

Микросваи на вдавливание и на выдергивание



Анкерное крепление опорных конструкций



Нагельное крепление склонов



Анкерная система ТИТАН -
передовая технология
в геотехнике

Содержание

● Основные элементы конструкции	3
Стальной несущий элемент	
Соединительная муфта	
Одноразовая буровая коронка	
Элементы головной конструкции	
● Технические данные	4-5
Общие механические характеристики анкерных стержней ТИТАН	
Характеристики комплектующих элементов конструкции	
● Технология устройства микросвай, анкерных свай и грунтовых нагелей ТИТАН	6-7
Непосредственное бурение с промывкой	
Нагнетание цементного раствора	
Образование свай в грунте	
● Буровая техника и оборудование	8-9
Буровые установки	
Навесное буровое оборудование	
Насосные станции для нагнетания	
● Области применения	10-21
Микросваи ТИТАН	
Свайное основание мачтовых конструкций	
Анкерные сваи ТИТАН	
Портовое строительство	
Грунтовые нагели ТИТАН	
Железнодорожные сооружения	
Тоннельное строительство	
● Основы проектирования	22-25
● Антикоррозионная защита	26
● Преимущества технологии ТИТАН	27
● Контактные данные	28

Основные элементы
анкерных свай **ТИТАН**

Сферическая гайка

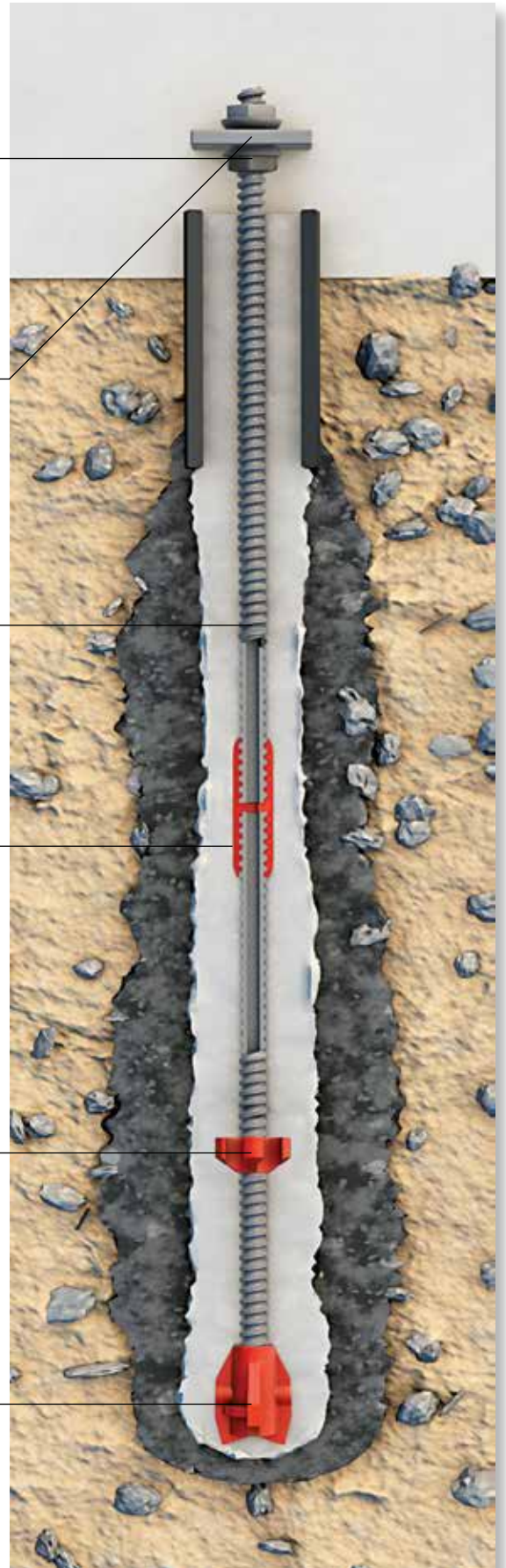
Опорная пластина

Буроинъекционная штанга -
стальной несущий элемент

Соединительная муфта

Центратор

Буровая коронка



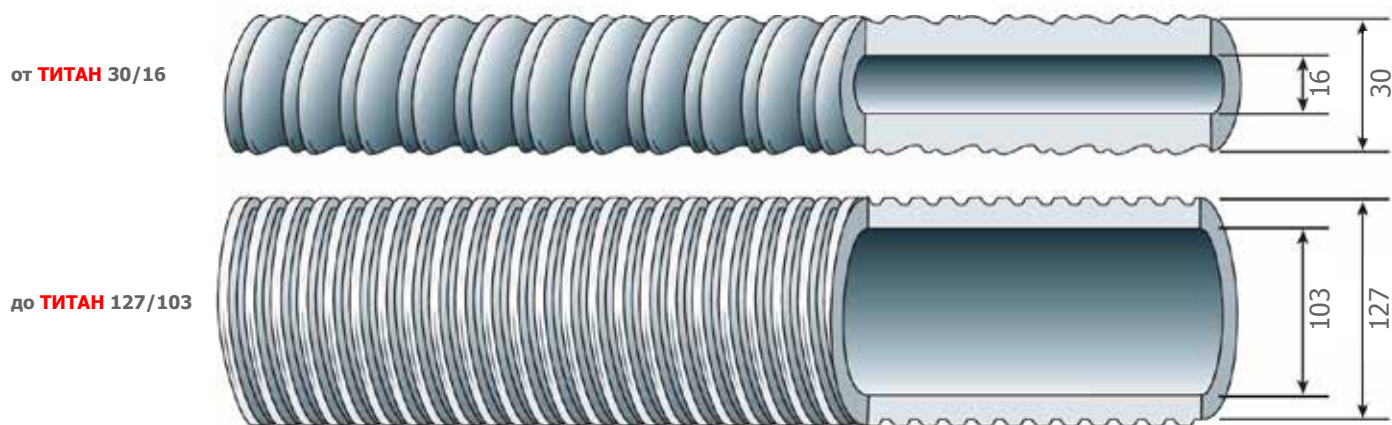
Технические данные

13 типоразмеров

Буроинъекционные штанги ТИТАН производятся из мелкозернистой строительной стали S 460 NH, допущенной строительными нормами EN 14199 и EN 10210-1. Вышеуказанные значения достигаются при навальцовывании резьбы на стержнях. Названная предельная нагрузка и сила на границе текучести измерялись в государственной лаборатории испытания материалов в г. Дортмунде (MPA Dortmund).

Комплектующие системы ТИТАН соответствуют всем требованиям Евростандартов для самозабуривающихся анкерных свай.

- Марка стали S 460 NH
- Предел текучести не выше 600 кН/мм²
- Высокая ударная вязкость стали
- Бесшовная труба
- Геометрия резьбы
- Антикоррозионная защита



Технические характеристики буроинъекционных штанг ТИТАН

Характеристики	Ед. изм.	ТИТАН 30/16	ТИТАН 30/11	ТИТАН 40/20	ТИТАН 40/16	ТИТАН 52/26	ТИТАН 73/56	ТИТАН 73/53	ТИТАН 73/45	ТИТАН 73/35	ТИТАН 103/78	ТИТАН 103/51	ТИТАН 103/43	ТИТАН 127/103
Внешний диаметр	мм	30	30	40	40	52	73	73	73	73	103	103	103	127
Внутренний диаметр	мм	16	11	20	16	26	56	53	45	35	78	51	43	103
Сила на пределе текучести	кН	190	260	425	525	730	830	970	1270	1430	1800	2670	3398	2030
Разрушающая нагрузка	кН	245	320	540	660	925	1035	1160	1575	1865	2270	3660	4155	2320
Напряж. предела текучести	Н/мм ²	560	625	590	590	585	610	590	560	530	565	470	565	585
Поперечное сечение	мм ²	340	415	730	900	1250	1360	1615	2239	2714	3140	5680	6024	3475
Масса погонного метра	кг/м	2,70	3,29	5,80	7,17	9,87	10,75	13,75	17,80	21,0	25,30	44,60	47,3	28,90
Максимальная ударная энергия	Дж	84	84	145	145	400	610	610	610	610	900	900	900	900
Допуст. крутящий момент (K _n =2)	Нм	485	650	1500	1800	3200	8105	8200	8450	8760	20940	24820	27650	22600
Стандартная длина стержня	м	3	2/3/4	3/4	2/3/4	3	6,25	3	3	3	3	3	3	3
Направление резьбы	-	левая					левая / правая		правая					

Одноразовые буровые коронки

Для каждого вида грунта имеются на выбор подходящие буровые коронки. Если грунт оказывается неоднородным или другим, чем ожидалось, то это, как правило, не означает изменения способа бурения анкерных свай ТИТАН, а только замену буровой коронки.

Более обширную информацию о полном ассортименте буровых коронок разного диаметра, а также для всех типоразмеров анкерных тяг ТИТАН вы можете получить в брошюре „Геотехническая система ТИТАН“.



Коронка для глины

Глинистые, пылеватые, вязкие песчаные, смешанные грунты без твёрдых включений < 50 S.P.T. *



Крестообразная коронка

Плотные песчаные, гравелистые грунты с твердыми включениями > 50 S.P.T.



Ошипованная коронка

Выветренный скальный грунт, пилит, сланец, окаменевшая глина; прочность < 70 МПа



Крестообразная коронка из твердого сплава

Доломит, гранит, песчаник; прочность 70-150 МПа



Ошипованная коронка из твердого сплава

Армированный бетон, скальный грунт, предварительное растачивание; прочность > 70 МПа



Ступенчатая коронка из твердого сплава

Для прямолинейности бурения в слоистых скальных грунтах (отклонения < 2 % длины)

*S.P.T. Standard Penetration Test



Соединительные муфты

Соединительные муфты ТИТАН имеют в качестве упора и уплотнителя в середине кольцо из специального металла. Это патентованное решение позволяет применять систему ТИТАН при наличии переменных, пульсирующих и динамических нагрузок.

Центратор



Центральное положение буриноинъекционной штанги в скважине в процессе бурения осуществляется с помощью центраторов. Согласно требованиям Евростандартов для постоянных конструкций, центраторы гарантируют толщину слоя цементного камня, являющегося антикоррозионной защитой стальных элементов.

Варианты головных конструкций



В зависимости от применения анкерных свай ТИТАН в ассортименте есть различные виды головных конструкций. Особенно интересны варианты позволяющие компенсировать угол наклона анкера или нагеля.

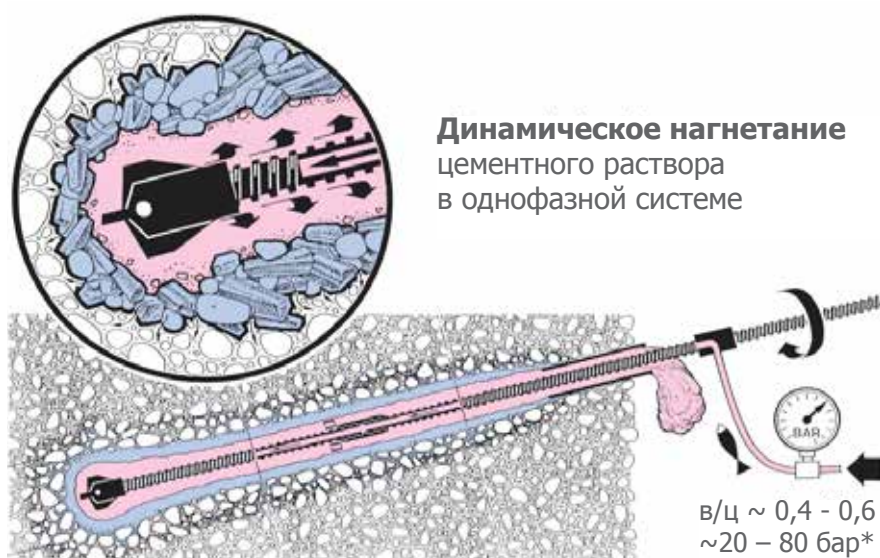
1. Бурение с промывкой



Прямое бурение
с крепящей жидкостью
до основания буровой скважины

v/c ~ 0,7 - 1,0
~5 - 20 бар*

2. Нагнетание цементного раствора



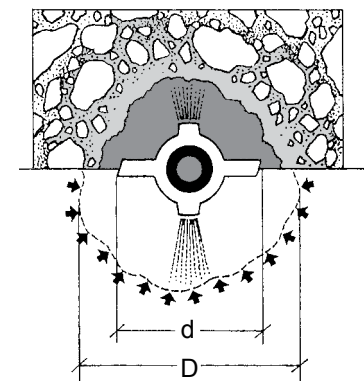
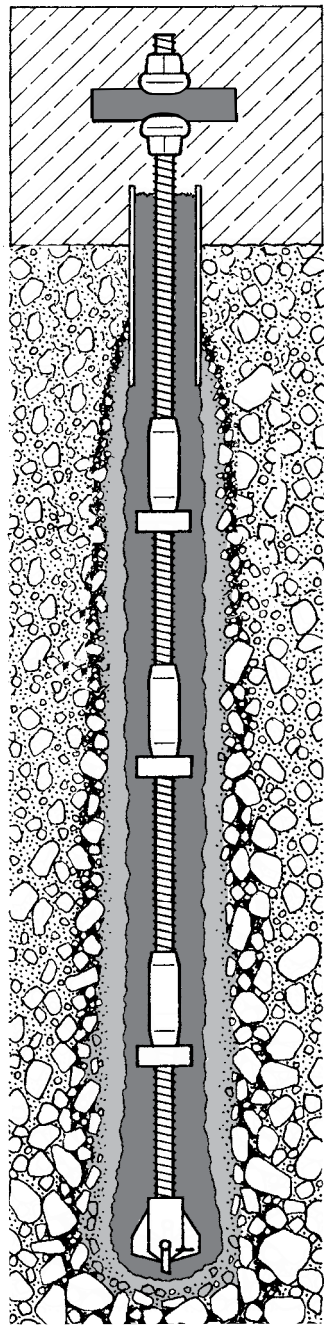
Динамическое нагнетание
цементного раствора
в однофазной системе

v/c ~ 0,4 - 0,6
~20 - 80 бар*

Устройство микросвай, анкерных свай и грунтовых нагелей ТИТАН заключается всего лишь в их непосредственном бурении с промывкой, как правило, жидким цементным раствором (в/ц = 0,7 - 1,0) и последовательном нагнетании густого цементного раствора (в/ц = 0,4 - 0,6). Промывной цементный раствор выносит буровую крошку из скважины, проникает в окружающий корень сваи грунт, улучшает его, укрепляет стенки бурового отверстия против обрушения и создаёт плавный переход между телом сваи и грунтом. Таким образом, в зависимости от свойств грунта возможно увеличение диаметра изготовленной сваи до двойного диаметра буровой коронки. Поверхность стенок анкерных свай ТИТАН получается неровной и благодаря этому обеспечивается их хорошее сцепление с грунтом.

После того как достигается расчётная глубина сваи, буровая штанга продолжает вращаться и нагнетается густой цементный раствор, который вытесняет промывную жидкость. При этом возможно повышение давления до 80 бар, что в слабых грунтах способствует их уплотнению, а также расширению диаметра сваи. Буровая штанга остаётся в скважине в качестве армирующего элемента сваи, который позволяет воспринимать нагрузки на сжатие и выдергивание. Бурение без обсадной трубы и одновременное нагнетание цементного раствора через буроинъекционную штангу значительно ускоряет и упрощает процесс устройства анкерных свай ТИТАН.

* приведенные данные давления при бурении являются ориентировочными и могут отклоняться в зависимости от условий на стройплощадке. В определенных случаях так же возможны промывка водой или продувание воздухом.



d - диаметр буровой коронки
D - диаметр цементного тела

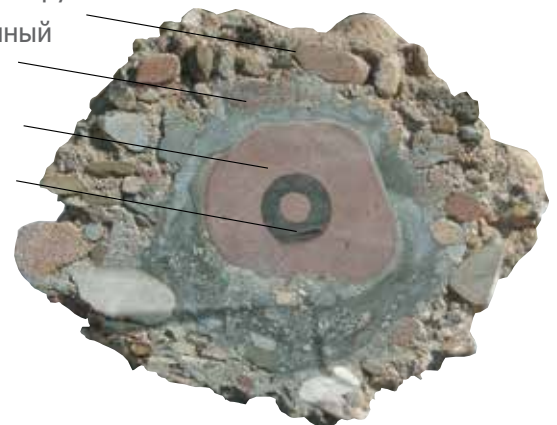


Уплотненный грунт

Фильтрованный осадок

Цементный камень

Стальной несущий элемент





Типичная стройплощадка: экскаватор с навесной мачтой и насосная станция с расходными материалами на прицепе.

Подходящие перфораторы

Характеристики насосов

TITAN 30/...	Atlas Copco COP 1036, 1038, 1238; SIG PLB 291 A; TAMROCK HL 438; Krupp HB 5, HB 11, HB 15, HB 20; Eurodrill HD 1001, HD 1002; Klemm KD 204, KD 511; Morath HB 23; TEI TE 300 HT	35 l/min	Насосы с устройством для дозирования воды,
TITAN 40/...	Atlas Copco COP 1036, 1038, 1238; SIG PLB 291 A; TAMROCK HL 438; Klemm KD 204, KD 511, KD 1011; Krupp HB 11, HB 15, HB 20; Morath HB 70; Eurodrill HD 1001, HD 1002; TEI TE 300 HT	50 l/min	с турбосмесителем для коллоидных смесей
TITAN 52/...	Morath HB 100; Klemm KD 511, KD 1011, KD 1215; Krupp HB 25, HB 35; Eurodrill HD 2004; TEI TE 500 HT	70 l/min	с двумя емкостями (смеситель и накопитель)
TITAN 73/...	Krupp HB 40, HB 45, HB 50; Morath HB 100; Klemm KD 1011, KD 1215; Eurodrill HD 2004, HD 4010	90 l/min	с двойным плунжерным ходом и давлением до 100 бар
TITAN 103/...	Krupp HB 50, HB 60; Klemm KD 1215, KD 1624, KD 1828;	120 l/min	
TITAN 127/...	Eurodrill HD 4010, HD 5012		



Ручные пневматические перфораторы для бурения малых типоразмеров от ТИТАН 30/16 до ТИТАН 40/16



Навесные буровые мачты на обычной строительной технике

для бурения малых и средних типоразмеров от ТИТАН 30/16 до ТИТАН 52/26, производителей ТЕI Rockdrills, Morath и т. д.

Насосные станции

для нагнетания водоцементного раствора, от простых ручных вариантов фирмы Morath до полуавтоматических или полностью автоматических производителей Scheltzke, Obermann, Häny



Самоходные буровые установки

для бурения всех типоразмеров от ТИТАН 30/16 до ТИТАН 103/43, производителей Klemm, Hütte, Interoc, Morath и т. д.

Полный спектр подземных работ

Свайные фундаменты



Буроинъекционная свая ТИТАН в качестве микросваи согл. EN 14199 для фундаментов зданий и сооружений. Нагрузка на вдавливание или выдергивание передается в грунт по боковой поверхности.

- строительство новых фундаментов
- усиление существующих фундаментов
- перераспределение нагрузок
- выравнивание деформаций
- повышение сейсмостойкости фундаментов



Анкерное крепление опорных стенок



Буроинъекционная свая ТИТАН в качестве анкерной сваи согл. EN 14199 для крепления опорных стенок. Выдергивающая сила передается в грунт за условной призмой обрушения.

- строительные котлованы
- причальные сооружения
- инженерная защита опорными стенами
- временные и постоянные конструкции
- альтернатива преднапряженным анкерам



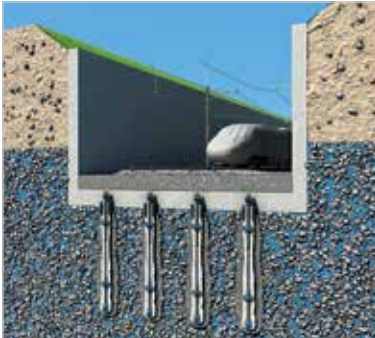
Нагельное крепление склонов



Буроинъекционная свая ТИТАН в качестве грунтовых нагелей согл. EN 14490 для повышения устойчивости склонов. Армирование нестабильного грунтомассива.

- противооползневое крепление склонов
- крепление искусственных откосов
- инженерная защита от камнепадов
- крепление и повышение жесткости железнодорожных насыпей

Всплытие конструкций



Буроинъекционная свая ТИТАН в качестве анкерной сваи согл. EN 14199 для крепления против гидростатического подъема зданий и сооружений, заглубленных в обводненных грунтах.

- крепление путепроводов
- крепление пространственных подземных сооружений, например паркингов
- возможность установки анкерных свай под водой в затопленных котлованах или на глубине через слой грунта

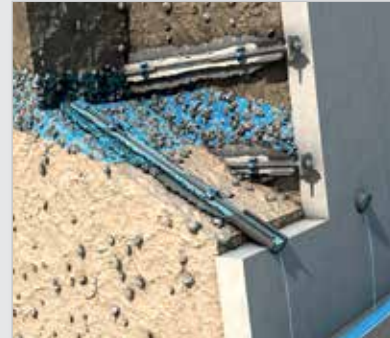
Тоннели



Буроинъекционная свая ТИТАН в тоннельном строительстве.

- крепление порталов тоннелей
- анкерование сводов при проходке
- опережающий экран для проходки нестабильных участков
- IQ-Анкер - мгновенное закрепление трещиноватых пород двухкомпонентной инъекцией

Спецрешения



- Drill Drain - буроинъекционная свая ТИТАН в качестве горизонтально направленного дренажа склонов. Вместо цемента производится инъекция дренажной смеси DrillDrain
- Геотермальная буроинъекционная свая ТИТАН, одновременно работающая в качестве фундамента и источника энергии для отопления зданий
- Моноджет - буроинъекционная свая ТИТАН модифицированная для струйной цементации по технологии "Jet Grouting"



Фундаменты и основания на микросваях **ТИТАН**

Мелкие деформационные значения микросвай ТИТАН позволяют их применение не только в качестве свайных фундаментов зданий, но и в качестве оснований мостов, эстакад и более сложных сооружений. Основания, состоящие из групп микросвай, способны воспринимать все виды, направления и значения нагрузок. В сейсмоактивных зонах фундаменты из групп "корневых" микросвай более эффективны по сравнению с массивными свайными фундаментами.



Фундаменты для солнечных коллекторов - навесов для автостоянок. Ж/б-ростверк крепится анкерными сваями ТИТАН, Пассау, Германия



Основание опор эстакады в слабых грунтах на группах из микросвай ТИТАН, скоростная дорога S 7, Польша



Свайные фундаменты ТИТАН 40/16 под новые матчи электроснабжения железнодорожных линий в Бельгии

Реконструкция и усиление существующих фундаментов и оснований



Технология устройства микросвай ТИТАН позволяет применение малогабаритных буровых установок для санации и реконструкции фундаментов эксплуатируемых зданий и сооружений, как изнутри, так и снаружи. Особенно при реконструкции исторических зданий важно проводить работы без влияния на существующую конструкцию. Микросваи ТИТАН широко используются как для усиления ленточных, плитных и свайных фундаментов, а также для остановки прогрессирующих деформаций.

Реконструкция фундаментов исторического здания церкви Святого Игнатия сваями ТИТАН 52/26 и 73/53, Ландсхут, Германия

Анкерные сваи ТИТАН - крепление опорных конструкций

Применение

Анкерные сваи ТИТАН применяются для крепления различных видов постоянных и временных опорных стен, как например:

- Железобетонных стен ("стена в грунте")
- Стен из буронабивных свай
- Шпунтовых ограждений
- "Берлинской стены" (ограждение двутаврами и брусьями)



Крепление опорных стенок котлована при строительстве Музея Горного Дела в Польше

За счёт их высокой жёсткости и малых деформационных значений при активации анкера в грунте, по сравнению с тросовыми анкерами, они не нуждаются в предварительном преднапряжении, и таким образом, в последовательном периодическом контроле. Это дает возможность оставлять головную конструкцию недоступной, обмоноличивая её в самой стене, в целях осуществления защиты от коррозии.



Крепление ж/б - опорной стены анкерными сваями ТИТАН в Сочи, Россия

Наиболее популярные области применения анкерных свай ТИТАН

- Строительство и реконструкция причальных сооружений
- Крепление котлованов в гражданском строительстве
- Анкерование противооползневых защитных стен
- Крепление опорных стен в транспортном строительстве
- Усиление существующих опорных конструкций

Технология устройства анкеров и геометрические характеристики резьбы анкерных стержней ТИТАН позволяют использовать цементный слой в качестве простой антикоррозионной защиты. Поэтому применение анкерных свай ТИТАН особенно выгодно в постоянных конструкциях, в которых стальные элементы альтернативных анкеров требуют дополнительной антикоррозионной обработки.



Анкерование „Берлинской стены“ и крепление досок клиновыми замками ТИТАН. Развязка с железнодорожным мостом, Бланкенбург Германия

Крепление опорной стенки анкерными сваями ТИТАН вдоль Курортного Проспекта в Сочи, Россия



Анкерные сваи ТИТАН для крепления причальных сооружений

ISCHEBECK
ТИТАН

Одним из более популярных и развивающихся направлений применения как преднапряженных анкеров, так и непреднапряженных анкерных свай по технологии ТИТАН, является портовое строительство. Анкерное крепление причальных сооружений значительно облегчает, и тем самым удешевляет конструкцию. Особенно часто анкерные сваи используются при ремонте, реконструкции или расширении существующих причалов, увеличении их глубоководности, а также усилении для более высоких нагрузок. Технология ТИТАН позволяет установку анкерных свай над и под уровнем воды, с понтонов, с самого причала или же с навесных помостов на шпунтовом ограждении. В связи с колоссальными нагрузками в портовом строительстве востребована высокая несущая способность анкерного крепления, как по материалу так и по грунту. Анкерные сваи ТИТАН способны воспринимать рабочие нагрузки от 12 до 200 ст.



Реконструкция причального сооружения в г. Гамбурге, Германия. Установка анкеров ТИТАН с понтона, прикрепленного к новой шпунтовой стенке.

Строительство шпунтового ограждения и установка анкеров ТИТАН с понтона, г. Тиль, Нидерланды



Реконструкция угольного терминала с помощью трубошпунта и анкерных свай ТИТАН 103/78, длиной до 45 м, порт Высоцк, Россия



Укрепление существующей конструкции и последовательное анкерование нового трубошпунтового ограждения анкерными сваями ТИТАН 103/43, длиной до 60 м, на глубине 7 м под водой в порту г. Вентспилса, Латвия



Стабилизация склонов и откосов грунтовыми нагелями **ТИТАН**

В холмистых и горных местностях широко распространено крепление естественных и искусственных склонов нагельным способом. При этом технология установки и все элементы конструкции буроинъекционных микросвай, анкерных свай и грунтовых нагелей ТИТАН совершенно аналогичны. Они различаются лишь в принципе их работы и в методике расчетов. При креплении нестабильной призмы обрушения грунта нагелями образуется армированный грунтовый массив и таким образом повышается устойчивость склона. Нагельное крепление является более элегантным вариантом крепления склонов, который позволяет избежать применение громоздких опорных и ограждающих конструкций. В зависимости от геометрии откоса и грунтовых свойств можно подобрать различные виды облицовки поверхности, как например:

- Стальные проволочные сети
- Геотекстильные материалы
- Облицовка торкрет-бетоном
- Облицовка легкими железобетонными панелями

Наиболее популярные области применения грунтовых нагелей **ТИТАН**

- Противооползневое крепление склонов
- Крепление срезов горных массивов в транспортном строительстве
- Усиление железнодорожных насыпей
- Инженерная защита от камнепадов и обвалов
- Крепление котлованов в гражданском строительстве
- Портальные сооружения в тоннельном строительстве

Крепление искусственного склона нагелями ТИТАН и сетями Геобругг с последовательным озеленением, Автобан А1, Польша



Крепление оползневого склона нагельным способом с сетями Геобругг, Айнрур ам Оберзее, Германия



Противообвальное крепление скалы нагелями ТИТАН 30/11 под железной дорогой, Швейцария



Нагельное крепление и облицовка торкрет-бетоном порталной стенки тоннеля Лалики в Польше



Нагельное крепление ж/д насыпей и склонов вдоль железных дорог

ISCHEBECK
TITAN



Стабилизация склона вдоль ж/д линии Нюрнберг - Регенсбург нагельным способом, Германия



Применение технологии ТИТАН в железнодорожном секторе на протяжении многих лет является неотъемлемой частью строительства новых и реконструкции существующих ж/д путей Германии, Бельгии, Великобритании и других стран мира. Такие преимущества как использование существующей инфраструктуры при выполнении ремонтных работ, минимальное влияние на график движения поездов за счет высокой производительности и работы с рельсовых средств передвижения, многостороннее применение в качестве свай, анкеров и грунтовых нагелей, позволяют выполнять широкий спектр работ одной и той же строительной техникой. При этом может использоваться малогабаритное буровое оборудование, позволяющее выполнять работы в труднодоступных местах. Это значительно уменьшает ежегодные затраты на содержание и ремонт железных дорог. Применение, в особенности, нагельного крепления делает эксплуатацию ж/д путей безопасной и экономичной.

Крепление склона и защита железнодорожных путей против камнепадов барьерами Геобругг и нагельями ТИТАН вдоль ж/д-трассы Пирна - Шмилка, Нидерфогельзанг, Германия



Противооплзневое крепление склонов нагельным способом по обе стороны ж/д путей. Исполнение работ установками с платформ и рельсовыми экскаваторами в ночное время суток, Великобритания

Крепление ж/д насыпи стальными сетками, габионами и анкерными сваями ТИТАН вдоль линии „Soulbury Road“, Великобритания



Буроинъекционные анкера ТИТАН для строительства и реконструкции тоннелей

Одним из инновационных и эффективных способов проходки в тоннельном строительстве является так называемый "Новый Австрийский Метод Тоннелестроения" ("НАМТ"). Принцип этого способа проходки заключается во временном экранном перекрытии свода тоннеля горизонтально направленными, слегка наклонными буроинъекционными анкерами, которые устанавливаются ряд за рядом в нахлестку (см. изображения снизу). Метод "НАМТ" применяется при проходке непрочных, осыпающихся грунтовых слоев. Анкера ТИТАН особенно целесообразны для строительства тоннелей этим способом, так как их длина может быть выбрана более 3-х, 4-х метров, таким образом шаг между рядами (пролет проходки) увеличивается, и тем самым возрастает скорость проходки тоннеля. Кроме этого, анкера ТИТАН применяются для крепления сферических ж/б сегментов в радиальном порядке, при строительстве и реконструкции тоннелей. В качестве инъекционного материала может быть использован как цементный раствор, так и растворы с добавками полимеров и смол, которые не только очень быстро схватываются, но и осуществляют гидроизоляцию.



Головная конструкция для крепления металлической сетки



Головная конструкция для тонкретбетона



Экранное перекрытие свода тоннеля
„Новым Австрийским Методом Тоннелестроения“.



Области применения технологии ТИТАН

- Экранное перекрытие анкерами в нестабильных горных массивах с опасностью обрушения
- Радиальное крепление тубингов
- Сваи в основании тоннельной арки
- Анкерное или нагельное крепление тоннельных порталов

Преимущества технологии

- Экономия времени и материалов
- Исполнение работ малогабаритным оборудованием
- Простая, быстрая и удобная в обращении технология, особенно в стесненных условиях
- Возможность инъекции изоляционных и быстросхватывающихся смесей

Буроинъекционные анкера ТИТАН для строительства и реконструкции тоннелей

Существующие тоннельные конструкции в период эксплуатации зачастую подвергаются влиянию неблагоприятных факторов (например, оползневые явления, сейсмические воздействия, давление и сдвиг горных массивов). Они приводят к усталости материалов, потере устойчивости и несущей способности, увеличению деформаций. В некоторых случаях появляются дополнительные требования – увеличение габаритов, пропускной способности тоннеля или транспортных нагрузок. При этом возникает необходимость провести реконструкцию тоннельного сооружения. В процессе реконструкции могут быть существенно изменены конструктивные детали, которые включают такие мероприятия, как, усиление основания, стен или сводов тоннеля, замена и закрепление тубингов или укрепление стен тоннельных порталов. Специфической особенностью реконструкции являются стесненные условия и крайне сжатые сроки для проведения ремонтных работ. Технология ТИТАН идеально подходит для решения многих задач, с которыми сталкиваются при реконструкции тоннелей.



Преимущества для заказчика

- Технология, оправдавшая себя на многочисленных объектах с высокими требованиями и уровнем ответственности
- Экономичность
- Скорость исполнения работ
- Долговечность и надежность конструкции
- Без дополнительных расходов на мониторинг и обслуживание

Преимущества для планировщика

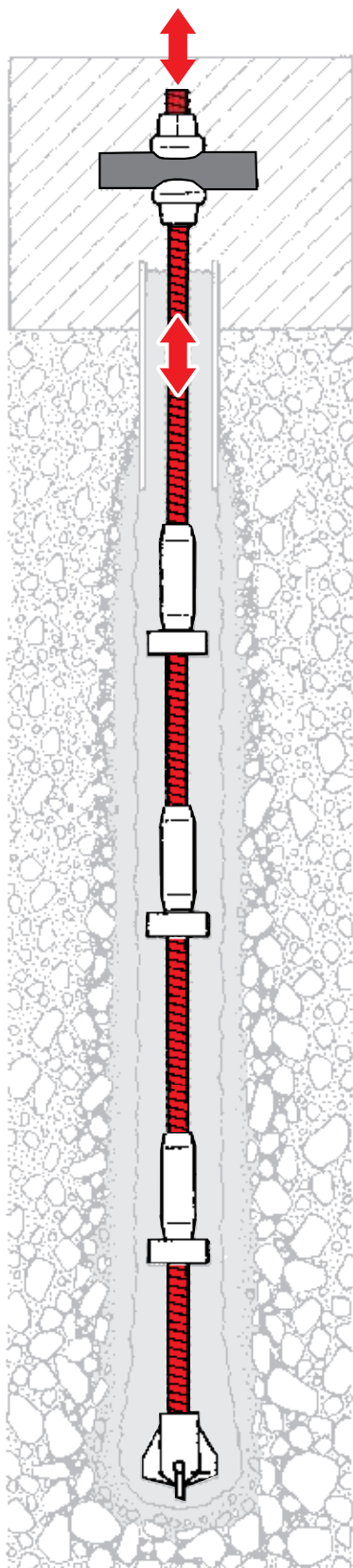
- Единое простое системное решение для любых грунтов
- Быстрая технология для устранения аварийных ситуаций
- Применение в труднодоступных условиях
- Большой диапазон нагрузок
- Обширная консультативная поддержка со стороны производителя

Преимущества для подрядчика

- Простая и быстрая технология
- Высокая производительность
- Легкая приспособляемость к любой геологии
- Использование стандартной техники для бурения
- Поддержка и обучение рабочего персонала производителем
- Безопасность при исполнении работ



Несущая способность по материалу



Анкерные сваи ТИТАН в первую очередь - это железобетонная конструкция, поэтому законы физики и нормативные требования для них аналогичны по отношению к обыкновенным ж/б-конструкциям. Взаимодействие совершенно разных по своим свойствам материалов, сталь и бетон, должно быть обязательно учтено при проектировании данного рода конструкций. Сталь передает нагрузку на цементный камень, который в свою очередь передает её в грунт. Для оптимальной работы с цементным телом анкерные тяги должны соответствовать двум основным требованиям строительных норм:

- предел текучести арматурной стали, имеющей непосредственное сцепление с цементным камнем, не должен превышать **600 Н/мм²**.
- геометрия резьбы должна соответствовать по наклону ребр и отношению их высоты к шагу.

Методика расчета по Еврокоду 7

общее правило -
расчетная нагрузка \leq расчетного сопротивления сваи по материалу

$$E_d \leq R_d$$

где:

$$E_d = \gamma_G \cdot \sum G_k + \gamma_Q \cdot \sum Q_k$$

γ_G частичный коэффициент надежности для постоянных нагрузок G_k (таблица А.3, ЕС 7)

G_k нормативная постоянная нагрузка

γ_Q частичный коэффициент надежности для переменных нагрузок Q_k (таблица А.3, ЕС 7)

Q_k нормативная переменная нагрузка

$$R_d = \frac{R_{m,k}}{\gamma_M}$$

$R_{m,k}$ нормативное сопротивление материала - сила на границе текучести (тех. данные)

γ_M = 1,15 - частичный коэффициент надежности по материалу

Согласно Евростандартам анкерные сваи ТИТАН относятся к трубвинтовым буровинъекционным микросваям. Нагрузки передаются через сваю в грунт исключительно по боковой поверхности цементного тела. Соответственно расчетная несущая способность свай на вдавливание и выдергивание одинакова. Здесь аналогично действует общее правило

$$E_d \leq R_d$$

причем в данном случае R_d - расчетное сопротивление сваи по грунту.

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_{s,t} \cdot \xi_1}$$

где:

R_k нормативное сопротивление сваи по грунту

$\gamma_{s,t}$ или γ_s

$\gamma_{s,t}$ частичный коэффициент надежности несущей способности свай на выдергивание

γ_s частичный коэффициент надежности несущей способности свай на вдавливание

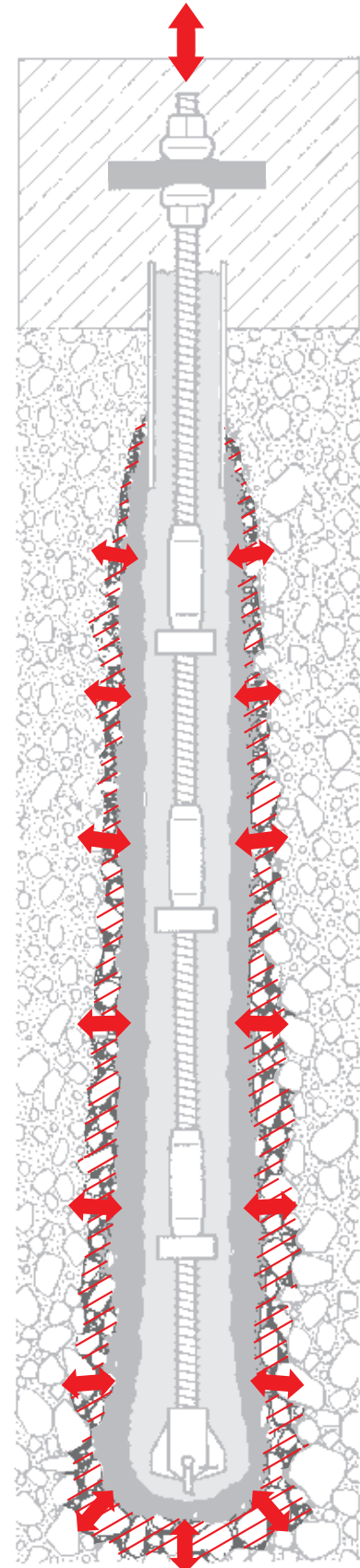
	$\gamma_{s,t}$	γ_s
коэффициент при использовании данных, подтвержденных полевыми испытаниями	1,15	1,10
коэффициент при использовании статистических опытных данных	1,50	1,40

ξ_1 коэффициент разброса результатов полевых испытаний в зависимости от их количества (таблица А.9, ЕС 7)

количество полевых испытаний	2	3	4	≥ 5
ξ_1	1,25	1,15	1,05	1,00

Внимание: пользуясь при расчете статистическими опытными данными коэффициент разброса $\xi_1 = 1,00$

Несущая способность по грунту



$$R_k = \sum A_i \cdot q_{s,i,k}$$

A_i площадь боковой поверхности сваи в слое грунта i

$$A_i = \pi \cdot (d + a) \cdot L_{b,i}$$

d диаметр буровой коронки (тех. данные)

a увеличение диаметра сваи при бурении = 20 мм

В данном пункте в технических правилах для проектирования анкерных свай ТИТАН (EA-Pfähle, 2012 г.) произошли изменения. Если раньше увеличение диаметра определялось на основе опытных данных в зависимости от грунта, то теперь это значение стало константным 20 мм. Возникший при этом запас несущей способности был перераспределен на удельное боковое трение по грунту $q_{s,i,k}$, что отразилось в его повышении в зависимости от характеристик грунта.

$L_{b,i}$ несущая длина сваи в слое грунта i

$q_{s,i,k}$ удельное боковое трение в слое грунта i
согласно "EA-Pfähle" для трубчатых буроналивных микроанкерных свай значения можно определить по результатам зондирования методом С.Р.Т.

в несвязных грунтах

удельное сопротивление под конусом зонда q_c [МН/м ²]	$q_{s,i,k}$ [кН/м ²]
7,5	170 - 210
15	255 - 320
≥ 25	305 - 365

в связных грунтах

сопротивление недренированному сдвигу $c_{u,k}$ [МН/м ²]	$q_{s,i,k}$ [кН/м ²]
60	70 - 80
150	115 - 125
≥ 250	140 - 150

Расчет общей длины сваи ТИТАН - L_{tot}

$$L_{tot} = L_b + L_{con} + L_{free}$$

L_b общая длина несущей (корневой) части сваи

$$L_b = \frac{E_d}{\pi \cdot (d + a) \cdot \frac{q_{s,k}}{\gamma_{s,t} \cdot \xi_1}}$$

L_{con} конструктивная длина сваи для головной конструкции

L_{free} расчетная свободная длина сваи при анкерном креплении или наличии не несущих слоев грунта

Расчет расхода цемента

При предварительном расчете необходимого количества сухого цемента рассчитывается диаметр корня анкерной сваи отталкиваясь от диаметра буровой коронки и возможного в зависимости от грунтовых условий расширения буровой скважины. Исходя из опыта устанавливается теоретический диаметр свайного тела. В отличие от расчета несущей способности по грунту, за основу принимается не наименьшее возможное расширение свайного тела, а среднее значение. Расход цемента зависит от водоцементного соотношения и пористости грунта.

Так как расчет расхода цемента базируется на опытных, эмпирических данных, то в практике возможны отклонения до +/- 20%. На расход цемента при бурении влияют следующие параметры:

- инфильтрация цемента в грунт
- пористость грунта / наличие трещин или пустот
- степень водонасыщенности грунта
- наличие напорных или проточных грунтовых вод
- вытекание раствора из буровой скважины
- давление при бурении и нагнетании

Ориентировочно на одну анкерную сваю рассчитывается 1,5 – 2 объема буровой скважины промывочного раствора В/Ц = 0,7 – 1,0 и один объем скважины густого раствора В/Ц = 0,4 - 0,6.

Пример расчета расхода цемента на метр буровой скважины

ТИТАН 52/26

Буровая коронка для глины $d = 175 \text{ мм}$

Связный грунт $a = 35 \text{ мм}$ (среднее увеличение)

Расчетный диаметр для расхода $D = 175 \text{ мм} + 35 \text{ мм} = 210 \text{ мм}$

Расчетный объем скважины на 1 погонный метр:

$$V = \pi \cdot (D/2)^2 = \pi \cdot (0,105 \text{ м})^2 = 0,035 \text{ м}^3 = 35 \text{ л/м}$$

Плотность раствора в зависимости от соотношения:

В/Ц = 0,5 - 1,80 кг/дм³

В/Ц = 0,7 - 1,65 кг/дм³

В/Ц = 1,0 - 1,50 кг/дм³

Расход цемента на промывной раствор В/Ц = 1,0:

$$35 \text{ л/м} \cdot 1,50 \text{ кг/л} \cdot 2 = 78,8 \text{ кг/м (раствора)}$$

$$= 39,4 \text{ кг/м (сухого цемента)}$$

Расход цемента на инъекционный раствор В/Ц = 0,5:

$$35 \text{ л/м} \cdot 1,80 \text{ кг/л} \cdot 1 = 63,0 \text{ кг/м (раствора)}$$

$$= 42,0 \text{ кг/м (сухого цемента)}$$

Общий расход сухого цемента = 39,4 + 42,0 = **81,4 кг/м**

С помощью таблицы снизу можно в зависимости от расчетного диаметра сваи и соотношения В/Ц рассчитать расход сухого цемента на погонный метр скважины.

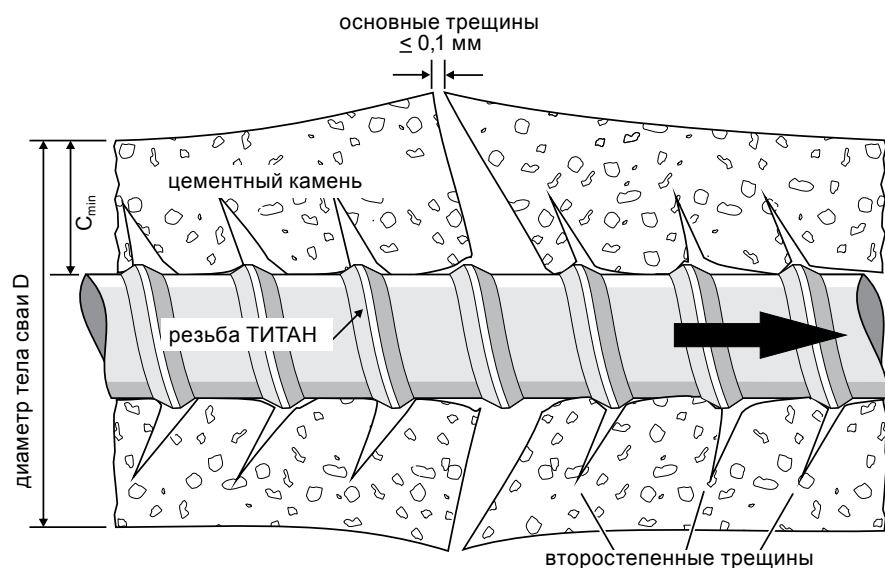
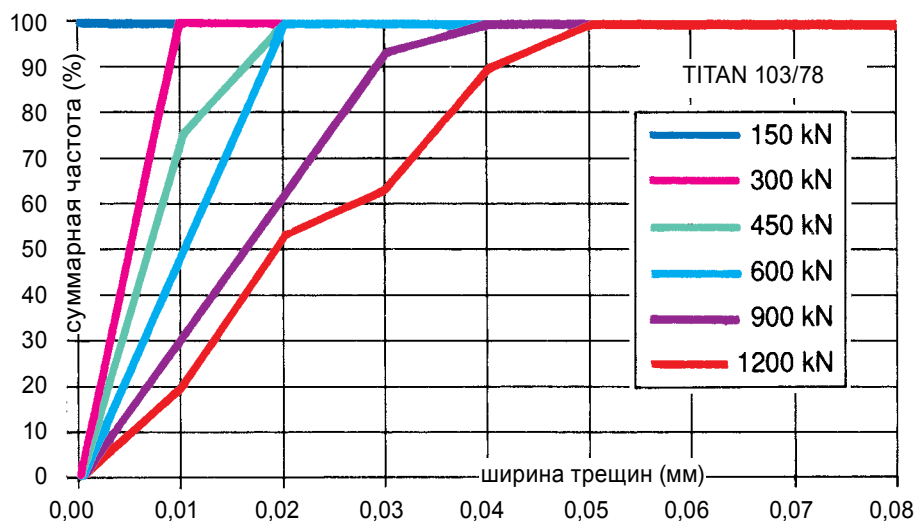
Свая Ø D	Объем буровой скважины [л/м]	Соотношение в/ц							
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
[мм]	[л/м]	расход сухого цемента [кг] на метр свайного тела							
60	2,8	3,9	3,4	3,0	2,7	2,5	2,3	2,1	
90	6,4	8,7	7,6	6,8	6,2	5,6	5,2	4,8	
120	11,3	15,4	13,6	12,1	10,9	10,0	9,2	8,5	
150	17,7	24,1	21,2	18,9	17,1	15,6	14,3	13,3	
180	25,4	34,7	30,5	27,3	24,6	22,5	20,6	19,1	
200	31,4	42,8	37,7	33,7	30,4	27,7	25,5	23,6	
220	38,0	51,8	45,6	40,7	36,8	33,5	30,8	28,5	
250	49,1	66,9	58,9	52,6	47,5	43,3	39,8	36,8	
300	70,7	96,4	84,8	75,7	68,4	62,4	57,3	53,0	

Антикоррозионная защита

Согласно Евростандартам строительная конструкция считается постоянной если срок её эксплуатации длится более двух лет. В таком случае проектировщику следует сделать расчет несущей способности и устойчивости конструкции с учетом длительного срока её эксплуатации. В качестве рекомендации существует правило, что как минимум срок эксплуатации рассчитывается на 50 лет, а для стратегически важных объектов, как например, мосты, тоннели, важные автомобильные и железнодорожные соединения, порты, объекты энергетического снабжения и т.д., расчет долговечности ведется на 100 лет.

Анкерные сваи ТИТАН - железобетонная конструкция, поэтому главную роль в сохранении долговечности конструкции играет антикоррозионная защита стальных элементов. В стандартных условиях функцию защитной оболочки перенимает цементный камень, охватывающий металлоконструкцию. Согласно евростандартам, так называемая, "простая" антикоррозионная защита допускается при соблюдении двух требований. Первое, толщина цементного слоя вокруг армирующего элемента должна быть не менее 30 мм, что в системе ТИТАН решается конструктивно с помощью центраторов. Второе, цементное тело должно быть без повреждений, а точнее максимальная толщина трещин в цементе не должна превышать 0,1 мм. Трещины в цементе неизбежны, так как сталь и цемент имеют совершенно разную эластичность. Тем не менее с помощью ограничения напряжения стали и геометрии резьбы армирующего элемента ширины трещин можно регулировать. Резьба ТИТАН была разработана с целью соблюдения этого требования и ему соответствует. Это было подтверждено Мюнхенским Техническим Университетом в рамках научно-исследовательских испытаний, проведенных на извлеченных из грунта сваях ТИТАН. На данный момент - это единственная своего рода система, допущенная для применения в конструкциях до 100 лет без дополнительной антикоррозионной защиты.

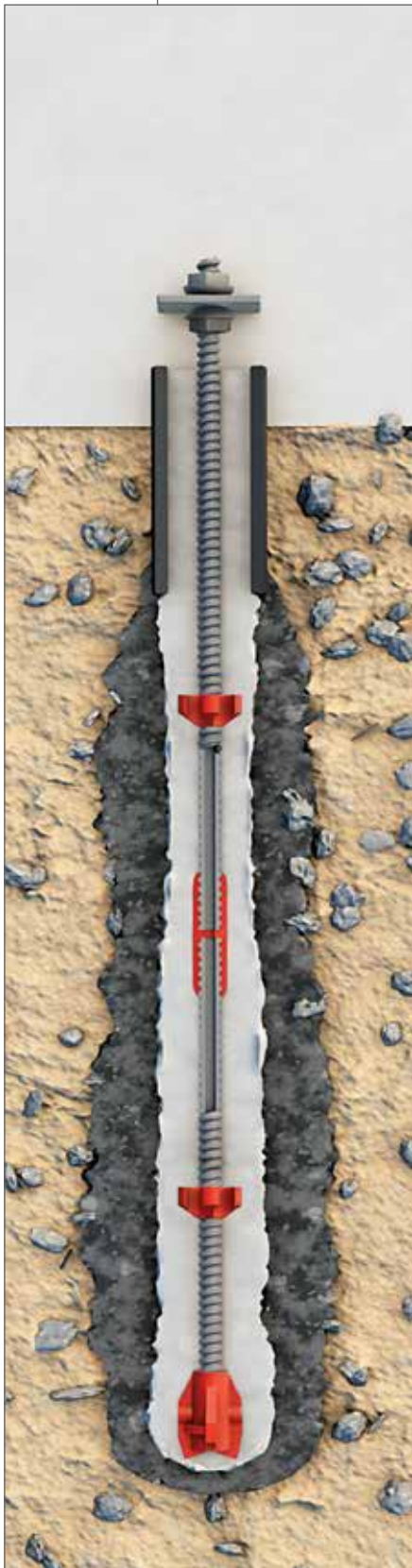
Диаграмма образования трещин в цементном теле на разных ступенях нагрузок на анкерный стержень



Испытание извлеченных из грунта свай ТИТАН на образование трещин в цементном теле, ТУ Мюнхен Проф. Др. Цильх, Проф. Др. Шисл



Разрез извлеченной из грунта анкерной сваи ТИТАН 30/11



Простая, универсальная технология для всех видов грунта

Высокая продуктивность по сравнению с традиционными технологиями

Бурение без обсадных труб и бурового инструмента

Работа в стеснённых условиях с малогабаритными буровыми установками без разрушения существующих фундаментов

Малая вибрация при исполнении работ

Улучшение грунта, окружающего корень сваи

Сравнительно небольшие деформационные значения

Приспособляемость к любой картине нагрузок

Использование в качестве свай сжатия и растяжения

Произвольная длина микросвай и анкеров за счёт соединения муфтами

Применение высококачественной мелкозернистой стали с высокой ударной вязкостью и пластичностью

Защита стального стержня от коррозии за счёт покрытия цементным слоем

Соответствие всем требованиям европейских стандартов!

Нагельное крепление склона и анкерные сваи для крепления противокамнепадных барьеров вдоль автодороги - подъезд к Дорнбургским Дворцам, Германия



Опалубочные системы



Траншейные крепи



Геотехника



Зertifiziertes Management-System nach DIN EN ISO 9001 / 2008, Registriernummer DE-96-010



FRIEDR. ISCHEBECK GMBH

Geschäftsführer: Dr. jur. Lars Ischebeck, Dipl. Wi.-Ing. Björn Ischebeck

Loher Str. 31-79 | DE-58256 Ennepetal | Tel. +49 02333 8305-0 | Fax +49 02333 8305-55

E-Mail: info@ischebeck.de | <http://www.ischebeck.de>