

Программа "СВАЯ" предназначена:

– для определения допустимой нагрузки N (по СП 5.01.03-2023):

- на **забивную** сваю **квадратного сечения** от 0.15 до 0.40 м, $L = 3-20$ м (СП 5.01.03-2023, стр. 40);
- на **набивную** сваю:
 - а)** в вытрамбованной и выштампованной скважине круглую сплошного сечения $\varnothing 0.40-1.20$ м, $L = 3-20$ м (СП 5.01.03-2023, стр. 28);
 - б)** в буровых скважинах с уплотненным забоем $\varnothing 0.40-1.00$ м, $L = 1,5-3,2$ м (СП 5.01.03-2023, стр. 61);
 - в)** в буровых скважинах с вытрамбованной уширенной пятой $\varnothing 0.40-1.00$ м, $L = 1,5-3,2$ м и \varnothing пяты 0.50–1.50 м (СП 5.01.03-2023, стр. 61);
- на **буронабивную** сваю:
 - а)** с уплотненным основанием (забоем) $\varnothing 0.30-0.80$ м, $L = 3-20$ м (СП 5.01.03-2023, стр. 28);
 - б)** выполненную по технологии непрерывного полого шнека $\varnothing 0.30-0.80$ м, $L = 3-20$ м (СП 5.01.03-2023, стр. 28);
 - в)** в буровых скважинах без упрочнения грунта и без уширения пяты $\varnothing 0.40-1.20$ м, $L = 3-20$ м (СП 5.01.03-2023, стр. 52, 131);
 - г)** в буровых скважинах без упрочнения грунта с уширением пяты $\varnothing 0.40-1.20$ м, $L = 3-20$ м и \varnothing пяты 0.50–1.50 м (СП 5.01.03-2023, стр. 52, 131);
 - д)** в буровых скважинах с уплотненным забоем $\varnothing 0.20-1.00$ м, $L = 1,5-10$ м (СП 5.01.03-2023, стр. 52, 131);
 - е)** в буровых скважинах с вытрамбованной уширенной пятой $\varnothing 0.20-1.00$ м, $L = 1,5-10$ м и \varnothing пяты 0.50–1.50 м (СП 5.01.03-2023, стр. 52, 131).
- по результатам статического зондирования;
- по результатам динамического зондирования;
- и заземленных в грунте забивных, буронабивных и набивных свай с расчетом осадки, как одиночной сваи, так и осадки ленточных свайных фундаментов, кустов;

	Статическое зондирование, $\gamma_k=1,25$	Динамическое зондирование, $\gamma_k=1,30$	СП (общий расчет), $\gamma_k=1,40$
Забивная свая	П2, стр. 4 СП, стр.27	П2, стр. 7 СП, стр.29	П4, стр.14 СП, стр.40
Буронабивная свая	П2, стр. 6 СП, стр.28	—	П13, стр. 8 СП, стр.52
Набивная свая	П2, стр. 5 СП, стр.28	П2, стр. 9 СП, стр.31	П19, стр.15 СП, стр.61

– для расчета устойчивости ограждающих конструкций глубоких котлованов из буровых свай, шпунта Ларсена, металлических труб или двутавров (заземленная в грунте стена без/с анкерным креплением или распорками) по схеме Якоби (версия 5.0 и выше).

После набора значений отметок (нуля, устья скважины, оголовка сваи и поверхности грунта) для их считывания программой необходимо нажимать кнопку **«Ввод» («Enter»)**.

Расчетную осадку свай/фундаментов по всем скважинам можно получить только в отчете, выполнив «Формирование отчета».

Часто задаваемый вопрос: "Насыпной грунт", как правильней его внести и учесть в расчете?"

Логичнее всего поднять "Отметку устья скважины" на толщину насыпного грунта и задавать либо "нулевые" его характеристики по несущей способности, либо учесть слой с учетом отрицательных сил трения грунта по боковой поверхности.

В версии программы 3.0W, апрель 2011 года, для выполнения расчета на совместное действие вертикальных, горизонтальных сил и момента введена отметка поверхности грунта котлована (уточняются данные l_0 и l , см. схему ниже). Для других расчетов *отметка поверхности грунта не используется (с версии 4.0 используется в расчете при проверке прочности сечения как продолжение расчета на совместное действие сил и момента)*.

При заполнении исходных данных пяти и более скважин результатами зондирования предусмотрен расчет осредненного значения допускаемой расчетной нагрузки. Расчет выполняется для значения критерия при двусторонней доверительной вероятности равной 0,95. И при формировании отчета создается dxf-файл с **литологической колонкой** по скважинам.

В задаче предусмотрен ввод исходных данных для 20 скважин и предусмотрено описание 20 слоев грунта. Для удобства работы с описанием грунтов есть возможность «Удалить-Вставить» слой. Для этого нужно выделить левой кнопкой мыши одну из ячеек редактируемой строки и вызвать команду «Удалить-Вставить» нажатием правой кнопки мыши. При описании всех 20-и строк и при вставке новой строки произойдет смещение ниже расположенных строк в низ (информация слоя в 20-й строке исчезнет). Расчет производится для свай длиной, начиная, от 3 метров и до 20 метров с шагом 1 метр. Если описание слоев грунта не превышает (суммарная мощность) 20 метров, то для расчета более длинных свай принимается последний из описанных грунтов. При расчете осредненного значения допускаемой нагрузки есть возможность исключения из расчета "не нужных" скважин повторным нажатием по левой кнопке мыши на выделенное значение по скважине. Для получения допускаемой нагрузки на сваю по отдельной скважине в цифровом и графическом видах следует произвести расчет нажав "Рассчитать скважину", а для определения осредненного значения для скважин - "Рассчитать задачу". Для выхода из режима просмотра результатов расчета всей задачи при необходимости редактирования исходных данных нажмите "Показать исходные данные".

Расчетный модуль разработан на основании следующих нормативных документов:

- Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. ГОСТ 20522-2012, Госстандарт, 2013;
- Свайные фундаменты. СП 5.01.03-2023, Минстройархитектуры РБ, Минск 2023;
- Общие положения по проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений, СП 5.01.01-2023, Минстройархитектуры РБ, Минск 2023;
- Руководство по проектированию свайных фундаментов / НИИОСП им. Н. М. Герсеванова Госстроя СССР. — М.: Стройиздат, 1980;
- Расчет и конструирование железобетонного фундамента одноэтажного промышленного здания по ТКП EN 1992-1-1-2009*, БНТУ, Кафедра «Железобетонные и каменные конструкции», Минск 2017;
- Бетонные и железобетонные конструкции СП 5.03.01-2020, Минстройархитектуры РБ, Минск 2022;
- Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры (к СНиП 2.03.01-84) *Утверждено приказом ЦНИИПромзданий Госстроя СССР от 30 ноября 1984 г. № 106а.*

Все значения коэффициентов и расчетных значений необходимых данных из нормативных документов приведены в файлах и их просмотр возможен в текстовом редакторе или в "Данные".

Допускаемая нагрузка N , кН, во всех расчетах делится на коэффициент надежности соответствующего метода и выводится в программе в колонке справа ("Длина сваи" – "Допускаемая нагрузка" – "График допускаемой нагрузки на сваю") и в отчете.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ, ДОПУСКАЕМОЙ НА ЗАБИВНУЮ СВАЮ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ.

Коэффициент надежности метода испытаний равен 1,25.

Переходные коэффициенты между данными зондирования для величин удельного сопротивления грунта под наконечником зонда, q_s , и удельного сопротивления грунта на участке

боковой поверхности зонда, f_s , для установок с диаметром зонда 62 мм определяются делением величин на коэффициенты соответственно K_q и K_f , которые приведены в файлах "СП5.01.03-2023_тБ.1,2пески.txt" и "СП5.01.03-2023_тБ.1,2глины.txt". При расчёте учитывается глубина погружения зонда (h) - менее 6 м, от 6 до 12 и более 12 м. Если мощности текущего слоя грунта попадает на глубину погружения зонда (h) 6 или 12 метров, то текущий слой разбивается на два слоя, для которых берутся разные переходные коэффициенты.

Значения коэффициентов перехода β_{1i} и β_{2i} от q_s к R_s среднее и от f_s к f_s среднее представлены в файле "СП5.01.03-2023_т4.7.txt" для зондов II и III типов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ, ДОПУСКАЕМОЙ НА БУРОНАБИВНУЮ СВАЮ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ.

Расчет буронабивных свай производится только по результатам статического зондирования. При необходимости расчета буронабивных свай выберите нужный вид свай. Обратите внимание, что, сечение буронабивных свай, установлено по умолчанию, 0.6 м.

Расчет буронабивных свай аналогичен расчету забивных свай, а значения коэффициентов перехода β_{1i} и β_{2i} от q_s к R_s среднее и от f_s к f_s среднее представлены в файле "СП5.01.03-2023_т4.8.txt".

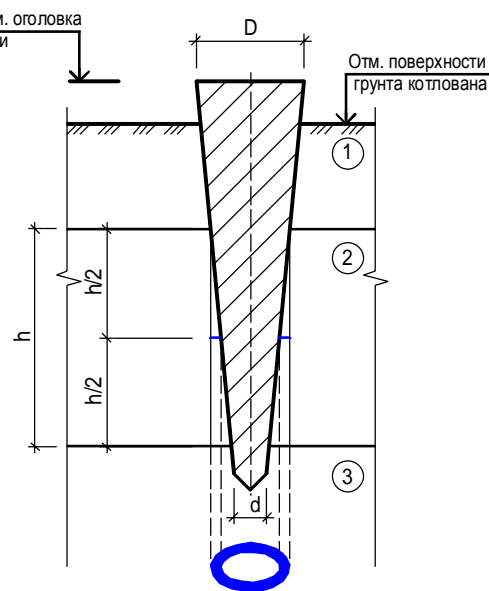
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ, ДОПУСКАЕМОЙ НА НАБИВНУЮ СВАЮ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ.

Расчет набивных свай в вытрамбованных и выштампованных скважинах круглого сплошного сечения с цилиндрической формой продольного профиля без уширения пяты производится аналогично забивным сваям по формуле (4.17) СП 5.01.03-2023

$$R_{im} = R_s \cdot A + R_{fu} \cdot A_{fu} + R_{fs} \cdot h \cdot U, \text{ где}$$

R_{fu} – предельное сопротивление грунта под условной опорой боковой поверхности сваи в пределах i -го слоя грунта рассматриваемого интервала в его середине определяется как сумма средних значений удельного сопротивления i -го слоя грунта под наконечником на участке Z (один диаметр выше и четыре ниже);

A_{fu} – площадь условной опоры боковой поверхности сваи – вертикальная проекция боковой поверхности в пределах i -го слоя грунта в средней части слоя (в расчете принята как площадь кольца i -го слоя грунта). В версии программы 4.6.4 диаметр низа сваи, $d=D$, и соответственно $A_{fu}=0$.



Коэффициент надежности метода испытаний равен 1,25. Рекомендованный диаметр сваи 300 - 800 мм и длина 1.5 - 3.0 м. Длины свай, приведенные в расчете, до 20 м, теряют актуальность из-за технической невозможности изготовления набивной сваи большой длины.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ, ДОПУСКАЕМОЙ НА ЗАБИВНУЮ СВАЮ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДИНАМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ.

Коэффициент надежности метода испытаний равен 1,30.

Удельные сопротивления грунта под нижним концом забивных свай (q_d) и средние значения удельного сопротивления грунта на боковой поверхности забивной сваи (f_d) при условном динамическом сопротивлении грунта погружению конуса (P_d) представлены в файле "СП5.01.03-2023_т4.9.txt" согласно таблицы 4.9 СП 5.01.03-2023.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ, ДОПУСКАЕМОЙ НА НАБИВНУЮ СВАЮ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДИНАМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ.

Расчет набивных свай с уплотненным основанием скважин круглого сплошного сечения с цилиндрической формой продольного профиля без уширения пяты производится аналогично забивным сваям по формуле (4.24) СП 5.01.03-2023

$$R_{im} = R_d * A + R_{fu} * A_{fu} + R_{fd} * h * U, \text{ где}$$

R_{fu} – предельное сопротивление грунта под условной опорой боковой поверхности свай в пределах i -го слоя грунта рассматриваемого интервала в его середине определяется как сумма средних значений удельного сопротивления i -го слоя грунта под наконечником на участке Z (один диаметр выше и четыре ниже);

A_{fu} – площадь условной опоры боковой поверхности свай – вертикальная проекция боковой поверхности в пределах i -го слоя грунта в средней части слоя (в расчете принята как площадь кольца i -го слоя грунта, см. схему к статическому зондированию).

Коэффициент надежности метода испытаний равен 1,30.

Удельные сопротивления грунта под нижним концом забивных свай (q_d) и средние значения удельного сопротивления грунта на боковой поверхности забивной сваи (f_d) при условном динамическом сопротивлении грунта погружению конуса (P_d) представлены в файле "СП5.01.03-2023_т4.10.txt" согласно таблицы 4.10 СП 5.01.03-2023. Значения R_d и R_{fd} для набивных свай определяются по таблице 4.10 (для забивных свай – по таблице 4.9).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ ЗАЦЕМЛЕННЫХ В ГРУНТЕ **ЗАБИВНЫХ** СВАЙ, расчет «СП общий расчет».

Коэффициент надежности метода испытаний равен 1,40.

Коэффициент условий работы свай в грунте $\gamma_c = 1$ для грунтов I типа по просадочности и для слабых грунтов с одним из значений: при модуле деформации $E \leq 5$ МПа, показателе текучести $I_L \geq 0,75$, коэффициенте пористости $e > 0,8$ – $\gamma_c = 0,8$.

Коэффициенты условий работы грунты при расчёте допускаемой нагрузки на сваю под нижним концом и на боковой поверхности приняты равными 1 для способа погружения сплошных свай механическими, паровоздушными и дизельными молотами.

Расчетные сопротивления под нижним концом свай для пылевато-глинистых грунтов представлены в файле "СП5.01.03-2023_т5.2(глины).txt".

Расчетные сопротивления под нижним концом свай для песчаных грунтов представлены в файле "СП5.01.03-2023_т5.2(пески).txt".

Расчетные сопротивления под нижним концом свай для моренных грунтов представлены в файле "СП5.01.03-2023_т8.6.txt".

Расчетные сопротивления на боковой поверхности свай для пылевато-глинистых грунтов представлены в файле "СП5.01.03-2023_т5.3(глины).txt".

Расчетные сопротивления на боковой поверхности свай для песчаных грунтов представлены в файле "СП5.01.03-2023_т5.3(пески).txt".

Расчетные сопротивления на боковой поверхности свай для моренных грунтов представлены в файле "СП5.01.03-2023_т8.7.txt".

При определении расчетных сопротивлений грунтов на боковой поверхности свай пласты грунтов расчленяются на однородные слои толщиной не более 2 метров. Для плотных песчаных грунтов расчетные сопротивления под нижним концом свай увеличены на 50% 60%, но не более чем до 20000 кПа и расчетные сопротивления на боковой поверхности свай увеличены на 30%. ~~Для пылевато-глинистых грунтов с коэффициентом пористости $e < 0,6$ расчетные сопротивления на боковой поверхности свай увеличены на 15%. **отменено**~~

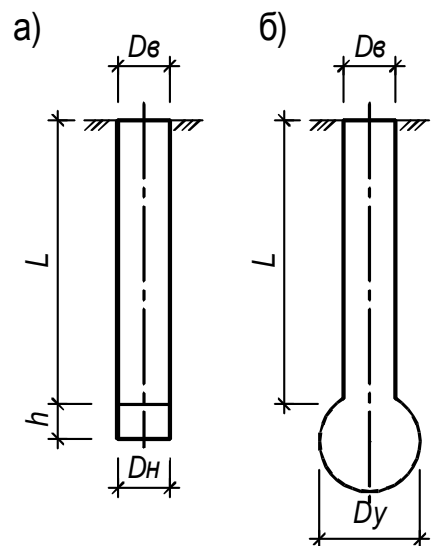
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ ЗАЦЕМЛЕННЫХ

В ГРУНТЕ **НАБИВНЫХ** СВАЙ, расчет «СП общий расчет».

Коэффициент надежности метода испытаний равен 1,40.

$$R_{cd} = \gamma_{c1} (\gamma_{cr} R A + \gamma_{cf} U \sum_{i=1}^n R_{fi} h_i), \text{ где}$$

γ_{c1} — коэффициент условий работы грунтового основания, принимаемый равным для грунтов I типа по просадочности, а также при наличии в зоне влияния свай **слабых органических грунтов** (т. е. при модуле деформации $E \leq 5$ МПа, показателе текучести $I_L \geq 0,75$, коэффициенте пористости $e > 0,8$) **0,8**, в остальных случаях — **1,0**;



γ_{cr} — коэффициент условий работы грунта под уширением сваи, учитывающий влияние способа подготовки основания под нижним концом сваи и принимаемый по таблице 6.9 СП 5.01.03-2023;

γ_{cf} — коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности ствола сваи, принимаемый равным: для глинистых грунтов 0,8, для песчаных — 0,9, для моренных — 1,0 (т.к. коэффициент для грунтов разный, то он перенесен под знак "сумма").

Для **забивной** сваи по "СП общий расчет" расчетная глубина расположения нижнего конца сваи принимается **от отметки устья скважины** (уровень природного рельефа). Для **набивной** же сваи по "СП общий расчет" расчетная глубина расположения нижнего конца сваи принимается **от верха сваи** (отметки забивки), см. примечание 5 к таблице 6.13 СП 5.01.03-2023, но толщина слоя грунта, соприкасающаяся с боковой поверхностью ствола сваи учитывает высоту заделки сваи в ростверк, т.е. $h_{\text{слоя}} - h_{\text{заделки}}$.

Для плотных песков и моренных грунтов величина R (расчетное сопротивление грунта основания под нижним концом сваи и расчетное сопротивление грунта i -го слоя по боковой поверхности ствола сваи) увеличивается на 30 %.

$L = 1500 - 3200$ считается R_{fi} , а R берется с добавлением h ;

$h = 100 - 300$ (при $L = 1500 - 2000$, $h = 100$; при $L = 2100 - 2600$, $h = 200$; при $L = 2700 - 3200$, $h = 300$);

$D_y = 500 - 1500$;

Общая длина сваи: а) 1600 – 3500 б) 2000 – 4700;

Если нижний конец сваи (пяты, $L + h$) располагается на границе слоев, то в расчете принимаются данные верхнего слоя.

Коэффициенты условий работы при способе подготовки песчаных и глинистых оснований разбуриванием, γ_{cr} , представлены в файле "СП5.01.03-2023_т6.9.txt".

Расчетные сопротивления под нижним концом свай для песчаных грунтов представлены в файле "СП5.01.03-2023_т6.13(пески).txt", для глинистых - в файле "СП5.01.03-2023_т6.13(глины).txt".

Расчетные сопротивления слоя грунта по боковой поверхности ствола набивных свай для песчаных грунтов представлены в файле "СП5.01.03-2023_т6.14(пески).txt", для глинистых - в файле "СП5.01.03-2023_т6.14(глины).txt".

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ ЗАЦЕМЛЕННЫХ В ГРУНТЕ **БУРОНАБИВНЫХ** СВАЙ, расчет «СП общий расчет».

Коэффициент надежности метода испытаний равен 1,40.

Несущая способность (R_{cd}), кН, буронабивных свай с уширением и без уширения, работающих на сжимающую нагрузку определяется по формуле:

$$R_{cd} = \gamma_c (\gamma_{cr} R A + \sum U \gamma_{cf} R_{fi} h_i)$$

для разных типов свай:

а) в буровых скважинах без упрочнения грунта и без уширения пяты $\varnothing 0.40 - 1.20$ м, $L = 3 - 20$ м;

б) в буровых скважинах без упрочнения грунта с уширением пяты $\varnothing 0.40 - 1.20$ м, $L = 3 - 20$ м и \varnothing пяты $0.50 - 1.50$ м;

в) в буровых скважинах с уплотненным забоем $\varnothing 0.20 - 1.00$ м, $L = 1.5 - 10$ м;

г) в буровых скважинах с вытрамбованной уширенной пятой $\varnothing 0.20 - 1.00$ м, $L = 1.5 - 10$ м и \varnothing пяты $0.50 - 1.50$ м

согласно СП 5.01.03-2023 назначаются расчетные коэффициенты сопротивления грунтов. Отмечу лишь то, что используется в расчете:

- глубина погружения нижнего конца сваи и средняя глубина расположения слоя грунта считается от уровня природного рельефа;
- коэффициент условий работы сваи (γ_{cr}) из таблицы 6.2 назначены для свай при отсутствии воды в скважине, а также при использовании обсадных инвентарных труб (можно файл редактировать), см. файл "СП5.01.03-2023_т6.2.txt";
- в расчетных сопротивлениях на боковой поверхности буронабивных свай без упрочнения грунтов в уровне пяты (R_{fi}), **таблица 5.2 П13-01 отменена**, значения для плотных песков увеличивается на **30%**, для глины с коэффициентом пористости $e < 0.6$ — увеличиваются на **15 %**. Обсадные трубы извлекаются;
- значения расчетных сопротивлений на боковой поверхности и под нижним концом (пятой) сваи для песков см. таблица 6.3 ("СП5.01.03-2023_т6.3.txt") и таблица 6.6, ("СП5.01.03-2023_т6.6.txt") приняты для коэффициентов пористости $e = 0.50 - 0.65 - 0.80$ с интерполяцией как по коэффициентам пористости, так и по глубине;

- при определении расчетных сопротивлений грунтов по боковой поверхности сваи (R_{fi}), пласты грунтов сами делятся на однородные слои толщиной ≤ 2 м.

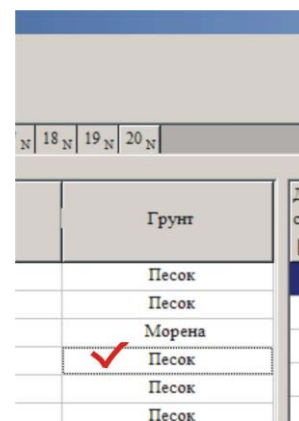
Имя скважины можно редактировать. Кликните по скважине правой кнопкой мыши и введите новое имя скважины (до трех знаков).

При заполнении скважин исходными данными для соответствующего зондирования ей присваивается буквенное обозначение в правом нижнем углу: при статическом зондировании - S; при динамическом зондировании - D; при «общем расчете по СП» - С; N - скважина не заполнена ни какими исходными данными. У скважины с заполненными исходными данными есть два статуса - скважина заполнена данными и, второй, - скважина заполнена данными и рассчитана. Рассчитанные скважины, кроме буквенной принадлежности, имеют и цветовую принадлежность. При расчете по данным статического зондирования - зеленый, динамического зондирования - голубой, при «общем расчете по СП» - коричневый, при неопределенной скважине - светло-серый. Не рассчитанные скважины, но с заполненными исходными данными, имеют светло-зеленый цвет.

Для ввода исходных данных по новой, серой, скважине необходимо сначала установить закладку с нужным видом зондирования, а затем выбрать новую скважину. Произойдет копирование "отметки нуля", "отметки устья скважины", "отметки оголовка сваи" и "сечения сваи" на новую от активной скважины. Для скважины с заполненными данными зондирования другие виды зондирования не доступны. Изменить вид зондирования скважины можно лишь "Очистив скважину", статус скважины станет - N, цвет - светло-серый.

При заполнении исходных данных для расчета достаточно заполнить "отметка нуля", "отметка устья скважины", "отметка оголовка сваи", "сечение сваи" и одну строку (один слой грунта) в таблице для соответствующего вида зондирования. **Диапазон вводимых значений указан в всплывающих подсказках (скриншотах).** При недостаточности данных в слое, он будет выделен красным цветом. При недостаточности данных для расчета скважины, она будет выведена из статуса "заполнена данными", статус N.

Тип грунта меняется нажатием правой кнопки мыши по выбранному полю «Грунта». Поле выбирается левой кнопкой мыши.



Предусмотрен учет отрицательных сил трения грунта на боковой поверхности.

При статическом зондировании разрешен ввод отрицательных значений и "нуля" для значений удельного сопротивления грунта на боковой поверхности зонда (боковое сопротивление). Удельное сопротивление грунта под наконечником зонда (лобовое сопротивление) всегда величина положительная и больше нуля.

При динамическом зондировании разрешен ввод отрицательных значений для условного динамического сопротивления R_d . В таком случае будут учтены отрицательные силы трения грунта только на боковой поверхности, а сопротивление грунта под нижним концом забивной сваи знак "минус" будет игнорироваться и учитываться как при положительном значении. Ввод "нуля" запрещен.

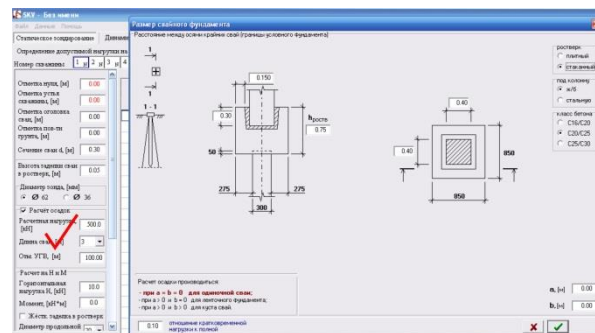
При расчете по "Общему расчету" разрешен ввод отрицательных значений и "нуля" для расчетного сопротивления грунта на боковую поверхность сваи. Знак меняется нажатием правой кнопки мыши по полю "+/-" для соответствующего грунта.

Несущая способность защемленной в грунте сваи, работающей на выдергивающую нагрузку, определяют по тем же значениям, что и на вдавливающую нагрузку, но с коэффициентом условий работы для свай, погружаемых в грунт на глубину: - менее 4 м - $\gamma_c = 0,6$; - 4 м и более - $\gamma_c = 0,8$. **Отрицательные значения насыпных и слабых грунтов на выдергивающую нагрузку берутся со значением расчетного сопротивления грунта равным нулю.**

При определении осадки для одиночных свай/фундаментов необходимы следующие дополнительные исходные данные (**расчетные по второй группе предельных состояний**):

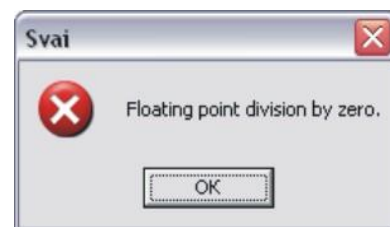
- удельный вес грунта, [кН/м³] (по второй группе предельных состояний);
- угол внутреннего трения грунта, [град] (по второй группе предельных состояний);

- модуль деформации грунта, [МПа];
- пористость грунта;
- нагрузка на сваю/фундамент, [кН] (по первой группе предельных состояний). Расчетная нагрузка "на сваю/на фундамент" задается по обрезу фундамента. К ней добавляется с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f=1.1$ вес: ростверка (конструирование в редакторе, вызов - правой кнопкой мыши по "Расчет осадки". Описание работы редактора см. ниже), сваи(-й), грунта в пределах объема условного фундамента. При расчете осадки, расчет по второй группе, "нагрузка" делится на коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f=1.1$;



- длина сваи, с которой считать осадку;
- отметка уровня грунтовых вод.

Если низ сваи находится ниже описанных слоев грунта, то исходные данные "Модуль деформации грунта", "Пористость" для расчета не нужны и эти данные можно не вводить. Низ сваи, например, для сваи длиной 3 метра определяется следующим образом: берем разницу отметок "Отметка оголовка сваи" и "Отметка устья скважины". Если свая заглублена в грунт, то разницу добавляем к длине сваи, которая 3 метра. В противном случае - вычитаем. Исходные данные необязательные для расчета будут выделены серым цветом и проверка на их правильность (соответствие диапазона вводимого числа) не проверяется. При изменении отметок или других исходных данных значения "Модуль деформации грунта" и "Пористость" могут стать обязательными для расчета осадки. В этом случае они поменяют цвет, перестанут быть серыми, и произойдет проверка на соответствие диапазона вводимых чисел текущей строки. В случае нескольких строк, которые перестали быть серыми, проверка на соответствие диапазона произойдет при их активации. Если выполнить расчет скважины с данными не соответствующими диапазону числа, то получите сообщение о делении на ноль. Отредактируйте исходные данные и повторите расчет.



Высота заделки сваи в ростверк учитывается только в тех случаях, когда разность отметок оголовка сваи и устья скважины не превышает высоты заделки. При неполном погружении сваи в грунт на величину меньшую, чем высота заделки сваи в ростверк, оставшаяся часть высоты заделки не учитывается в работе сваи по боковой поверхности.

Согласно рис.1 величина заделки сваи в ростверк на расчет влияния не окажет, а на рис.2 – боковая поверхность сваи, на величину заделки, в расчете не учитывается.

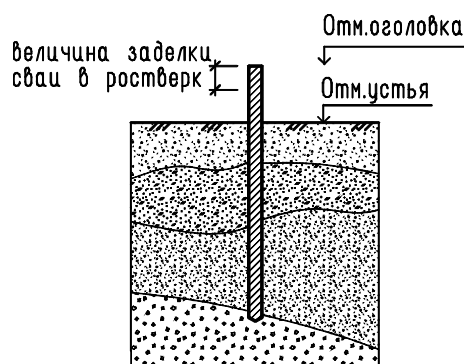


рис.1

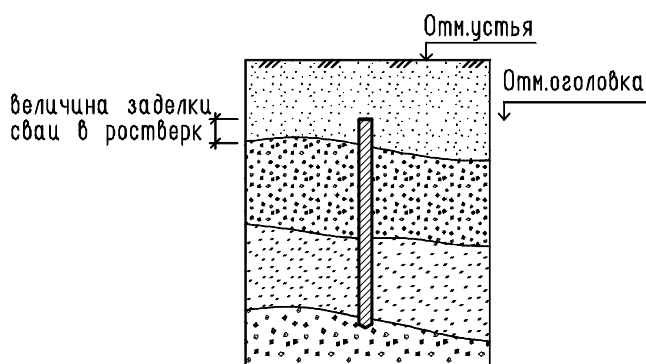
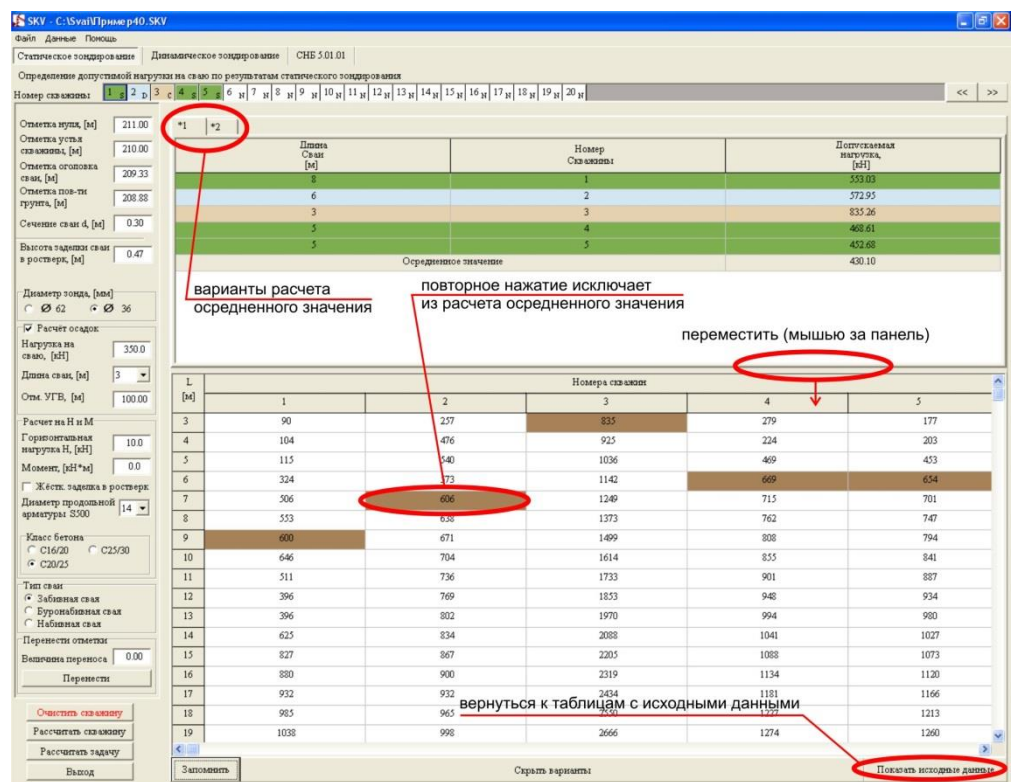


рис.2



Некоторые пояснения по таблице «Расчетная осадка свай, [мм] и сжимаемая толща [м] по скважинам (при $\eta=1$)» на следующем примере по скважине "1" при $a=b=0$ (рис. 3):

Длина свай, [м]	"1"	"2"	"3"	"4"	"5"
3	63(2.60)	91(3.60)	0(0.20)	14(3.40)	8(2.80)
4	48(2.40)	61(2.20)	73(1.80)	9(2.40)	6(2.40)
5	30(2.00)	42(2.00)	46(2.20)	8(2.20)	5(2.20)
6	12(1.80)	39(1.60)	42(2.60)	6(2.00)	4(2.00)
...					
20	6(1.20)	41(2.00)	32(2.60)	0(0.20)	0(0.20)

Для свай длин 3 и 5 метров красный цвет ячеек означает, что нагрузка на сваю $N=200.00$ кН, а допускаемая расчетная нагрузка равна 188 и 183 кН соответственно, что не корректно. Но расчет осадки не запрещен для получения ориентировочной ее величины. При значениях N значительно большей, чем допускаемая расчетная нагрузка осадка будет неправдоподобно велика.

Осадки (для одиночной сваи, ленты и куста) считаются при определении величины коэффициента α с принимаемым $\eta = l/b = 1$ (для прямоугольных/круглых фундаментов), для ленточных фундаментов и кустов – по заданным размерам.

рис. 3

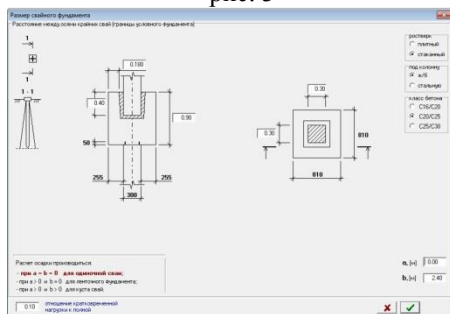


рис. 4

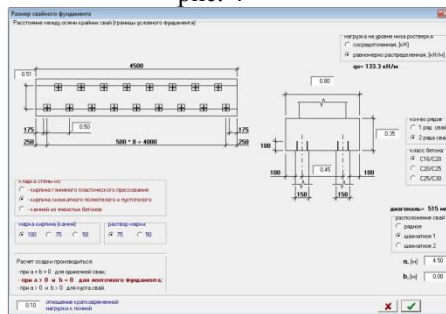
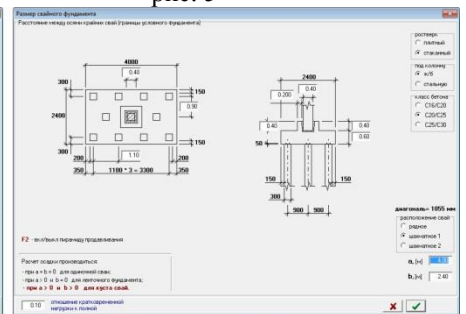
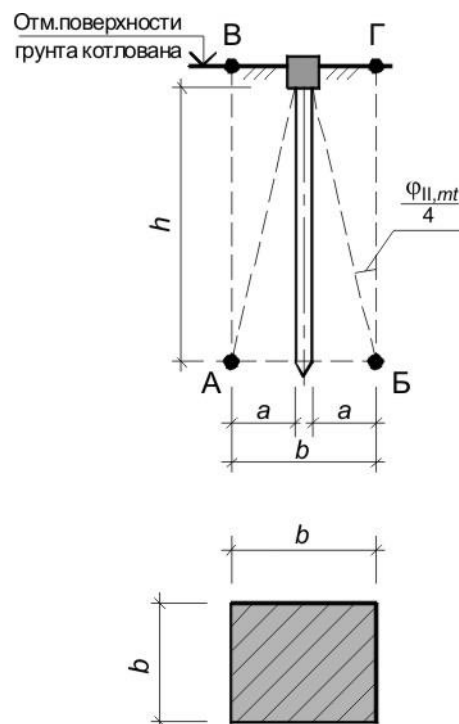
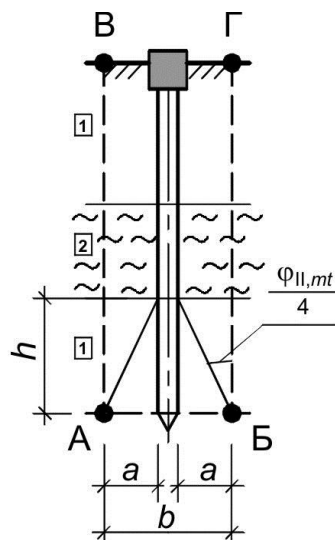
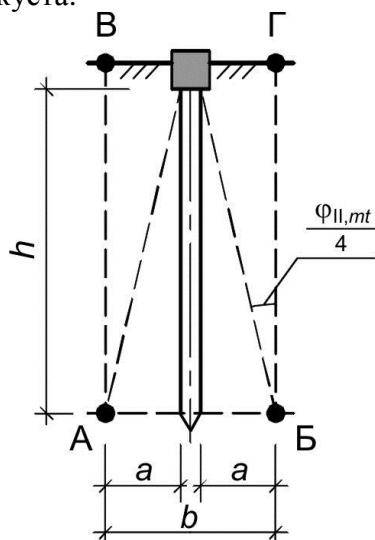


рис. 5



Расчет фундамента из защемленных в грунте свай и его основания по деформациям производится как для условного фундамента на естественном основании. Границы условного фундамента в соответствии с рисунком для одиночных свай определяются как для прямоугольного фундамента с соотношением длины фундамента l к его ширине или диаметру равным 1, а для ленточных фундаментов и кустов – при соотношении длины к ширине. Границы определяются плоскостями: снизу – плоскостью АБ, проходящей через нижние концы свай;

сверху – плоскостью планировки грунта ВГ; с боковых сторон – вертикальными плоскостями АВ и БГ отстоящими от наружных граней свай на расстоянии $h * \operatorname{tg}(\varphi_{II,mt}/4)$, но не более двух диаметров или двух сторон поперечного сечения свай ($2d$). Получается, что для расчета принимаются разные значения коэффициента α для круглых одиночных свай, для прямоугольных одиночных свай, для ленточного фундамента и для куста.



При наличии сильносжимаемого (слабого) слоя с модулем деформации грунта $E < 5$ МПа граница условного фундамента определяется осредненным расчетным значением угла внутреннего трения грунтов расположенных ниже.

$$a = h \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_{II,mt}}{4}$$

Сваи должны прорезать толщу биогенных грунтов ($E < 5$ МПа), находящихся в пределах сжимаемой толщи основания.

При нахождении нижнего конца свай в биогенном грунте в таблице отчета «Расчетная осадка свай [мм] и (сжимаемая толща [м]) по скважинам» ячейка с величиной осадки будет выделена желтым цветом (красный цвет ячеек имеет больший приоритет).

Осадка S основания с использованием расчетной схемы в виде линейно-деформируемого полупространства определяется методом послойного суммирования. Нижняя граница сжимаемой толщи H_c основания принимается на глубине, где выполняется условие:

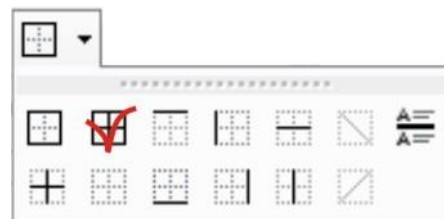
$$\sigma_{zp} = 0,2 \cdot \sigma_{zg}, \text{ где}$$

σ_{zp} - дополнительное вертикальное напряжение на глубине сжимаемой толщи по вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента;

σ_{zg} - вертикальное напряжение от собственного веса грунта.

Если найденная по указанному выше условию нижняя граница сжимаемой толщи находится в слое грунта с модулем деформации $E < 5$ МПа, то нижняя граница сжимаемой толщи определяется исходя из условия $\sigma_{zp} = 0,1 \cdot \sigma_{zg}$.

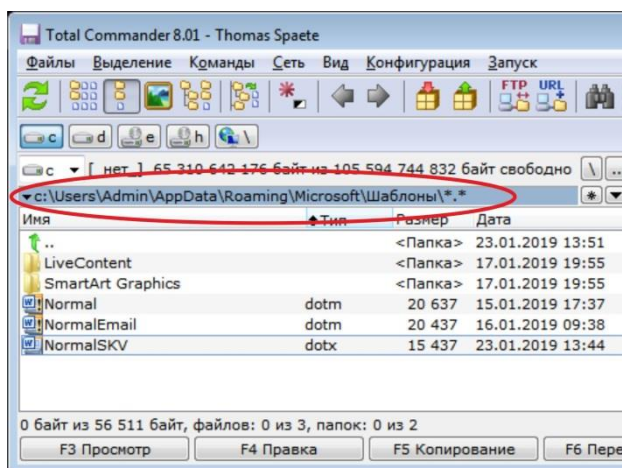
И хочу обратить внимание на все таблицы, сформированные в отчете для MS Word: если не видны границы ячеек, то это не значит, что таблицы не формируются, нужно выделить всю таблицу и включить внешние границы.



И в текущей папке программы Svai.exe должны быть шаблоны NormalMAG.dot и NormalMAG.dotx (под старые и новые версии MS Word), используемые в качестве образца при

формировании отчетов. По настройке файла-шаблона MS Word будут выполняться следующие настройки: **нумерация страниц, размеры полей, одиночный интервал строк.**

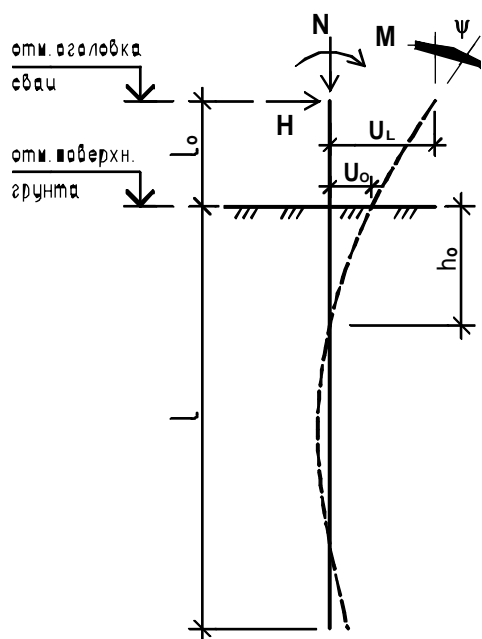
По умолчанию шаблоны находятся в папке вместе с файлом Svai.exe.



Получение геологического разреза.

Длина свай назначается пользователем в таблице после «расчета задачи» нажатием левой кнопки мыши по нужной длине (выделена коричневым цветом). По умолчанию длина свай равна 8 метров. Данные необходимо «Запомнить» и «Посчитать варианты». Создание геологического разреза с текущим именем в формате «dxf» происходит при нажатии «Формирование отчета» в падающем меню «Файл» одновременно с формированием отчета в MS Word.

Расчет свай на совместное действие вертикальных, горизонтальных сил и момента.



☒ Расчет осадок

Расчетная нагрузка, [кН]

Длина свай, [м]

Отм. УГВ, [м]

Расчет на Н и М

Горизонтальная нагрузка Н, [кН]

Момент, [кН*м]

☐ Жестк. заделка в ростверк

Диаметр продольной арматуры S500

Класс бетона

☒ C16/20 ☐ C25/30 ☐ C20/25

Тип свай

☒ Забивная свая ☐ Буриабивная свая ☐ Набивная свая ☐ Буриинъекционный анкер

За основу расчета на совместное действие одиночных отдельно стоящих свай постоянного поперечного сечения принята методика расчета п.8.6 Проектирование свайных фундаментов при совместном действии вертикальных и горизонтальных нагрузок и моментов СП 5.01.03-2023 и приложения А. ОСНОВНОЙ МЕТОД «Руководства по проектированию свайных фундаментов» к СНиП 2.02.03-85. Расчет на совместное действие становится активным при "включении" «Расчет осадок». Исходными данными для расчета являются: горизонтальная нагрузка Н, момент М, Ø продольной арматуры (см. файл [СП5.01.03-2023_т8.11,8.12.txt](#)), расчетные значения объемного веса, угла внутреннего трения и удельного сцепления грунта ([П2-2000_СНБ_тД1Д3\(стат\).txt](#) и [П2-2000_СНБ_тД2Д4\(динам\).txt](#)), отметки оголовка свай и поверхности грунта котлована. Нагрузка и момент, приложенные к голове свай, считаются положительными, если направлены соответственно вправо и по часовой стрелке.

При расчете свай на горизонтальную нагрузку грунт, окружающий сваю, рассматривается как упругая линейно-деформируемая среда, характеризующуюся коэффициентом пропорциональности **К**, [кН/м⁴].

В файлах СП5.01.03-2023_тА.1.txt и СП5.01.03-2023_тА.2.txt приведены значения коэффициентов пропорциональности **песков** при степени влажности $0,5 < S_r < 0,8$ и **глин** при показателе текучести I_L . Если в пределах глубины свай расположено два и более слоев грунта, то рассчитывается приведенное значение коэффициента пропорциональности **К**. Жесткость поперечного сечения

свай (E*I), [кН*м²] с учетом продольной арматуры класса S500 для прямоугольного и круглого сечений приведены в файле СП5.01.03-2023_т8.11,8.12.txt. При промежуточных значениях поперечного сечения жесткость определяется по интерполяции. При сечениях меньших: для прямоугольных 0,25х0,25 и для круглых свай 0,40 м жесткость поперечного сечения определяется интерполяцией с «нулем», а для больших 0,40х0,40 и 1,00 - увеличением пропорционально увеличению размера сечения свай.

Расчет устойчивости основания, окружающего сваю, производится по условию ограничения расчетного давления, оказываемого на грунт боковыми поверхностями свай при приведенной глубине погружения свай в грунт $l \leq 2,5$ – на двух глубинах Z, [м]: $l/3$ и l ; при $l > 2,5$ – на одной глубине.

$$\sigma_z \leq \eta_1 * \eta_2 * 4 / \cos \varphi_1 * (\gamma_1 * Z * \operatorname{tg} \varphi_1 + \xi * c_1), \text{ где}$$

γ_1 – расчетный объемный вес грунта ненарушенной структуры, [кН/м³];

φ_1 и c_1 – расчетные значения угла внутреннего трения, [град], и удельного сцепления грунта, [кН/м²];

ξ – коэффициент, принимаемый для забивных свай равный 0.6, для прочих – 0.3;

η_1 – коэффициент, равный 1, кроме случаев расчета фундаментов распорных сооружений;

η_2 – коэффициент, учитывающий долю постоянной нагрузки в суммарной, определяемый по формуле:

$$\eta_2 = (M_n + M_b) / (n * M_n + M_b), \text{ где}$$

M_n – момент от внешних постоянных расчетных нагрузок в сечении фундамента на уровне нижних концов свай, [кН*м], $M_n = M * (1 - f_m) + H * L * (1 - f_n)$;

M_b – то же, от внешних временных расчетных нагрузок, [кН*м], $M_b = M * f_m + H * L * f_n$;

n – коэффициент, принимаемый равным 4.0 для случаев особо ответственных сооружений;

$f_m = f_n$ – отношение кратковременной нагрузки к полной, задается в форме, см. рисунки 3 – 5.

Результат расчета свай на совместное действие вертикальных, горизонтальных сил и момента представлен в трех табличных формах:

1) Горизонтальное перемещение свай в точке приложения горизонтальной нагрузки U_L , [см];

Расчетный момент заделки при жесткой заделке в ростверк M_z , [кН*м] или Угол поворота головы свай, ψ , [рад];

2) Расчетный максимальный изгибающий момент M_z , [кН*м];

3) Расчет устойчивости основания, [кН/м²] (расчетное горизонтальное давление на грунт по контакту с боковой поверхностью свай возникающее на глубине Z и предельно допустимое значение давления).

Расчетное горизонтальное давление **выделено красным цветом** в случае если оно больше предельно допустимого значения.

1)	Длина свай, [м]	"1"
	3	$U_L=3.92$ $\psi=0.0184$
	4	$U_L=3.01$ $\psi=0.0116$
	5	$U_L=3.28$ $\psi=0.0111$
	6	$U_L=1.68$ $\psi=0.0062$
	7	$U_L=1.21$ $\psi=0.0051$
	8	$U_L=1.21$ $\psi=0.0051$
	9	$U_L=1.21$ $\psi=0.0051$
	10	$U_L=1.21$ $\psi=0.0051$

2)	Длина свай, [м]	"1"
	3	55.8
	4	65.1
	5	72.2
	6	77.2
	7	76.6
	8	76.6
	9	76.6
	10	76.6

3)	Длина свай, [м]	"1"
	3	56.5 0.88 21.8 45.2 2.64 188.1
	4	37.5 1.21 32.5 61.6 3.64 154.3
	5	50.2 1.55 40.9 61.1 4.64 147.1
	6	23.4 1.51 39.9
	7	14.7 1.38 36.8
	8	14.7 1.38 36.8
	9	14.7 1.38 36.8
	10	14.7 1.38 36.8

При расчете по результатам **статического и динамического зондирования** принимаются следующие значения коэффициентов пропорциональности **K**, [кН/м⁴):

- для песков при забивных и набивных сваях 5000
- для песков при буронабивных сваях 3700
- см. «СП5.01.03-2023_тА.1.txt» *пески средней крупности, средней плотности (прочности)*;
- для супеси моренной при забивных и набивных сваях 2500
- для супеси моренной при буронабивных сваях 2400
- для глин при забивных и набивных сваях 1500
- для глин при буронабивных сваях 1450
- см. «СП5.01.03-2023_тА.2.txt» *при показателе текучести $I_L=0,4$.*

При выполнении расчета заземленных в грунте забивных свай **СП 5.01.03-2023** принимаются следующие значения коэффициентов пропорциональности **K**, [кН/м⁴):

- **для песков** (забивная свая):
 - гравелистые, крупные, прочные 7800
 - гравелистые, крупные, средней прочности 5200
 - средние, прочные 7500
 - средние, средней прочности 5000
 - мелкие, прочные 6900
 - мелкие, средней прочности 4600
 - пылеватые, прочные 6000
 - пылеватые, средней прочности 4000 см. «СП5.01.03-2023_тА.1.txt»;
- **для глин и морен** (забивная свая): см. «СП5.01.03-2023_тА.2.txt» в зависимости от показателя текучести I_L .

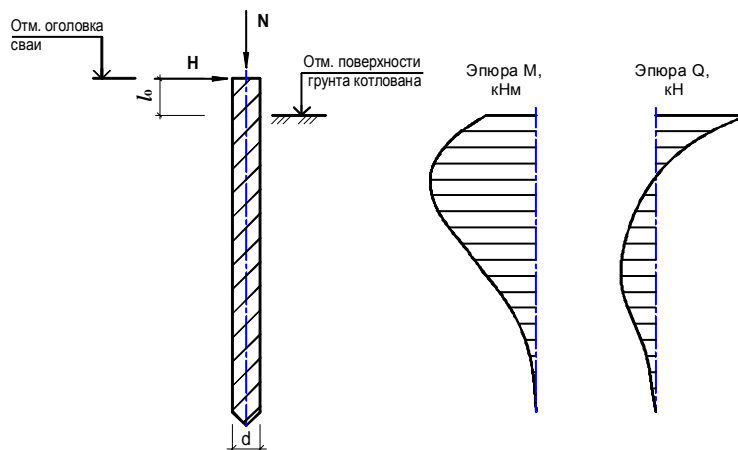
S, [кПа] - удельное сцепление **для песка** определяется по характеристикам песчаных грунтов при **q_s** и **R_d** как для песка "Средней крупности" по таблицам Д.1 и Д.2 Приложения Д пособия П2-2000 к СНБ 5.01.01.-99 и **для глин** - по таблицам Д.3, Д.4 (см. «П2-2000_СНБ_тД1Д3(стат).txt», «П2-2000_СНБ_тД2Д4(динам).txt», «СП5.01.03-2023_тЕ.1Е.2.txt»).

Расчет по предельным состояниям первой и второй групп

Сваи рассчитываются на внецентренное сжатие при совместном действии сжимающей силы, поперечной силы и изгибающего момента. Определяется значение максимального момента и расстояние от верха оголовка свай. Для этого значения момента определяется соответствующее значение продольной силы и прочие значения поперечных сил для подбора поперечной арматуры. Значение продольной силы **N** уменьшается за счет работы боковой поверхности свай.

В качестве рабочего армирования для свай с поперечным армированием принята арматура из стали класса S500, $f_{yk}=500$ МПа, $f_{yd}=435$ МПа (417 МПа) и тяжелого бетона классов $C^{16}/_{20}$, $C^{20}/_{25}$, $C^{25}/_{30}$. Модуль упругости бетона для забивных свай прямоугольного сечения принимается как для свай, подвергнутых тепловой обработке, а для остальных – для свай из бетонов естественного твердения. Защитный слой бетона **S_{cov}** принят: сторона

(диаметр) свай	≤ 0.100 м	– 25мм;
	$> 0.100 \leq 0.150$	– 30мм;
	$> 0.150 \leq 0.200$	– 35мм;
	$> 0.200 \leq 0.350$	– 40мм;
	$> 0.350 \leq 0.400$	– 45мм;
	$> 0.400 \leq 0.600$	– 50мм;
	> 0.600	– 55мм.



При расчете свай по прочности материала свая рассматривается как стержень, жестко заземленный в грунте в сечении расположенном от верха оголовка свай на расстоянии $l=l_0 + 2/\alpha_s$,

где α_ϵ – коэффициент деформации сваи, м^{-1} , определяемый по формуле: $\alpha_\epsilon = \sqrt[5]{\frac{Kb_p}{\gamma_c EI}}$,

l_0 – свободная длина участка сваи, м, от "Отметка поверхности грунта" котлована до "Отметка оголовка сваи". Расстояние l_0 ограничено и ≤ 1 метр.

Параметр	Значение
Отметка нуля, [м]	218.60
Отметка устья скважины, [м]	215.21
Отметка оголовка сваи, [м]	216.27
Отметка пов-ти грунта, [м]	215.81
Сечение сваи d, [м]	0.30
Высота заделки сваи в ростверк, [м]	0.50

Параметр	Значение
Глубина погружения зонда, [м]	0.60
Лобовое сопротивление, [МПа]	1.30
Боковое сопротивление, [кПа]	9.00
Глубина погружения зонда, [м]	1.10
Лобовое сопротивление, [МПа]	0.50
Боковое сопротивление, [кПа]	23.00
Глубина погружения зонда, [м]	1.60
Лобовое сопротивление, [МПа]	0.90
Боковое сопротивление, [кПа]	21.00
Глубина погружения зонда, [м]	4.60
Лобовое сопротивление, [МПа]	0.90
Боковое сопротивление, [кПа]	39.00
Глубина погружения зонда, [м]	5.70
Лобовое сопротивление, [МПа]	1.50
Боковое сопротивление, [кПа]	49.00

При "Отметка поверхности грунта" котлована больше "Отметка оголовка сваи" расчет на совместное действие сил, момента и проверка сечения по прочности (армирования) не выполняется.

При выполнении расчета по прочности коэффициентом ϕ учитывается влияние геометрической нелинейности (эффектов второго ряда). При получении отрицательного значения, исходя из формулы, нужно увеличить продольную силу N или увеличить размер сечения. В

этом случае программа будет предлагать увеличить силу N .

Расчет круглых свай. Проверка прочности сечения выполняется исходя из преобразования площади S круга сваи в прямоугольник и $b=h=\sqrt{S}$. Поступали предложения брать за сторону сечения сваи сторону вписанного в круг квадрата ... В расчет передается диаметр сваи на расстоянии максимального момента от оголовка (при $D>d$).

Продольное армирование квадратных свай принимается из расчета 4 диаметров, задаваемых в программе, а круглых – 6 диаметров. При пересчете в квадратное сечение для круглых свай принято, что арматура делится пополам: 3 диаметра сверху и 3 – снизу. Шаг поперечного армирования, получаемый в отчете, принят для средней части сваи. В оголовке сваи и в наконечнике шаг следует уменьшать, руководствуясь типовыми строительными конструкциями и изделиями.

В данной программе сваи не рассчитываются по прочности и раскрытию трещин на нагрузки, возникающие в свае в процессе транспортировки и строительства.

Принципы расчета устойчивости ограждающих конструкций глубоких котлованов

Требования к разрешению экрана при работе с котлованами - не менее 1366 x 768.
При разрешении экрана порядка 1920x1080 возможно устанавливать размер текста 125%.

Расчет свайных стен, устраиваемых способом «стена в грунте» производится:

- по схеме консольная конструкция, защемленная в грунте или по схеме конструкции с ярусами анкеров/распорок по схеме Якоби;
- по схеме неразрезной шарнирной балки с двумя или тремя ярусами анкеров/распорок (без заглубления в грунт).

Расчетные значения коэффициента постели C_z грунта на боковой поверхности сваи определяется по формуле: $C_z = K * z / \gamma_c$, где

K - коэффициент пропорциональности, кН/м^4 , принимаемый в зависимости от вида грунта, окружающего стену;

z - глубина расположения сечения сваи в грунте, м, для которой определяется коэффициент постели;

γ_c - коэффициент условий работы, равен 3.

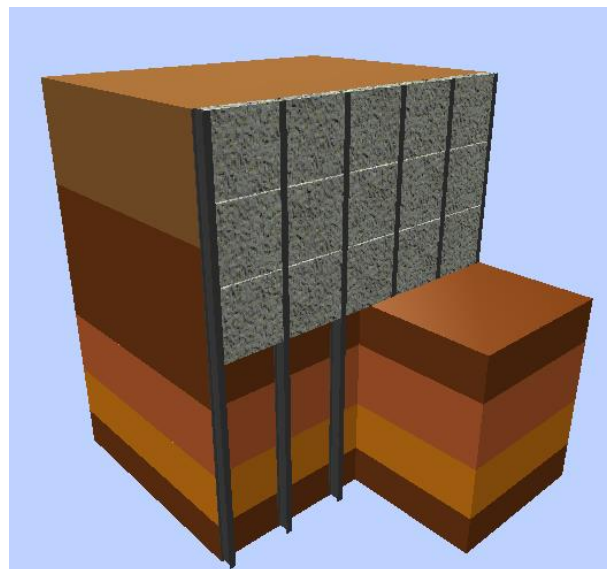
В файлах СП5.01.03-2023_ТА.1.txt и СП5.01.03-2023_ТА.2.txt приведены значения коэффициентов пропорциональности *песков* при степени влажности $0,5 < S_r < 0,8$ и *глин* при показателе текучести I_L . Для буровых свай коэффициенты пропорциональности принимаются как для буронабивных свай, а для труб и двутавров – как для забивных свай.

Расчет консольной стены, воспринимающей горизонтальные нагрузки реакцией грунта в пределах заглубленной части стены, выполняется по схеме Якоби в предположении вращения стенки как жесткого элемента вокруг точки, лежащей ниже дна котлована, при удовлетворении условий равновесия:

- момент пассивного давления должен быть равен (больше) моменту от воздействия активного давления относительно точки вращения;
- сумма сил удерживающих должна быть равна (больше) суммы сил опрокидывающих.

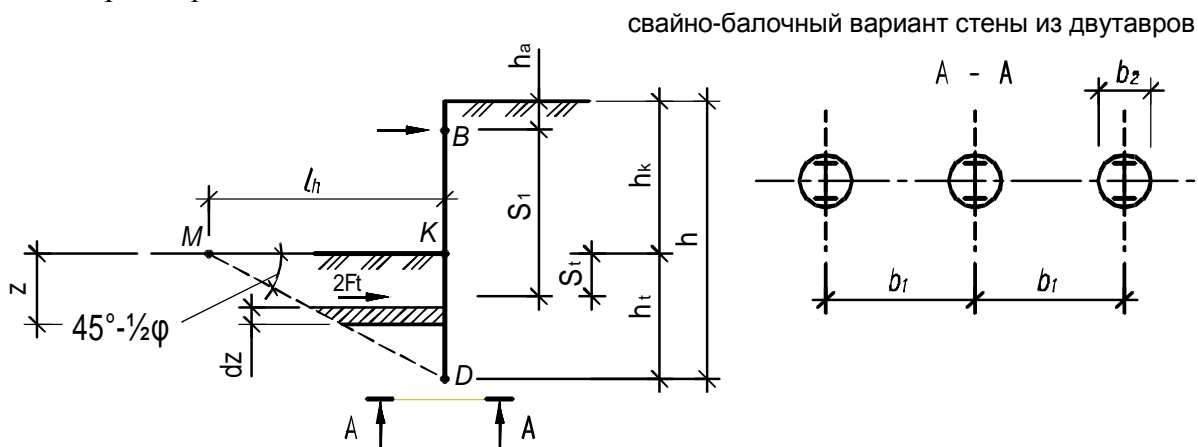
Стенка с одним ярусом анкеров/распорок при шарнирной заделке нижнего конца рассматривается как статически определимая балка. Стенки с двумя и более ярусами анкеров/распорок с шарнирным опиранием нижнего конца в грунте рассматривается как статически неопределимая система.

Расчетом на совместное действие вертикальных и горизонтальных нагрузок и моментов определяются изгибающие моменты, поперечные силы, расчетное давление на грунт боковой поверхностью стены и расчет устойчивости грунта. Защемленная в грунт стена рассчитывается как балка на упругом основании. Крепления глубоких котлованов выполняют непрерывными по длине и глубине в виде траншейных и свайных стен или состоящими из отдельных, расположенных на удалении друг от друга, опор буровых свай, металлических трубчатых стоек или двутавровых балок, которые включают в совместную работу посредством обвязочных поясов сверху и распределительных балок в уровнях крепления анкеров или распорок.



Путем решения системы двух уравнений ($\sum F = 0$ и $\sum M = 0$) при заданных значениях распора и отпора грунта для имеющихся параметров грунтов (γ , ϕ и c), значений глубин h_k и h_t , расстояния до анкеров/распорок h_a и пригрузки q определяют неизвестные R_a по несущей способности основания для заданных длин анкеров, их длин и диаметров корней. Затем проверяются условия $F_{уд} \geq F_{опр}$ и $M_{уд} \geq M_{опр}$ равенства удерживающих и опрокидывающих сил и моментов.

У стен при расчете по схеме Якоби учитывается давление распора грунта за ними и отпора грунта перед лицевыми поверхностями стены исходя из условий плоской задачи. Для стен непрерывных по длине все вычисления выполняются на задаваемую длину, как правило, на 1 метр стены. Для свайно-балочного варианта с прерывистым расположением опор ниже дна котлована вычисления выполняются: выше дна котлована – для расстояния между опорами, а ниже дна – для ширины или диаметра опоры.



Где пространственные условия работы следует учитывать за счет сопротивления сил трения F_t по двум вертикальным боковым плоскостям призмы выпора

$$F_t = \frac{\gamma h_t^3 K_0 \cdot \sqrt{K_p}}{6} \quad \text{и в связанном}$$

грунте по плоскости DMK дополнительно возникает сопротивление сил сцепления F_c .

При площади DMK A , m^2 , определяемой по формуле

$$A = h_t^2 \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) = h_t^2 \cdot \sqrt{K_p},$$

и сопротивление сил сцепления равно

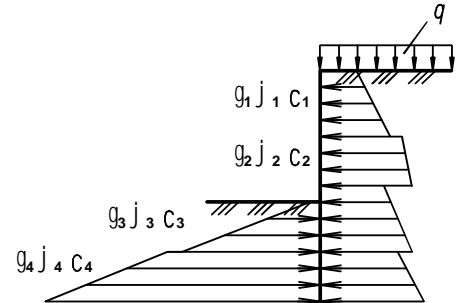
$$F_c = 2ch_t^2 \cdot \sqrt{K_p}.$$

Влияние разнослойности грунтов, давление грунтовой воды и учет сцепления в грунтах.

Если по глубине стены залегают напластования с отличающимися свойствами, то ординаты эпюры давлений определяются для каждого слоя с соответствующими скачками на их границах. При различных значениях γ и φ для разных слоев эпюра давления будет иметь уступ и перелом на границе между слоями. Если грунты смежных слоев отличаются друг от друга только объемным весом, то на границе между слоями на эпюре давлений будет перелом. Если же грунты имеют разные углы внутреннего трения, то на границе между слоями будет уступ. При наличии сплошной равномерно-распределенной нагрузки q на поверхности она учитывается для каждого слоя в зависимости от φ , на который она оказывает влияние.

Гравитационная вода, находящаяся в статическом состоянии и заполняющая поры грунта, производит тройное действие:

- оказывает гидростатическое давление на стену;
- взвешивает грунт;
- снижает сопротивление сдвигу.



Если слой грунта водонепроницаемый, глина, то при заполнении его пор водой он не приходит во взвешивание, т.е. является водупором. Движение грунтовой воды при ее фильтрации в грунтах не учитывается.

Сцепление в грунтах, обусловленное силами капиллярного натяжения воды и молекулярного притяжения частиц, а также цементацией, учитываются при определении давления грунтов на стены.

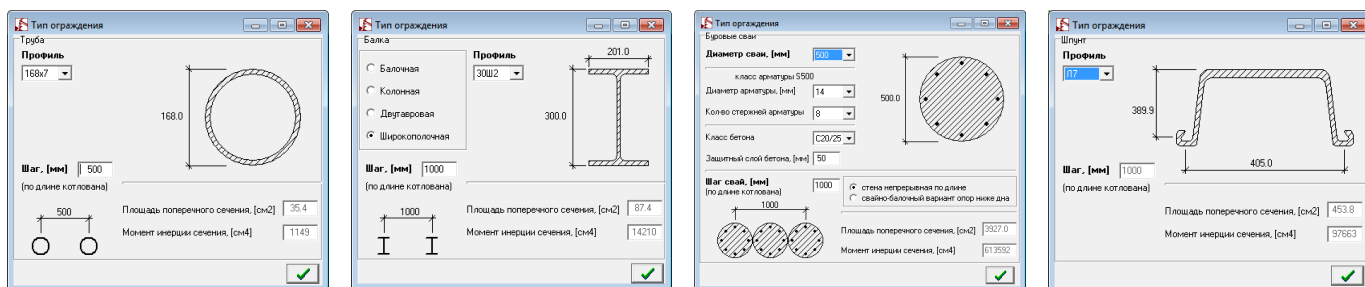
Рекомендуется применять упрощенный подход к решению задачи в следующем порядке:

- 1) первоначально следует задать исходные данные для расчета:
- отметки устья скважины, поверхности грунта дна котлована и уровня грунтовых вод;
 - выбрать расчетную схему ограждающей стены (защемленная в грунте или шарнирная);
 - заполнить таблицу значений характеристик грунтов;
 - задать для защемленной стены в грунте глубину ее погружения ниже дна котлована h_r .

На схеме пропорционально длине стены прорисовываются слои описанных в таблице грунтов. Пунктирной синей линией указывается уровень грунтовых вод. Пунктирной фиолетовой линией указана граница естественного откоса грунтов, а линиями синего цвета – границы зоны влияния на стену передаваемого давления от равномерно-распределенной нагрузки на поверхность q .

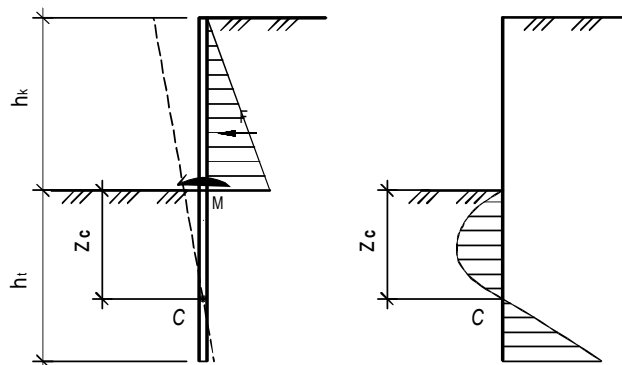
[illegible]

2) Выбрать тип ограждения: "Трубы", "Двутавры", "Буровые сваи" или "Шпунт Ларсена". Нажав правой кнопкой мыши правее формы "Тип ограждения" вызвать для редактирования соответствующий тип.



Ограждение имеет повышенную жесткость и для нее используется схема Якоби, по которой предполагается ее поворот вокруг некоторой точки C , лежащей на глубине Z_c от поверхности грунта при действии горизонтальной силы P и момента M . И закопанная часть стены рассчитывается как жесткая короткая балка на упругом основании.

схема стены и эпюра сопротивлений грунта



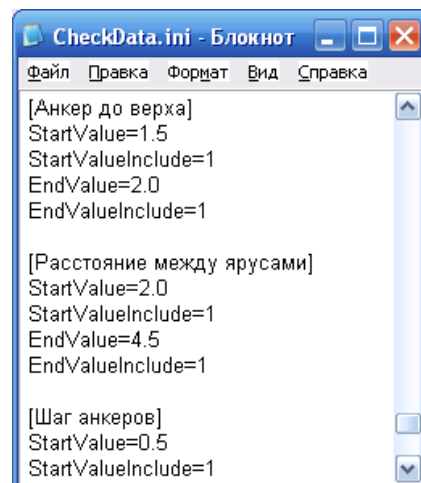
3) При выборе типа ограждения из буровых свай задать конструктивное решение стены:

- непрерывная по длине (1);
- свайно-балочный вариант с прерывистым расположением опор ниже дна котлована (2).

Все вычисления выполняются на 1 метр стены для стен без анкеров/распорок и на «Шаг анкеров/распорок» при наличии анкеров/распорок. Во втором варианте учитывается размер (ширина или диаметр) опор с учетом расстояний между ними. Шаг опор свайно-балочного варианта ограничивается >50 мм и количество опор зависит от ширины труб/швеллеров/свай. А в непрерывной по длине стене для свай ограничение ≤ 50 мм.

4) Наметить количество ярусов анкеров/распорок по глубине котлована, учитывая, что первый из них должен быть расположен на глубине не более 1,5–2,0 м от верха ограждающей конструкции. Расстояние между последующими ярусами анкеров, в том числе между нижним ярусом и дном котлована, должно быть от 2,0 до 4,5 м. Указанные расстояния прописаны в файле **CheckData.ini**, позволяющие моделировать конструкцию стены. При необходимости значения расстояний можно редактировать по формату файла. Длины анкерных тяг вычисляются автоматически плюсуя 2 метра к длине от границы естественного откоса грунтов (пунктирная фиолетовая линия).

При заполнении формы "Описание ярусов анкеров" становится активной кнопка "Рассчитать задачу". При редактировании исходных данных пункта 1 "Рассчитать задачу" опять не активна, нужно опять зайти в форму "Описание ярусов анкеров".



5) Учитывая реальную прочность используемых анкерных тяг и обусловленную этим несущую способность анкерных корней по грунту, следует назначить необходимое количество анкеров и их ярусов по высоте ограждающей конструкции для восприятия суммарного распора на стену. Следует достигать равенства приходящихся на анкеры усилий от распора грунта за счет их расположения в центрах тяжести примерно одинаковых по площадям эпюр давления грунта на соответствующих ярусах.

6) Если на 1 погонный метр стены вдоль котлована потребуется более одного анкера, то необходимо увеличить количество их ярусов. Предпочтение следует отдавать анкерам с большей прочностью тяг и, соответственно, несущей способностью по грунту.

Описание ярусов анкеров

Количество ярусов (анкеров по высоте): Шаг анкеров, [м] (по длине котлована):

Расстояние от верха котлована до первого яруса, [м]: Длина корня анкера, [м]: Диаметр корня анкера, [мм]:

Расстояние от яруса анкеров до дна котлована, [м]:

Расстояние между ярусом I и II, [м]:

Расстояние между ярусом II и III, [м]:

Расстояние между ярусом III и IV, [м]:

Расстояние между ярусом IV и V, [м]:

Расстояние между ярусом V и VI, [м]:

Анкера первого яруса

Преднапряжение анкера, [кН]:

Анкера: ☒ стержневые ☐ трубчатые ☐ прядевые

Класс арматуры: S500

Диаметр арматуры, [мм]:

Площадь сечения, [мм²]:

Расчетное сопротивление, [МПа]:

Нес. способность по материалу, [кН]:

Жесткость анкера, [кН/мм]:

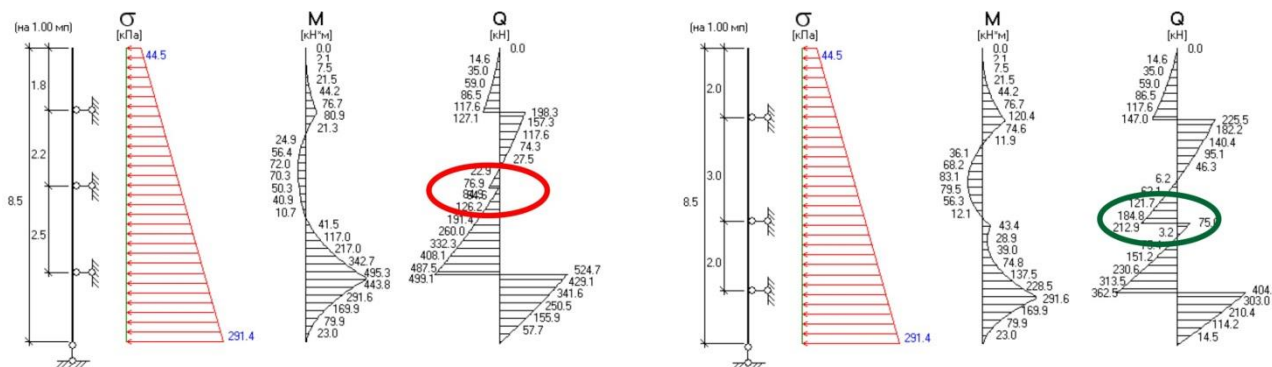
$\Sigma = 8.5 \text{ м}$

Форма вызывается правой кнопкой мыши по расчетной схеме. При заполнении расстояний в форме производится их суммирование и сравнивается с глубиной котлована. При равенстве сумм расстояний и глубины становится активным

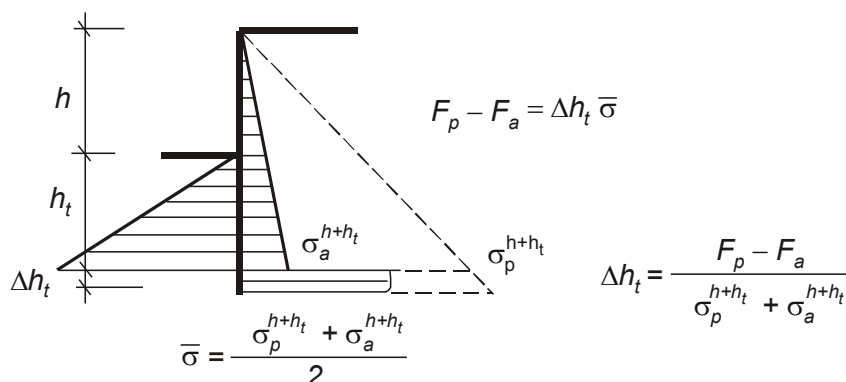
7) При известных анкерных реакциях расчетная схема стены становится статически определимой и сводится к определению необходимой глубины погружения стены ниже дна котлована h_t из условия $\Sigma M_B = 0$.

8) Проверить соблюдение равновесия сил распора и отпора вместе с анкерными реакциями. При превышении распора из-за различия расстояний от точки B приложения анкерной реакции R до равнодействующих усилий следует увеличить глубину h_t или изменить расстояния между анкерами в рядах.

9) Убедиться в правильности размещения анкеров по высоте котлована, учитывая их относительную нагруженность.



Контакт стены с грунтом (трение) в расчете не учитывается.



[illegible]

Редактирование таблиц расчетных сопротивлений грунтов

(для данных по общему расчету)

Редактирование таблиц расчетных сопротивлений грунтов под нижним концом сваи и по боковой поверхности для песков и для глинистых грунтов рассмотрим на файла:

СП5.01.03-2023_т6.13(пески).txt

глубина [м]	крупные, гравелистые	ср. крупности	мелкие	пылеватые	
2	2000	2000	1500	1000	0800
3	2300	2300	1700	1100	0900
5	3100	3100	2700	1400	1100

песчаные грунты средней плотности

R - расчетные сопротивления под нижним концом набивных свай, [кПа]

СП5.01.03-2023_т6.13(глины).txt

глубина [м]	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	
2	1400	1200	1050	0900	0700	600	450	
3	1600	1400	1200	1000	0800	700	550	
5	2400	1900	1700	1250	1000	900	700	

пылевато-глинистые грунты при показателе текучести

R - расчетные сопротивления (глина/морена) под нижним концом набивных свай, [кПа]

В файлах с данными для песков всегда шесть колонок, где первая с глубинами, а остальные – значения расчетных сопротивлений для песков: *гравелистых, крупных, средней крупности, мелких, пылеватых*. Выделенная цифра, в красной окружности, - количество строк, их можно редактировать, добавлять/удалять.

В файлах с данными для глинистых грунтов количество колонок может быть разное, первая - с глубинами, а остальные – значения расчетных сопротивлений для глинистых грунтов с показателем текучести I_L . Программа, считывая значения I_L , ищет конец строки. В разных таблицах встречается разный, (0.0–1.0), диапазон значений, разный шаг. Это учитывается при интерполяции.

В некоторых таблицах значения расчетных сопротивлений интерполируются еще и по коэффициенту пористости. В них добавлена колонка с коэффициентами, которые тоже можно редактировать.

Работа с редактором "Размер свайного фундамента"

Редактор позволяет конструировать свайные фундаменты в зависимости от размещения свай в плане:

- односвайный фундамент из одной сваи под отдельно стоящие опоры;
- фундамент из свайной ленты с расположением в один ряд (два ряда) под стены зданий и сооружений при передаче на фундамент распределенных по длине нагрузок;
- свайных кустов с расположением свай в плане на участке прямоугольной формы под сосредоточенную нагрузку.

Свайные фундаменты конструируются под прямоугольную ж/б колонну или стальную базу, а ростверк может быть плитным или стаканым. Сваи в ленточном двурядном фундаменте и в кусте могут располагаться в шахматном или рядном порядке.

Одиночный фундамент конструируется, при $a=b=0$, заданием размеров поперечного сечения ж/б колонны или базы стальной колонны, высотой ростверка. А вот ленточный фундамент и куст, их размеры по длине и ширине, задаются величинами a и b , фактически являющиеся длиной и шириной свайного фундамента.

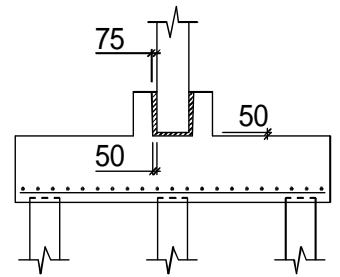
Основными правилами конструирования являются:

- минимальное расстояние между осями висячих забивных свай без уширения нижних концов $3d$;
- максимальное расстояние между осями висячих забивных свай без уширения нижних концов $6d$;
- **минимальное расстояние** в свету между стволами набивных и буронабивных висячих свай при:
 $d > 800$ мм – 1000 мм и между их уширенными пятнами в свету (при наличии пят) – 700 мм;
 $d \leq 800$ мм – $2d$ и между их уширенными пятнами в свету (при наличии пят) – 700 мм;
- **максимальное расстояние** в свету между стволами набивных и буронабивных висячих свай, а также между их уширенными пятнами при:

$d > 800 \text{ мм} - 2000 \text{ мм};$

$d \leq 800 \text{ мм} - 5d$ и между их уширенными пятками в свету – 2000 мм;

- минимальное расстояние от края плиты ростверка до грани сваи 100 мм;
- толщина дна стакана принимается по расчету ростверка на продавливание колонной, но не менее 250 мм. Глубина заделки сваи в ростверк плюсуется к 250 мм;
- толщина стенок стакана принимается не менее 150 мм;
- для стакана приняты зазоры: по верху стакана – 75 мм, по низу – 50 мм.



Графически забивные сваи рисуются в плане прямоугольниками, набивные и буронабивные – окружностью. При наличии у сваи пяты, ее диаметр рисуется пунктирной окружностью.

Для каждой скважины есть возможность создать свайный фундамент. Расчет свай разной длины показывает допускаемую нагрузку на сваю. Число свай в ростверке пользователь задает самостоятельно, а программа, исходя из заданного количества свай и допускаемой нагрузки, подберет ближайшую длину на расчетную нагрузку, действующую по обрезу колонны, и на вес ростверка, свай и грунта в объеме условного фундамента. При действии момента, при внецентренном нагружении, считается N_{min} , N_{max} и допускается увеличить расчетную нагрузку на крайние сваи ростверка на 20%. Горизонтальная нагрузка, действующая на фундамент с вертикальными сваями, равномерно распределяется между всеми сваями. Получается, что задаваемая нагрузка - это суммарная нагрузка в случае одиночной сваи, куста и ленточного фундамента

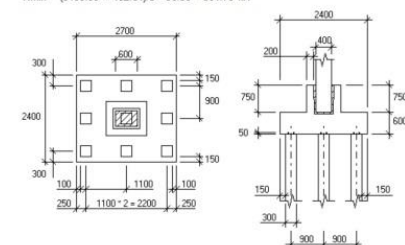
(сосредоточенная нагрузка $N=1500 \text{ кН}$, распределенная пересчитывается исходя из длины ленты, N/a , момент – момент $M \cdot a$ длины). И при расчете сваи по предельным состояниям первой и второй групп она рассчитывается на нагрузки исходя из их количества в свайном фундаменте:

- одиночная свая – на задаваемые в форме величины N , H , M ;
- свая в однорядной ленте – N/n , H/n , M/n ;
- свая в двурядной ленте – N_{max} , H/n , $M=0$;
- свая в кусте – N_{max} , H/n , $M=0$.

Программа подбирает ближайшую длину свай для куста на расчетную нагрузку. Но есть необходимость данную длину свай не брать, а сделать расчет с конкретной длины. В таком случае укажите "Длина свай, [м]" от какой длины начинать подбирать сваи на расчетную нагрузку.

Под сваи "73":
Принят свайный фундамент в виде свайного куста с расположением свай в плане прямоугольной формы длиной 2.70 м, шириной 2.40 м из 9 свай длиной 3.0 м сечением 0.30x0.30 м. Сваи расположены в три ряда с рядным расположением. Шаг по длине: 1.10 м, шаг между рядами: 0.90 м. На свайный фундамент со стальными ростверком опирается железобетонная колонна сечением 0.60x0.40 м. Сечение ростверка прямоугольное с размерами: b=2400 мм, h=600 мм; защитный слой бетона: c=50 мм.

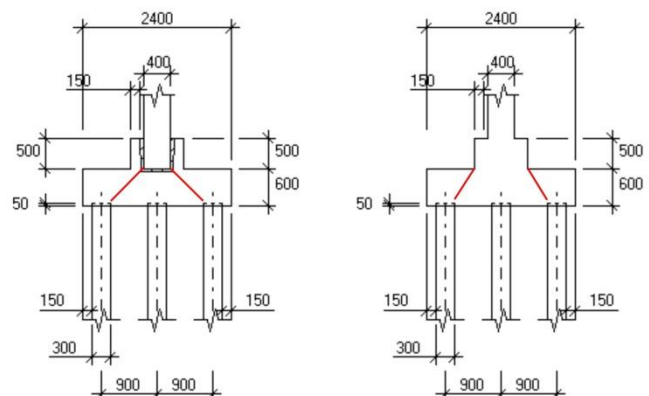
Расчетная нагрузка на сваю с учетом веса ростверка, свай:
 $N = (3400.00 + 182.61)/9 = 398.07 \text{ кН} < 498.79 \text{ кН}$ ВЕРНО
Расчетная нагрузка на сваю с учетом веса ростверка, свай, M и Q (расчетную нагрузку на крайние сваи допускается увеличивать на 20%)
 $N_{max} = (3400.00 + 182.61)/9 + 96.36 = 494.43 \text{ кН} < 598.55 \text{ кН}$ ВЕРНО
 $N_{min} = (3400.00 + 182.61)/9 - 96.36 = 301.70 \text{ кН}$



Расчет по прочности плитной части ростверков под колонны производится:

- на продавливание колонной (стаканом):

продавливание происходит по боковой поверхности пирамиды, высота которой равна расстоянию по вертикали от рабочей арматуры плиты до низа колонны. Меньшим основанием служит площадь сечения колонны, а боковые



грани, проходящие от наружных граней колонны до внутренних граней свай, наклонены к горизонтالي под углом не менее 45° ($c = h_0$) и не более угла, соответствующего пирамиде с $c = 0,4h_0$, т.е. $0,4h_0 \leq c \leq h_0$.

При нулевой заделке колонны в стакан уже будет проверяться на продавливание не только колонной, а и подколонником;

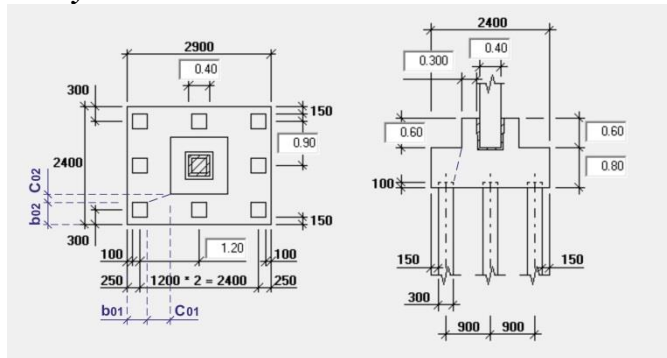
- продавливание угловой сваей:

расчет ростверков под куст и ленточных двурядных на продавливание угловой сваей производится из условия:

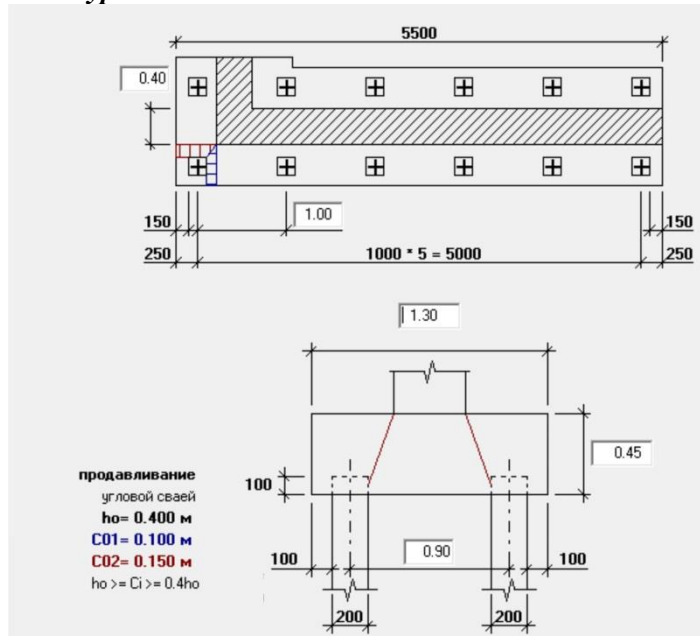
$$F_{ai} \leq R_{br} h_{01} \left[\beta_1 \left(b_{02} + \frac{c_{02}}{2} \right) + \beta_2 \left(b_{01} + \frac{c_{01}}{2} \right) \right],$$

где b_{01} , C_{01} и b_{02} , C_{02} см на схеме:

для куста

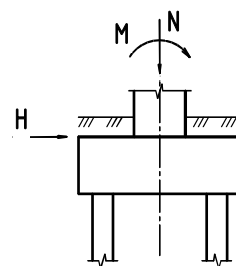
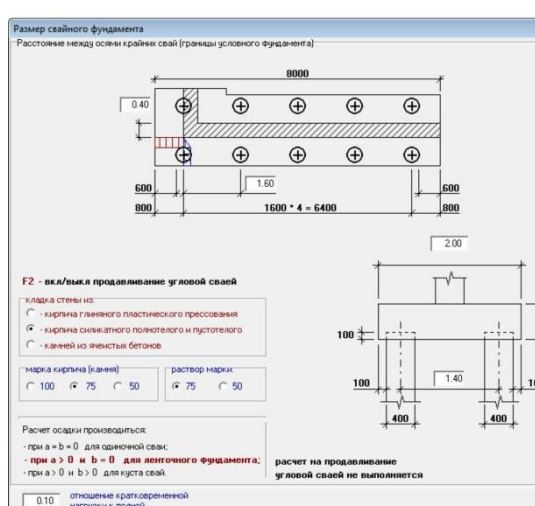
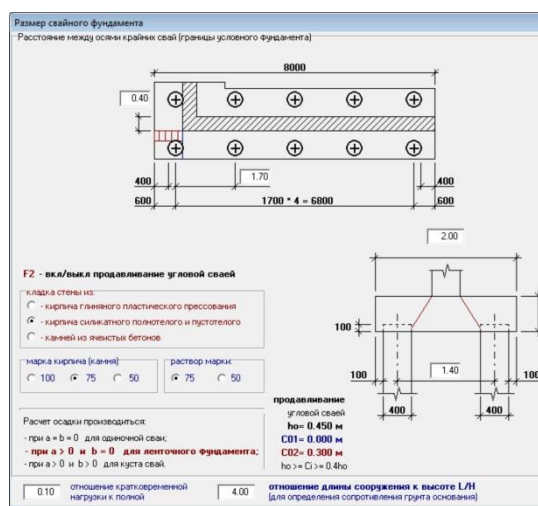


для двурядной ленты



В случаях, когда угловая свая в ростверках с подколонником заходит в плане за обе грани подколонника (базы под стальные колонны) на 50 мм и более, **ИЛИ** когда угловая свая заходит менее 50 мм за обе (или за одну) грани, то проверка на продавливание плиты ростверка угловой сваей не производится.

Для двурядного ленточного ростверка, когда угловая свая в плане на одной линии с гранью стены, расчет на продавливание производится по вышеупомянутой формуле при $C_{01}=0$ и $\beta_1=1$. В случаях расположения сваи за гранью стены расчет на продавливание угловой сваей не производится:

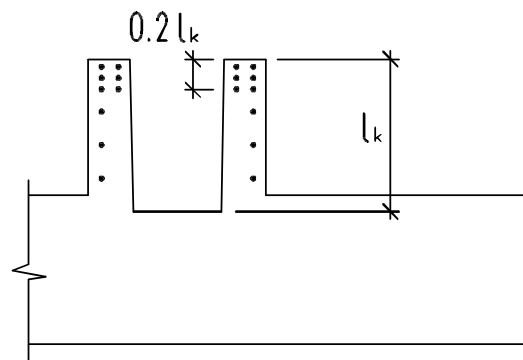


F_{ai} - нагрузка на сваю, воспринимаемая плитой ростверка сравнивается с F_I - расчетная нагрузка на угловую сваю с учетом момента;

- по прочности наклонных сечений на действие поперечной силы;
- на изгиб по нормальному и наклонному сечениям;
- на местное сжатие (смятие) под торцами колонн;
- проверяется прочность стакана ростверка (по ТКП EN 1992-1-1-2009*).

Стаканная часть фундамента рассчитывается как внецентренно сжатый железобетонный элемент и армируется продольной (вертикальной) и поперечной (горизонтальной) арматурой.

Поперечная арматура подбирается параллельной действию изгибающего момента и выполняется в виде горизонтальных сварных сеток. Требуемое армирование рассматривается на участке $0,2l_k$ (l_k - глубина заделки колонны в стакане) от верхнего края стакана. Первые стержни устанавливаем на расстоянии 50 мм от верхнего обреза фундамента, с шагом 50 мм, следующий через 100 мм, остальные через 150 мм. Верхние стержни на участке $0,2l_k$ мм – расчетные, остальные с шагом 150 мм принимаем конструктивно. На расчетном участке поперечная арматура подбирается с диаметра 8 – 12 мм и может ставиться в два ряда. При исчерпании участка по длине в два ряда диаметра 12 мм будет подбираться армирование с увеличением диаметра до 40 мм.



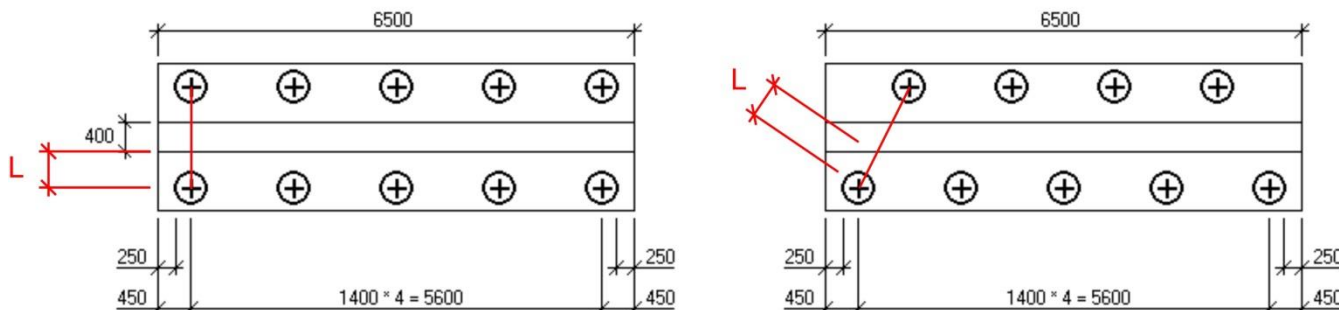
Необходимое количество **продольной арматуры** стакана определяется по формуле и количество арматуры в стенке стакана, соосной с растянутой гранью колонны, **должно быть не меньше соответствующей арматуры в колонне**. Противоположную «сжатую» стенку армируем симметрично. Армирование в стенках параллельных изгибающему моменту назначаем конструктивно.

Армирование подошвы сеткой.

При шарнирной заделке свай в ростверк, величина заделки задается 50-100 мм, сетка кладется на сваи арматурой по длине "А", это же является защитным слоем. При величине заделки, по каким-либо причинам, более 100 мм в сетках вырезаются отверстия под сваи и защитный слой бетона принимается 50 мм.

При жесткой заделке свай в ростверк, при задании величины заделки до 100 мм, сетка кладется на сваи арматурой по длине "А" с этим защитным слоем. При величине заделки более 100 мм, сваи заводятся в ростверк на 50 мм и защитный слой равен 50 мм. Выпуски арматуры свай, длина анкеровки, заводятся в ростверк.

Расчет **ленточных ростверков** свайных фундаментов под кирпичные и крупноблочные стены рассчитываются согласно Приложения 9 "Руководства по проектированию свайных фундаментов". **Изгибающие моменты на опоре и в пролете определяются по формулам** таблицы 1 "Приложения". При двухрядном расположении свай момент в поперечном направлении определяется как для однопролетной балки на двух опорах. Величина момента при рядном расположении свай равна произведению N_{max} (расчетная нагрузка на сваю с учетом веса ростверка, M и Q) и L , где L – расстояние от оси сваи до края цоколя. При шахматном расположении свай L считается не по диагонали, а как и при рядном расположении свай.



Если же ширина цоколя (стены) больше шага свай по ширине, то армирование принимается конструктивно из арматуры S500 $\varnothing 12$ с шагом 200 мм.

Расчет **уширенного оголовка под отдельно стоящие** опоры рассчитывается на несущую способность бетона под стойкой на местное сжатие (смятие). Данная конструкция принимается для восприятия значительной нагрузки N и незначительных значений M . Для стальной колонны, отсутствует геометрия (нужно, добавлю), момент игнорируется и $\alpha_u = 1$

(коэффициент, зависящий от распределения напряжений по площади смятия, формула 8.133 СП 5.03.01-2020). Размер ячейки сетки принимается не более 100 мм и не более $\frac{1}{4}$ меньшей стороны колонны (базы). Расчет на местное сжатие производится дважды: для бетонного элемента при $\gamma_c=1.8$ и для элемента с косвенным армированием при $\gamma_c=1.5$. Выясняется необходимость косвенного армирования.

В свайных фундаментах под базу для стальных колонн сплошного типа производится **расчет анкерных болтов** согласно "Пособия по проектированию фундаментов на естественном основании под колонны зданий и сооружений" (к СНиП 2.03.01-84 и СНиП 2.02.01-83), Москва, 1989 **на расчетное усилие в анкерном болте и на действие сдвигающей силы**. Диаметры болтов, их длины и вес берутся по ГОСТ 24379.1-2012 "Болты фундаментные. Конструкция и размеры" для типа 1, исполнения 1 для стали марки ВСтЗпс2. При расчете принимаются расстояния от оси болта до грани опорной плиты базы колонны (по длинной стороне)

d, мм	12	16	20	24	30	36	42	48
расстояние, мм	100	100	100	100	150	150	200	200

исходя из требований:

- не менее **4d** и
- не менее:
 - **100** мм для болтов $d \leq 30$ мм
 - **150** мм для болтов $d \leq 48$ мм.

Глубина заделки болта в бетон регламентируется расчетом, болты расчетные и конструктивные, и длина принимаются ближайшая, не менее **25d** и **15d**, за вычетом l_0 (длина резьбы)+10мм, под плиту, шайбу и гайки.

Участились случаи, что при формировании отчета выдается ошибка: "Не удастся открыть банк макросов". В чём заключается проблема, как ее решить?

Ответ:

Эта ошибка возникает, если не установлен компонент Microsoft Office – "Microsoft Graph", соответственно для решения проблемы необходимо его установить:

- зайти в "Панель управления";
- выбрать "Установка и удаление программ";
- выбрать "Microsoft Office" и нажать "Изменить";
- выбрать "Добавить или удалить компоненты" ("Add or Remove Features");
- в разделе "Средства Office" для пункта "Microsoft Graph" выбрать "Запускать с моего компьютера" ("Run from my computer");
- нажать кнопку "Продолжить" ("Update").

Опыт устранения – переустановить Microsoft Office с компонентом Microsoft Graph.

Minsk Engineering Soft
 тел.моб.: +375 29 650-68-81
 e-mail: info@proektsoft.by; www.proektsoft.by
 Максим Анатольевич Гришко