



НИИ Транснефть

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ»

Технология устройства свайных фундаментов и сопоставительный анализ результатов полевых испытаний металлических трубчатых свай с их расчетной несущей способностью в соответствии с СП 24.13330.2011

Докладчик: Смирнов Николай Владимирович
ведущий научный сотрудник лаборатории фундаментов
и оснований организации ООО «НИИ Транснефть».

30 июня 2016 года

В докладе приводятся результаты обзора технологии устройства, а также результаты испытаний на выдергивающую нагрузку свай из труб $\varnothing 426$ мм, погруженных в предварительно пробуренные лидерные скважины $\varnothing 350$ мм, на участках вдольтрассовой линии электропередач напряжением 10 кВ, устраиваемой вдоль нефтепровода. Обзор включает описание конструкции сваи, технологию погружения, сравнительный анализ расчетной несущей способности свай на выдергивающую нагрузку с результатами полевых испытаний свай.

В качестве фундаментов промежуточных и анкерных опор ВЛ 10 кВ сооружаемых вдоль нефтепроводов в отдаленных регионах РФ со сложными природными и климатическими условиями применяются сваи из металлических труб $\varnothing 426$ мм с толщиной стенки 9 мм и длиной от 6 до 12 м. Данная конструкция свай из металлических труб была принята как наиболее оптимальная конструкция с точки зрения минимизации времени, затрат на транспортировку и монтаж на удаленных объектах строительства, а также как конструкция с наибольшим эксплуатационным сроком службы.

Для грунтовых условий по трассе строительства характеризующихся преимущественно песчаными и глинистыми грунтами различной консистенции в качестве технологии погружения свай был принят забивной и вибропогружной способы. Забивка и вибропогружение свай выполнялись в предварительно пробуренные лидерные скважины $\varnothing 350$ мм, на глубину на 1 м меньше проектных отметок низа сваи. Погружение свай выполнялось дизель-молотом МСДТ-1250-01 и вибропогружателем ВГ 06.42.

Важно отметить, что при оценке данных технологий погружений свай при строительстве протяженных линий электропередач и других протяженных объектов строительства, погружение свай с помощью вибропогружателя имело преимущество в скорости в 5-7 раз по сравнению с забивным способом. Производительность устройства свай забивкой с помощью дизель-молота по трассе составляла до 5-7 свай в смену, а производительность вибропогружателя – до 30 свай.

По результатам оценки инженерно-геологических условий трассы строительства были выбраны пикеты для проведения полевых испытаний свай с целью подтверждения требуемой расчетной несущей способности согласно СП 24.13330.2011.

В таблице 1 приведены данные расчета несущей способности свай по грунту по боковой поверхности согласно п.7.2.5 СП 24.13330.2011.

Таблица 1 – Расчет несущей способности свай по грунту по боковой поверхности

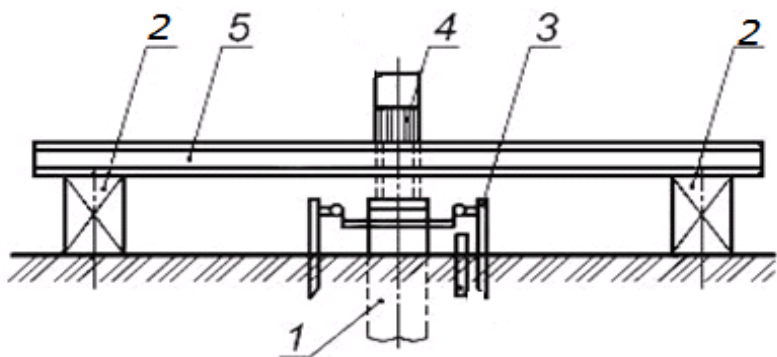
N п/п	Грунтовые условия		Длина свай, м	Способ погружени я	Расчетная несущая способность свай на выдергивание F_d^* , тс
	Грунт	Мощность слоя, м			
1	2	3	4	5	6
1.	Песок мелкий, средней плотности, средней степени водонасыщения; песок средней крупности, средней плотности, средней степени водонасыщения	3,0 6,0	9,0	Вибропогр.	30,02
2.	Песок средней крупности, средней плотности, средней степени водонасыщения	7,0	7,0	Вибропогр.	23,1
3.	Песок мелкий, средней плотности, средней степени водонасыщения	7,0	7,0	Вибропогр.	16,5
4.	Суглинок полутвердый $I_L=0,06$; супесь пылеватая, твердая $I_L=0,01$	2,5 4,5	7,0	Вибропогр. Забивной	25,6
5.	Торф; песок пылеватый средней плотности; Глина полутвердая $I_L=0,05$	3 1,5 4,5	9,0	Забивной	23,5
6.	Песок мелкий средней плотности; суглинок пылеватый <u>мягкопластичный</u> $I_L=0,55$; суглинок текучий $I_L=0,88$; глина пылеватая <u>тугопластичная</u> $I_L=0,34$	3 1 1 4	9,0	Вибропогр. Забивной	22,42
7.	Песок пылеватый средней плотности, средней степени водонасыщения; песок мелкий средней плотности, насыщенный водой	3 6	9,0	Забивной	21

* $F_d = \gamma_c \cdot u \gamma_{cf} \sum_{i=0}^n f_i \cdot h_i$, где в соответствии с СП 24.13330.2011:
 $\gamma_c=1,0$ согласно п.14.4; $u=134$ м; $\gamma_{cf}=0,6$ согласно п.26) табл. 7.4; f_i, h_i – принимались согласно табл. 7.3.

По результатам расчетов, представленных в таблице 1, получены значения расчетной несущей способности свай на выдергивающую нагрузку. Следующим этапом было проведение работ по устройству и последующему испытанию свай на объекте.

В разработанной ООО «НИИ Транснефть» программе испытаний, были заложены испытания свай на выдергивающую нагрузку на пикетах, указанных в таблице 1. Выдергивающая нагрузка была доведена до значения, при котором выход сваи составлял не менее 25 мм согласно п.8.5.5 ГОСТ 5686-2012.

Результаты полевых испытаний свай (рис. 1) и их сравнительный анализ с расчетной несущей способностью приведены в таблице 2.



Условные обозначения: 1 - испытываемая свая; 2 – опора; 3 - реперная система с прогибомерами; 4 - домкрат с манометром; 5 - система упоров, балок

Рис.1 Схема установки для испытания грунтов статической выдергивающей нагрузкой

Таблица 2 – Результаты полевых испытаний свай на выдергивающую нагрузку и их сравнительный анализ с расчетной несущей способностью

№ п/п	Длина свай, м	Время отдыха свай, сут.	Выдергивающая нагрузка по результатам испытаний, $F_{u,max}$, тс	Принимаемое частное значение предельного сопротивления F_u^* , тс	Расчетная несущая способность свай на выдергивание F_d , тс
1	2	3	4	5	6
1.	9,0	30	20,6	18,6	30,02
2.	7,0	10	17,2	15,7	23,1
3.	7,0	10	11,0	9,9	16,5
4.	7,0	20	20,3	18,6	25,6
5.	9,0	20	18	16,4	23,5
6.	9,0	30	15,4	13,9	22,42
7.	9,0	10	9,4	8,0	21

*В соответствии с примечанием 2 п.7.3.5 и п.7.3.6 значение предельного частного сопротивления принималось на одну степень загрузки (степень загрузки принималась как 1/15 значения расчетной несущей способности) меньше выдергивающей нагрузки по результатам испытаний

Из результатов сравнительного анализа несущей способности свай по результатам расчета, и по данным полевых испытаний видно, что фактическая несущая способность свай меньше, чем расчетные значения, полученные согласно п.7.2.5 СП 24.13330.2011.

По результатам анализа нормативной документации было установлено, что в соответствии с п.9.16 СП 22.13330.2011 при расчете конструкций основания на контакте конструкций с грунтом должны быть определены силы предельного сопротивления сдвигу, которые зависят от характеристик трения и сцепления на контакте. Силы трения и сцепления на контакте «конструкция - грунтовый массив» должны определяться в зависимости от значений прочностных характеристик грунта, гидрогеологических условий площадки, материала конструкции и технологии ее устройства. Согласно таблице 9.1 СП 22.13330.2011 угол трения грунта по материалу конструкции зависит от угла внутреннего трения грунта и коэффициента условий работы, который для бетонных и железобетонных конструкций составляет 0,33-0,67, а для металлических – 0-0,33. Расчет несущей способности свай по грунту по боковой поверхности в СП 24.13330.2011 не учитывает различные материалы конструкции свай (металл, сваи с антикоррозионным покрытием) и, как следствие, различные силы трения и сцепления на контакте «конструкция - грунтовый массив».

Выводы

1. Технология погружения свай с помощью вибропогружателя имеет преимущество по сравнению с бурозабивным способом на протяженных объектах строительства.
2. При подборе вибропогружателя необходимо руководствоваться п. п.15.2.16-15.2.19 СП 50-102-2003 и приложением Е СП 45.13330.2012 с выбором наилучших с точки зрения вибропогружения грунтовых условий, а также проведением последующей апробации по возможности вибропогружения свай на этом участке.
3. Методика расчета несущей способности свай по грунту на боковой поверхности, приведенная в СП 24.13330.2011, требует доработки, в частности, введения дополнительных коэффициентов, учитывающих различные силы трения свай по грунту в зависимости от материалов конструкции свай, таких как металлические сваи и сваи с антикоррозионным покрытием.
4. Для определения расчетного сопротивления на боковой поверхности металлических свай с грунтом требуется проведение соответствующего объема испытаний свай в различных инженерно-геологических и грунтовых условиях.



НИИ Транснефть

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ»

6

Список литературы

СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений Актуализированная редакция

СНиП 2.02.01-83*».

СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты. Актуализированная редакция

СНиП 2.02.03-85».

СП 45.13330.2012 «Земляные сооружения. Основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 03.02.01-87».

СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов».

ГОСТ 5686-2012 «Грунты методы полевых испытаний сваями».

ООО «НИИ Транснефть»

117186 г. Москва, Севастопольский проспект, д.47А

Вебсайт: niitnn.transneft.ru

Тел.: +7(495) 950-82-95

e-mail: niitnn@niitnn.transneft.ru

Состав подкомитета ПК10

ФОИВ (2)

Ростехнадзор

Минэнерго
России

Изготовители продукции (2)

ОАО «ОМК»

ЗАО «Псков-
элеваторсвар»

Научно-исследовательские, проектные и учебные Институты (16)

ООО «НИИ ТНН»

НОИЗ

ОАО «Газпром ВНИИГАЗ»

ОАО «Гипротрубопровод»

МГТУ им. Н.Э. Баумана

ООО «АНО АИПР»

Институт проблем нефти
и газа РАН

РГУ нефти и газа
им. И.М. Губкина

НАКС

Центр диагностики «ИНТРОСКО»

ОАО ЦТД «Диаскан»

ОАО ВНИИСТ

ЗАО НПВО «НГС-Оргпроектэкономика»

ООО «Газпром газнадзор»

НУЦ «Контроль и диагностика»

ОАО «РосНИТИ»

Нефтегазовые Компании (15)

ОАО «АК «Транснефть»

ОАО «ГАЗПРОМ»

ОАО «Сургутнефтегаз»

ОАО «ТНК-ВР»

ОАО «НК «Лукойл»

ООО «РН-«Пурнефтегаз»

ОАО «Татнефть»

ОАО «АК «Транснефтепродукт»

ОАО «АК «Самотлорнефтегаз»

ООО «Востокнефтепровод»

ОАО «Черномортранснефть»

ОАО «Приволжскнефтепровод»

ОАО «МН «Дружба»

ОАО «Сибнефтепровод»

ООО «ТНГ-Групп»

Строительные организации (15)

СРО НП «Нефтегазстрой»

НП «СРО ОСГ и НК»

НОСТРОЙ

ООО «Стройгазконсалтинг»

ОАО «Стройтрансгаз»

ОАО «Стройгазмонтаж»

ОАО «Глобалстрой-Инжиниринг»

ОАО «Межрегион-
трубопроводстрой»

ОАО «Сибкомплектмонтаж»

ОАО «Рамос»

ОАО «Нова»

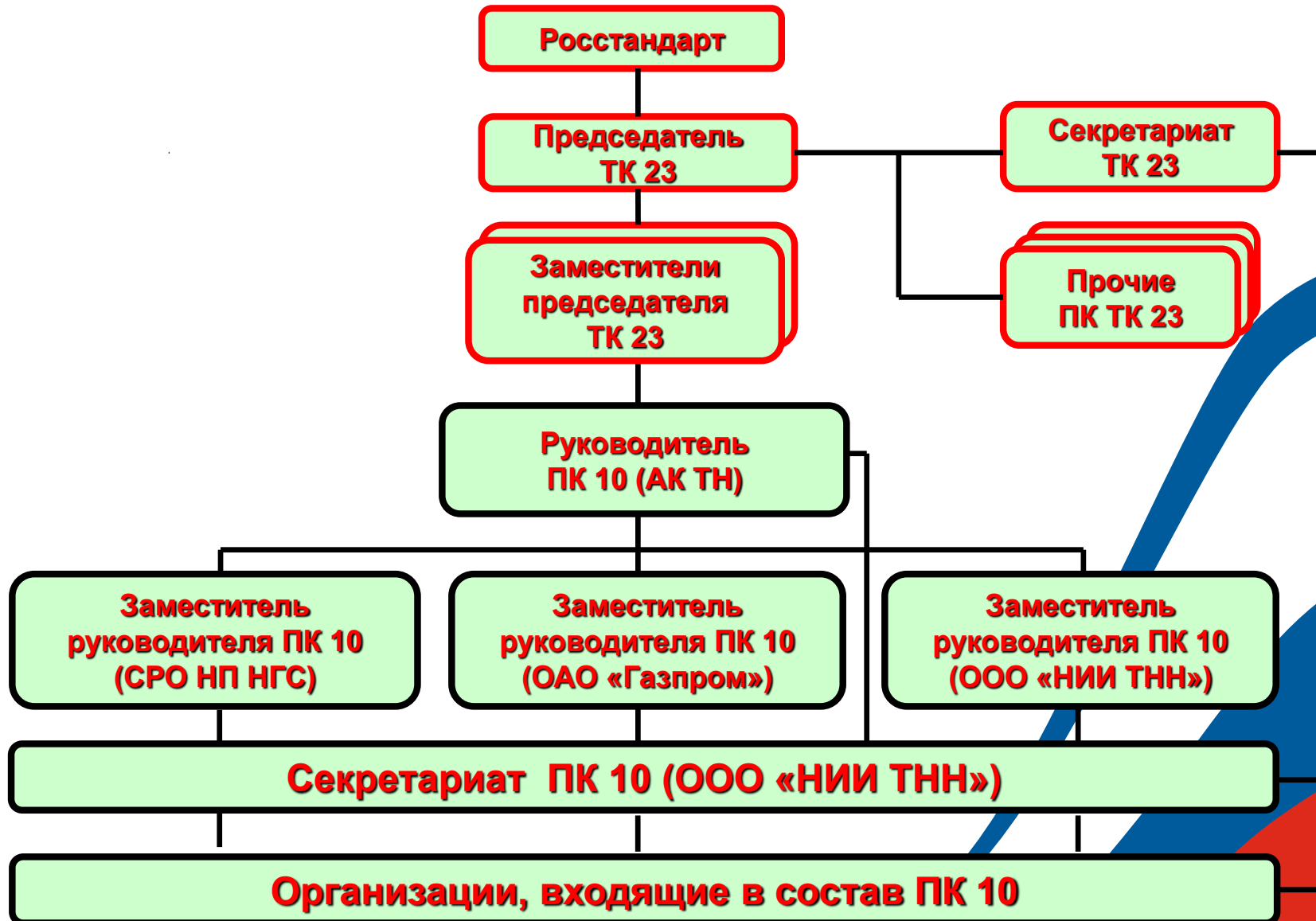
ОАО «Белтрубопроводстрой»

ОАО «Арктикнефтегазстрой»

ООО «ДСД»

ООО ИПСК «НГС-Темпобур»

Место ПК 10 в структуре ТК 23



**В сентябре 2013 года
ПК10 приступил к разработке**

**ГОСТ Р «Магистральный
трубопроводный транспорт жидких и
газообразных углеводородов.
Контроль качества
строительно-монтажных работ»**



В 2014 году ПК10 приступит к разработке:

ГОСТ Р «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Проектирование и строительство магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов в условиях вечной мерзлоты»

ГОСТ Р «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Строительство магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Тепловая изоляция»

ГОСТ Р «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Проектирование и строительство магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов в сейсмических районах»

Проблемные вопросы в организации деятельности ПК 10

Отсутствие активности входящих в состав ПК 10 нефтегазовых компаний, особенно в области добычи и переработки жидких и газообразных углеводородов

Отсутствие источников финансирования по ряду работ, предложенных к включению в план ПК 10



**Перспективная программа работ подкомитета
«Строительство и капитальный ремонт объектов
нефтяной и газовой промышленности»
(ПК 10 ТК 23/МТК 523) на период до 2020 года**

№№ п/п	Год начала разработки	Количество планируемых к разработке стандартов	Год завершения разработки	В обеспечение каких ТР ведется разработка	Головной разработчик	Источник финанси- рования
1	2015	10	2016 - 3 2017 - 7	1. «ТР о безопасности зданий и сооружений» (ФЗ от 30.12.2009 №384-ФЗ) 2. Проект ТР «О безопасности МТ для транспортирования жидких и газообразных углеводородов»	ООО «Газпром ВНИИГАЗ» - 7 ООО «НИИ ТНН» - 3	ОАО «Газпром» ОАО «АК «Транснефть»
2	2016	3	2018		ООО «Газпром ВНИИГАЗ»	ОАО «Газпром»
3	2017	2	2019		ООО «Газпром ВНИИГАЗ»	ОАО «Газпром»
4	2018	3	2020		ООО «Газпром ВНИИГАЗ»	ОАО «Газпром»
ИТОГО:		18				

**О завершении работ
по формированию подкомитета ПК10 «Строительство и
капитальный ремонт объектов нефтяной и газовой
промышленности»
и о планировании предстоящих работ**

Докладчик: руководитель ПК10 ТК23
вице-президент ОАО «АК «Транснефть»
А.Н. Сапсай

01 октября 2013 года

