

# Руководство пользователя



GeoAnchor 2.0.2

Расчет несущей способности  
грунтовых анкеров

Дата редакции: 11.11.2014

ООО "ИнжПроектСтрой" оставляет за собой право на внесение изменений в данном документе без предварительного уведомления.

Никакая часть данного документа не может быть воспроизведена или передана в любой форме и любыми способами в каких-либо целях без письменного соглашения ООО "ИнжПроектСтрой"

© 2007 - 2014 ООО "ИнжПроектСтрой".  
С сохранением всех прав

---

# Содержание

<b>1 Введение</b>	4
<b>2 Новый проект</b>	5
<b>3 Открыть проект</b>	6
<b>4 Физико-механические свойства грунтов</b>	7
<b>5 Выбор методики расчета</b>	9
<b>6 Исходные данные</b>	10
<b>7 Расчёт</b>	11
<b>8 Использование блока анализа</b>	12
<b>9 Отчёт</b>	13
<b>10 Настройки</b>	14
<b>11 Методики расчёта</b>	15
11.1 Методика ЦНИИС МинТрансСтроя.....	15
11.2 Методика ФундаментПроекта МинМонтажСпецСтроя.....	16
11.3 Методика ВСН 506-88.....	16
11.4 Методика DIN 1054:2005.....	17
11.5 Методика расчета ТрансСтрой 023-2007.....	18
11.6 Методика Varley.....	19
<b>12 Литература</b>	21

## Введение

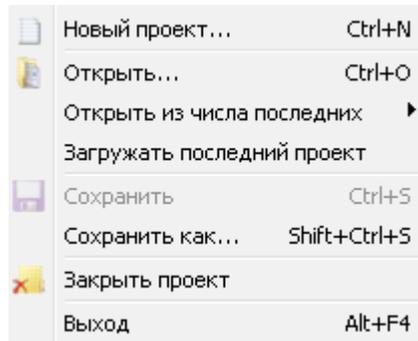
Программа выполняет расчёт по четырём методикам: ЦНИИС МинТрансСтроя, ФундаментПроекта, ВСН 506-88, DIN 1054-2005, ТрансСтрой 023-2007, Barley.

Возможности программы:

- Программа выполняет расчёт несущей способности анкера по грунту по шести методикам.
- Расчёт несущей способности анкера по материалу.
- Учёт геологического строения грунтового массива.
- Возможность задания неизвестных физико-механических характеристик грунтов по справочнику СП 50-101-2004.
- Расчет жёсткости анкера.
- Подбор длины корня анкера по расчётной нагрузке.
- Построение зависимостей несущей способности от длины и диаметра корня для различных методик.
- Возможность работы с данными в различных единицах измерения.
- Сохранение отчёта с результатами расчетов в MS Word.

## Новый проект

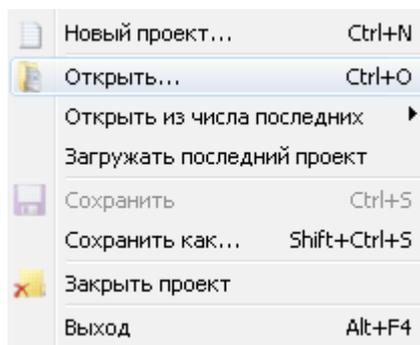
Новый проект можно создать нажатием кнопки , или аналогичной командой из верхнего меню:



Также можно использовать сочетание клавиш Ctrl + N.

## Открыть проект

Для продолжения работы в ранее созданном проекте его следует открыть командой , либо командой верхнего меню:

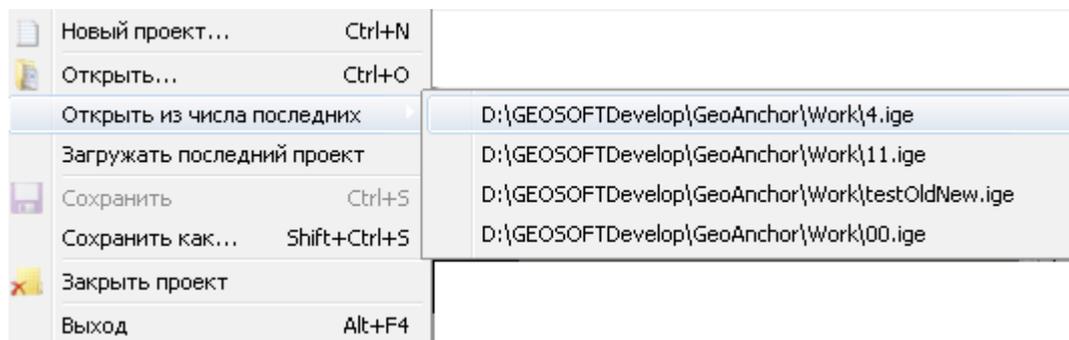


Открыть ранее созданный проект можно нажатием сочетания клавиш Ctrl + O.

После выполнения этих команды появляется стандартное окно диалога, в котором нужно:

- выбрать папку, в которой находятся ранее созданный проект;
- выделить мышью файл проекта;
- выполнить команду «Открыть».

При повторном обращении к программе доступна функция открытия последнего проекта:



## Физико-механические свойства грунтов

На следующем этапе заполняется или редактируется таблица свойств инженерно-геологических элементов (ИГЭ).

Для создания новой строки в конце таблицы необходимо выполнить команду . Для вставки строки – . Для удаления строки – .

ИГЭ	Грунт	h, м	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	c, кПа	$\varphi$ , град	E, МПа	$\nu$
12	Песок крупный	2	19.6	1.5	42	45.0	0.3
23	Суглинок полутвердый	5	18.3	28.0	24	19.5	0.3
	Глина тугопластичная	3	18.1	43.0	16	15.0	0.4

В таблице используются следующие обозначения:

h – мощность слоя;

$\gamma$  – удельный вес грунта;

c – удельное сцепление грунта;

$\varphi$  – угол внутреннего трения;

E – модуль упругости грунта;

$\nu$  – коэффициент Пуассона.

Значения физико-механических характеристик ИГЭ можно задать по результатам изысканий или заполнить данными из справочника, который открывается кнопкой .

При нажатии кнопки  выводится следующее окно:

В данном окне нужно назначить тип грунта для каждого ИГЭ, а также его происхождение.

Далее, воспользовавшись кнопками , вычислить физико-механические свойства грунта согласно СП 50-101-2004.

## Выбор методики расчета

На следующем этапе выбирается методика расчёта, для этого в разделе «Выбор методики расчёта» нужно отметить необходимую методику:

Выбор методики расчета

Методика расчета:	МинТрансСтрой
	МинТрансСтрой
	ВСН 506-88 дискретный
	ФундаментПроект
	DIN 1054:2005
	ТрансСтрой 023-2007
	ВСН 506-88
	Метод Barley

## Исходные данные

На следующем этапе заполняется таблица «Исходные данные»:

Параметры анкера					
Длина тяги анкера	0,8	м	Модуль упругости тяги	2,1E05	МПа
Длина корня тяги	0,71	м	Предел прочности тяги	1E04	МПа
Длина анкера в грунте	1,51	м	Диаметр внешний	90	мм
Глубина установки анкера	1	м	Диаметр внутренний	80	мм
Угол наклона анкера	30	град	Избыточное давление	5	атм
Козфф. запаса по грунту	2		Водоцем. отношение (В:Ц)		
Козфф. запаса по мат-лу	1		Объем цементного р-ра		л
Диаметр скважины	100	мм	Диаметр корня анкера	110	мм

В данной таблице необходимо заполнить поля для расчета, в зависимости от методики расчета они могут отличаться.

## Расчёт

Программа выполняет два типа расчётов.

Для расчёта несущей способности следует выполнить команду .

Далее поле «Результаты расчёта» примет следующий вид:

Несущая способность анкера по грунту	0,94	тс
Расчетная нагрузка с учетом коэффициента запаса	0,47	тс
Несущая способность анкера по материалу	1361	тс
Расчетная нагрузка с учетом коэффициента запаса	1361	тс
Средневзвешенный по длине диаметр корня	100	мм
Жесткость анкера	35,73	тс/мм

Если необходимо выполнить обратный расчёт подбор длины корня по расчётной нагрузке, то необходимо обратиться к полю «Подбор длины корня»:

Расчетная нагрузка	2	тс
Длина корня анкера	1,66	м

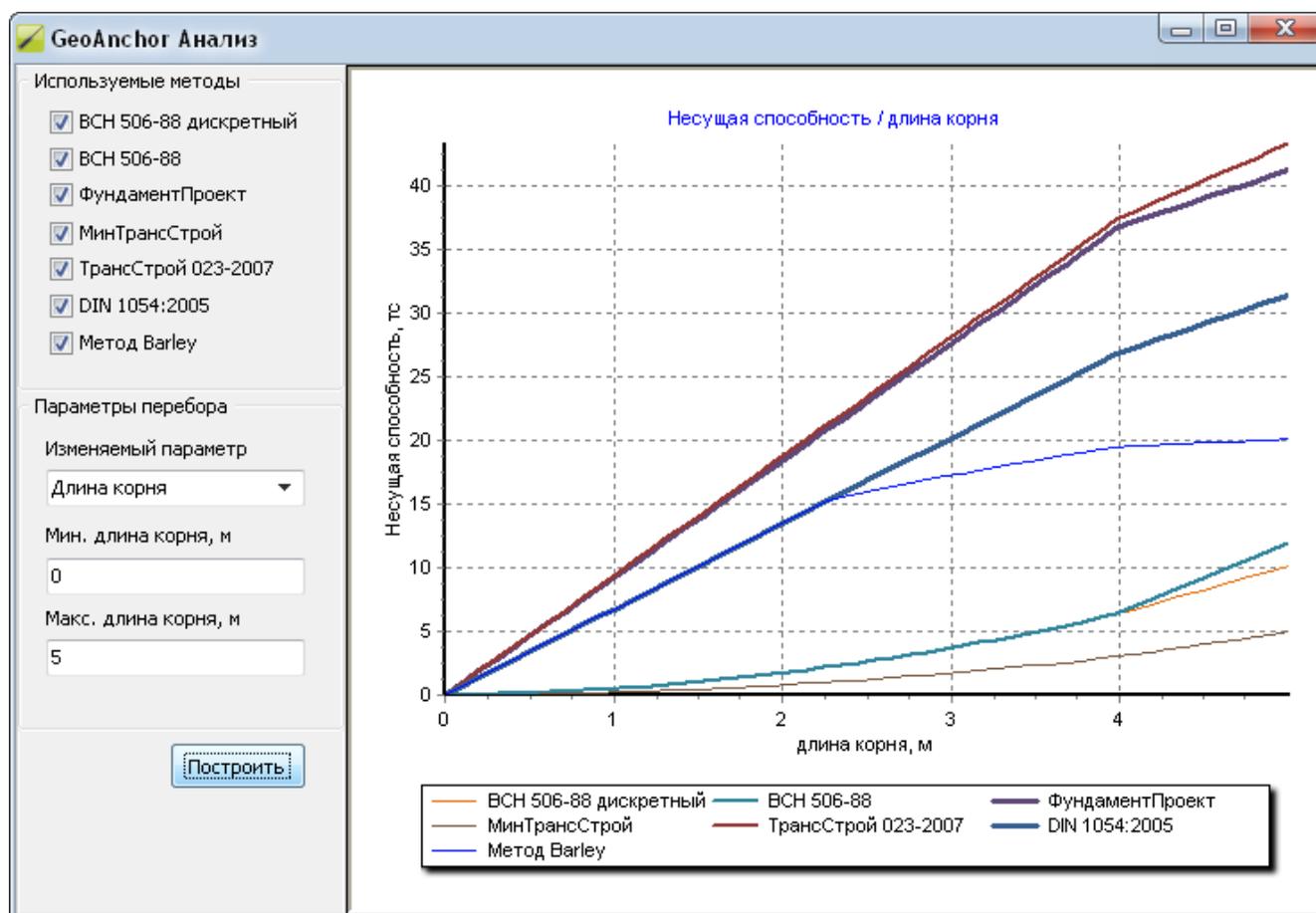
Необходимо задать величину расчётной нагрузки, после чего выполнить команду .

Если кнопки  и  не активны, следует привести в соответствие данные в таблицах «Исходные данные» и «Геологическое строение массива».

## Использование блока анализа

Запуск блока анализа осуществляется с помощью кнопки .

Используя средства появившегося окна, можно построить графики зависимости несущей способности анкера от длины или диаметра корня для выбранных методик.



*Примечание: в случае невозможности выполнения расчета вследствие некорректности или отсутствия необходимых исходных данных. выдается соответствующее предупреждение.*

# Отчёт

Отчёт с результатами расчёта создается и сохраняется командой . Формат отчёта – текстовый файл формата \*.doc.

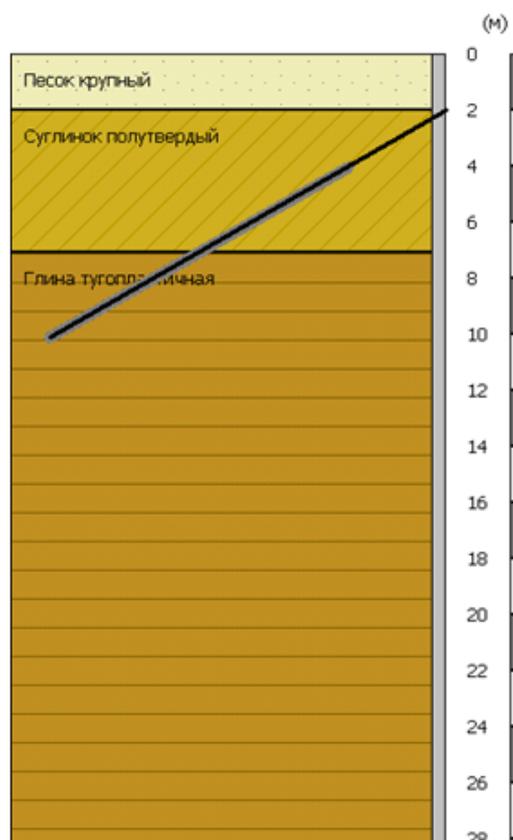
GEO SOFT

GeoAnchor

## Расчет грунтового анкера GeoAnchor 1.8.0.722

Объект:

Характеристики анкера	
Длина анкера в грунте, м	16.0
Длина тяги анкера, м	4.0
Длина корня тяги, м	12.0
Глубина установки анкера, м	2.0
Угол наклона анкера, град	30
Модуль упругости тяги, МПа	2.1E5
Предел прочности тяги, МПа	2E2
Диаметр внутренний, мм	51.0
Диаметр внешний, мм	73.0
Диаметр скважины, мм	1.1E2
Коэффициент запаса по грунту	1.0
Коэффициент запаса по матер.	1.0
Результаты расчета	
Несущая способность анкера по грунту, тс	36.0
Расчетная нагрузка с учетом коэффициента запаса, тс	36.0
Несущая способность анкера по материалу, тс	44.0
Расчетная нагрузка с учетом коэффициента запаса, тс	44.0
Средневзвешенный по длине диаметр корня, мм	1.1E2
Жесткость анкера, тс/мм	11.0



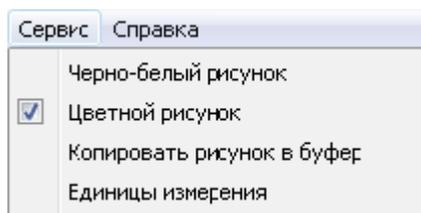
### Физико-механические свойства грунтов

ИГЭ	Тип грунта	H, м	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	c, кПа	$\varphi$ , град	E, МПа	$\nu$
12	Песок крупный	2.0	20.0	1.5	42	45.0	0.30
23	Суглинок полутвердый	5.0	18.0	28.0	24	20.0	0.30
	Глина тугопластичная	3.0	18.0	43.0	16	15.0	0.40

Расчет выполнил \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

## Настройки

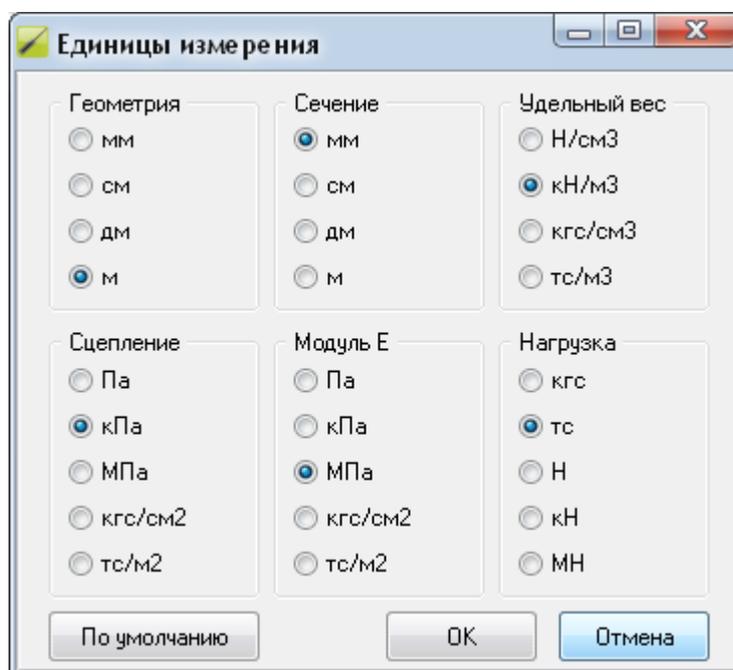
Элементы раздела "Сервис" главного меню позволяют выполнять настройки программы.



Пункты меню "Черно-белый рисунок" и "Цветной рисунок" позволяют управлять цветом изображения.

Пункт меню "Копировать рисунок в буфер" позволяет скопировать текущее изображение в буфер обмена Windows.

Пункт "Единицы измерения" позволяет управлять единицами измерения основных величин:



## Методики расчёта

Программа позволяет выполнить расчёт по следующим методикам: ЦНИИС МинТрансСтроя, ФундаментПроекта, ВСН 506-88, DIN 1054:2005, ТрансСтрой 023-2007, Barley.

### 1. Методика ЦНИИС МинТрансСтроя

Расчёт несущей способности анкера выполняется по формуле [1]:

$$F_d = m \pi D^k l^k \left\{ \gamma h_k \left[ \left( \frac{1 + \chi}{2} + \frac{1 - \chi}{2} \cos 2\alpha \right) \operatorname{tg} \varphi + \frac{1 - \chi}{2} \sin 2\alpha \right] + c \right\}$$

где

$m = 0,8$  – коэффициент неоднородности грунта,

$\gamma_{cp}$  – средний удельный вес грунта, рассчитанный по высоте над центром корня,

$c$  – сцепление грунта,

$\chi$  – коэффициент бокового давления грунта,

$$\chi = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$\varphi$  – угол внутреннего трения грунта,

$h_k$  – глубина заложения центра заделки,

$l^k$  – длина корня,

$D^k$  – диаметр корня.

В глинистых грунтах, мелком и пылеватом песках диаметр корня определяется следующим образом:

$$D^k = d_{скв} + 2 \text{ мм}$$

В песках средней крупности:

$$D^k = d_{скв} + 10 \text{ мм}$$

В гравии диаметр корня  $D^k_i$  следует определять по формуле:

$$D^k = \sqrt{\frac{V(1.27 + 0.126\nu)}{l_k(1 + n\nu)} + d_{скв}^2}$$

где

$V$  – объём закачиваемого раствора в скважину

$\nu$  – безразмерный коэффициент, равный удельному весу цемента

$n$  – весовое водоцементное отношение нагнетаемого раствора

При подборе длины корня в гравии максимальный диаметр корня анкера ограничен двумя диаметрами скважины ( $D_{\max}^k \leq 2d_{скв}$ ).

*Примечание: в случае нахождения корня анкера в неоднородном грунте итоговая несущая способность определяется суммированием по участкам корня, находящимся в однородных слоях грунта.*

## 2. Методика ФундаментПроекта МинМонтажСпецСтроя

Несущая способность грунтового анкера определяется по формуле [2]:

$$F_d = km_p \pi d_b l_b p_b \operatorname{tg} \varphi$$

где

$k = 0,6$  – коэффициент однородности грунта,

$m_p$  – коэффициент, учитывающий напряжённое состояние окружающего грунта в зависимости от давления при инъецировании (для песков 0,5, для глин различной консистенции 0,4-0,2),

$d_b$  – диаметр скважины,

$l_b$  – длина заделки,

$p_b$  – величина избыточного давления в зоне заделки при инъецировании,

$\varphi$  – угол внутреннего трения грунта.

*Примечание: в случае нахождения корня анкера в неоднородном грунте итоговая несущая способность определяется суммированием по участкам корня, находящимся в однородных слоях грунта.*

## 3. Методика ВСН 506-88

Несущая способность анкера по грунту определяется по формуле [3]:

$$F_d = \pi D_k l_k (1 + \sin V_I) (\bar{\sigma}_{од} \operatorname{tg} V_I + c_I) K_p \gamma_c$$

где

$D_k$  – диаметр заделки (корня) анкера;

$V_I$  и  $c_I$  – расчетные средневзвешенные значения по длине корня анкера: угол внутреннего трения и удельное сцепление грунта соответственно;

$\bar{\sigma}_{од}$  – усреднённое по боковой поверхности корня природное напряжение грунта, определяемое по формуле;

$K_p$  – коэффициент, зависящий от отношения диаметра скважины  $D_c$  к диаметру корня  $D_k$ , природного напряжения, прочностных и деформационных характеристик грунта, находящегося в зоне корня анкера, определяемый по формуле;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы, принимаемый для песчаных грунтов равным 0,72, для пылевато-глинистых – 0,64.

Величину  $\bar{\sigma}_{од}$  определяют по формуле:

$$\sigma_{од} = 0,5(\gamma_I h_k + g) \left( \xi_0 + \sqrt{\cos^2 \alpha + \xi_0^2 \sin^2 \alpha} \right)$$

где

$\gamma_I$  – средневзвешенное значение по глубине  $h_k$  удельного веса грунта с учетом взвешивающего действия воды;

$h_k$  – глубина заложения центра корня анкера от поверхности грунта;

$\xi_0$  – коэффициент бокового давления грунта в природном состоянии (покоя), принимаемый для песков и супесей равным  $\xi_0 = 0,43$ ; для суглинков  $\xi_0 = 0,55$ ; для глин  $\xi_0 = 0,72$ ;

$g$  – приведённая к равномерно-распределённой в уровне центра корня нагрузка на поверхности и от соседних фундаментов зданий;

$\alpha$  – угол наклона анкера к горизонту.

Величину  $K_p$  определяют по формуле

$$K_p = \left\{ \left[ 1,01 - (D_c / D_k)^2 \right] / \left[ 1,01 - A_1^2 / (1 + A_1^2) \right] \right\}^\theta$$

где

$$A_1 = E_0 / (1 + \nu_0) (\sigma_{од} + c_I \operatorname{ctg} Y_I) \sin Y_I$$

$$\theta = \sin Y_I / (1 + \sin Y_I)$$

$E_0, \nu_0$  – средневзвешенные значения по длине корня модуля деформации грунта и коэффициента Пуассона соответственно.

#### 4. Методика DIN 1054:2005

Несущую способность самозабуриваемого анкера по грунту определяется по формуле [4]:

$$F = \sum q_{sk,i} A_{s,i}$$

где

$q_{sk}$  – характерное значение поверхностного трения в слое  $i$ ,

$A_{s,i}$  – площадь боковой поверхности корня в слое  $i$ :

$$A_{s,i} = \pi D^k l_i^k$$

где

$D^k$  – диаметр корня анкера,

$l_i^k$  – длина участка в слое  $i$ .

В таблице 1 приведены расчётные значения сопротивлений грунта по боковой поверхности корня анкера.

Таблица 1.

Тип грунта	Сопротивление по боковой поверхности, $q_{sk}$ , кПа
Средний и крупный гравий	200
Песок, гравелистый песок	150
Супесь, суглинок, глина	100

## 5. Методика расчета ТрансСтрой 023-2007

Несущую способность анкера по грунту определяется по формуле [5]:

$$F_d = \pi D l_k q_{sk}$$

где

$$D = d_{скв} k_d$$

$d_{скв}$  – диаметр скважины,

$k_d$  – коэффициент увеличения диаметра корня анкера,

$q_{sk}$  – предельное сопротивление грунта по боковой поверхности тела инъекции анкера.

Рекомендуемые значения коэффициента увеличения диаметра корня анкера приведены в Таблице 1.

Таблица 1.

Тип грунта	Коэффициент
Гравий	2,0
Песок	1,5
Супесь, суглинок	1,4
Глина	1,3
Скальный грунт	1,0

В таблице 2 приведены величины предельного сопротивления грунта по боковой поверхности тела инъекции анкера.

Таблица 2.

Тип грунта	Сопротивление по боковой поверхности, $q_{sk}$ , кПа
Скальный грунт	250
Гравелистый грунт	200
Песок, гравелистый песок	150
Супесь, суглинок, глина	100

*Примечание: в случае нахождения корня анкера в неоднородном грунте итоговая несущая способность определяется суммированием по участкам корня, находящимся в однородных слоях грунта.*

## 6. Методика Barley

Авторы ряда работ отмечают нелинейную зависимость несущей способности от длины корня анкера. В работе [6] A.D. Barley предложена методика, использующая понятие КПД, в соответствии с которой:

$$F_d = \pi D_k L_k \tau_{ult} f_{eff}$$

где

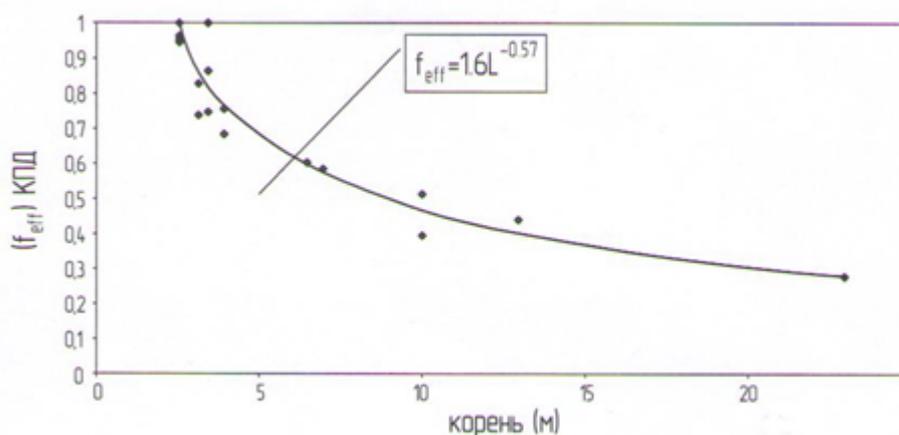
$D_k$  - диаметр корня анкера,

$L_k$  - длина корня анкера,

$\tau_{ult}$  - предельное напряжение сцепления по боковой поверхности короткого корня анкера,

$f_{eff}$  - коэффициент эффективности, зависящий от длины корня. В результате обработки опытных данных был предложен следующий вид аппроксимации  $f_{eff}$ :

$$f_{eff} = 1.6L^{-0.57}$$



В качестве величин  $\tau_{ult}$  в реализации используются значения коэффициентов  $q_{sk}$  методики DIN 1054:2005.

В таблице 1 приведены используемые значения предельного напряжения сцепления по

боковой поверхности корня анкера.

Таблица 1.

Тип грунта	Сопротивление по боковой поверхности, $\tau_{ult}$ , кПа
Средний и крупный гравий	200
Песок, гравелистый песок	150
Супесь, суглинок, глина	100

*Примечание: в случае нахождения корня анкера в неоднородном грунте итоговая несущая способность определяется суммированием по участкам корня, находящимся в однородных слоях грунта. Методику рекомендуется использовать для случая расположения корня анкера в однородном грунте.*

## Литература

1. Руководство по проектированию и технологии устройства анкерного крепления в транспортном строительстве, Научно-исследовательский институт транспортного строительства, Москва, 1987 г.
2. Основания, фундаменты и подземные сооружения/ М.И. Горбунов-Посадов, В.А. Ильичев, В.И. Крутов и др.; Под общ. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. - М.: Стройиздат, 1985. - 480 с. (Справочник проектировщика)
3. ВСН 506-88. Проектирование и устройство грунтовых анкеров, Минмонтажспецстрой СССР, Москва, 1989 г.
4. DIN 1054:2005. Subsoil - Verification of the safety of earthworks and foundations. (Грунты. Проверка безопасности земляных работ и фундаментов), 2005 г.
5. СТО-ГК «Трансстрой»-023-2007. Применение грунтовых анкеров и свай с тягой из трубчатых винтовых штанг «Титан», Москва, 2007г.
6. A.D. Barley, D.A. Bruce, M.E.C. Bruce and J.C. Lang, High Capacity and Fully Removable Soil Anchors. PTI Journal. 2003. V1-N2.