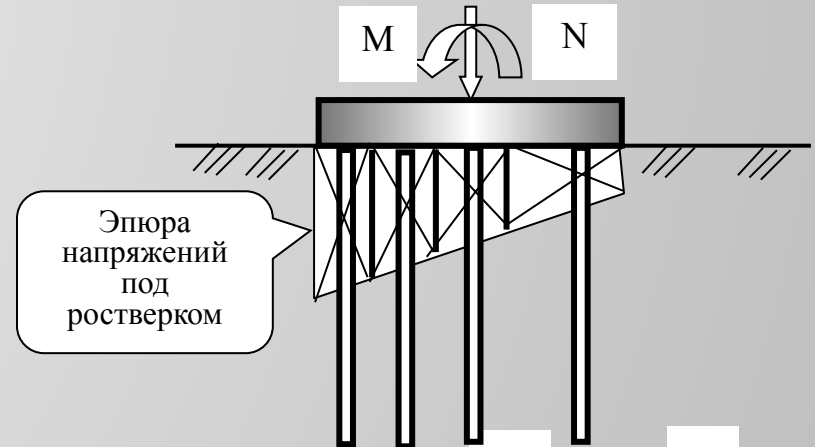
При размещении принятого количества свай ($n_{св}$) в плане необходимо стремиться к минимальным размерам ростверка



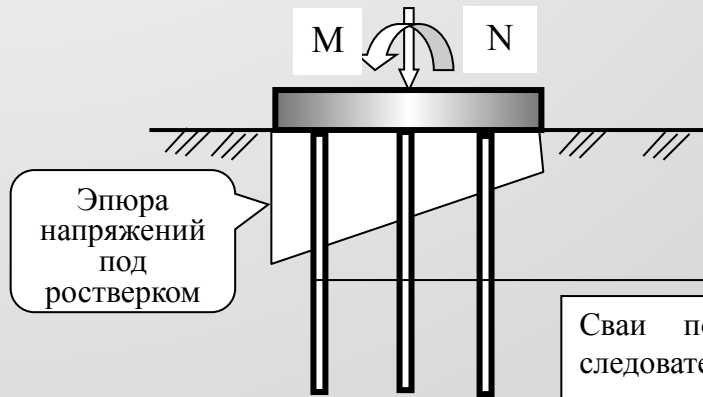
8) Определение фактической нагрузки на сваю

- при центральной нагрузке:

$$N_i = \frac{N_{vI} + N_{pI} + N_{qI}}{n}$$

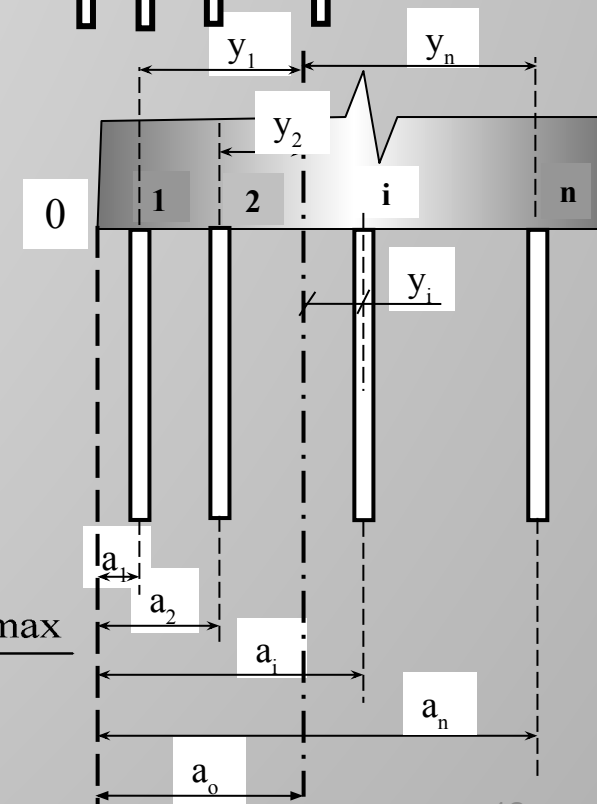


- при внецентренной нагрузке:



Сваи получают неравномерную нагрузку, следовательно, возможна и неравномерная осадка.

$$N_i = \frac{N_{vI} + N_{pI} + N_{qI}}{n} \pm \frac{M_{xI} \cdot y_{\max}}{\sum_{i=1}^n y_i^2} \pm \frac{M_{yI} \cdot x_{\max}}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$



9) Проверка усилий, передаваемых на сваю

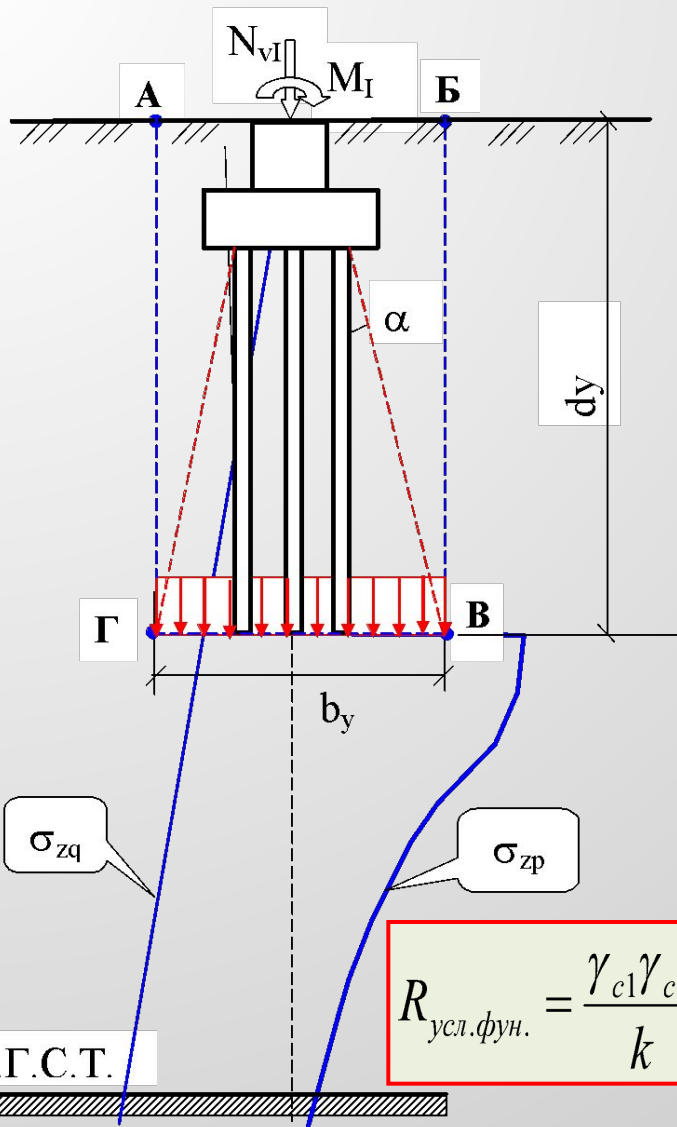
$$N_i \leq P_{св}$$

10) Проверка прочности ростверка

Расчет выполняется по I группе предельных состояний и заключается в проверке прочности ростверка: на продавливание колонной; угловой сваей; по поперечной силе в наклонных сечениях; на смятие под торцом колонны; на изгиб плитной части (выполняется в разделе ЖБК).

11) Расчет осадки свайного фундамента (расчет по деформациям)

Расчет по деформациям производится методом послойного элементарного суммирования **для условного фундамента.**



$\varphi_{cp} = \frac{\sum \varphi_i \cdot h_i}{\sum h_i}$ - средневзвешенный угол внутреннего трения

$\alpha = \frac{\varphi_{cp}}{4}$ - угол рассеивания напряжений по длине ствола сваи.

$$b_{yc} \boxtimes_{yc} = A_{yc}$$

Давление по подошве условного фундамента:

$$P_{усл} = \frac{N_{vII} + N_{св} + N_{рост} + N_{зр}}{A_{yc}} \leq R_{усл.фун.}$$

$$R_{усл.фун.} = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b_{y.ф.} \gamma_{II} + M_q d_{1y.ф.} \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c C_{II} \right]$$

Необходимое соблюдение условия:

$$S \leq S_u$$

(Расчет по II предельному состоянию)

АБВГ – условный фундамент

Н.Г.С.Т.