# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение выс-

шего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Кафедра «Промышленное, гражданское строительство и городское хозяйство» (наименование кафедры)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Технология строительного производства»

(направленность (профиль))

## МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему «Повышение несущей способности основания буровых свай»

(И.О. Фамилия)

Студент

Е.А. Ушакова

Научный руководитель Л.М. Борозенец (И.О. Фамилия) (личная подпись)

(личная подпись)

(личная подпись)

Руководитель программы	<u>д.э.н., к.т.н., профессор, А.А. Руденко</u>	
	(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	(личная подпись)
«»	20Γ.	

### Допустить к защите

Заведующий кафедрой ПГСиГХ	<u>к.т.н., доцент, Д.С. Тошин</u>	
	(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	

«<u>»</u> 20<u>г</u>.

Тольятти 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

BBEITEHNE	3
1 Protective of a configuration of the second states of the second state	0
1 Пренеровно иссоченностей существующих видов буровых свай	9
1.1 Применяемые конструктивные виды оуровых сваи	9
1.2 Особенности способов существующих технологии изготовления буровн	SIX
свай	13
1.3 Результаты известных экспериментально-теоретических исследований	
несущей способности оснований буровых свай	. 20
2 Полевые натурные экспериментальные исследования несущейспособност	ГИ
оснований одиночных буронабивных свай	. 25
2.1 Инженерно-геологические условия площадок проведения эксперименто	эв25
2.2 Планирование эксперимента	. 29
2.3 Методика проведения испытаний	. 31
2.4 Обработка, анализ и сравнение результатов экспериментальных	
исследований буронабивных свай статической вдавливающей нагрузкой	.35
3 Расчеты несущих способностей оснований опытных буронабивных свай	по
действующей нормативной методике	. 39
3.1 Материальные конструктивные и расчетные силовые схемы	. 39
3.2 Определение несущей способности оснований буронабивных свайна	
действие статической вертикальной нагрузки	.41
3.3 Анализ и сравнение результатов расчетов опытных буронабивных свай.	. 44
4 Теоретическая разработка геотехники расчетного исследования повышен	ИЯ
несущей способности оснований буронабивных свай	.45
4.1 Разработка методологии расчетного выбора задействованных в работе з	ЗОН
состояний предельных равновесий грунтов основанийбуронабивных свай	.45
4.2 Методология расчетного определения критической несущей способнос-	ГИ
оснований буронабивных свай	.74
4.3 Анализ и сравнение результатов расчетов опытных буронабивных свай	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	. 88
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	.90
ПРИЛОЖЕНИЯ	.95

## ВВЕДЕНИЕ

В практике строительства при производстве работ нулевого цикла широкое применение получили буровые сваи, классифицируемые по способу заглубления в грунт, изготавливаемые на месте в грунте строительной площадки с полным удалением грунта из объема буровой скважины [30]. Причиной к тому служат их недостатки:

- высокая степень индустриальности производства строительных работ в процессах изготовления буровых свай;

- возможность бурения скважин строго прямолинейной цилиндрической формы, требуемых проектных глубин и диаметров с размерами до трех метров;

 - безопасность устройства буровых свай рядом с существующими фундаментами в условиях плотной городской и исторической застройки и реконструкции строений;

- укладка бетонной смеси в скважинах, устройство которых предполагается в глинистых грунтах, находящихся выше уровня подземных вод без крепления их стенок.

Конструктивные виды буровых свай по признакам технологического повышения несущей способности оснований подразделяются на буронабивные, буронабивные с грунтовытесненными уширениями и бурогрунтовытесненными. Существенным недостатком буронабивных свай является: отсутствие уплотнения окружающего сваю грунта основания, а, следовательно, отсутствие улучшения качества естественных грунтов оснований, наличие разрыхленного грунта на стенке буровой скважины, что обусловливает незначительную удельную несущую способность основания на один кубометр объема бетона ствола сваи; проявление значительных естественных абсолютных осадок свай под нагрузкой. Буронабивные сваи изготавливаются на месте в грунте строительной площадки с полным удалением грунта из объема буровой скважины и последующим уплотнением разрыхленного грунта на стенках буровых скважин до плотности естественных грунтов оснований буронабивных свай укладкой и

уплотнением бетонных смесей их стволов. Расчетная несущая способность оснований буронабивных свай определяется по традиционной эмпирической методике СП [30], а также по методике проведения полевых испытаний свай статической вертикальной осевой нагрузкой, рекомендованной ГОСТ [13], с получением объективных достоверных экспериментальных результатов. Графики зависимостей осадок от нагрузок получаются начального нелинейного вида в пределах фазы уплотнения A, ограниченной величиной полусуммы значений несущей способности второй и третьей зон состояний предельных равновесий и последующего отрезка линейного графика фазы разуплотнения Б. Линейный график ограничивается значениями критических несущих способностей от половины третей до пятой зоны состояний предельных значений при расчетных  $P_{sk}$ и $S_{5k}$ . Резерв возможности повышения несущей способности оснований буронабивных свай составляет от 2,1 до 2,4 раза за счет реализации их расчетной несущей способности в пределах фазы разуплотнения Б.

Отсутствие комплексного экспериментально-теоретического исследования с получением достоверных данных служит препятствием к использованию полученных результатов исследования в строительном производстве, а также для пересмотра и совершенствования методики полевых испытаний свай по ГОСТ [13].

В связи с этим, тема исследования представляет значительный научнопрактический интерес и является весьма востребованной для свайного фундаментостроения.

Актуальность темы. Исследование вызвано необходимостью проведения комплексной экспериментально-теоретической разработки методологии расчетного определения возможности повышения несущей способности оснований буронабивных свай до полного критического значения; создании методики теоретического построения расчетных графиков зависимостей осадок от нагрузок сопоставимых по точности с экспериментальными; получением теоретического построения для пересмотра и совершенствования методики полевых испытаний

свай по ГОСТ [13] с целью обеспечения возможности повышения несущей способности их оснований.

Цель исследования– научное экспериментально-теоретическое обоснование возможности повышения несущей способности оснований буронабивных свай, примерно до двух раз.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Произвести обзор и необходимый анализ существующих способов технологий устройства и конструктивных видов буровых свай.

2. Подготовить исходные данные результатов экспериментальных исследований буронабивных свай.

 Осуществить натурные полевые испытания несущей способности оснований буронабивных свай вертикальной статической вдавливающей нагрузкой.

4. Выполнить расчетное определение несущей способности опытных свай по традиционной нормативной методике СП [30].

5. Разработать методологию выбора начальных, с первой до половины третьей зон состояний предельных равновесий грунтов оснований, задействованных в работе по экспериментальному исследованию.

6. Разработать методологию расчетного определения несущей способности пяти зон состояний предельных равновесий грунтов и осадок свай по пределам каждой зоны.

7. Показать методику теоретического построения расчетного графика зависимости осадки от нагрузки S = f(P, d, E).

8. Отметить и рекомендовать необходимость пересмотра и совершенствования методики полевого испытания несущей способности оснований свай по ГОСТ [13].

Достоверность результатов исследований, выводов и рекомендаций диссертационной работы обусловлена:

1. Теоретическими предпосылками, базирующимися на фундаментальных положениях новой теории аналитической нелинейной механики вытеснения зернистых грунтов в основаниях фундаментов и одиночных свай.

2. Совершенной сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Объект исследования данной темы – несущая способность и деформация основания буронабивной сваи.

Предметом исследования диссертационной работы является научное экспериментально-теоретическое обоснование несущей способности и деформации оснований буронабивных свай для определения степени повышения их несущей способности.

Методы исследования. В данной работе применены методы анализа результатов ретроспективных исследований буровых свай, теоретический и экспериментальный.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Впервые разработана методология расчетного определения несущей способности пяти зон состояний предельных равновесий грунтов и осадок свай по пределам зон.

2. Впервые предложена методика теоретического построения расчетного графика зависимости осадки от нагрузки.

3. Показана необходимость пересмотра методики полевого испытания свай по ГОСТ [13].

Практическое значение:

1. Теоретически установлена возможность повышения несущей способности оснований буронабивных свай в 2,1-2,4 раза.

2.Получена возможность определения несущей способности и осадки буронабивных свай по теоретически построенным расчетным графиком зависимостей осадок от нагрузок по точности соответствующим экспериментальным.

3. Разработана механическая секционная трубчатая формующая колонна для осуществления способа изготовления буровыдавленных свай. 4.Дана рекомендация пересмотреть методики проведения полевых испытаний по ГОСТ [13].

На защиту выносятся:

1. Результаты экспериментальных исследований буронабивных свай.

2. Методология расчетного исследования выбора начальных, с первой до половины третей, зон состояний предельных равновесий грунтов оснований, задействованных в работе по экспериментальному исследованию.

 Методология расчетного определения несущей способности пяти зон состояний предельных равновесий грунтов и осадок свай по пределам каждой зоны.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертационной работы опубликованы в двух статьях научных изданий рецензируемых ВАК и в научной статье издания РИНЦ.

1. Ушакова, Е.А., Борозенец, Л.М. Геотехника устройства висячей буронабивной трубчато-заполненной сваи-опоры глубокого заложения / Е.А. Ушакова, Л.М. Борозенец // Вестник ЮУрГУ, серия «Строительство и архитектура» том 15, №3, 2015. – С. 38-44. (ВАК)

2. Ушакова, Е.А., Борозенец, Л.М. Экспериментально-теоретическое исследование несущей способности основания буровых свай / Е.А. Ушакова, Л.М. Борозенец // Вестник ЮУрГУ, серия «Строительство и архитектура» том 16, №2, 2016. – С. 5-10. (ВАК)

3. Ушакова, Е.А., Борозенец, Л.М. Методология исследования экспериментального нелинейного графика зависимости осадки от нагрузки буровой сваи / Е.А. Ушакова, Л.М. Борозенец // Наука и образование: новое время. №2. – г. Чебоксары, : «Новое время», 2018. – 12 с. (РИНЦ)

Результаты исследований опубликовались на Международной конференции в г. Минск, г. Пермьи на научных семинарах «Градостроительство, реконструкция и инженерное обеспечение устойчивого развития городов Поволжья» вТГУ г. Тольятти.

Получен патент на изобретение RU № 2645686 U1 МПК E02D27/12 (2006.01) «Способ строительства фундамента и его устройство»; авторы : Борозенец Л.М., Ушакова Е.А.; заявка: №2015133495, 10.08.2015; опубликовано: 27.02.2018.

Уведомление о положительном решении формальной экспертизы патента на изобретение «Способ изготовления выдавленной сваи и устройство для его осуществления»; авторы : Борозенец Л.М., Ушакова Е.А.; заявка №2017139682, 14.11.2017.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка используемой литературы и приложений. Общий объем работы 94 стр.

## 1 Краткий обзор особенностей существующих видов буровых свай

1.1 Применяемые конструктивные виды буровых свай

Сваи, которые устраивают в грунте путем заполнения пробуренных скважин бетонной смесью или установки в них предварительно изготовленных железобетонных элементов относят к видам буровых свай [30]. По способу устройства буровые сваи подразделяются на:

"a) буронабивные сплошного сечения с уширениями и без них, бетонируемые в скважинах, пробуренных в глинистых грунтах выше уровня подземных вод без крепления стенок скважин, а в любых грунтах ниже уровня подземных вод с закреплением стенок скважин глинистым раствором или инвентарными извлекаемыми обсадными трубами"[30];

"б) буронабивные с применением технологии непрерывного полого шнека" [30];

"в) буронабивные с камуфлетной пятой, устраиваемые путем бурения скважин с последующим образованием уширения взрывом и заполнением скважин бетонной смесью" [30];

"г) буроинъекционные диаметром 0,15-0,35 м, устраиваемые в пробуренных скважинах путем нагнетания (инъекции) в них мелкозернистой бетонной смеси, а также устраиваемые полым шнеком или с использованием не извлекаемых буровых штанг" [30];

"д) сваи-столбы, устраиваемые путем бурения скважин с уширением или без него, укладки в них омоноличивающего цементно-песчаного раствора и опускания в скважины предварительно изготовленных цилиндрических или призматических элементов сплошного сечения со сторонами или диаметром 0,8 м и более" [30];

"е) буроопускные сваи с камуфлетной пятой, устраиваемые путем бурения" [30] скважины с последующим образованием и заполнением камуфлетного уширения, с опусканием в скважину готовой железобетонной сваи и заполнением скважины бетонной смесью.

Показанная нормативная классификация буровых свай по способам устройства не отражает конструктивные виды, отличающиеся по признакам технологического повышения несущей способности оснований.

В связи с этим, предлагается к сваям, классифицируемым по способу заглубления в грунт, относить "буровые железобетонные, устраиваемые в грунте путем заполнения пробуренных скважин с уширениями или без них" [30]бетонной смесью с установкой в них железобетонных элементов или без них, с механическими или грунтовытесненными уширениями стволов в забоях скважин, с частично грунтовытесненными исходными буровыми скважинами.

По признакам технологического повышения несущей способности оснований конструктивные виды буровых свай классифицируются на три группы.

К первой группе относятся буровые сваи по способу устройства – буронабивные следующих конструктивных видов[30]:

a) сплошного сечения ствола с механическими уширениями и без них, бетонируемые в буровых скважинах;

б) сплошного составного сечения "сваи-столбы, устраиваемые путем бурения скважин с уширением или без него, укладки в них омоноличивающего цементно-песчаного раствора и опускания в скважины" [30] предварительно изготовленных "цилиндрических или призматических элементов сплошного сечения со сторонами или диаметром 0,8 м и более" [30];

 в) сплошного сечения ствола бетонируемые с применением непрерывного полого шнека;

г) трубчатые полые, сваи-оболочки, устраиваемые в буровых скважинах с использованием пневматической опалубки.

Буронабивные сваи первой группы выполняются с размерами диаметров и длиной, удовлетворяющими значительным концентрированным нагрузкам; известны крупноразмерные буровые опоры диаметром до трех метров. Буронабивные сваи выполняются со свободной укладкой бетонной смеси без ее набивания и без вытеснения грунтов основания буровой скважины. Существенным недостатком буронабивных свай служат: отсутствие уплотнения околосвайного

грунта, кроме уплотнения разрыхленного грунта на стенке буровой скважины гидростатическим давлением бетонной смеси, отсутствие улучшения качества естественных грунтов оснований, что обусловливает незначительную удельную несущую способность основания на один кубометр объема бетона ствола сваи; проявление значительных естественных абсолютных осадок свай.

Вторая классификационная группа буровых свай по способу устройства, кроме буронабивных, включает буронабивные сплошного сечения с грунтовытесненными уширениями стволов в забоях скважин следующих конструктивных видов:

a) с уплотненным забоем, устраиваемого путем вытрамбовывания в него щебня или жесткого бетона[33];

"б) с камуфлетной пятой, выполняемой путем бурения ствола скважины с последующим образованием уширения взрывом в его забое и заполнением скважины бетонной смесью"[33];

"в) буроопускные сваи с камуфлетной пятой, отличающиеся от буронабивных свай с камуфлетной пятой (см. подпункт "б") тем, что после образования и заполнения камуфлетного уширения в скважину опускают железобетонную сваю"[33].

Буронабивные сваи с грунтовытесненными уширениями стволов в забоях скважин получают некоторое расчетное повышение несущей способности оснований за счет улучшения качества уплотненных грунтов, окружающих уширения.

Наряду с рассмотренной классификацией конструктивных видов буровых свай, относящейся к буронабивным сваям первой и второй групп, предлагается новая дополнительная третья группа классификации по способу устройства свай, как сплошного сечения ствола сваи, так и сплошного составного трубча-тозаполненного – «бурогрунтовытесненные», к которым относятся:

"а) буроинъекционные диаметром 0,15-0,35 м, устраиваемые в пробуренных скважинах путем нагнетания (инъекции) в них мелкозернистой бетонной смеси, а также устраиваемые полым шнеком" [24] или с использованием не извлекаемых буровых штанг[24];

б) виброштампованные, устраиваемые в пробуренных скважинах с применением технологии объемного виброштампования «Вибростолб»[25];

в) буровыдавленные сплошного составного сечения трубчатозаполненного ствола сваи, выполняемые в пробуренных скважинах с использованием механической трубчатой формующей колонны, обеспечивающей требуемые технологические режимы уплотняющего воздействия на укладываемую сухую бетонную смесь трубчатой оболочки ствола сваи, дренирующий заполнитель полости формируемого ствола сваи и окружающего околосвайного грунта в процессе их последовательного восходящего выдавливания в стороны от исходной буровой скважины, начиная от ее забоя и до устья[37].

Сплошные конструкции буроинъекционных и виброштампованных свай позволяют обеспечить предельную физически максимально возможную несущую способность оснований при условии теоретического обоснования расчетных технологических режимов уплотняющих воздействий на укладываемые бетонные смеси и окружающие околосвайные грунты, которое до настоящего времени не обосновано.

Сплошная составная трубчатозаполненная конструкция буровыдавленной сваи является рациональной по технико-экономическим показателям и по возможности достижения предельной физически максимально возможной несущей способности основания по проведенному теоретическому обоснованию расчетных технологических режимов уплотняющих воздействий на укладываемые сухую бетонную смесь трубчатой оболочки ствола сваи и дренирующего заполнителя полости трубчатой оболочки, а также на окружающие околосвайные грунты с предварительным предельным расчетным объемным постоянно действующим напряжением. Выполнено научное обоснование технологии изготовления буровыдавленной сваи и подана заявка на патент изобретения[заявка №2017139682.Способ изготовления выдавленной сваи и устройство для его осуществления. Авторы: Борозенец Л.М., Ушакова Е.А.].

## 1.2 Особенности способов существующих технологий изготовления буровых свай

Буровые сваи применяются как при нормальных естественных грунтах, так и на проблемных участках застройки (слабые и пучинистые грунты; водоносные слои, располагающиеся близко к поверхности; разноуровневый рельеф), где экономически нецелесообразно возведение фундаментов другого типа. В группу буровых свай объединены все те, для устройства которых необходимо предварительное бурение скважин с последующим бетонированием для формирования конструкции ствола сваи. Технологии изготовления свай подразделяются в зависимости от особенностей условий их применения для получения свай с заданными конструктивными параметрами, способы технологий в каждом случае используются различные.

В зависимости от разных грунтовых условий буровые сваи устраивают следующими способами – "сухим способом (без крепления стенок скважин) [31], с применением глинистого раствора (для предотвращения обрушения стенок скважины) и с креплением скважины обсадной трубой, извлекаемой или оставляемой"[33].

Сухой способ без крепления стенок скважин. Данный способ применяется в устойчивых грунтах, которые могут держать стенки скважин. Скважина нужного диаметра пробуривается в грунте на заданную глубину. После этого при необходимости в скважине в установленном порядке монтируются арматурный каркас и бетонируется методом вертикально перемещающейся трубы.

Бетонная смесь уплотняются вибратором, который закреплен на воронке автобетоносмесителя или специального загрузочного бункера. Бетонолитную трубу далее извлекают из скважины. Такой способ применим для буронабивных свай диаметром от 400 до 1200 мм, а длина сваи составляет до 30 м.

Способ с применением глинистого раствора. Данный способ предназначен для устройства буронабивных свай в слабых водонасыщенных грун-

тах, что обусловливает необходимость крепления стенок скважины для избежания обрушения. Глинистый раствор удерживает стенки от обрушения.

Скважины пробуривают вращательным методом. Глинистый раствор подают в скважину по штанге под давлением. Раствор под гидростатическим давлением поднимается и выносит грунты.

Глинистый раствор, который находится в скважине, глинизирует грунт, этим не дает проникнуть воде, что исключает применение обсадных труб. После того как завершена проходка скважины устанавливают арматурный каркас.

Способ с креплением скважин обсадными трубами. Данный метод устройства свай возможен в разных гидрогеологических условиях; обсадные трубы могут извлекать из скважины, либо оставлять в скважине в процессе изготовления свай. Обсадные трубы соединяются между собой с помощью замков определенной конструкции (если это инвентарные трубы) или их сваривают. Скважины бурятся ударными ли вращательным способом. Погружают в грунт обсадные трубы в процессе бурения скважины с помощью гидродомкратов.

Далее скважина бетонируется методом вертикально перемещаемой трубы. Инвентарную обсадную трубу могут извлекать по мере заполнения скважины бетонной смесью.

После бетонирования скважины осуществляется формирование оголовка сваи.

Способ непрерывного полого шнека. По технологии данного способа, буровую колонну, которая состоит из полых шнеков, погружают в грунт на определенную отметку, при этом грунта выходит на поверхность.

Буровая колонна специально оборудована заглушкой с уплотнителем для избежания попадания грунта в колонну. Подают бетон бетононасосом в полость буровой колонны, заполняют буровую колонну бетоном, происходит возрастание давления в ней, а также выдавливание заглушки (см. рис. 1.1). Когда подается бетон, происходит одновременно поднятие буровой ко-

лонны, тем самым осуществляется формирование тела сваи. Дополнительное уплотнение стенок и нижнего конца скважины происходит за счёт того что, бетон подавался под давлением, а это повышает несущую способность основания. Плотность заполнения скважины контролируется специальными датчиками и отображается на дисплее в кабине оператора или с помощью манометра установленным на вращателе. Далее погружают арматурный каркас, если длина сваи небольшая, то вибропогружатель использовать не обязательно.

Шнек должен достигнуть до определенной отметки, бетон подается с помощью бетононасоса, который соединен шлангами с вертлюгом, расположенный на мачте шнека.



Рисунок 1.1 – Стадии формирования сваи[32]

"Проводилось испытание специального полимерного концентрата на основе полиакриламида, который в процессе гидратации образует коллоидный буровой раствор. Он создает защитную пленку на стенках скважины, и в сочетании с гидростатическим давлением предотвращает их осыпание. Бурение в геологических условиях повышенной сложности без применения обсадных труб показало целостность буронабивной сваи по всей глубине после закачивания в нее бетона и отсутствие каких-либо наплывов или впадин бетона на боковой поверхности сваи. Плюсы использования коллоидного раствора следующие: увеличивается производительность буровых работ, снижается их себестоимость и трудоемкость, сокращается потребность в обсадных трубах без снижения качества работ" [32].

Буронабивные сваи с уширенной пятой. Существует три способа устройства буронабивных свай диаметром 0,6...2,0 м, длиной 14...50 м с уширениями.

Первый способ-вытесняется грунт дополнительном трамбованием бетонной смеси в нижней части скважины/

Второй способ – разбуривается скважина станком, который имеет определенное устройство в виде раскрывающегося ножа.

Гидравлический механизм, управляемый с поверхности земли, раскрывает нож. Когда вращаются штанги ножи срезают грунт, далее грунт попадает в бадью, которая располагается под расширителем. После срезания грунта ножами образуется уширенная полость. В скважину подается глинистый раствор из бентонитовых глин. Происходит циркуляция и обеспечивается устойчивость стенок скважины.

Как только скважину пробуривают до проектной глубины, производят работы по извлечению буровой колонки с уширителеми выполняют армированные работы.

Третий способ – взрывной способ устройства уширений.

Обсадную трубу устанавливают в пробуренную скважину.

Опускают заряд взрывчатого вещества расчетной массы на дно скважины и выводят провода от детонатора к взрывной машинке, которая находится на поверхности. Скважина заполняется бетонной смесью на 1,5-2,0 м, обсадную трубу поднимают на 0,5 м и производят взрыв. Энергией взрыва происходит уплотнение грунта и создается сферическая полость, которая заполняется бетонной смесью из обсадной трубы. После этого порциями и с необходимым уплотнением заполняют обсадную трубу бетонной смесью доверху.

Трубчатые полые сваи-оболочки. Пневматическая опалубка представляет собой герметичный надувной баллон, состоящий из резиновой камеры и покрышки, изготавливаемых из колесной резины грузового автотранспорта, в который с помощью компрессора подается воздух под давлением до 0,2 МПа.

Скважина диаметром 600 мм и глубиной 12 мпробуренаагрегатом шнекового бурения СО2.

Пневматическая опалубка крепится перед наполнением сжатым воздухом стальными хомутами, приваренными к арматурному каркасу сваи, и после наполнения воздухом опускается вместе с арматурным каркасом в скважину. При этом сваи бетонируются методом вертикально перемещаемой трубы (ВПТ). Предварительно в скважину опускается обсадная труба, чтобы избежать разрушения грунта, которая по мере бетонирования извлекается из скважины.

После набора бетоном сваи распалубочной прочности (0,2-0,3 МПа) воздух из опалубки спускается, и она извлекается из полости сваи. Экономия бетона в свае составляет около 25%.

Буроинъекционные сваи. "Данная технология включает в качестве рабочих операций создание скважин или полостей в грунтах и нагнетание в них инъекционных смесей. Имеющиеся разновидности этой технологии отличаются приемами (способами) выполнения операций применительно к устраиваемым в грунте сваям, а также цементационному упрочнению грунтов основания" [24].

"Скважины и полости в грунте могут выполняться с его удалением или вытеснением в окружающий массив. Первый случай характерен для шнекового бурения и гидромеханизированной разработки грунта. Вытеснение грунта может достигаться за счет того, что производят погружение обсадных труб с коническими наконечниками, раскатки, взрывов или другими способами"[24].

"При инъекции через перфорированные манжетные трубки тампонируют скважины расширяющимися камерами-пакерами (рис. 1.2, б), песком или твердеющими смесями (рис. 1.2, в). Выпускные отверстия трубок в зоне инъекции перекрывают кольцевыми манжетами из резины или клейкой ленты" [24].



Рисунок 1.2 – Технологические операции при инъекции раствора в скважины через манжетные перфорированные трубки; а – проходка скважины; б – тампонирование скважины с погруженной манжетной трубкой посредством расширяющейся камеры-баллона; в – то же путем замоноличивания твердеющим раствором; г – поэтапное нагнетание инъекционной смеси через инвентарный инъектор с обтюратором; д – то же через манжетную трубку; 1 – скважина; 2 – перфорированная инъекционная манжетная трубка; 3 – резиновые манжеты; 4 – пакер; 5 – инвентарный инъектор; 6 – тампонажная заливная обойма; 7 – обтюратор[24]

"Французской фирмой «Солетанш» предложена наиболее совершенная технология многократной поярусной закачки инъекционных смесей в грунты через подвижные в манжетных трубках инвентарные инъекторы с рабочим звеном-обтюратором внизу, оснащенным на обоих своих концах уплотнительными тампонами (рис. 1.2, г). При этом инъекция может осуществляться в любой последовательности (сверху – вниз и наоборот) с уче-

том свойств грунтовых напластований. Иногда раствор закачивают сразу через манжетную трубку по всей длине ее перфорированной части" [24].

Виброштампованные сваи. Известны методические рекомендации по проектированию и устройству буронабивных свай повышенной несущей способности по грунту, где применяется технология объемного виброштампования. Эта технология может быть применена при устройстве буронабивных свай диаметром от 0,6 до 2,0 м и длиной до 50 м.

"На первом этапе бетонную смесь подают бетононасосом или непосредственно автобетоносмесителем через загрузочную воронку вибратора или бетонолитной трубы в скважину на высоту, зависящую от длины секций обсадной трубы. В процессе укладки бетонной смеси через загрузочную ворошу вибратора при необходимости периодически включают вибратор в режиме «виброподача смеси». После удаления освободившихся секций обсадной трубы включают вибратор в режим «штампование» и производят виброштампование уложенного в очередную захватку объема бетонной смеси. Для этого при помощи крана попеременно поднимают и опускают бетонолитную систему, перемещая виброштамп в пределах участка скважины, свободного от обсадной трубы. При этом следует обеспечивать заглубление нижнего конца виброштампа в бетонную смесь не менее чем на 3 м. В зависимости от объема уплотняемой смеси и грунтовых условий необходимо произвести 5-10 полных подъемов-опусканий виброштампа на каждый шаг бетонирования"[25].

"После виброштампования с помощью лота контролируют высоту бетонной смеси в скважине. Затем снимают вибратор и удаляют освободившиеся секции бетонолитной трубы. Цикл работы, состоящий из подачи и укладки в скважину очередной порции бетонной смеси, подъема и удаления освободившихся секций обсадной трубы, закрепления вибратора на бетонолитной трубе и виброштампования очередного объема поданной порции бетонной смеси, подъема и удаления освободившихся секций бетонолитной трубы повторяют до полного окончания сооружения буронабивной сваи. Технологическая схема сооружения буронабивных свай с объемным виброштампованием укладываемой

бетонной смеси приведена на рис 1.9. На всех этапах обеспечивается заглубление низа обсадной и бетонолитной труб в уложенную смесь на величину не менее 3 м" [25].

Способ вибровтрамбовывания щебня. Повышение несущей способности основания в забое скважины достигается вибровтрамбовыванием щебня.

Буровыдавленные сваи. Буровыдавленные сваи с предварительным напряжением материалов ствола и равнозначного предварительного предельного напряжения околосвайных окружающих грунтов основания теоретически разработаны с возможностью расчетного прогноза эксплуатационной несущей способности. Теоретическое обоснование способа изготовления буровыдавленной сваи и разработки технико-механического сопровождения в виде трубчатой формующей колонны представлена в заявке на патент изобретение[заявка №2017139682.Способ изготовления выдавленной сваи и устройство для его осуществления. Авторы: Борозенец Л.М., Ушакова Е.А.].

## 1.3 Результаты известных экспериментально-теоретических исследований несущей способности оснований буровых свай

Исследованием несущей способности свай занимались как отечественные, так и зарубежные специалисты Г.Ф. Новожилов, Ю.А. Багдасаров, А.И. Осокин, А.А. Бартоломей, В.Н. Парамонов, Б.В. Бахолдин, Ю.В. Россихин, В.Г. Березанцев, Е.А. Сорочан, Л.М. Борозенец, С.Н. Сотников, Н.М. Герсеванов, С.В. Татаринов, Б.И. Далматов, Ю.Г. Трофименков, Х.А. Джантимиров, В.М. Улицкий, А.И. Егоров, А.Б. Фадеев, В.А. Ильичев, В.Г. Федоровский, Ф.К. Лапшин, Г.С. Шапиро, А.А. Луга, К.Г. Шашкин, В.А. Лукин, R. Katzenbach, Р.А. Мангушев, А. Рinto, Н.Н. Морарескул, К. Тегzaghi и другие.

К исследованиям несущей способности оснований буровых свай в последнее время относятся следующие.

В статье автора Дзагов, А.М. на тему "«О напряженном состоянии основания при устройстве и нагружении буронабивной сваи в глинистых грунтах» [18], представлены результаты натурных исследований напряженного состояния ствола буронабивной сваи и окружающего массива грунта на этапах устройства сваи и ее статического нагружения в лессовых грунтах природной влажности. Получены данные, указывающие на преимущественно упругую работу грунтового массива, как при изготовлении сваи, так и нагружении ее вертикальной нагрузкой" [18].

Автор статьи " «Методика контроля несущей способности буронабивных свай по результатам их динамических испытаний» Бахолдин, Б.В. [1], приводит данные исследований по разработке динамического метода контроля несущей способности буронабивных свай. Показано, что по результатам динамических испытаний буронабивных свай по отказам можно определить сопротивление грунтов под их нижними концами и боковой поверхности. Даются предложения по учету вязкого сопротивления грунтов основания при устройстве буронабивных свай" [1].

В 2008 г. В АОА «Фундаментпроект» (Москва) обратилась иностранная компания провести полевые испытания грунтов сваями статической вдавливающей нагрузкой до 4350 кН по американскому стандарту ASTMD1143/D143M-07, имеющему статус международного [39]. Изучение стандарта ASTM выявило ряд заметных отличий от ГОСТ 5686-2012 [13], действующего на данный вид работ. В журнале «Основания, фундаменты и механика грунтов. (Вып. №2) автор Смолин Б.С. опубликовал статью на эту тему «Опыт проведения испытаний буронабивных свай по стандарту ASTM» [28]. В статье рассматриваются испытания свай в зоне строительства Шатурской ГРЭС, проводимые в соответствии с требованиями стандарта ASTM, рекомендованном к использованию во многих странах Европы. Приводятся технологические и конструктивные особенности требований стандарта. По результатам испытаний были построены графики зависимости осадки свай от нагрузки (см. рис. Г.1 прил. Г) и осадки свай во времени" [28].

Испытывались сваи *d* = 1000 мм длиной 20 м. Грунты – глины твердой и полутвердой консистенции.

Изготовление свай производилось установкой BAUERBG30 с применением обсадных труб.

Расчетная нагрузка на сваю принятая проектной организацией составила  $P_p = 1450$  кH, определенная в соответствии с требованиями ГОСТ.

В процессе испытаний была достигнута максимальная нагрузка 4350 кН при нестабилизированной осадке 150 мм, что удовлетворило условию остановки испытания  $S \ge 0,15d$  по ASTM.

Испытания по ASTM дают результаты с максимальной надежностью. Это проявляется как в требованиях по многократному дублированию процесса измерений усилий и перемещений, так и в том, что ASTM предусматривает изучение поведения сваи под нагрузкой, значительно превышающей расчетную  $P_p$ до трех раз.

Отсутствует научное обоснование теоретического определения максимального значения нагрузки 4350 кН на сваю.

Полевые испытания по ASTM по сравнению с ГОСТ являются в значительной степени более трудоемкими, материалоемкими, капиталозатратными, продолжительными по времени проведения и требуют привлечения подготовленных специалистов.

В статье автора Землянского А.А на тему «Экспериментальные исследования работы свай, преднапряженных по грунту» [19], приводятся результаты экспериментальных исследований моделей одиночных свай нового поколения, преднапряженных по грунту с управляемой эксплуатационной надежностью"[19].

Также повышение несущей способности рассмотрели авторы статьи Знаменский В.В., Крыжановский А.Л., Негахдар М.Р., Рубцов О.И. «Повышение несущей способности буровой сваи при радиальном обжатии стенок скважины по технологии «Песконасос»» [20], где показано как по технологии «Песконасос» производится впрессовывание песка в стенки скважины в радиальном направлении. Радиальное напряжение достигает значений 1,5-2,0 МПа и значи-

тельно превышает природные  $\sigma(\gamma)$  напряжения, определяемые например, по геостатическому закону:  $\sigma(\gamma) = \zeta \cdot \gamma \cdot Z^{\prime\prime}[20]$ .

Исследование вертикально нагруженных буронабивных свай в глинистых грунтах и их расчет по данным статического зондирования рассмотрел автор статьи Готман, А.Л. Он предоставил "результаты экспериментальных и численных исследований вертикально нагруженных буронабивных свай, на основании которых построена расчетная схема и предложен метод расчета таких свай по данным статического зондирования. По мнению автора для разработки метода расчета необходимы комплексные исследования работы буронабивных свай с различной длиной и диаметров в разнообразных грунтовых условиях. Автор предлагают использовать метод численного моделирования испытаний свай с варьированием их различных параметров и корректировкой данных результатами натурных испытаний. Был применен программный комплекс PLAXIS 2D, где моделировались статические испытания буронабивных свай вертикальной вдавливающей нагрузкой. Для оценки достоверности метода расчета использованы результаты статических испытаний натурных буронабивных свай С-1...С-7 (рис. 1.4), для которых была определена несущая способность по грунту с помощью предлагаемого метода (табл. 1.1)"[14].



Рисунок 1.4 – Результаты натурных испытаний буронабивных свай вертикальной нагрузкой[14]

Таблица 1.1 – Результаты натурных испытаний буронабивных свай вертикальной нагрузкой

Chag	Лионстрарон н		Несущая способность сваи, кН				
Свая	диаметр сваи, м	длина сваи, м	по испытанию F <sub>u</sub>	по расчету $F_s$ ,			
C-1	0,30	3,5	115	109			
C-2	0,30	4,0	140	121			
C-3	0,65	6,0	515	503			
C-4	0,65	8,0	695	675			
C-5	0,60	3,5	250	247			
C-6	0,65	2,5	300	230			
C-7	0,65	4,0	325	324			

"По результатам исследований буронабивной сваи в глинистых грунтах под вертикальной статической нагрузкой была построена расчетная схема и разработан метод расчета. Результаты испытаний превышают расчетные в среднем на 7%, что говорит о достаточно хорошей сходимости и небольшом разбросе значений" [14].

Анализ показал, что авторами не предусматривались теоретические исследования по изучению поведения свай под нагрузкой значительно превышающей взаимную расчетную (*P*<sub>pacy</sub>) до трех раз.

Обзор показал, что повышение несущей способности оснований буровых свай достигается применением различных прогрессивных технологий их изготовления.

В настоящей работе решается проблема совершенствования полевых испытаний несущей способности оснований буронабивных свай путем научного экспериментально-теоретического обоснования и повышения на этой основе несущей способности.

## 2 Полевые натурные экспериментальные исследования несущей способности оснований одиночных буронабивных свай

#### 2.1 Инженерно-геологические условия площадок проведения экспериментов

Для изучения работоспособности буронабивных свай были проведены три полевых натурных испытания с целью оценки несущей способности их оснований. Рассматриваются результаты натурных опытных испытаний несущей способности оснований буронабивных свай Б-1 и Б-2 на площадке строительства тепличного комбината в совхозе «Весна» Саратовского района в 1985 г. и Б-3 на площадке застройки квартала 14А в г. Тольятти в 2016 г.

Место устройства и исследования свай находилось на площадке строительства тепличного комбината "Весна", входящей в надел земель Дубковской птицефабрики, расположенной в пяти километрах от г. Саратова и в 500 м севернее железнодорожной станции "Зоринская". В геологическом строении района принимают участие нижнемеловые-верхнеюрские отложения, представленные глинами, с подчинёнными прослоями известняка, делювиальными четвертичными глинами и отложениями в виде глинистых грунтов, перекрытых с поверхности почвенным слоем современного возраста. Четвертичные глины имеют полутвёрдую и тугопластичную консистенцию. В геоморфологическом отношении участок приурочен к правому берегу р. Елшанки и находится между двумя безымянными оврагами. С поверхности естественного рельефа грунт срезан на 1-3 м общей планировкой площадки строительства.

Натурные испытания свай производились с участием инженера Борозенец Л.М. Приволжским трестом инженерно-строительных изысканий "ПРИ-ВОЛЖТИСИЗ" Госстроя РСФСР в соответствии с Программой работ, утверждённой Главприволжскстроем Министерства строительства СССР и согласованной с кафедрой "Строительные конструкции и фундаменты" Саратовского политехнического института. Программой предусматривалось проведение статических испытаний свай на действие вертикальных осевых вдавливающих нагрузок в соответствии с ГОСТ 5686-2012 [13]. Испытания свай проводились с

целью определения несущей способности и деформации оснований и их последующей сопоставительной оценки.

Инженерно-геологические условия площадки проведения эксперимента сваи Б-1.

На рис. 2.1 показан инженерно-геологический разрез статического испытания опытной буронабивной сваи Б-1, который составлен по данным Технического отчета об испытании свай на площадке строительства тепличного комбината в совхозе «Весна» Саратовского района, выполненного Приволжским трестом инженерно-строительных изысканий «ПРИВОЛЖТИСИЗ» в 1985 г. по договору №124-17 от 31.07.1984 г. Физико-механические характеристики грунтов показаны в табл. 2.1.







Рисунок 2.1 – Инженерно-геологический разрез

Таблица 2.1 – Физико-механические характеристики грунтов опытной площадки

No	⊵ Вид грунта	Мо- дуль дефор- фор- мации, Е	Угол внутр. тре- ния, ф	Удель н. сцеп- ление, <i>с</i>	Показ. теку- чести, <i>I</i> <sub>L</sub>	Плот- ность, есте- ствен., р	Плот- ность сух.гр. , Ра	Ко- эфф. пори- сто- сти, <i>е</i>	Прир. влаж- ность, <i>W</i>	Сте- пень влаж- ности, <i>S<sub>r</sub></i>	Нач. просад. Давл., <i>P</i> s <i>і</i>
		МПа	o	кПа	д. е.	T/M <sup>3</sup>	T/M <sup>3</sup>	д. е.	д. е.	д. е.	кПа
1	Суглинок твердый просадоч- ный	6,0	23	34,6	<0	1,70	1,44	0,93	0,21	0,47	110
2	Суглинок полутвер- дый проса- дочный	5,0	22	27,9	0,12	1,85	1,52	0,78	0,19	0,56	150
3	Суглинок полутвер- дый проса- дочный	5,5	21	24,2	0,18	1,88	1,53	0,79	0,17	0,51	150

Инженерно-геологические условия площадки проведения эксперимента сваи Б-2.

На рис. 2.2 показан инженерно-геологический разрез статического испытания опытной буронабивной сваи Б-2, который составлен по данным Технического отчета об испытании свай на площадке строительства тепличного комбината в совхозе «Весна» Саратовского района, выполненного Приволжским трестом инженерно-строительных изысканий «ПРИВОЛЖТИСИЗ» в 1985 г. по договору №124-17 от 31.07.1984 г. Физико-механические характеристики грунтов показаны в табл. 2.2.



Рисунок 2.2 – Инженерно-геологический разрез грунта

Таблица 2.2 – Физико-механические характеристики грунтов опытной площадки

Nº	Вид грунта	Мо- дуль дефор- фор- мации, Е	Угол внутр. тре- ния, ф	Удель н. сцеп- ление, <i>с</i>	Показ. теку- чести, <i>I</i> <sub>L</sub>	Плот- ность, есте- ствен., р	Плот- ность сух. гр., <i>рd</i>	Ко- эфф. пори- сто- сти, <i>е</i>	Прир. влаж- ность, <i>W</i>	Сте- пень влаж- ности, <i>S</i> <sub>r</sub>	Нач. просад. Давл., <i>Ps</i> <i>l</i>
		МПа	0	кПа	д. е.	$T/M^3$	$T/M^3$	д. е.	д. е.	д. е.	кПа
1	Суглинок полутвер- дый проса- дочный	5,0	22	27,9	0,12	1,85	1,52	0,78	0,19	0,56	150
2	Суглинок полутвер- дый проса- дочный	5,5	21	24,2	0,18	1,88	1,53	0,79	0,17	0,51	150

Инженерно-геологические условия площадки проведения эксперимента сваи Б-3.

Площадка проведения эксперимента находилась по адресу: РФ, г. Тольятти, ул. 40 лет Победы, восточнее 17 квартала, прилагается ситуационный план (прил. А). На рис. 2.3 показан инженерно-геологический разрез статического испытания опытной буронабивной сваи Б-3, который составлен по данным Технического отчета об инженерно-геологических изысканиях по объекту «Жилые дома поз. Л1.2-маг, Л1.3-маг, Л1.4-маг в девятиэтажном варианте», который выполнен ООО «ГеоНика» в 2013 г. (инв. № 61). Физико-механические характеристики грунтов показаны в табл. 2.3.



Рисунок 2.3 – Инженерно-геологический разрез

Τ Γ Ο Ο	あ		<b>U</b>
$120\pi \mu \mu 2 / 4 =$	$(1)$ $III 2 II V \cap_{-} MeV 2 III III P \cap V I P V 2$	navtenuctuvu tr	
1 аолица 2.5 -	ΨΗΣΗΙΚΟ-ΙΝΟΛΔΠΗΡΟΟΚΗΟ ΛΟ		YTIOD UIDIITON IDIOMAANI
1			111

Nº	Вид грунта	Мо- дуль дефор- фор- мации, <i>Е</i>	Угол внутр. тре- ния, ф	Удель н. сцеп- ление, <i>с</i>	Показ. теку- чести, <i>I</i> <sub>L</sub>	Плот- ность, р	Плот- ность сух.гр. , ра	Ко- эфф. пори- сто- сти, е	Прир. влаж- ность, W	Сте- пень влаж- ности, <i>S<sub>r</sub></i>	Нач. просад. Давл., <i>Р</i> <sub>s</sub> 1
		MIIa	0	кПа	д. е.	$T/M^{3}$	T/M <sup>3</sup>	д. е.	д. е.	д. е.	кПа
1	Супесь твердая просадоч н.	10	27	13	-0,41	1,77	1,58	0,721	0,12	0,26	110
2	Суглинок полутвёрд, просадочн.	13	27	20	0,08	1,78	1,55	0,755	0,12	0,31	150

## 2.2 Планирование эксперимента

Планирование эксперимента свай Б-1 и Б-2.

Перед началом испытаний выполнялись следующие подготовительные мероприятия по плану эксперимента:

- выбор и разбивка площадки проведения испытаний;

- планировка водостока атмосферных осадков вокруг свай;

изготовление загрузочной платформы в виде стальной балочной клетки
грузоподъёмностью 100 т;

- в качестве пригруза поставлялись бетонные блоки стен подвалов СП-5 и СП-6 общей массой 64 т;

- укладка платформы на два ряда блоков со строгой центровкой по оси испытуемой сваи,порядовая укладка и перевязка бетонных блоков на платформе осуществлялась с помощью швеллеров № 10;

- комплектация реперной системы из четырёх забивных стоек и двух реперных балок из отрезков труб 45х4 мм, с креплением балок стойкам соединительными элементами на болтах, прогибомерыкрепились непосредственно перед испытаниями на струбцинах к реперным балкам; нитейпрогибомеров из стальной проволоки диаметром 0,4 мм;

 привязка к хомутам, закреплённым на оголовке сваи, длина нитей составляла 840 мм, стальные проволочки перед испытанием подвергались растяжению в течение двух суток грузом пять килограммов;

 комплектация установки двумя прогибомерами6ПАО с ценой деления
0,01 мм,гидродомкратамиДГ-50 и манометрами, которые тарировались на стабильность давления;

- изготовление опытных буронабивных свай:

- разбивка осей;

- изготовление арматурных каркасов;

- проходка скважины ручным буром;

- изготовление закладных деталей оголовков свай;

- армирование и бетонирование свай;

- испытание несущей способности буронабивных свай на вертикальную осевую статическую нагрузку.

Планирование эксперимента сваи Б-3.

План эксперимента включает:

1.Выбор и разбивка площадки проведения эксперимента.

2.Срез почвы и растительного слоя с помощью экскаватораHitachi.

3.Изготовление анкерных буронабивных свай:

3.1.Разбивка осей.

3.2.Изготовление арматурных каркасов.

3.3.Устройствоскважин с помощью экскаватор-погрузчикаЈСВ.

3.4.Выполнение армирования и бетонирования.

4.Изготовление экспериментальной буронабивной сваи:

4.1.Разбивка осей.

4.2.Изготовление арматурного каркаса.

4.3. Устройство скважины при помощи ручного бура.

4.4.Выполнение работ по устройству опалубки для создания оголовка.

4.5.Выполнение армирования и бетонирования.

5.Изготовление и установка упорной фермы для испытаний.

6.Испытание несущей способности буронабивной сваи на вертикальную осевую статическую нагрузку.

2.3 Методика проведения испытаний

Методика проведения испытаний свай Б-1 и Б-2.

Испытания свай проводились после набора бетоном проектной прочности. Статические испытания буронабивных свай на вдавливающую нагрузку проведены в соответствии с ГОСТ5686-2012 [13]. Ступени нагрузок назначались по равномерной и дифференцированной шкалам нагрузок от 1/2,5-1/5,0 в начале испытаний до 1/10-1/15 на последующих ступенях нагрузки. Переход от одной ступени нагрузки к другой производился после достижения условия стабилизации осадки сваи (возрастание перемещения сваи составляли не более, чем на 0,1 мм за последние два часа наблюдения). Осадки измерялись с интервалами в первый час наблюдения через 15 мин., во второй час через 30 мин. и далее через 1 час до полного затухания осадок. Осадки засчитывались с расхождением не более 0,1 мм между показателями прогибомеров.





Рисунок 2.4 – Схема экспериментальной установки

Нагрузка, от которой наступали незатухающие осадки, превышающие более чем в пять раз осадку от нагрузки предшествующей ступени, считалась критической, а нагрузка на одну ступень нагружения меньше критической – предельной.

После доведения нагрузки до критической производилась разгрузка сваи ступенями разгружения, величина, которых принималась равной удвоенному значению нагрузки по ступеням загрузки. Данные наблюдений за осадками свай заносились в журналы статических испытаний.

Схема проведения эксперимента буронабивных свай Б-1 и Б-2 на вдавливающую вертикальную нагрузку представлена на рис. 2.4.

Методика проведения испытаний сваи Б-3.

Программа проведения испытаний:

1. Испытание буронабивной сваи Б-3 нс статическую вдавливающую вертикальную нагрузку выполнено по ГОСТ 5686-2012 [13]. Измеряли деформацию оснований свай при приложении вертикальной статической осевой нагрузки.

2.Были устроены четыре анкерные сваи (диаметр 450 мм, длина 3 м), работающие на выдергивающие усилия и для того чтобы передать экспериментальной свае вдавливающую нагрузку при помощи гидравлического домкрата. Схема проведения эксперимента буронабивной сваи Б-3 на вдавливающую вертикальную нагрузку представлена на рис. 2.5.

3. Опытную буронабивную сваю нагружали домкратом(марка ДП20П50) и гидравлическим насосом(марка НРГ7007).

4. Ступень приложения нагрузки составила 7 кН исходя из 1/10 критической нагрузки.

5. Контроль нагрузки производили с помощью динамометраДОС-100 (с индикаторы часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,01 мм).



Рисунок 2.5 – Схема экспериментальной установки для испытания буронабивной сваи осевой статической вдавливающей нагрузкой

6.После достижения условной стабилизации 0,1 мм за 30 мин, производили следующую ступень нагрузки. Показания приборов не должны иметь расхождения, которые превышают: при осадках менее 1 мм–50%; при осадках от 1 до 5 мм–30%; при осадках более 5 мм–20%.

7.Оборудование до испытаний было проверено, в приложении А представлены паспорта, выпускные аттестаты и свидетельства о поверке приборов.

8. Схема испытания буронабивной сваи показана на рис. 2.5.

9.На основании ГОСТ 5686-2012 [13] нагрузка грунтов основания должна быть доведена до значения, когда суммарная осадка сваи должна составлять не менее 40 мм.

10.По достижению максимальной нагрузки ступенями, которые равняются удвоенным значениям ступеням нагружения (выдержка каждой ступени не менее 15 мин) выполняли разгружение фундамента. После того, как довели до полной разгрузки (до нуля) продолжали наблюдение за упругим перемещением фундамента в течение часа, при этом снимали отсчеты через каждые 15 мин.

#### 2.4 Обработка, анализ и сравнение результатов экспериментальных исследований буронабивных свай статической вдавливающей нагрузкой

При критических нагрузках на сваи Б-1, Б-2, Б-3 формируются присоединенные несущие грунтовые элементы из уплотненного грунта в виде тангенсоидов вращения [9]. В результате получается составная конструктивногрунтовая свая, состоящая из ствола и тангенсоида вращения. На рис. 2.6 показаны схемы испытанных одиночных буронабивных свай.



Рисунок 2.6– Схемы испытанных одиночных буронабивных свай при критической нагрузке: а – свая Б-1; б – свая Б-2; в – свая Б-3; 1 – буронабивная свая,

2 – грунтоуплотненный тангенсоид вращения

Обработка, анализ и сравнение результатов экспериментальных исследований статической вдавливающей нагрузкой свай Б-1 и Б-2.

По результатам испытания буронабивных свай осевыми вдавливающими статическими нагрузками построены графики зависимости осадки от нагрузки, показанные на рис. 2.7 и 2.8.



Рисунок2.7 – График зависимости «осадка-нагрузка» буронабивной сваи Б-1:

1 – нелинейный, нагрузки; 2 –линейный; 3 – разгрузки



Рисунок2.8 – График зависимости «осадка-нагрузка» буронабивнойсваи Б-2: 1 – нелинейный, нагрузки; 2 – линейный; 3 – разгрузки
Критические и предельные нагрузки и несущая способность оснований свай в буронабивных скважинах даются в табл. 2.4.

T 7 0	4 D			U	~	~	<b>U</b>
$120\pi M = 72$	$1 - Pe_{2V}$	TLTATLI	UATUNULIV	испытации	nunnua	OUDULIV	CD3M
I аолица 2	t = 1 0.3 v	JIDIAIDI	παιγμπριλ	испыталии	υγρυπα	UNDEDIA	UDan
1					_/		

Марка	Нагруз	ка, кН	Осадка,мм	Несущая спо-
	Критическая Предельная			собность, кН
Б-1	90	87	5,8	87
Б-2	90	87	7,5	87

Журналы и акты испытаний представлены в приложении В.

Обработка, анализ и сравнение результатов экспериментальных исследований статической вдавливающей нагрузкой свая Б-3.

Графики зависимостей осадок *Sot* нагрузок *P* одиночной буронабивной сваи на статическую вдавливающую нагрузку представлен на рис. 2.9.



Рисунок 2.9–График зависимости «осадка-нагрузка» буронабивной сваи Б-3: 1 – нагрузки; 2 – разгрузки; 3 – нелинейный график в фазеА; 4 – линейный график в

## фазе Б

При снятии нагрузки с испытанной сваи происходит подъем оголовка сваи (упругие деформации) на величину порядка 7 мм.

Критические и предельные нагрузки и несущая способность основания сваи в буровой скважине дается в табл. 2.5.

## Таблица 2.5 – Результаты натурных испытаний буронабивной сваи Б-3

Марка	Нагрузн	ка, кН	Осадка, мм	Несущая способ-
	Критическая	Предельная		ность, кН
Б-3	98	91	3,2	91

В приложении Б на рисунках Б.2-Б.6 показаны характерные эпизоды подготовки и проведения эксперимента. По результатам испытаний был оформлен журнал испытаний, который представлен в приложении В, а также опубликована статья[23].

## 3 Расчеты несущих способностей оснований опытных буронабивных свай по действующей нормативной методике

3.1 Материальные конструктивные и расчетные силовые схемы

Материальная конструктивная и расчетная силовая схема сваи Б-1. На рис. 3.1 представлена схема буронабивной сваи Б-1.



Рисунок 3.1 – Схема буронабивной сваи Б-1: а – материальная, б – силовая; 1, 2, 3 – слои грунтов; 4 – свая; 5 – тангенсоид вращения; *N* – нагрузка на сваю; σ<sub>i</sub> = τ<sub>i</sub>-нормальные и касательные напряжения по боковой поверхности сваи и тангенсоида вращения

Материальная конструктивная и расчетная силовая схемасваиБ-2. На рис. 3.2 представлена схема буронабивной сваи Б-2.



Рисунок 3.2 – Схема буронабивной сваи Б-2: а – материальная, б – силовая; 1, 2, 3 – слои грунтов; 4 – свая; 5 – тангенсоид вращения; *N* – нагрузка на сваю; σ<sub>i</sub> = τ<sub>i</sub>-нормальные и касательные напряжения по боковой поверхности сваи и тангенсоида вращения

Материальная конструктивная и расчетная силовая схемасваиБ-3. На рис. 3.3 представлена схема буронабивной сваи Б-3.



Рисунок 3.3 – Схема буронабивной сваи Б-3: а – материальная, б – силовая; 1, 2, 3 – слои грунтов; 4 – свая; 5 – тангенсоид вращения; *N* – нагрузка на сваю; σ<sub>i</sub> = τ<sub>i</sub>– нормальные и касательные напряжения по боковой поверхности сваи и тангенсоида вращения

3.2 Определение несущей способности оснований буронабивных свайна действие статической вертикальной нагрузки

Определение несущей способности сваи Б-1.

Расчет одиночной буронабивной сваи на вертикальную нагрузку выполнен в соответствии с СП [30]. Физико-механические характеристики представлены в табл. 2.1.

Расчетное сопротивление сваиRпод нижним концом буронабивной сваи определяется по табл. 7.8 [30,стр. 24]:R = 650 кПа.

Диаметр сваи составляет Ø0,216 м.

Площадь поперечного сечения:

$$A = \pi R^2, \qquad (3.1)$$
$$A = 3,14 \cdot 0,108^2 = 0,036 \ m^2.$$

"Несущая способность *F*<sub>d</sub> буронабивной сваи:" [30]

$$F_{d} = \gamma_{c} (\gamma_{cR} RA + \gamma_{cf} u \Sigma f_{i} h_{i}), \qquad (3.2)$$

"где  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1" [30];

*R*-"расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа" [30];

*А* – "площадь опирания на грунт сваи, м<sup>2</sup>" [30];

и – "наружный периметр поперечного сечения ствола сваи, м" [30];

$$u = 2\pi R = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,108 = 0,678 \text{ m};$$

 $f_i$  – "расчетное сопротивление*i*-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа, принимаемое по табл. 7.3"[30];

*h<sub>i</sub>* – "толщина*i*-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м" [30];

γ<sub>cR</sub>, γ<sub>cf</sub> – "коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетные сопротивления грунта и принимаемые по табл. 7.4"[30].

 $F_{d} = 1(1 \cdot 650 \cdot 0.036 + 0.7 \cdot 0.678(35 \cdot 1.5 + 42 \cdot 1 + 48 \cdot 0.5) = 79,68 \ \kappa H.$ 

Определение несущей способности сваи Б-2.

Расчет одиночной буронабивной сваи на вертикальную нагрузку выполнен в соответствии с СП [30]. Физико-механические характеристики представлены в табл. 2.2.

Расчетное сопротивление сваиRпод нижним концом буронабивной сваи определяется по табл. 7.8 [30,стр. 24]:R = 650 кПа.

Диаметр сваи составляет Ø0,216 м.

Площадь поперечного сечения (3.1):

$$A = \pi R^2,$$
  
 
$$A = 3,14 \cdot 0,108^2 = 0,036 \ m^2.$$

"Несущая способность *F*<sub>d</sub> буронабивной сваи:" [30]

$$F_{d} = \gamma_{c} (\gamma_{cR} RA + \gamma_{cf} u \Sigma f_{i} h_{i}),$$

"где  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1" [30]; R – "расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа" [30]; A – "площадь опирания на грунт сваи, м<sup>2</sup>" [30];

и - "наружный периметр поперечного сечения ствола сваи, м" [30];

$$u = 2\pi R = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,108 = 0,678 \text{ } \text{M};$$

 $f_i$  – "расчетное сопротивление*i*-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа, принимаемое по табл. 7.3"[30];

*h<sub>i</sub>* – "толщина*i*-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м" [30];

γ<sub>*cR*</sub>, γ<sub>*cf*</sub> – "коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетные сопротивления грунта и принимаемые по табл. 7.4"[30].

 $F_d = 1(1 \cdot 650 \cdot 0.036 + 0.7 \cdot 0.678(35 \cdot 1.5 + 42 \cdot 1.5)) = 78,26 \ \kappa H$ .

Определение несущей способности сваи Б-3.

Расчет одиночной буронабивной сваи на вертикальную нагрузку выполнен в соответствии с СП [30]. Физико-механические характеристики представлены в табл. 2.3.

Расчетное сопротивление сваиRпод нижним концом буронабивной сваи определяется по табл. 7.8 [30,стр. 24]:R = 750 кПа.

Диаметр сваи составляет Ø0,220 м.

Площадь поперечного сечения (3.1):

$$A = \pi R^2,$$
  
 
$$A = 3,14 \cdot 0,110^2 = 0,038 \ m^2.$$

"Несущая способность *F*<sub>d</sub> буронабивной сваи:" [30]

$$F_{d} = \gamma_{c} (\gamma_{cR} RA + \gamma_{cf} u \Sigma f_{i} h_{i}),$$

"где γ<sub>c</sub> – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1" [30]; *R* – "расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа" [30]; *A* – "площадьопирания на грунт сваи, м<sup>2</sup>" [30]; и – "наружный периметр поперечного сечения ствола сваи, м" [30];

$$u = 2\pi R = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,110 = 0,6908 \text{ m};$$

 $f_i$  – "расчетное сопротивление*i*-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа, принимаемое по табл. 7.3"[30];

*h<sub>i</sub>* – "толщина*i*-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м" [30];

γ<sub>*cR*</sub>, γ<sub>*cf*</sub> – "коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетные сопротивления грунта и принимаемые по табл. 7.4"[30].

 $F_d = 1(1 \cdot 750 \cdot 0.038 + 0.7 \cdot 0.6908(35 \cdot 1.6 + 42 \cdot 1.4) = 84.03 \ \kappa H$ .

3.3 Анализ и сравнение результатов расчетов опытных буронабивных свай

Результаты экспериментальных и теоретических исследований несущей способности оснований буронабивных свай на вертикальную статическую нагрузку приведен в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты экспериментальных и теоретических исследований несущей способности оснований буронабивных свай на вертикальную статическую нагрузку

	Несущая способность	D	Отношение разницы	
Свая	по результатам ста-	Расчетная несущая	между опытн. и расч.	
	тических испытаний,	способность, кН	значениями к опыт-	
	кН		ному значению, %	
Б-1	87	79,68	8,4	
Б-2	87	78,26	10,0	
Б-3	91	84,03	7,7	

Отношение разницы между опытными и расчетными значениями, отнесенные к опытному значению:

- свая Б-1 $K = (F_{d_{2}} F_{d_{p}}) / F_{d_{2}} = 0,84$  д.е.;
- свая Б-2 $K = (F_{d_{2}} F_{d_{p}}) / F_{d_{2}} = 0,10$  д.е.;
- свая Б-3 $K = (F_{d_9} F_{d_p}) / F_{d_9} = 0,077$  д.е.;

Разница отношений колеблется от 7,7% до 10,0%.

- 4 Теоретическая разработка геотехники расчетного исследования повышения несущей способности оснований буронабивных свай
- 4.1 Разработка методологии расчетного выбора задействованных в работе зон состояний предельных равновесий грунтов оснований буронабивных свай

Теоретическое определение повышения несущей способности основания буронабивных свай осуществляется за счет научного обоснования, базирующегося на положениях теорий нелинейных напряжений и деформаций упругопластическивязкожесткого взаимодействия грунтов оснований со сваями, а также установления предельного критического значения несущей способности оснований свай по линейному участку графика зависимости осадки от нагрузки. Предусматривается изучение поведения оснований буронабивной сваи под нагрузкой, значительно, до двух раз, превышающей расчетную нагрузку на сваю, регламентируемую стандартом.

Методология расчета сваи Б-1.

Расчетное исследование проводится с использованием экспериментальных данных, полученных в полевых условиях для буронабивной сваи Б-1, показанной на рис. 4.1.

Грунты – суглинки, макропористые I-го типа просадочности, следующего состава:

1-й слой:  $h_1 = 1,5 \ m$ ;  $c_1 = 34,6 \ \kappa \Pi a$ ;  $\varphi_1 = 23^\circ$ ;  $e_1 = 0,93$ ;  $\gamma_1 = 17,0 \ \kappa H \ / \ M^3$ ;  $\gamma_{d1} = 14,4 \ \kappa H \ / \ M^3$ ;

2-й слой:  $h_2 = 1,0$  м;  $c_2 = 27,9$  кПа;  $\varphi_2 = 22^\circ$ ;  $e_2 = 0,78$ ;  $\gamma_2 = 18,5$  кH/м<sup>3</sup>;  $\gamma_{d2} = 15,2$  кH/м<sup>3</sup>;

3-й слой:  $h_3 = 0,64 \ m$ ;  $c_3 = 24,2 \ \kappa\Pi a$ ;  $\varphi_3 = 21^\circ$ ;  $e_3 = 0,79$ ;  $\gamma_3 = 18,8 \ \kappa H \ / \ m^3$ ;  $\gamma_{d3} = 15,3 \ \kappa H \ / \ m^3$ .



Рисунок 4.1 – Схема буровой сваи Б-1: а)1, 2, 3– слои грунтов; 4 – тангенсоид вращения; 5 – свая; б) – графики зависимости осадки от нагрузки: А – экспериментальный; Б – расчетный; 1 – нелинейный; 2 – линейный

Нагрузки на основание сваи:

- от массы ствола сваи  $N_c = \pi \cdot R^2 l_C \gamma_6 = 2,64 \ \kappa H$ .
- от массы домкрата  $N_d = 0,5 \kappa H$  .
- внешняя нагрузка  $N_0 = 90 \ \kappa H$ .

Общая нагрузка на основание сваи  $N = N_0 + N_c + N_d = 93,14 \ \kappa H$ .

В состав буронабивной сваи 5 включено уплотненное ядро грунта 4 в виде тангенсоида вращения, как жесткого грунтового несущего элемента в основании нижнего конца сваи. Геометрические параметры для определения формы и размеров тангенсоида вращения, схему см. рис. 4.2 определятся с использованием углов внутреннего трения  $\varphi_i$ :

$$\varphi_1 = \varphi = 21^\circ; \ \varphi_2 = 22,5^\circ + \varphi/2 = 33^\circ; \ \varphi_3 = 45^\circ; \ \varphi_4 = 67,5^\circ - \varphi/2 = 57^\circ;$$
$$\varphi_5 = 90^\circ - \varphi = 69^\circ.$$

Коэффициенты внутреннего трения грунта:

 $tg\varphi_1 = 0,3839; tg\varphi_2 = 0,6494; tg\varphi_3 = 1,0; tg\varphi_4 = 1,5399; tg\varphi_5 = 2,6050.$ 

Сумма значений коэффициентов внутреннего трения грунта:

$$\Sigma tg\varphi_i = \varphi_i + \ldots + tg\varphi_5 = 6,1782.$$

Распределение радиуса основания тангенсоида вращения ядра пропорционально значениям коэффициентов

$$\Delta R_1 = 2Rtg\varphi_1 / \Sigma tg\varphi_i = 13,4 \text{ MM};$$
  

$$\Delta R_2 = 2Rtg\varphi_2 / \Sigma tg\varphi_i = 22,8 \text{ MM};$$
  

$$\Delta R_3 = 2Rtg\varphi_3 / \Sigma tg\varphi_i = 35 \text{ MM}.$$

"Отрезки радиусов откладываются от оси и от грани плоского нижнего конца сваи в точках 0-1, 4-5, 2-3, 1-2, 3-4" [9].

"Из точки 5 под углом 69° от основания ядра проводится отрезок 5-6 в точку 6; из точки 6 под углом 57° проводится отрезок 6-7 до пересечения с отрезком 3-7 и так далее для отрезка прямой 7-8; от оси тангенсоида под углом 33° откладывается отрезок 8-9 и под углом 21° отрезок 9-10. Через точки проводится тангенсоида боковой поверхности вращения 6" [9].



Рисунок 4.2 – Схема построения тангенсоида вращения

Площади боковых поверхностей усеченных конусов:

0-14  $A_1 = 0.5\pi l_1 (D_5 + D_6) = 27393 \text{ мм}^2 = 0.0274 \text{ м}^2$ , где  $l_1 = a_1 / \sin \varphi_1 = 37.4 \text{ мм}$ .

13-14 
$$A_2 = 0.5\pi l_2 (D_6 + D_7) = 24274 \ \text{мm}^2 = 0.0243 \ \text{m}^2$$
, где  $l_2 = a_2 / \sin \varphi_2 = 41.9 \ \text{мm}$ .  
12-13  $A_3 = 0.5\pi l_3 (D_7 + D_8) = 19600 \ \text{mm}^2 = 0.0196 \ \text{m}^2$ , где  $l_3 = a_3 / \sin \varphi_3 = 49.5 \ \text{mm}$ .  
11-12  $A_4 = 0.5\pi l_4 (D_8 + D_9) = 6526 \ \text{mm}^2 = 0.0065 \ \text{m}^2$ , где  $l_4 = l_2 = 41.9 \ \text{mm}$ .

10-11  $A_5 = \pi Dl/2 = 1574$  мм<sup>2</sup> = 0,0016 м<sup>2</sup>, где  $l_5 = l_1 = 37,4$  мм.

Общая площадь боковой поверхности тангенсоида вращения

$$A_T = \Sigma A_i = 79367 \ \text{MM}^2 = 0,0794 \ \text{M}^2$$

Расчетное исследование с целью упрощения проводится по средневзвешенным значениям физико-механических характеристик грунтов:

- удельного сцепления

$$\bar{c} = \frac{c_1 h_1 + c_2 h_2 + c_3 h_3}{\Sigma h_i} = 28,862 \ \kappa \Pi a ; \qquad (4.1)$$

- угла внутреннего трения грунта

$$\overline{\varphi} = \frac{\varphi_1 h_1 + \varphi_2 h_2 + \varphi_3 h_3}{\Sigma h_i} = 22^\circ;$$
(4.2)

- удельного веса скелета сухого грунта

$$\bar{\gamma}_{d} = \frac{\gamma_{d1}h_{1} + \gamma_{d2}h_{2} + \gamma_{d3}h_{3}}{\Sigma h_{i}} = 14,95 \ \kappa H / M^{3}; \qquad (4.3)$$

- удельного веса грунта

$$\bar{\gamma} = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3}{\Sigma h_i} = 17.8 \ \kappa H / M^3.$$
(4.4)

Средневзвешенные значения углов внутреннего трения грунта пяти зон состояний предельных равновесий:

$$\varphi_1 = \varphi = 22^\circ; \ \varphi_2 = 22,5^\circ + \varphi/2 = 33,5^\circ; \ \varphi_3 = 45^\circ;$$
$$\varphi_4 = 67,5^\circ - \varphi/2 = 56,5^\circ; \ \varphi_5 = 90^\circ - \varphi = 68^\circ.$$

Коэффициенты углов внутреннего трения грунта:

$$k_1 = tg\varphi_1 = 0,4040; \ k_2 = tg\varphi_2 = 0,6619; \ k_3 = tg\varphi_3 = 1,0;$$
  
 $k_4 = tg\varphi_4 = 1,5108; \ k_5 = tg\varphi_5 = 2,475.$ 

Суммарное значение коэффициентов

$$\Sigma tg \varphi_{1-5} = tg \varphi_1 + \ldots + tg \varphi_5 = 6,0517.$$

Коэффициент тотальности напряжений сжатия[9]:

$$k = \sin \varphi + \cos \varphi = 1,3018. \tag{4.5}$$

Максимальные напряжения зон состояний предельных равновесий:

- упругости[9]:

$$\sigma_{str} = \sigma_d \cos \varphi = 13,86 \ \kappa \Pi a; \ \sigma_0 = \sigma_d - \sigma_{str} = 1,07 \ \kappa \Pi a;$$

- упругопластичновязкости [9]:

$$\begin{split} \sigma_{1} &= (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{1}k = 23,04 \ \kappa\Pi a \, ; \, \sigma_{2} = (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{2}k = 37,75 \ \kappa\Pi a \, ; \\ \sigma_{3} &= (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{3}k = 57,03 \ \kappa\Pi a \, ; \, \sigma_{4} = (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{4}k = 86,16 \ \kappa\Pi a \, ; \\ \sigma_{5} &= (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{5}k = 141,15 \ \kappa\Pi a \, . \end{split}$$

Последовательно суммарные значения напряжений по зонам:

- упругости

$$\Sigma \sigma_{0-0} = 0 + \sigma_0 = 1,07 \ \kappa \Pi a; \ \Sigma \sigma_{0-str} = \Sigma \sigma_{0-0} + \sigma_{str} = 14,93 \ \kappa \Pi a;$$

- упругопластичновязкости:

$$\begin{split} \Sigma\sigma_{_{0-1}} &= \Sigma\tau_{_{0-1}} = 0 + \sigma_{_1} = 23,04 \ \kappa\Pi a \,; \ \Sigma\sigma_{_{0-2}} = \Sigma\tau_{_{0-2}} = \sigma_{_{0-1}} + \sigma_{_2} = 60,79 \ \kappa\Pi a \,; \\ \Sigma\sigma_{_{0-3}} &= \Sigma\tau_{_{0-3}} = \sigma_{_{0-2}} + \sigma_{_3} = 117,82 \ \kappa\Pi a \,; \ \Sigma\sigma_{_{0-4}} = \Sigma\tau_{_{0-4}} = \sigma_{_{0-3}} + \sigma_{_4} = 203,98 \ \kappa\Pi a \,; \\ \Sigma\sigma_{_{0-5}} &= \Sigma\tau_{_{0-5}} = \sigma_{_{0-4}} + \sigma_{_5} = 345,13 \ \kappa\Pi a \,. \end{split}$$

Радиус пятой зоны состояния предельного равновесия

$$R_{5} = \sqrt{2A_{c}/\pi} = 153 \text{ MM}, \qquad (4.6)$$

где  $A_c$  – площадь поперечного сечения ствола сваи.

По полученным значениям максимальных напряжений пяти зон состояний предельных равновесий, структурной прочности и начальной упругости рассчитываютсярадиусы их границ:

$$R_{4} = R_{5}\sigma_{0-5}/\sigma_{0-4} = 0,259 \ \text{m}; \ R_{3} = R_{5}\sigma_{0-5}/\sigma_{0-3} = 0,448 \ \text{m};$$
$$R_{2} = R_{5}\sigma_{0-5}/\sigma_{0-2} = 0,868 \ \text{m}; \ R_{1} = R_{5}\sigma_{0-5}/\sigma_{0-1} = 2,291 \ \text{m};$$
$$R_{str} = R_{5}\sigma_{0-5}/\sigma_{0-str} = 3,536 \ \text{m}; \ R_{0} = R_{5}\sigma_{0-5}/\sigma_{0-0} = 49,416 \ \text{m}.$$

Мощность сжимаемой толщи каждого слоя грунта между границами зон[9]:

Схемы формирования зон состояний предельных равновесий вокруг тангенсоида вращения и ствола сваи см. рис. 4.3 и 4.4.



Рисунок 4.3 – Схема развития зон предельных напряженно-деформированных состояний под тангенсоидом вращения нижнего конца сваи Б-1: 1 – свая; 2 – тангенсоид вращения; 3 – его основание; 4 – задействованные зоны



Рисунок 4.4 – Схема зон состояний предельных равновесий грунта вокруг ствола сваи: 1 – свая; 2 – грунтонапряженные зоны основания сваи; 3 – границы зон; 4 – задействованные зоны

Нагрузка по границам зон состояний предельных равновесий тангенсоида вращения

$$P_{1T} = A_T \sigma_1 = 1,82$$
 кH;  $P_{2T} = A_T \sigma_2 = 4,80$  кH;  
 $P_{3T} = A_T \sigma_3 = 9,31$  кH; $P_{4T} = A_T \sigma_4 = 16,12$  кH;  
 $P_{5T} = A_T \sigma_5 = 27,26$  кH.

"Для расчетного определения несущей способности основания буронабивной сваи Б-1 выбираются уравнения состояний предельных равновесий, в состав которых входят знания предельных сопротивлений грунта по боковым поверхностям тангенсоида вращения и ствола сваи при критической нагрузке. Критическая внешняя нагрузка на сваю определена экспериментально и составила  $P_{\kappa} = 90$  кН при осадке S = 7,0 мм в соответствии с графиком 1 на рис. 3.1.б, полная критическая нагрузка  $P_{\kappa n} = 93,1$  кН" [36].

Расчетная несущая способность полного тангенсоида вращения

$$F_{dT} = A_T (\sigma_d + c) \Sigma t g \varphi_{1-5} k = 27,27 \ \kappa H , \qquad (4.7)$$

где  $A_T = 0,079 \ M^2$ ;  $\Sigma t g \varphi_{1-5} = 6,0517$ ; k = 1,3018.

Несущая способность неполного тангенсоида вращения по опытным данным

$$F_{dT} = P_{\kappa n} - F_{dC2} = 11,7 \ \kappa H$$

где  $F_{dc1} = 85,6$  кH – при  $l_c = 3,14$  м;  $F_{dc2} = 81,4$  кH при  $l_c = 3,0$  м – несущая способность по боковой поверхности ствола сваи.

Несущая способность ствола сваи

$$F_{dc} = N - F_{dm} = 81,44 \ \kappa H \,. \tag{4.8}$$

Критическое напряжение по боковой поверхности ствола сваи

$$\sigma_{\kappa\delta} = \Delta \Sigma \sigma_3 = F_{dc} / A_{\delta n\Delta 3} = 42,0 \ \kappa \Pi a , \qquad (4.9)$$

где  $A_{\text{бл}\Delta3} = \pi d_c l_{c\Delta3} = 1,936 \text{ } \text{M}^2$ .

Согласно теоретическим результатам в процессе формирования тангенсоида вращения из-под него восходящим потоком грунт последовательно по зонам выпирается вверх вдоль ствола сваи под напряжениями давления  $\sigma_{1n}$  – максимального главного нормального сжатия, действующего параллельно ствола сваи и  $\sigma_{3n}$  – минимального напряжения сжатия, направленного ортогонально к боковой поверхности ствола сваи, обжимающего его и формирующего равного по величине касательного напряжения  $\tau_{3n}$ , удерживающего сваю от погружения.

Минимальные главные напряжения сжатия и касательные напряжения сопротивления сдвигу пяти зон состояний предельных равновесий грунта:

$$\sigma_{3.1} = \tau_{3.1} = (\sigma_d + c)tg\varphi_1k_3 = 6,64 \ \kappa\Pi a; \qquad (4.10)$$

$$\sigma_{3,2} = \tau_{3,2} = (\sigma_d + c) t g \varphi_2 k_3 = 10,86 \ \kappa \Pi a ; \qquad (4.11)$$

$$\sigma_{3.3} = \tau_{3.3} = (\sigma_d + c) t g \varphi_3 k_3 = 16,41 \ \kappa \Pi a ; \qquad (4.12)$$

$$\sigma_{34} = \tau_{34} = (\sigma_d + c)tg\varphi_4 k_3 = 24,79 \ \kappa \Pi a ; \qquad (4.13)$$

$$\sigma_{3.5} = \tau_{3.5} = (\sigma_d + c) t g \varphi_5 k_3 = 40,62 \ \kappa \Pi a \,. \tag{4.14}$$

где  $k_3 = \sin \phi$  – составная часть коэффициента тотальности.

Последовательно суммарные значения напряжений по зонам:

$$\Sigma \sigma_{3(0-1)} = \Sigma \tau_{3(0-1)} = 0 + \sigma_{3,1} = 6,64 \ \kappa \Pi a ; \qquad (4.15)$$

$$\Sigma \sigma_{3(0-2)} = \Sigma \tau_{3(0-2)} = \sigma_{3(0-1)} + \sigma_{3,2} = 17,5 \ \kappa \Pi a ; \qquad (4.16)$$

$$\Sigma \sigma_{3(0-3)} = \Sigma \tau_{3(0-3)} = \sigma_{3(0-2)} + \sigma_{3,3} = 33,91 \ \kappa \Pi a; \qquad (4.17)$$

$$\Sigma \sigma_{3(0-4)} = \Sigma \tau_{3(0-4)} = \sigma_{3(0-3)} + \sigma_{3,4} = 58,7 \ \kappa \Pi a; \qquad (4.18)$$

$$\Sigma \sigma_{3(0-5)} = \Sigma \tau_{3(0-5)} = \sigma_{3(0-4)} + \sigma_{3.5} = 99,3 \ \kappa \Pi a \,. \tag{4.19}$$

Длина схода напряжений по боковой поверхности к оголовку сваи, см. рис. 4.6:

$$l_2 = (R_2 - R_3) ctg \varphi_2 = 0,450 \ \text{m}; \tag{4.20}$$

$$l_{3} = (R_{3} - R_{4})ctg\varphi_{3} = 0,133 \ \mathcal{M};$$
(4.21)

$$l_4 = (R_4 - R_5) ctg \varphi_4 = 0,113 \ \text{m}; \tag{4.22}$$

$$l_5 = R_5 t g \varphi_5 = 0,267 \ M. \tag{4.23}$$

Общая длина схода напряжений

$$l_0 = \Sigma l_{2...5} = 0,963 \ M. \tag{4.24}$$

Нагрузки по границам пяти зон состояний предельных равновесий грунта полного тангенсоида вращения:

$$P_{1T} = A_T \sigma_1 = 1,82$$
 кH;  $P_{2T} = A_T \sigma_2 = 4,80$  кH;  $P_{3T} = A_T \sigma_3 = 9,31$  кH;  
 $P_{4T} = A_T \sigma_4 = 16,12$  кH;  $P_{5T} = A_T \sigma_5 = 27,26$  кH.

По полученным суммарным значениям напряжений пяти зон состояний предельных равновесий определяются критические нагрузки на буронабивную сваю:

- первое состояние предельного равновесия грунта

$$P_1 = P_{1c} + P_{1T} = 14,04 \text{ kH}, \tag{4.25}$$

где:  $P_{1c} = A_c \sigma_1 = 13,52$  кH – нагрузка на ствол сваи при  $A_c = 2,036$  м<sup>2</sup> – площади боковой поверхности ствола сваи;

 $P_{1T} = A_T \sigma_1 = 0,52 \text{ кH} -$ нагрузка на тангенсоид вращения при  $A_T = 0,079 \text{ м}^2 -$ площади боковой поверхности тангенсоида вращения;

- второе состояние предельного равновесия грунта

$$P_{1-2} = P_{2c} + P_{2T} + P_1 = 37,66 \text{ kH}, \tag{4.26}$$

где:  $P_{2c} = P_{2c1} + P_{2c2} = 22,73 \text{ кH}; P_{2c1} = 0,5 (\sigma_d + \sigma_2)A_{2c1} = 3,9 \text{ кH}; A_{2c1} = Ul_2 = 0,302$  $M^2; P_{2c2} = A_{c2}\sigma_2 = 18,83 \text{ кH}; A_{c2} = A_c - A_{2c1} = 1,734 \text{ M}^2; P_{2T} = A_T\sigma_2 = 0,86 \text{ кH}; P_1 = 14,04 \text{ кH};$ 

- третье состояние предельного равновесия грунта

$$P_{1-3} = P_{3c} + P_{3T} + P_{1-2} = 66,68 \text{ kH}; \tag{4.27}$$

где:  $P_{3c} = P_{3c1} + P_{3c2} = 27,72 \text{ кH}; P_{3C1} = A_{3c1}0,5\sigma_3 = 0,73 \text{ кH}; A_{3c1} = Ul_3 = 0,089 \text{ м}^2;$  $P_{3C2} = A_{3c2}\sigma_3 = 26,99 \text{ кH}; A_{3c2} = A_c - (A_{2c1} + A_{3c1}) = 1,645 \text{ m}^2; P_{3T} = A_T\sigma_3 = 1,3 \text{ кH}; P_{1-2} = 37,66 \text{ кH};$ 

- четвертое состояние предельного равновесия грунта

$$P_{1-4} = P_{4C} + P_{4T} + P_{1-3} = 108,48 \text{ kH};$$
(4.28)

где:  $P_{4c} = P_{4c1} + P_{4c2} = 39,84 \text{ кH}; P_{4c1} = 0,5\sigma_4 A_{4c1} = 0,94 \text{ кH}; A_{4c1} = Ul_4 = 0,076 \text{ m}^2;$   $P_{4C2} = A_{4c2}\sigma_4 = 38,90 \text{ кH}; A_{4c2} = A_c - (A_{2c1} + A_{3c1} + A_{4c1}) = 1,569 \text{ m}^2; P_{4T} = A_T\sigma_4 = 1,96$ кH;  $P_{1-3} = 66,68 \text{ kH};$ 

- пятое состояние предельного равновесия грунта

$$P_{1-5} = P_{5c} + P_{5T} + P_{1-4} = 171,82 \text{ kH}; \tag{4.29}$$

где:  $P_{5c} = P_{5c1} + P_{5c2} = 60,13$  кH;  $P_{5c1} = 0,5\sigma_5A_{5c1} = 3,64$  кH; $A_{5c1} = Ul_5 = 0,179$  м<sup>2</sup>;  $P_{5c2} = A_{5c2}\sigma_5 = 56,49$  кH; $A_{5c2} = A_c - (A_{2c1} + A_{3c1} + A_{4c1} + A_{5c1}) = 1,39$  м<sup>2</sup>; $P_{5T} = A_T\sigma_5 = 3,21$  кH;  $P_{14} = 108,48$ кH.

Результаты расчета сведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Нагрузки  $P_n$ , и напряжения  $\sigma_{3n}$ 

п, СПР	1	2	3	4	5		
<i>Р</i> <sub><i>n</i></sub> , кН	14,04	37,66	66,68	108,48	171,82		
<b>о</b> <sub>3<i>n</i></sub> , мм	6,64	17,5	33,91	58,7	99,3		
СПР – состояние предельных равновесий							

В соответствии с данными экспериментального исследования, изложенных в источнике[9], на боковую поверхность ствола буронабивной сваи действуют средние давления, зарегистрированные мессдозами сразу после укладки бетонной смеси в скважине равное  $\sigma_{\delta} = 7,1$  кПа и при предельной несущей способности грунта по боковой поверхности ствола опытной сваи равное  $\sigma_{\kappa} = 8,8$ кПа, которые суммарно представляют общее предварительное напряжение грунта в процессе взаимодействия со сваей.

$$σ_{e} = σ_{o} + σ_{\kappa} = 15,9$$
 κΠα

Предельная критическая нагрузка на сваю

$$P_{\kappa p} = P_5 + A_c \sigma_e = 204,22 \text{ kH.}$$
(4.30)

где  $A_c = 2,036 \text{ м}^2$  – площадь боковой поверхности ствола сваи.

Коэффициент пропорциональности отношения критических экспериментальной  $P_{\kappa_9} = 93,14$  кН и расчетной нагрузки  $P_{\kappa_P} = 204,22$  кН

$$n = P_{\kappa 9} / P_{\kappa p} = 0,4559.$$

Доля нагрузки, воспринимаемая неполным тангенсоидом вращения

$$\Delta P_T = P_{5T} n = 12,428 \text{ kH}.$$

По значению доли нагрузки  $\Delta P_T$  определяются задействованные в эксперименте зоны состояний предельных равновесий грунта по боковой поверхности ствола сваи

$$\Delta P_T = P_{1T} + P_{2T} + \Delta P_{3T} = 12,43 \text{ kH};$$

где  $P_{1T}$ =1,82 кН;  $P_{2T}$ =4,80 кН;  $P_{3T}$ = 9,31 кН;  $\Sigma P_{(1-3)T} = P_{1T} + P_{2T} + P_{3T} = 15,93$  кН;

 $\Delta P_{3T} = P_3 - (\Sigma P_{(1-3)T} - \Delta P_T) = 5,81 \text{ kH};$ 

 $n_1 = \Delta P_{3T} / P_{3T} = 0,6243.$ 

Напряжения, задействованные в зонах неполного тангенсоида вращения:

- первой зоны (4.10)  $\sigma_{_{3.1}} = \tau_{_{3.1}} = 6,64 \ \kappa \Pi a$ ;
- второй зоны (4.11) $\sigma_{_{3,2}} = \tau_{_{3,2}} = 10,86 \ \kappa\Pi a$ ;
- третьей зоны (4.12)  $\sigma_{_{3,3}} = \tau_{_{3,3}} = 12,43 \ \kappa \Pi a$ .

Суммарное значение напряжений

$$\Delta \Sigma \sigma_{3(0-3)} = \Sigma \sigma_{3(0-2)} + n_1 \sigma_{3,3} = 27,74 \ \kappa \Pi a \,. \tag{4.31}$$

Общее напряжение с учетом предварительного взаимодействия сваи с грунтом

$$\Delta \Sigma \sigma_{3(0-3)} = \Delta \Sigma \sigma_{3(0-3)} + \sigma_{e} = 43,64 \ \kappa \Pi a \,. \tag{4.32}$$

Таким образом, установлено, что в неполном тангенсоиде вращения опытной буронабивной сваи задействованы напряжения в первой, второй и частично третьей зонах состояний предельных отношений грунта минимальные главные нормальные напряжения сжатия  $\sigma_{3.n}$  и касательные напряжения сдвига  $\tau_{3.n}$ , которые распространяются и по боковой поверхности ствола сваи.

Схема формирования первой, второй и частично третьей зон состояний предельных равновесий грунта показана на рис. 4.5.



Рисунок 4.5 – Схема формируемых первой, второй и частично третьей зон состояний предельных равновесий грунта вокруг неполного тангенсоида вращения 2 и ствола сваи 1 восходящим давлением выпираемого тангенсоидом вращения грунта 3 с развитием критического напряжения  $\sigma_{\kappa 62}$  обжатия грунтом ствола буронабивной сваи Б-1, полученного экспериментальным исследованием В результате можно заключить, что давление обжатия боковой поверхности ствола сваи суммируется из значений напряжений упругости грунта при критической нагрузке на сваю и от давления бетонной смеси после укладки ее в скважине на окружающий ствол сваи грунт, а также от значений минимальных главных напряжений первой, второй и частично третьей зон состояний предельных равновесий генерируемых выпираемым вверх, вдоль ствола сваи, грунтом формируемым неполным тангенсоидом вращения при достигнутой осадке сваи S = 7 мм.

Методология расчета сваиБ-2.

Расчетное исследование проводится с использованием экспериментальных данных, полученных в полевых условиях для буронабивной сваи Б-2,показанных на рис. 4.6.а.

Грунты – суглинки, макропористые І-го типа просадочности, см. табл. 2.2, следующего состава:

1-й слой:  $h_1 = 1,5$ м; $c_1 = 29,2$ кПа; $\varphi = 23^\circ$ ;  $e_1 = 0,85$ ;  $\gamma_1 = 17,5$  кН/м<sup>3</sup>;  $\gamma_{d1} = 1,52$  кН/м<sup>3</sup>;

2-й слой:  $h_2 = 1,5$ м; $c_2 = 24,2$ к $\Pi a; \varphi = 21^\circ; e_2 = 0,79; \gamma_2 = 18,3$ к $H/M^3;$  $\gamma_{d2} = 15,3$ к $H/M^3.$ 

Нагрузки на основание сваи:

- от массы ствола сваи

$$N_c = \pi \cdot R^2 l_C \gamma_6 = 2,64 \ \kappa H.$$

- от массы домкрата

$$N_{d} = 0,5 \ \kappa H$$
.

- внешняя нагрузка

$$N_0 = 90 \kappa H.$$

Общая нагрузка на основание сваи

$$N = N_0 + N_c + N_d = 93,14\kappa H.$$



Рисунок 4.6 – Схема буровой сваи Б-2: а)1, 2 – слои грунтов; 3 – тангенсоид вращения; 4 – свая; б) – графики зависимости осадки от нагрузки: А – экспериментальный; Б – расчетный; 1 – нелинейный; 2 – линейный

В состав буронабивной сваи 5 включено уплотненное ядро грунта 4 в виде тангенсоида вращения, как жесткого грунтового несущего элемента в основании нижнего конца сваи. Геометрические параметры для определения формы и размеров тангенсоида вращения, схему см. рис. 4.2 п. 4.1.1.

Общая площадь боковой поверхности тангенсоида вращения

$$A_T = \Sigma A_i = 79367 \ \text{MM}^2 = 0.0794 \text{M}^2.$$

Расчетное исследование с целью упрощения проводится по средневзвешенным значениям физико-механических характеристик грунтов:

- удельного сцепления (4.1)

$$\bar{c} = \frac{c_1 h_1 + c_2 h_2}{\Sigma h_i} = 26,60 \ \kappa \Pi a;$$

- угла внутреннего трения грунта (4.2)

$$\frac{-}{\varphi} = \frac{\varphi_1 h_1 + \varphi_2 h_2}{\Sigma h_i} = 22^\circ;$$

- удельного веса скелета сухого грунта (4.3)

$$\overline{\gamma_{d}} = \frac{\gamma_{d1}h_{1} + \gamma_{d2}h_{2}}{\Sigma h_{i}} = 15,05 \ \kappa H / M^{3};$$

- удельного веса грунта (4.4)

$$\frac{1}{\gamma} = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2}{\Sigma h_i} = 17,98 \ \kappa H / M^3.$$

Средневзвешенные значения углов внутреннего трения грунта пяти зон состояний предельных равновесий:

$$\varphi_1 = \varphi = 27^\circ; \varphi_2 = 22,5^\circ + \varphi/2 = 36^\circ; \varphi_3 = 45^\circ;$$
$$\varphi_4 = 67,5^\circ - \varphi/2 = 54^\circ; \varphi_5 = 90^\circ - \varphi = 63^\circ.$$

Коэффициенты углов внутреннего трения грунта:

$$k_1 = tg\varphi_1 = 0,5095; k_2 = tg\varphi_2 = 0,7265; k_3 = tg\varphi_3 = 1,0;$$
  
$$k_4 = tg\varphi_4 = 1,3764; k_5 = tg\varphi_5 = 1,9630.$$

Суммарное значение коэффициентов

$$\Sigma tg \varphi_{1-5} = tg \varphi_1 + \dots + tg \varphi_5 = 5,5754.$$

Коэффициент тотальности напряжений сжатия (4.5):

$$k = \sin \varphi + \cos \varphi = 1,3018$$

где:  $\sin \varphi = 0,3746$ ;  $\cos \varphi = 0,9272$ .

Максимальные напряжения зон состояний предельных равновесий:

$$\sigma_{str} = \sigma_d \cos \varphi = 13,95$$
κΠα;  $\sigma_0 = \sigma_d - \sigma_{str} = 1,10$  κΠα;  $\sigma_d = \gamma_d = 15,05$ κΠ*a*;

- упругопластичновязкости[9]:

$$\sigma_{1} = (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{1}k = 21,90$$
кПа;  $\sigma_{2} = (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{2}k = 35,89$ кПа;  
 $\sigma_{3} = (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{3}k = 54,22$ кПа;  $\sigma_{4} = (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{4}k = 81,92$ кПа;  
 $\sigma_{5} = (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{5}k = 134,19$ кПа.

Последовательно суммарные значения напряжений по зонам: - упругости:

$$\Sigma \sigma_{_{0-0}} = 0 + \sigma_{_{0}} = 1,10$$
 кПа;  $\Sigma \sigma_{_{0-str}} = \Sigma \sigma_{_{0-0}} + \sigma_{_{str}} = 15,05$ кПа;

- упругопластичновязкости:

$$\Sigma \sigma_{_{0-1}} = \Sigma \tau_{_{0-1}} = 0 + \sigma_{_1} = 21,90$$
κΠα; 
$$\Sigma \sigma_{_{0-2}} = \Sigma \tau_{_{0-2}} = \sigma_{_{0-1}} + \sigma_{_2} = 57,79$$
κΠα;  
$$\Sigma \sigma_{_{0-3}} = \Sigma \tau_{_{0-3}} = \sigma_{_{0-2}} + \sigma_{_3} = 112,01$$
 κΠα; 
$$\Sigma \sigma_{_{0-4}} = \Sigma \tau_{_{0-4}} = \sigma_{_{0-3}} + \sigma_{_4} = 193,93$$
κΠα;

$$\Sigma \sigma_{0-5} = \Sigma \tau_{0-5} = \sigma_{0-4} + \sigma_5 = 328,12$$
кПа.

Радиус пятой зоны состояния предельного равновесия (4.6)

$$R_{5} = \sqrt{2A_{c}/\pi} = 153$$
 mm,

где  $A_c$ - площадь поперечного сечения ствола сваи.

По полученным значениям максимальных напряжений пяти зон состояний предельных равновесий, структурной прочности и начальной упругости рассчитываются радиусы их границ[9]:

$$R_{4} = R_{5}\sigma_{0-5} / \sigma_{0-4} = 0,259 \text{ m}; R_{3} = R_{5}\sigma_{0-5} / \sigma_{0-3} = 0,448 \text{ m};$$
$$R_{2} = R_{5}\sigma_{0-5} / \sigma_{0-2} = 0,868 \text{ m}; R_{1} = R_{5}\sigma_{0-5} / \sigma_{0-1} = 2,291 \text{ m};$$
$$R_{str} = R_{5}\sigma_{0-5} / \sigma_{0-str} = 3,536 \text{ m}; R_{0} = R_{5}\sigma_{0-5} / \sigma_{0-0} = 49,416 \text{ m}.$$

Мощность сжимаемой толщи каждого слоя грунта между границами зон[9]:

$$\Delta h_5 = R = 0,153 \text{ m}; \quad \Delta h_4 = R_4 - R_5 = 0,106 \text{ m}; \quad \Delta h_3 = R_3 - R_4 = 0,189 \text{ m};$$
  
 $\Delta h_2 = R_2 - R_3 = 0,420 \text{ m}; \quad \Delta h_1 = R_1 - R_2 = 11,423 \text{ m}; \quad \Delta h_{str} = R_{str} - R_1 = 1,245 \text{ m};$   
 $\Delta h_0 = R_0 - R_{str} = 45,879 \text{ m}.$ 

Схемы формирования зон состояний предельных равновесий вокруг тангенсоида вращения и ствола сваи см. рис. 4.3 и 4.4.

Нагрузка по границам зон состояний предельных равновесий тангенсоида вращения

$$P_{1T} = A_T \sigma_1 = 1,74$$
 кH;  $P_{2T} = A_T \sigma_2 = 4,59$  кH;  
 $P_{3T} = A_T \sigma_3 = 8,89$  кH;  $P_{4T} = A_T \sigma_4 = 15,40$  кH;  
 $P_{5T} = A_T \sigma_5 = 26,05$  кH.

"Для расчетного определения несущей способности основания буронабивной сваи Б-2 выбираются уравнения состояний предельных равновесий, в состав которых входят знания предельных сопротивлений грунта по боковым поверхностям тангенсоида вращения и ствола сваи при критической нагрузке. Критическая внешняя нагрузка на сваю определена экспериментально и составила  $P_{\kappa} = 90$  кН при осадке S = 8,2 мм в соответствии с графиком 1 на рис. 4.6.б, полная критическая нагрузка  $P_{\kappa n} = 93,1$  кН" [36].

Расчётная несущая способность полного тангенсоида вращения (4.7)

$$F_{dT} = A_T (\sigma_d + c) \Sigma t g \varphi_{1-5} k = 26,05 \text{ kH},$$

где  $A_T = 0,079 \text{ м}^2$ ;  $\Sigma tg \varphi_{1-5} = 6,0517$ ; k = 1,3018.

Несущая способность неполного тангенсоида вращения по опытным данным

$$F_{dT} = P_{\kappa n} - F_{dc2} = 11,7 \,\mathrm{\kappa H},$$

где  $F_{dc1} = 85,6 \text{ кH} - \text{при}l_c = 3,14 \text{ м}; F_{dc2} = 81,4 \text{ кH} \text{ при}l_c = 3,0 \text{ м} - \text{несущая способ$ ность по боковой поверхности ствола сваи.

Несущая способность ствола сваи

$$F_{dc} = P_{\kappa n} - F_{dT} = 81,44 \text{ kH}.$$

Критическое напряжение по боковой поверхности ствола сваи (4.9)

$$\sigma_{\kappa \tilde{\rho}} = \Delta \Sigma \sigma_3 = F_{dc} / A_{\tilde{\rho} n \wedge 3} = 45,89$$
кПа,

где  $A_{\delta n\Delta 3} = \pi d_c l_{c\Delta 3} = 1,969 \text{ м}^2.$ 

Согласно теоретическим результатам в процессе формирования тангенсоида вращения из-под него восходящим потоком грунт последовательно по зонам выпирается вверх вдоль ствола сваи под напряжениями давления  $\sigma_{1n}$  – максимального главного нормального сжатия, действующего параллельно ствола сваи и  $\sigma_{3n}$  – минимального напряжения сжатия, направленного ортогонально к боковой поверхности ствола сваи, обжимающего его и формирующего равного по величине касательного напряжения  $\tau_{3n}$ , удерживающего сваю от погружения.

Минимальные главные напряжения сжатия и касательные напряжения сопротивления сдвигу пяти зон состояний предельных равновесий грунта (4.10)...(4.14):

$$\sigma_{_{3.1}} = \tau_{_{3.1}} = (\sigma_{_d} + c)tg\varphi_1k_3 = 6,30$$
кПа;

$$\sigma_{3.2} = \tau_{3.2} = (\sigma_d + c)tg\varphi_2 k_3 = 10,33$$
 кПа;  
 $\sigma_{3.3} = \tau_{3.3} = (\sigma_d + c)tg\varphi_3 k_3 = 15,60$  кПа;  
 $\sigma_{3.4} = \tau_{3.4} = (\sigma_d + c)tg\varphi_4 k_3 = 23,57$  кПа;  
 $\sigma_{3.5} = \tau_{3.5} = (\sigma_d + c)tg\varphi_5 k_3 = 38,62$  кПа.

где  $k_3 = \sin \phi = 0,3746$  – составное слагаемое коэффициента тотальности напряжений сжатия.

Последовательно суммарные значения напряжений по зонам (4.15)...(4.19):

$$\Sigma \sigma_{3(0-1)} = \Sigma \tau_{3(0-1)} = 0 + \sigma_{3.1} = 6,30 \text{ кПа};$$
  

$$\Sigma \sigma_{3(0-2)} = \Sigma \tau_{3(0-2)} = \sigma_{3(0-1)} + \sigma_{3.2} = 16,63 \text{ кПа};$$
  

$$\Sigma \sigma_{3(0-3)} = \Sigma \tau_{3(0-3)} = \sigma_{3(0-2)} + \sigma_{3.3} = 32,20 \text{ кПа};$$
  

$$\Sigma \sigma_{3(0-4)} = \Sigma \tau_{3(0-4)} = \sigma_{3(0-3)} + \sigma_{3.4} = 55,80 \text{ кПа};$$
  

$$\Sigma \sigma_{3(0-5)} = \Sigma \tau_{3(0-5)} = \sigma_{3(0-4)} + \sigma_{3.5} = 94,40 \text{ кПа}.$$

Длина схода напряжений по боковой поверхности к оголовку сваи, см. рис. 4.9 (4.20)...(4.23):

$$l_2 = (R_2 - R_3)ctg\varphi_2 = 0,450$$
 м;  
 $l_3 = (R_3 - R_4)ctg\varphi_3 = 0,133$  м;  
 $l_4 = (R_4 - R_5)ctg\varphi_4 = 0,113$  м;  
 $l_5 = R_5 tg\varphi_5 = 0,267$  м.

Общая длина схода напряжений(4.24):

$$l_0 = \Sigma l_{2\dots 5} = 0,963$$
 м.

Нагрузка по границам зон состояний предельных равновесий тангенсоида вращения

$$P_{1T} = A_T \sigma_1 = 1,74$$
 кH;  $P_{2T} = A_T \sigma_2 = 4,59$  кH; $P_{3T} = A_T \sigma_3 = 8,89$  кH;  
 $P_{4T} = A_T \sigma_4 = 15,40$  кH; $P_{5T} = A_T \sigma_5 = 26,05$  кH.

По полученным суммарным значениям напряжений пяти зон состояний предельных равновесий определяются критические нагрузки на буронабивную сваю:

- первое состояние предельного равновесия грунта (4.25)

$$P_1 = P_{1c} + P_{1T} = 13,33 \text{ kH}, \tag{4.33}$$

где:  $P_{1c} = A_c \sigma_1 = 12,83 \text{ кH} -$ нагрузка на ствол сваи при  $A_c = ul_c = 2\pi R l_c = 2,036 \text{ м}^2$  – площади боковой поверхности ствола сваи;

 $P_{1T} = A_T \sigma_1 = 0,50 \text{ кH} -$ нагрузка на тангенсоид вращения при  $A_T = 0,081 \text{ м}^2 -$ площади боковой поверхности тангенсоида вращения;

- второе состояние предельного равновесия грунта (4.26)

$$P_{1-2} = P_{2c} + P_{2T} + P_1 = 35,93 \text{ kH}, \tag{4.34}$$

где:  $P_{2c} = P_{2c1} + P_{2c2} = 21,74 \text{ кH}; P_{2c1} = 0,5 (\sigma_d + \sigma_2)A_{2c1} = 3,83 \text{ кH}; A_{2c1} = Ul_2 = 0,302$  $M^2; P_{2c2} = A_{c2}\sigma_2 = 17,91 \text{ кH}; A_{c2} = A_c - A_{2c1} = 1,734 \text{ m}^2; P_{2T} = A_T\sigma_2 = 0,86 \text{ кH}; P_1 = 13,33 \text{ кH};$ 

- третье состояние предельного равновесия грунта (4.27)

$$P_{1-3} = P_{3c} + P_{3T} + P_{1-2} = 63,62 \text{ kH};$$
(4.35)

где:  $P_{3c} = P_{3c1} + P_{3c2} = 26,36 \text{ кH}; P_{3C1} = A_{3c1}0,5\sigma_3 = 0,70\text{ кH}; A_{3c1} = Ul_3 = 0,089 \text{ м}^2;$   $P_{3C2} = A_{3c2}\sigma_3 = 25,66 \text{ кH}; A_{3c2} = A_c - (A_{2c1} + A_{3c1}) = 1,645 \text{ M}^2; P_{3T} = A_T\sigma_3 = 1,23 \text{ кH}; P_{1-2} = 35,93 \text{ кH};$ кH;

- четвертое состояние предельного равновесия грунта (4.28)

$$P_{1-4} = P_{4C} + P_{4T} + P_{1-3} = 103,40 \text{ kH};$$
(4.36)

где:  $P_{4c} = P_{4c1} + P_{4c2} = 37,92 \text{ кH}; P_{4c1} = 0,5\sigma_4 A_{4c1} = 0,94\text{ кH}; A_{4c1} = Ul_4 = 0,076 \text{ m}^2;$   $P_{4C2} = A_{4c2}\sigma_4 = 36,98 \text{ кH}; A_{4c2} = A_c - (A_{2c1} + A_{3c1} + A_{4c1}) = 1,569 \text{ m}^2; P_{4T} = A_T\sigma_4 = 1,86$ кH;  $P_{1\cdot3} = 63,62 \text{ кH};$ 

- пятое состояние предельного равновесия грунта (4.29)

$$P_{1-5} = P_{5c} + P_{5T} + P_{1-4} = 163,68 \text{ kH}; \tag{4.37}$$

где:  $P_{5c} = P_{5c1} + P_{5c2} = 57,14 \text{ кH}; P_{5c1} = 0,5\sigma_5 A_{5c1} = 3,46 \text{ кH}; A_{5c1} = Ul_5 = 0,179 \text{ м}^2;$  $P_{5c2} = A_{5c2}\sigma_5 = 53,68 \text{ кH}; A_{5c2} = A_c - (A_{2c1} + A_{3c1} + A_{4c1} + A_{5c1}) = 1,39 \text{ m}^2; P_{5T} = A_T\sigma_5 = 3,05 \text{ кH}; P_{14} = 103,40 \text{ кH}.$ 

Результаты расчета сведены в табл. 4.2.

<i>n</i> , СПР	1	2	3	4	5	
<i>Р</i> <sub><i>n</i></sub> , кН	13,33	35,93	63,62	103,40	163,68	
σ <sub>3<i>n</i></sub> , мм	6,30	16,63	32,20	55,80	94,40	
СПР – состояние предельных равновесий						

Таблица 4.2 – Нагрузки *P<sub>n</sub>*, и напряжения σ<sub>3n</sub>

В соответствии с данными экспериментального исследования, изложенных в источнике [9], на боковую поверхность ствола буронабивной сваи действуют средние давления, зарегистрированные мессдозами сразу после укладки бетонной смеси в скважине равное  $\sigma_{\delta} = 7,1$  кПа и при предельной несущей способности грунта по боковой поверхности ствола опытной сваи равное  $\sigma_{\kappa} = 8,8$ кПа, которые суммарно представляют общее предварительное напряжение грунта в процессе взаимодействия со сваей.

$$σ_{e} = σ_{\delta} + σ_{\kappa} = 15,9$$
 κΠa.

Предельная критическая нагрузка на сваю (4.30)

$$P_{\kappa p} = P_5 + A_c \sigma_e = 196,05 \text{ kH}.$$

где  $A_c = 2,036 \text{ м}^2$  – площадь боковой поверхности ствола сваи.

Коэффициент пропорциональности отношения критических экспериментальной  $P_{\kappa_2} = 93,14$  кН и расчетной нагрузки  $P_{\kappa_2} = 196,05$  кН

$$n = P_{\kappa_9} / P_{\kappa_p} = 0,4751.$$

Доля нагрузки, воспринимаемая неполным тангенсоидом вращения

$$\Delta P_T = P_{5T}n = 12,376 \text{ kH}.$$

По значению доли нагрузки  $\Delta P_T$  определяются задействованные в эксперименте зоны состояний предельных равновесий грунта по боковой поверхности ствола сваи

$$\Delta P_T = P_{1T} + P_{2T} + \Delta P_{3T} = 12,43 \text{ kH};$$

где  $P_{1T}$ = 1,74 кH;  $P_{2T}$ =4,59 кH;  $P_{3T}$ = 8,89 кH;  $\Sigma P_{(1-3)T}$ =  $P_{1T}$ +  $P_{2T}$ +  $P_{3T}$ = 15,22 кH;

$$\Delta P_{3T} = P_{3T} - (\Sigma P_{(1-3)T} - \Delta P_T) = 6,05 \text{ kH};$$
  
$$n_1 = \Delta P_{3T} / P_{3T} = 0,6805.$$

Напряжения, задействованные в зонах неполного тангенсоида вращения:

- первой зоны (4.10)  $\sigma_{_{3.1}} = \tau_{_{3.1}} = 6,30$  кПа;

- второй зоны (4.11)  $\sigma_{_{3,2}} = \tau_{_{3,2}} = 10,33$  кПа;

- третьей зоны (4.12)  $\sigma_{3,3} = \tau_{3,3} = 15,60 \ \kappa \Pi a$ .

Суммарное значение напряжений (4.31)

$$\Delta \Sigma \sigma_{3(0-3)} = \Sigma \sigma_{3(0-2)} + n_1 \sigma_{3,3} = 27,25 \ \kappa \Pi a$$

Общее напряжение с учетом предварительного взаимодействия сваи с грунтом (4.32)

$$\Delta \Sigma \sigma_{3(0-3)} = \Delta \Sigma \sigma_{3(0-3)} + \sigma_{e} = 43,15 \ \kappa \Pi a$$

Таким образом, установлено, что в неполном тангенсоиде вращения опытной буронабивной сваи задействованы напряжения в первой, второй и частично третьей зонах состояний предельных отношений грунта минимальные главные нормальные напряжения сжатия  $\sigma_{3.n}$  и касательные напряжения сдвига  $\tau_{3.n}$ , которые распространяются и по боковой поверхности ствола сваи.

Схема формирования первой, второй и частично третьей зон состояний предельных равновесий грунта показана на рис. 4.5.

В результате можно заключить, что давление обжатия боковой поверхности ствола сваи суммируется из значений напряжений упругости грунта при критической нагрузке на сваю и от давления бетонной смеси после укладки ее в скважине на окружающий ствол сваи грунт, а также от значений минимальных главных напряжений первой, второй и частично третьей зон состояний предельных равновесий генерируемых выпираемым вверх, вдоль ствола сваи, грунтом формируемым неполным тангенсоидом вращения при достигнутой осадке сваи S = 8,2 мм.

Методология расчета сваи Б-3.

Разработка методологии расчета проводится с использованием экспериментальных данных, полученных в полевых условиях для буронабивной сваи Б-1, см. п. 4.1.1. На рис. 4.7.а изображена схема буронабивной сваи Б-3. График 1 испытания буронабивной сваи показан на рис. 4.7.б.



Рисунок 4.7 – Схема буровой сваи Б-3: а) 1, 2– слои грунтов; 3 – тангенсоид вращения 4 – свая 5; б) – график зависимости осадки от нагрузки: А – экспериментальный; Б – расчетный; 1 – нелинейный; 2 – линейный

1 –нагрузки; 2 – разгрузки; 3 – нелинейный график в фазеА; 4 – линейный график в фазеБ

Грунты – суглинки, макропористые I-го типа просадочности, следующего состава:

1-й слой:  $h_1 = 1,6 \ m; c_1 = 13 \ \kappa \Pi a; \varphi = 27^\circ; \ e_1 = 0,721; \ \gamma_1 = 17,0 \ \kappa H / M^3;$  $\gamma_{d1} = 14,4 \ \kappa H / M^3;$ 

2-й слой:  $h_2 = 1,4$   $M; c_2 = 20$   $\kappa\Pi a; \varphi = 27^\circ; e_2 = 0,755; \gamma_2 = 18,5$   $\kappa H/M^3;$  $\gamma_{d2} = 14,4\kappa H/M^3.$ 

Нагрузки на основание сваи:

- от массы ствола сваи  $N_c = \pi \cdot R^2 l_C \gamma_6 = 2,64 \ \kappa H$ .

- от массы домкрата  $N_d = 0,5 \ \kappa H$  .

- внешняя нагрузка $N_0 = 98 \ \kappa H.$ 

Общая нагрузка на основание сваи $N = N_0 + N_c + N_d = 101,14 \ \kappa H.$ 

В состав буронабивной сваи 5 включено уплотненное ядро грунта 4 в виде тангенсоида вращения, как жесткого грунтового несущего элемента в основании нижнего конца сваи. Геометрические параметры для определения формы и размеров тангенсоида вращения, схему см. рис. 4.2 п. 4.1.1.

Общая площадь боковой поверхности тангенсоида вращения

$$A_T = \Sigma A_i = 79367 \ \text{MM}^2 = 0.081 \ \text{M}^2.$$

Средневзвешенные значения физико-механических характеристик грунтов:

- удельного сцепления (4.1)

$$\bar{c} = \frac{c_1 h_1 + c_2 h_2}{\Sigma h_i} = 16,267 \ \kappa \Pi a;$$

- угла внутреннего трения грунта(4.2)

$$\overline{\varphi} = \frac{\varphi_1 h_1 + \varphi_2 h_2}{\Sigma h_i} = 27^\circ;$$

- удельного веса грунта (4.3)

$$\frac{1}{\gamma} = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2}{\Sigma h_i} = 17.8 \ \kappa H / M^3;$$

- удельного веса скелета сухого грунта (4.4)

$$\overline{\gamma_{d}} = \frac{\gamma_{d1}h_{1} + \gamma_{d2}h_{2}}{\Sigma h_{i}} = 15.6 \ \kappa H / M^{3}.$$

Средневзвешенные значения углов внутреннего трения грунта пяти зон состояний предельных равновесий:

$$\varphi_1 = \varphi = 27^\circ; \varphi_2 = 22, 5^\circ + \varphi/2 = 36^\circ; \varphi_3 = 45^\circ;$$
$$\varphi_4 = 67, 5^\circ - \varphi/2 = 54^\circ; \varphi_5 = 90^\circ - \varphi = 63^\circ.$$

Коэффициенты углов внутреннего трения грунта:

$$k_1 = tg\varphi_1 = 0,5095; k_2 = tg\varphi_2 = 0,7265; k_3 = tg\varphi_3 = 1,0;$$
  
 $k_4 = tg\varphi_4 = 1,3764; k_5 = tg\varphi_5 = 1,9630.$ 

Суммарное значение коэффициентов

$$\Sigma tg \varphi_{1-5} = tg \varphi_1 + \ldots + tg \varphi_5 = 5,5754.$$

Коэффициент тотальности напряжений сжатия (4.5):

$$k = \sin \varphi + \cos \varphi = 1,345$$
$$k_s = \sin \varphi = 0,454.$$

Максимальные напряжения зон состояний предельных равновесий: - упругости[9]:

 $\sigma_{str} = \sigma_d \cos \varphi = 13,90$  кПа;  $\sigma_0 = \sigma_d - \sigma_{str} = 1,70$  кПа;  $\sigma_d = \gamma_d = 15,66$  кП*a*; - упругопластичновязкости [9]:

$$\sigma_{1} = (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{1}k = 21,86 \text{ кПа}; \ \sigma_{2} = (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{2}k = 31,17 \text{ кПа};$$
  
$$\sigma_{3} = (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{3}k = 42,91 \text{ кПа}; \ \sigma_{4} = (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{4}k = 59,06 \text{ кПа};$$
  
$$\sigma_{5} = (\sigma_{d} + c)tg\varphi_{5}k = 84,22 \text{ кПа}.$$

Последовательно суммарные значения напряжений по зонам: - упругости

$$\Sigma \sigma_{0-0} = 0 + \sigma_0 = 1,70$$
 κΠα;  $\Sigma \sigma_{0-str} = \Sigma \sigma_{0-0} + \sigma_{str} = 15,60$  κΠα;

- упругопластичновязкости:

$$\Sigma \sigma_{_{0-1}} = \Sigma \tau_{_{0-1}} = 0 + \sigma_{_1} = 21,86 \text{ кПа}; \ \Sigma \sigma_{_{0-2}} = \Sigma \tau_{_{0-2}} = \sigma_{_{0-1}} + \sigma_{_2} = 53,03 \text{ кП}a;$$
  

$$\Sigma \sigma_{_{0-3}} = \Sigma \tau_{_{0-3}} = \sigma_{_{0-2}} + \sigma_{_3} = 95,94 \text{ кПа}; \ \Sigma \sigma_{_{0-4}} = \Sigma \tau_{_{0-4}} = \sigma_{_{0-3}} + \sigma_{_4} = ; 155,0 \text{ кПа};$$
  

$$\Sigma \sigma_{_{0-5}} = \Sigma \tau_{_{0-5}} = \sigma_{_{0-4}} + \sigma_{_5} = 239,22 \text{ кПа}.$$

Радиус пятой зоны состояния предельного равновесия (4.6)

$$R_{5} = \sqrt{2A_{c}/\pi} = 156$$
 мм,

где  $A_c = \pi R^2 = 0,038 \text{ м}^2$  – площадь поперечного сечения ствола сваи.

По полученным значениям максимальных напряжений пяти зон состояний предельных равновесий, структурной прочности и начальной упругости рассчитываются радиусы их границ[9]:

$$R_{4} = R_{5}\sigma_{0-5}/\sigma_{0-4} = 0,241 \text{ м}; R_{3} = R_{5}\sigma_{0-5}/\sigma_{0-3} = 0,391 \text{ м};$$
  

$$R_{2} = R_{5}\sigma_{0-5}/\sigma_{0-2} = 0,704 \text{ м}; R_{1} = R_{5}\sigma_{0-5}/\sigma_{0-1} = 1,707 \text{ м};$$
  

$$R_{str} = R_{5}\sigma_{0-5}/\sigma_{0-str} = 2,392 \text{ м}; R_{0} = R_{5}\sigma_{0-5}/\sigma_{0-0} = 21,95 \text{ м}.$$

Мощность сжимаемой толщи каждого слоя грунта между границами зон [9]:

$$\Delta h_5 = R = 0,156 \text{ m}; \quad \Delta h_4 = R_4 - R_5 = 0,085 \text{ m}; \quad \Delta h_3 = R_3 - R_4 = 0,150 \text{ m};$$
  
 $\Delta h_2 = R_2 - R_3 = 0,313 \text{ m}; \quad \Delta h_1 = R_1 - R_2 = 11,003 \text{ m}; \quad \Delta h_{str} = R_{str} - R_1 = 0,685 \text{ m};$   
 $\Delta h_0 = R_0 - R_{str} = 19,556 \text{ m}.$ 

Схемы формирования зон состояний предельных равновесий вокруг тангенсоида вращения и ствола сваи см. рис. 4.3 и 4.4.

Нагрузка по границам зон состояний предельных равновесий тангенсоида вращения

$$P_{1T} = A_T \sigma_1 = 1,77$$
 кH;  $P_{2T} = A_T \sigma_2 = 4,13$  кH;  
 $P_{3T} = A_T \sigma_3 = 7,76$  кH;  $P_{4T} = A_T \sigma_4 = 12,54$  кH;  
 $P_{5T} = A_T \sigma_5 = 19,35$ кH.

"Для расчетного определения несущей способности основания буронабивной сваи Б-3 выбираются уравнения состояний предельных равновесий, в состав которых входят знания предельных сопротивлений грунта по боковым поверхностям тангенсоида вращения и ствола сваи при критической нагрузке. Критическая внешняя нагрузка на сваю определена экспериментально и составила  $P_{\kappa} = 98$  кН при осадке S = 4,3 мм в соответствии с графиком 1 на рис. 4.7.6, полная критическая нагрузка  $P_{\kappa n} = 101,1$ кН" [36].

Расчётная несущая способность полного тангенсоида вращения (4.7)

$$F_{dT} = A_T (\sigma_d + c) \Sigma t g \varphi_{1-5} k = 19,35$$
кH,

где  $A_T = 0,081 \text{ м}^2$ ;  $\Sigma t g \varphi_{1-5} = 5,5754$ ; k = 1,345.

Несущая способность неполного тангенсоида вращения по опытнорасчетным данным

$$F_{dT} = (P_{\kappa n} F_{dT}) / F_{dc5} = 10,75 \text{ kH},$$

где  $F_{dc5} = 181,8$  кН (4.38).

Несущая способность ствола сваи

$$F_{dc} = P_{\kappa n} - F_{dT} = 90,35 \text{ kH}.$$

Критическое напряжение по боковой поверхности ствола сваи (4.9)

$$\sigma_{\kappa \delta} = \Delta \Sigma \sigma_3 = F_{dc} / A_{\delta n \wedge 3} = 45,89$$
 κΠa,

где  $A_{\text{бл}\Delta3} = \pi d_c l_{c\Delta3} = 1,969 \text{ м}^2.$ 

Согласно теоретическим результатам в процессе формирования тангенсоида вращения из-под него восходящим потоком грунт последовательно по зонам выпирается вверх вдоль ствола сваи под напряжениями давления  $\sigma_{1n}$  – максимального главного нормального сжатия, действующего параллельно ствола сваи и  $\sigma_{3n}$  – минимального напряжения сжатия, направленного ортогонально к боковой поверхности ствола сваи, обжимающего его и формирующего равного по величине касательного напряжения  $\tau_{3n}$ , удерживающего сваю от погружения.

Минимальные главные напряжения сжатия и касательные напряжения сопротивления сдвигу пяти зон состояний предельных равновесий грунта (4.10)...(4.14):

$$\begin{split} &\sigma_{_{3.1}} = \tau_{_{3.1}} = (\sigma_{_d} + c)tg\varphi_1k_3 = 7,38 \text{ кПа;} \\ &\sigma_{_{3.2}} = \tau_{_{3.2}} = (\sigma_{_d} + c)tg\varphi_2k_3 = 10,52 \text{ кПа;} \\ &\sigma_{_{3.3}} = \tau_{_{3.3}} = (\sigma_{_d} + c)tg\varphi_3k_3 = 14,48 \text{ кПа;} \\ &\sigma_{_{3.4}} = \tau_{_{3.4}} = (\sigma_{_d} + c)tg\varphi_4k_3 = 19,93 \text{ кПа;} \\ &\sigma_{_{3.5}} = \tau_{_{3.5}} = (\sigma_{_d} + c)tg\varphi_5k_3 = 28,43 \text{ кПа.} \end{split}$$

где  $k_3 = \sin \phi$  – составная часть коэффициента тотальности.

Последовательно суммарные значения напряжений по зонам (4.15)...(4.19):

$$\Sigma \sigma_{3(0-1)} = \Sigma \tau_{3(0-1)} = 0 + \sigma_{3.1} = 7,38 \text{ кПа};$$

$$\Sigma \sigma_{3(0-2)} = \Sigma \tau_{3(0-2)} = \sigma_{3(0-1)} + \sigma_{3.2} = 17,90 \text{ кПа};$$

$$\Sigma \sigma_{3(0-3)} = \Sigma \tau_{3(0-3)} = \sigma_{3(0-2)} + \sigma_{3.3} = 32,38 \text{ кПа};$$

$$\Sigma \sigma_{3(0-4)} = \Sigma \tau_{3(0-4)} = \sigma_{3(0-3)} + \sigma_{3.4} = 52,31 \text{ кПа};$$

$$\Sigma \sigma_{3(0-5)} = \Sigma \tau_{3(0-5)} = \sigma_{3(0-4)} + \sigma_{3.5} = 80,74 \text{ кПа}.$$

Длина схода напряжений по боковой поверхности к оголовку сваи, см. рис. 4.6 (4.20)...(4.23):

$$l_2 = (R_2 - R_3)ctg\varphi_2 = 0,431 \text{ m};$$
  

$$l_3 = (R_3 - R_4)ctg\varphi_3 = 0,150 \text{ m};$$
  

$$l_4 = (R_4 - R_5)ctg\varphi_4 = 0,043 \text{ m};$$
  

$$l_5 = R_5 tg\varphi_5 = 0,306 \text{ m}.$$

Общая длина схода напряжений (4.24)

$$l_0 = \Sigma l_{2\dots 5} = 0,930$$
 м.

Нагрузки по границам пяти зон состояний предельных равновесий грунта полного тангенсоида вращения:

$$P_{1T} = A_T \sigma_1 = 1,77$$
 кH;  $P_{2T} = A_T \sigma_2 = 4,13$  кH;  $P_{3T} = A_T \sigma_3 = 7,76$  кH;  
 $P_{4T} = A_T \sigma_4 = 12,54$  кH;  $P_{5T} = A_T \sigma_5 = 19,35$ кH.

По полученным суммарным значениям напряжений пяти зон состояний предельных равновесий определяются критические нагрузки на буронабивную сваю:

- первое состояние предельного равновесия грунта (4.25)

$$P_1 = P_{1c} + P_{1T} = 15,89 \text{ kH}, \tag{4.38}$$

где:  $P_{1c} = A_c \sigma_1 = 15,29 \text{ кH} -$ нагрузка на ствол сваи при  $A_c = ul_c = 2\pi R l_c = 2,072 \text{ м}^2$  – площади боковой поверхности ствола сваи;

 $P_{1T} = A_T \sigma_1 = 0,598 \text{ кH} -$ нагрузка на тангенсоид вращения при  $A_T = 0,081 \text{ м}^2 -$ площади боковой поверхности тангенсоида вращения;

- второе состояние предельного равновесия грунта (4.26)

$$P_{1-2} = P_{2c} + P_{2T} + P_1 = 38,65 \text{ kH}, \tag{4.39}$$

где:  $P_{2c} = P_{2c1} + P_{2c2} = 22,51 \text{ кH}; P_{2c1} = 0,5 (\sigma_d + \sigma_2)A_{2c1} = 3,89 \text{ кH}; A_{2c1} = Ul_2 = 0,298 \text{ м}^2; U = 2\pi R = 0,691 \text{ м}; P_{2c2} = A_{c2}\sigma_2 = 18,62 \text{ кH}; A_{c2} = A_c - A_{2c1} = 1,772 \text{ m}^2; P_{2T} = A_T\sigma_2 = 0,85 \text{ кH}; P_1 = 15,29 \text{ кH};$ 

- третье состояние предельного равновесия грунта (4.27)

$$P_{1-3} = P_{3c} + P_{3T} + P_{1-2} = 64,75 \text{ kH}; \tag{4.40}$$

где:  $P_{3c} = P_{3c1} + P_{3c2} = 24,93 \text{ кH}; P_{3C1} = A_{3c1}0,5\sigma_3 = 0,753 \text{ кH}; A_{3c1} = Ul_3 = 0,104 \text{ м}^2;$  $P_{3C2} = A_{3c2}\sigma_3 = 24,18 \text{ кH}; A_{3c2} = A_c - (A_{2c1} + A_{3c1}) = 1,670 \text{ m}^2; P_{37} = A_7\sigma_3 = 1,17 \text{ кH}; P_{1-2} = 38,65 \text{ кH};$ 

- четвертое состояние предельного равновесия грунта (4.28)

$$P_{1-4} = P_{4C} + P_{4T} + P_{1-3} = 99,66 \text{ kH}; \tag{4.41}$$

где:  $P_{4c} = P_{4c1} + P_{4c2} = 33,3 \text{ кH}; P_{4c1} = 0,5\sigma_4 A_{4c1} = 0,61 \text{ кH}; A_{4c1} = Ul_4 = 0,030 \text{ m}^2; P_{4C2}$ =  $A_{4c2}\sigma_4 = 32,66 \text{ кH}; A_{4c2} = A_c - (A_{2c1} + A_{3c1} + A_{4c1}) = 1,640 \text{ m}^2; P_{4T} = A_T\sigma_4 = 1,61$ кH;  $P_{1-3} = 64,75 \text{ kH};$ 

- пятое состояние предельного равновесия грунта (4.29)

$$P_{1-5} = P_{5c} + P_{5T} + P_{1-4} = 148,62 \text{ kH}; \tag{4.42}$$

где:  $P_{5c} = P_{5c1} + P_{5c2} = 46,64 \text{ кH}; P_{5c1} = 0,5\sigma_5A_{5c1} = 6,01\text{ кH}; A_{5c1} = Ul_5 = 0,211 \text{ м}^2; P_{5c2}$ =  $A_{5c2}\sigma_5 = 40,63 \text{ кH}; A_{5c2} = A_c - (A_{2c1} + A_{3c1} + A_{4c1} + A_{5c1}) = 1,429 \text{ m}^2; P_{5T} = A_T\sigma_5 = 2,30 \text{ кH}; P_{14} = 99,66 \text{ кH}.$ 

Результаты расчета сведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3 – Нагрузки *P<sub>n</sub>*, и напряжения σ<sub>3n</sub>

п, СПР	1	2	3	4	5	
<i>Р</i> <sub><i>n</i></sub> , кН	15,89	38,65	64,75	99,66	148,62	
σ <sub>3<i>n</i></sub> , мм	7,38	17,90	32,38	52,31	80,74	
СПР – состояние предельных равновесий						

В соответствии с данными экспериментального исследования, изложенных в источнике [9], на боковую поверхность ствола буронабивной сваи действуют средние давления, зарегистрированные мессдозами сразу после укладки бетонной смеси в скважине равное  $\sigma_{\delta} = 7,1$  кПа и при предельной несущей способности грунта по боковой поверхности ствола опытной сваи равное  $\sigma_{\kappa} = 8,8$ кПа, которые суммарно представляют общее предварительное напряжение грунта в процессе взаимодействия со сваей.

$$\sigma_e = \sigma_{\delta} + \sigma_{\kappa} = 15,9$$
 кПа.
Предельная критическая нагрузка на сваю (4.30)

$$P_{\kappa p} = P_5 + A_c \sigma_e = 181,56 \text{ kH}.$$

где  $A_c = 2,072 \text{ м}^2$  – площадь боковой поверхности ствола сваи.

Коэффициент пропорциональности отношения критических экспериментальной  $P_{\kappa_{2}} = 101,1$  кН и расчетной нагрузки  $P_{\kappa_{2}} = 181,56$  кН

$$n = P_{\kappa 9} / P_{\kappa p} = 0,5568.$$

Доля нагрузки, воспринимаемая неполным тангенсоидом вращения

$$\Delta P_T = P_{5T} n = 10,77 \text{ kH}.$$

По значению доли нагрузки  $\Delta P_T$  определяются задействованные в эксперименте зоны состояний предельных равновесий грунта по боковой поверхности ствола сваи

$$\Delta P_T = P_{1T} + P_{2T} + \Delta P_{3T} = 10,77 \text{ кH};$$
  
где  $P_{1T} = 1,77 \text{ кH}; P_{2T} = 4,13 \text{ кH}; P_{3T} = 7,76 \text{ кH}; \Sigma P_{(1-3)T} = P_{1T} + P_{2T} + P_{3T} = 12,76 \text{ кH};$   
 $\Delta P_{3T} = P_{3T} - (\Sigma P_{(1-3)T} - \Delta P_T) = 5,79 \text{ кH};$   
 $n_1 = \Delta P_{3T} / P_{3T} = 0,7461.$ 

Напряжения, задействованные в зонах неполного тангенсоида вращения:

- первой зоны (4.10)  $\sigma_{_{3.1}} = \tau_{_{3.1}} = 7,38$  кПа;
- второй зоны (4.11)  $\sigma_{32} = \tau_{32} = 10,52$  кПа;
- третьей зоны (4.12)  $\sigma_{3,3} = \tau_{3,3} = 10,80 \ \kappa \Pi a$ .

Суммарное значение напряжений (4.31)

$$\Delta \Sigma \sigma_{3(0-3)} = \Sigma \sigma_{3(0-2)} + n_1 \sigma_{3,3} = 28,70 \ \kappa \Pi a$$

Общее напряжение с учетом предварительного взаимодействия сваи с грунтом (4.32)

$$\Delta \Sigma \sigma_{3(0-3)} = \Delta \Sigma \sigma_{3(0-3)} + \sigma_{e} = 44.6 \ \kappa \Pi a \, .$$

Таким образом, установлено, что в неполном тангенсоиде вращения опытной буронабивной сваи задействованы напряжения в первой, второй и частично третьей зонах состояний предельных отношений грунта минимальные главные нормальные напряжения сжатия  $\sigma_{3.n}$  и касательные напряжения сдвига  $\tau_{3.n}$ , которые распространяются и по боковой поверхности ствола сваи. Схема формирования первой, второй и частично третьей зон состояний предельных равновесий грунта показана на рис. 4.5.

В результате можно заключить, что давление обжатия боковой поверхности ствола сваи суммируется из значений напряжений упругости грунта при критической нагрузке на сваю и от давления бетонной смеси после укладки ее в скважине на окружающий ствол сваи грунт, а также от значений минимальных главных напряжений первой, второй и частично третьей зон состояний предельных равновесий генерируемых выпираемым вверх, вдоль ствола сваи, грунтом формируемым неполным тангенсоидом вращения при достигнутой осадке сваи S = 4,3 мм.

# 4.2 Методология расчетного определения критической несущей способности оснований буронабивных свай

Методология расчетного определения критической несущей способности основания буронабивной сваи Б-1.

По расчетным данным, приведенным в табл. 4.1тангенсоид вращения становится полным при напряжении $\sigma_5 = 345,1$  кПа на пятой зоне состояния предельного равновесия. Отсюда при доведении осадки сваи до значения критической при напряжении  $\sigma_5 = 345,1$  кПа под тангенсоидом вращения сформируются дополнительно доля третьей, четвертая и пятая зоны состояний предельных равновесий, от которых произойдут под выпором грунта значения минимальных главных напряжений  $\sigma_{3n}$ :  $\sigma_3$ ,  $\sigma_4$ ,  $\sigma_5$ и будут задействованы дополнительно по боковой поверхности тангенсоида вращения. В связи с этим, значения по боковой поверхности ствола сваи  $\Sigma \sigma_{3(0-5)}$  получатся  $\sigma_{3(0-3)} = 33,91$  кПа,  $\sigma_{3(0-4)} = 58,7$ кПаи  $\sigma_{3(0-5)} = 99,30$  кПа. Схема с полным тангенсоидом вращения, см. рис. 4.8.

Общая величина напряжений с учетом напряжения грунта от взаимодействия со сваей составит

$$\Delta \Sigma \sigma_5 = \Sigma \sigma_{3(0-5)} + \sigma_e = 115,2 \ \kappa \Pi a. \tag{4.43}$$

Несущая способность основания сваи по пяти зонам состояний предельных равновесий с учетом предварительного напряжения грунта от взаимодействия со сваей по боковой поверхности ствола:

$$F_{dc1} = F_{d1} + F_{db} = 46,34 \text{ kH}, \tag{4.44}$$

где: *F*<sub>d1</sub> = 14,04 кH – см. (4.25);

 $F_{db} = A_c \sigma_b = 32,3 \text{ кH} -$ несущая способность от взаимодействия по боковой поверхности ствола сваи;

$$F_{dc2} = F_{d2} + F_{db} = 69,96 \text{ kH}, F_{d2} (4.25); \tag{4.45}$$

$$F_{dc3} = F_{d3} + F_{db} = 98,98 \text{ kH}, F_{d3} (4.26); \tag{4.46}$$

$$F_{dc4} = F_{d4} + F_{db} = 140,78 \text{ kH}, F_{d4} (4.27); \tag{4.47}$$

$$F_{dc5} = F_{d5} + F_{db} = 204,1 \text{ KH}, F_{d5} (4.28); \tag{4.48}$$



Рисунок 4.8 – Схема формирования зон состояний предельных равновесий 1...5

по боковой поверхности полного тангенсоида вращения 1 от нагрузки *N* на сваю 2 и зон состояний предельных равновесий 1...5 образуемых давлением восходящего потока выпираемого грунта из-подтангенсоида вращения по боковой поверхности ствола буровой сваи; 3 – зоны, задействованные в эксперименте; 4 – граница доли третьей зоны, задействованной в эксперименте

Средневзвешенный модуль общей деформации по данным табл. 2.1

$$E = E_1^0 / k_1^0 = 5,30 \ M\Pi a \,. \tag{4.49}$$

Эталонные попредельно-равновесные коэффициенты пропорциональности модулей нелинейной общей деформации по конечным осадкам, показанных в табл. 4.4.

Таблица 4.4 – Эталонные попредельно-равновесные коэффициенты пропорциональности модулей нелинейной общей деформации грунта

Фаза	А – нел	инейный	график	Б – линейный график			
№СПР	1	2	3.1	3	4	5	
$k_n^0$	1,393	1,328	0,834	0,622	0,360	0,301	
СПР – с	остояние	предельн	ого равно	весия			

Модули нелинейной общей деформации грунта по зональным нагрузкам:

$$E_1^0 = k_1^0 E = 7,38 \ M\Pi a \,; \tag{4.50}$$

$$E_2^0 = k_2^0 E = 15,14 \ M\Pi a; \tag{4.51}$$

$$E_{3.1}^{0} = k_{3.1}^{0} E = 4,42 M\Pi a; \qquad (4.52)$$

$$E_3^0 = k_3^0 E = 3,30 \ M\Pi a \tag{4.53}$$

$$E_4^0 = k_4^0 E = 3,53 \ M\Pi a \,; \tag{4.54}$$

$$E_5^0 = k_5^0 E = 1,60 \ M\Pi a \,. \tag{4.55}$$

Конечная сжимаемость грунта по границам каждой зоны:

$$S_1 = (1 - y^2) P_1 / d_y E_1^0 = 0,00139 \ m = 1,39 \ mm;$$
(4.56)

$$S_{2} = (1 - y^{2})P_{2}/d_{y}E_{2}^{0} = 0,0022 \quad m = 2,20 \quad mm;$$
(4.57)

$$S_{3.1} = (1 - y^2) P_{2-3} / d_y E_{3.1}^0 = 0,00425 M = 4,25 \text{ MM};$$
(4.58)

$$S_{3} = (1 - y^{2})P_{3}/d_{c}E_{3}^{0} = 0,01128 \quad M = 11,28 \quad MM;$$
(4.59)

$$S_4 = (1 - y^2) P_4 / d_c E_4^0 = 0,0337 \quad m = 33,7 \quad mm.$$
(4.60)

$$S_5 = (1 - y^2) P_5 / d_c E_5^0 = 0,0683 \ \text{M} = 68,3 \ \text{MM} \,.$$
(4.61)

По результатам расчета проводится теоретическое построение расчетного графика зависимости сжимаемости от нагрузок  $S = f(P_n)$  на рис. 4.15 по данным приведенным в табл. 4.5.

Таким образом, осуществлено расчетное исследование по определению напряженно-деформированного состояния пяти зон предельных равновесий грунта в основании тангенсоида вращения и по боковой поверхности ствола буронабивной сваи Б-1.

№ СПР	1	2	3.1	3	4	5
<b>σ</b> <sub>n</sub> , кПа	23,0	60,8	117,8	117,8	204,0	345,1
<i>Р</i> <sub><i>n</i></sub> , кН	46,3	70,0	85,0	9,31	16,12	27,26
<i>S<sub>n</sub></i> , мм	1,4	2,2	4,2	11,3	33,7	68,3
Фазы	А – нел	инейный	график	Б – ли	нейный г	рафик

Таблица 4.5 – Напряжения  $\sigma_n$ , нагрузки  $P_n$  и осадки  $S_n$ 

Результаты расчета по зонам состояний предельных равновесий показаны в табл. 4.6. По данным расчета на рис. 4.9 построены графики зависимости осадок от нагрузок.

Таблица4.6 – Нагрузки  $P_n$  и осадки  $S_n$ 

п, СПР	1	2	3	4	5
<i>Р</i> <sub><i>n</i></sub> , кН	46,34	69,96	98,98	140,78	204,10
<i>S</i> <sub><i>n</i></sub> , мм	1,4	2,2	4,2 / 11,3	33,7	68,3



Рисунок 4.9 – График нелинейно-линейной зависимости осадки от нагрузки  $S = f(P_n)$ : 1 – нелинейный»; 2 – линейный

Методология расчетного определения критической несущей способности основания буронабивной сваиБ-2.

По расчетным данным, приведенным в табл. 4.2 тангенсоид вращения становится полным при напряжении  $\sigma_5 = 328,12$  кПа на пятой зоне состояния

предельного равновесия. Отсюда при доведении осадки сваи до значения критической при напряжении  $\sigma_5 = 328,12$  кПа под тангенсоидом вращения сформируются дополнительно доля третьей, четвертая и пятая зоны состояний предельных равновесий, от которых произойдут под выпором грунта значения минимальных главных напряжений  $\sigma_{3n}$ :  $\sigma_3$ ,  $\sigma_4$ ,  $\sigma_5$ и будут задействованы дополнительно по боковой поверхности тангенсоида вращения. В связи с этим, значения по боковой поверхности ствола сваи получатся  $\sigma_{3(0-3)} = 32,20$  кПа,  $\sigma_{3(0-4)} = 55,80$  кПаи  $\sigma_{3(0-5)} = 94,40$  кПа. Схема с полным тангенсоидом вращения, см. рис. 4.8.

Общая величина напряжений с учетом напряжения грунта от взаимодействия со сваей составит (4.33)

$$\Delta\Sigma\sigma_5 = \Sigma\sigma_{3(0-5)} + \sigma_e = 110,3 \ \kappa\Pi a$$
.

Несущая способность основания сваи по пяти зонам состояний предельных равновесий с учетом предварительного напряжения грунта от взаимодействия со сваей по боковой поверхности ствола (4.34):

$$F_{dc1} = F_{d1} + F_{db} = 45,63 \text{ kH},$$

где:  $F_{d1} = 13,33$  кH – см. (4.33);

 $F_{db} = A_c \sigma_b = 32,3 \text{ кH} -$ несущая способность от взаимодействия по боковой поверхности ствола сваи;

 $F_{dc2} = F_{d2} + F_{db} = 68,23 \text{ кH}, F_{d2} (4.34);$   $F_{dc3} = F_{d3} + F_{db} = 95,92 \text{ кH}, F_{d3} (4.35);$   $F_{dc4} = F_{d4} + F_{db} = 135,70 \text{ кH}, F_{d4} (4.36);$  $F_{dc5} = F_{d5} + F_{db} = 195,98 \text{ кH}, F_{d5} (4.37).$ 

Схему формирования зон состояний предельных равновесий 1...5 по боковой поверхностям полного тангенсоида вращения и зон 1...5, образуемых давлением восходящего потока выпираемого грунта из-под тангенсоида вращения по боковой поверхности ствола сваи см. рис. 4.14. п. 4.2.1.

Модуль нелинейной общей деформации определяется по результатам полевого испытания, см. рис. 4.6.б буронабивной сваи Б-2 при нагрузки *P* = 30 кН и стабилизированной осадки S = 1,2 мм для диаметра $d_y = 3,9$  м, коэффициент Пуассона для суглинка y = 0,37 по данным табл. 2.3

$$E_1^0 = (1 - y^2) P_1 / dS_1 = 5,57 \ M\Pi a \,. \tag{4.62}$$

Модуль общей деформации (4.49)

$$E = E_1^0 / k_1^0 = 4,0 M\Pi a$$
.

Эталонные попредельно-равновесные коэффициенты пропорциональности модулей нелинейной общей деформации по конечным осадкам, показанных в табл. 4.7.

Таблица 4.7– Эталонные попредельно-равновесные коэффициенты пропорциональности модулей нелинейной общей деформации грунта

Фаза	А – нел	инейный	график	Б – линейный график			
№СПР	1	2	3.1	3	4	5	
$k_n^0$	1,393	1,328	0,834	0,622	0,360	0,301	
СПР – с	остояние	предельн	ого равно	весия			

Модули нелинейной общей деформации грунта по зональным нагрузкам (4.50)...(4.55):

$$E_{1}^{0} = k_{1}^{0}E = 5,57 \quad M\Pi a;$$

$$E_{2}^{0} = k_{2}^{0}E = 5,31 \quad M\Pi a;$$

$$E_{3,1}^{0} = k_{3,1}^{0}E = 3,34 \quad M\Pi a;$$

$$E_{3}^{0} = k_{3}^{0}E = 2,49 \quad M\Pi a$$

$$E_{4}^{0} = k_{4}^{0}E = 1,44 \quad M\Pi a;$$

$$E_{5}^{0} = k_{5}^{0}E = 1,20 \quad M\Pi a.$$

Конечная сжимаемость грунта по границам каждой зоны (4.56)...(4.61):

$$S_{1} = (1 - y^{2})P_{1}/d_{y}E_{1}^{0} = 0,00181 \ m = 1,81 \ mm;$$
  

$$S_{2} = (1 - y^{2})P_{2}/d_{y}E_{2}^{0} = 0,00284 \ m = 2,84 \ mm;$$
  

$$S_{3.1} = (1 - y^{2})P_{2-3}/d_{y}E_{3.1}^{0} = 0,00563 \ m = 5,63mm;$$

$$S_{3} = (1 - y^{2})P_{3}/d_{c}E_{3}^{0} = 0,00804 \quad m = 8,04 \quad mm;$$
  

$$S_{4} = (1 - y^{2})P_{4}/d_{c}E_{4}^{0} = 0,04273 \quad m = 42,73 \quad mm.$$
  

$$S_{5} = (1 - y^{2})P_{5}/d_{c}E_{5}^{0} = 0,08673 \quad m = 86,73 \quad mm.$$

По результатам расчета проводится теоретическое построение расчетного графика зависимости сжимаемости от нагрузок  $S = f(P_n)$  на рис. 4.10 по данным приведенным в табл. 4.8.

№ СПР	1	2	3.1	3	4	5
<b>σ</b> <sub>n</sub> , кПа	21,90	57,79	112,01	112,01	193,93	328,12
<i>Р</i> <sub><i>n</i></sub> , кН	45,63	68,23	85,0	8,89	15,40	26,05
<i>S<sub>n</sub></i> , мм	1,81	2,84	5,23	8,04	42,73	86,73
Фазы	А – нел	инейный	график	Б – ли	нейный г	рафик

Таблица 4.8 – Напряжения  $\sigma_n$ , нагрузки  $P_n$  и осадки  $S_n$ 

Таким образом, осуществлено расчетное исследование по определению напряженно-деформированного состояния пяти зон предельных равновесий грунта в основании тангенсоида вращения и по боковой поверхности ствола буронабивной сваи Б-2.

Результаты расчета по зонам состояний предельных равновесий показаны в табл. 4.9. По данным расчета на рис. 4.17 построены графики зависимости осадок от нагрузок.

Таблица 4.9 – Нагрузки *Р<sub>n</sub>* и осадки *S<sub>n</sub>* 

п, СПР	1	2	3	4	5
<i>Р</i> <sub><i>n</i></sub> , кН	45,63	68,23	95,92	135,70	195,98
<i>S</i> <sub><i>n</i></sub> , мм	1,81	2,84	8,04	42,73	86,73



Рисунок 4.10 – График нелинейно-линейной зависимости осадки от нагрузки  $S = f(P_n)$ : 1 – нелинейный»; 2 – линейный

Методология расчетного определения критической несущей способности основания буронабивной сваи Б-3.

По расчетным данным, приведенным в табл. 4.3тангенсоид вращения становится полным при напряжении  $\sigma_5 = 239,2$  кПа на пятой зоне состояния предельного равновесия. Отсюда при доведении осадки сваи до значения критической при напряжении  $\sigma_5 = 239,2$  кПа под тангенсоидом вращения сформируются дополнительно доля третьей, четвертая и пятая зоны состояний предельных равновесий, от которых произойдут под выпором грунта значения минимальных главных напряжений  $\sigma_{3n}$ :  $\sigma_3$ ,  $\sigma_4$ ,  $\sigma_5$  и будут задействованы дополнительно по боковой поверхности тангенсоида вращения. В связи с этим, значения по боковой поверхности ствола сваи  $\Sigma \sigma_{3(0-5)}$  получатся  $\sigma_{3(0-3)}$ = 32,38 кПа,  $\sigma_{3(0-4)}$ = 52,31 кПа и  $\sigma_{3(0-5)}$ = 80,74 кПа. Схема с полным тангенсоидом вращения, см. рис. 4.8.

Общая величина напряжений с учетом напряжения грунта от взаимодействия со сваей составит (4.33)

$$\Delta \Sigma \sigma_5 = \Sigma \sigma_{3(0-5)} + \sigma_e = 96,64 \ \kappa \Pi a.$$

Несущая способность основания сваи по пяти зонам состояний предельных равновесий с учетом предварительного напряжения грунта от взаимодействия со сваей по боковой поверхности ствола (4.34):

$$F_{dc1} = F_{d1} + F_{db} = 49,04 \text{ kH},$$

где:  $F_{d1} = 15,89 \text{ кH} - \text{см.} (4.38);$ 

 $F_{db} = A_c \sigma_b = 33,15 \text{ кH} -$ несущая способность от взаимодействия по боковой поверхности ствола сваи;

$$F_{dc2} = F_{d2} + F_{db} = 71,80$$
 кН,  $F_{d2}$  (4.39);  
 $F_{dc3} = F_{d3} + F_{db} = 97,90$  кН,  $F_{d3}$  (4.40);  
 $F_{dc4} = F_{d4} + F_{db} = 132,81$  кН,  $F_{d4}$  (4.41);  
 $F_{dc5} = F_{d5} + F_{db} = 181,77$  кН,  $F_{d5}$  (4.42).

Средневзвешенный модуль общей деформации по данным табл. 2.3

$$\overline{E} = \frac{E_1 h_1 + E_2 h_2}{\Sigma h_i} = 11,4 \ M\Pi a \,. \tag{4.63}$$

Эталонные попредельно-равновесные коэффициенты пропорциональности модулей нелинейной общей деформации по конечным осадкам, показанных в табл. 4.10.

Таблица 4.10 – Эталонные попредельно-равновесные коэффициенты пропорциональности модулей нелинейной общей деформации грунта

Фаза	А – нел	инейный	график	Б – линейный график			
№СПР	1	2	3.1	3	4	5	
$k_n^0$	1,393	1,328	0,834	0,622	0,360	0,301	
СПР – с	остояние	предельн	ого равно	весия			

Модули нелинейной общей деформации грунта по зональным нагрузкам (4.50)...(4.55):

 $E_{1}^{0} = k_{1}^{0}E = 15,88 \quad M\Pi a;$   $E_{2}^{0} = k_{2}^{0}E = 15,14 \quad M\Pi a;$   $E_{3.1}^{0} = k_{3.1}^{0}E = 9,51 \quad M\Pi a;$   $E_{3}^{0} = k_{3}^{0}E = 7,16 \quad M\Pi a;$   $E_{4}^{0} = k_{4}^{0}E = 4,10 \quad M\Pi a;$  $E_{5}^{0} = k_{5}^{0}E = 3,43 \quad M\Pi a.$ 

Конечная сжимаемость грунта по границам каждой зоны (4.56)...(4.61):

$$\begin{split} S_{1} &= (1 - y^{2})P_{1} / d_{y}E_{1}^{0} = 0,00074 \ m = 0,74 \ mm; \\ S_{2} &= (1 - y^{2})P_{2} / d_{y}E_{2}^{0} = 0,00132 \ m = 1,32 \ mm; \\ S_{3,1} &= (1 - y^{2})P_{2-3} / d_{y}E_{3,1}^{0} = 0,00249 \ m = 2,49 \ mm; \\ S_{3} &= (1 - y^{2})P_{3} / d_{c}E_{3}^{0} = 0,00425 \ m = 4,25 \ mm; \\ S_{4} &= (1 - y^{2})P_{4} / d_{c}E_{4}^{0} = 0,012 \ m = 12,00 \ mm; \\ S_{5} &= (1 - y^{2})P_{5} / d_{c}E_{5}^{0} = 0,02213 \ m = 22,13 \ mm. \end{split}$$

По результатам расчета проводится теоретическое построение расчетного графика зависимости сжимаемости от нагрузок  $S = f(P_n)$  на рис. 4.11 по данным приведенным в табл. 4.11.

№ СПР	1	2	3.1	3	4	5
σ <sub>n</sub> , кПа	21,60	53,08	95,94	95,94	155,0	239,2
<i>Р<sub>n</sub></i> , кН	49,0	71,8	85,0	7,76	12,54	19,35
<i>S</i> <sub><i>n</i></sub> , мм	0,74	1,32	2,49	4,85	12,00	22,13
Фазы	А – нел	инейный	график	Б – ли	нейный г	рафик

Таблица 4.11 – Напряжения  $\sigma_n$ , нагрузки  $P_n$  и осадки  $S_n$ 

Таким образом, осуществлено расчетное исследование по определению напряженно-деформированного состояния пяти зон предельных равновесий грунта в основании тангенсоида вращения и по боковой поверхности ствола буронабивной сваи Б-3.

Результаты расчета по зонам состояний предельных равновесий показаны в табл. 4.12. По данным расчета на рис. 4.11 построены графики зависимости осадок от нагрузок.

п, СПР	1	2	3	4	5
<i>Р</i> <sub>n</sub> , кН	49,0	71,8	97,9	132,8	181,8
<i>S</i> <sub><i>n</i></sub> , мм	0,74	1,32	4,25	12,00	22,13

Таблица 4.12 – Нагрузки *P<sub>n</sub>* и осадки *S<sub>n</sub>* 



Рисунок 4.11 – График зависимости «осадка-нагрузка» *S* = *f*(*P<sub>n</sub>*) испытания буронабивной сваи Б-3 статической вертикальной осевой вдавливающей нагрузкой: 1 – нелинейный экспериментальный график; 2 – нелинейный расчетный график; 3 – линейный расчетный график

4.3 Анализ и сравнение результатов расчетов опытных буронабивных свай

Результаты экспериментальных и теоретических исследований несущей способности оснований буронабивных свай на вертикальную статическую нагрузку приведен в табл. 4.13.

Таблица 4.13 – Результаты экспериментальных и теоретических несущей способности оснований буронабивных свай на вертикальную статическую нагрузку

Свая	Несущая способность по результатам ста- тических испытаний,	Расчетная несущая способность, кН	Отношение разницы между расч. и опытн. значениями к расчет-
	κН		ному значению, %
Б-1	87	204,1	57,4
Б-2	87	196,0	55,6
Б-3	91	181,8	49,9

Отношение разницы между расчетными и опытными значениями, отнесенные к расчетному значению:

- свая Б-1 $K = (F_{dp} - F_{dy}) / F_{dp} = 0,574$  д.е.;

- свая Б-2
$$K = (F_{dp} - F_{dy}) / F_{dp} = 0,556$$
 д.е.;

- свая Б-З  $K = (F_{dp} - F_{ds}) / F_{dp} = 0,499$  д.е..

Значения расчетной несущей способности  $F_{dp}$  превышают значения экспериментальной  $F_{d_3}$ в:2,35 раза – свая Б-1; 2,25 раза – свая Б-2; 2,0 раза – свая Б-3.

Разница отношений значений колеблется: в процентах (%) от 49,9 до 57,4; в долях единицы (д.е.) от 2,0 до 2,35.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обоснована зависимость осадки буронабивной сваи S = f(P, d, E), при этом основное влияние на значения осадки оказывает величина значения модуля общей деформации.

Впервые предложена методология расчетного определения критической несущей способности и деформации оснований буронабивных свай с применением новой теории нелинейного деформирования предельно-напряженных грунтов оснований свай.

Открыта возможность повышения несущей способности оснований буронабивных свай при условии увеличения значений их осадок до критических.

Буронабивные сваи Б-1, Б-2, Б-3 при критических опытных нагрузках, в первой, второй и частично третьей зонах состояний предельных равновесий от давления бетонной смеси после укладки ее в скважине на окружающий ствол сваи грунт, формируют неполные тангенсоиды вращения при достигнутых осадках свай $S_1 = 7$  мм,  $S_2 = 8,2$  мм,  $S_3 = 4,3$  мм. По расчетным данным, тангенсоиды вращения становятся полными при критических осадках $S_{5,1} = 68,3$  мм;  $S_{5,2} = 86,7$  мм;  $S_{5,3} = 22,13$  мм и напряжениях $\sigma_{5,1} = 345,1$  кПа;  $\sigma_{5,2} = 328,12$  кПа;  $\sigma_{5,3} = 239,2$  кПа. Отсюда при доведении осадок сваи до значений критических, под тангенсоидами вращения сформируются дополнительно доли третьей, четвертой и пятой зон состояний предельных равновесий, которые будут задействованы дополнительно по боковой поверхности стволов свай.

Впервые теоретически показана реальная возможность повышения несущей способности основания буронабивной сваи, ограниченной критической нагрузкой нелинейно-линейного графика зависимости осадки от нагрузки, до 2,4 раза по сравнению с предельной нагрузкой нелинейного графика по эксперименту.

Предоставлена возможность для совершенствования методики проведения испытаний несущей способности оснований свай по ГОСТ 5686-2012 с до-

88

ведением до уровня требований по международному американскому стандарту ASTM.

Впервые создана методика научно обоснованного построения расчетного графика зависимости S = f(P, d, E), исключающая дорогостоящие полевые исследования несущей способности оснований буронабивных свай.

Достигнута достоверность расчетного исследования несущей способности оснований свай и их осадок, сопоставимая поточности с экспериментальными исследованиями.

Настоящее экспериментально-теоретическое исследование являются весьма актуальными востребованным для широкого применения в фундаментостроении.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бахолдин, Б.В. Методика контроля несущей способности буронабивных свай по результатам их динамических испытаний / Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2007. - №1. - С. 16-20.

2. Берлинов М. В. Основания и фундаменты [Текст] : учебник / М. В. Берлинов; - Изд. 6-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 320 с.

3. Берлинов М. В. Расчет оснований и фундаментов [Текст] : учеб. пособие / М. В. Берлинов, Б. А. Ягупов; - Изд. 3-е, испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 272 с.

4. Борозенец, Л.М. Метод интерпретации результатов натурного испытания буронабивных свай / Л.М. Борозенец // Инф. листок ЦНТИ. – Владимир, 1992. – НТД № 92-48. – 4 с.

5. Борозенец, Л.М. Способ расчёта несущей способности оснований буронабивных свай / Л.М. Борозенец // Инф. листок ЦНТИ. – Владимир, 1992. – НТД № 92-49. – 4 с.

6. Борозенец, Л.М. Анализ результатов натурного испытания буровых свай / Л.М. Борозенец // Проблемы свайного фундаментостроения: труды IV Международной конф. Ч.П. – Пермь, : ПГТУ, 1994. – С. 19-24.

7. Борозенец, Л.М. Расчётный анализ предельной несущей способности и нелинейной деформации основания опытной буронабивной сваи / Л.М. Борозенец // Градостроительство, реконструкция и инженерное обеспечение устойчивого развития городов Поволжья: сб. тр. III Всероссийской науч.-практ. конф. – Тольятти, : ТГУ, 2012. – С. 21-26.

8. Борозенец, Л.М. Нелинейная механика вытеснения дисперсных грунтов в основаниях фундаментов / Л.М. Борозенец // Геотехника Беларуси: наука и практика: мат. Междунар. науч.-техн. конф. (Ч. 1). – Минск, : БНТУ, 2013. – С. 183-194.

9. Борозенец, Л.М. Геотехника фундаментостроения и грунтоустойчивости:Монография.- Тольятти: ТГУ, 2014. – 779 с. 10. Борозенец, Л.М., Будыльская, Е.А. Геотехника устройства висячей конструктивно-грунтовой буронабивной опоры-фундамента глубокого заложения // Вестник ПНИПУ «Строительство и архитектура». – 2014. - №2.

11. Будыльская, Е.А., Борозенец, Л.М., Райченко, Р.И. Расчетное исследование и построение эпюры реактивного контактного давления грунта на плоскую подошву жесткого штампа // Мат. науч.-практ. конф. «Градостроительство, реконструкция и инженерное обеспечение устойчивого развития городов Поволжья». – Тольятти, : ТГУ, 2012. – С. 26-33.

12. Будыльская, Е.А., Борозенец, Л.М., Реактивное контактное давление грунта на плоскую подошву жесткого фундамента // Мат. науч.-техн. конф. «Геотехника Беларуси: наука и практика». – Минск : БНТУ, 2013. – С. 204-211.

13. ГОСТ 5686-2012. Грунты. Методы полевых испытаний сваями. – Москва, Стандартинформ, 2014. – С. 42.

14. Готман, А.Л. Исследование вертикально нагруженных буронабивных свай в глинистых грунтах и их расчет по данным статического зондирования» / Основания, фундаменты и механика грунтов. – Вып. №... – Москва, : НИИОСП им. Герсеванова, 2009. – С. 7-11.

15. Далматов, Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты[Текст] / Б.И. Далматов // Л.: Стройиздат, 1988. – С. 252-293.

16. Далматов, Б.И. Оценка несущей способности свай трения / Б.И. Далматов // Сб. научн. тр. ЛИСИ. №72. - Л.: ЛИСИ, 1972. – С. 5-12.

17. Далматов Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты [Электронный ресурс] : (включая специальный курс инженерной геологии) : учебник / Б. И. Далматов. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 416 с.: ил. - (Учебники для вузов.Специальная литература).

18. Дзагов, А.М. О напряженном состоянии основания при устройстве и нагружении буронабивной сваи в глинистых грунтах / Основания, фундаменты и механика грунтов. – Вып. №... – Москва, : НИИОСП им. Герсеванова, 2009. – С. 10-15.  Землянский, А.А. Экспериментальные исследования работы свай, преднапряженной по грунту / Основания, фундаменты и механика грунтов. – Вып. №... – Москва, : НИИОСП им. Герсеванова, 2009. – С. 2-6.

20. Знаменский, В.В., Крыжановский, А.Л., Негахдар, М.Р., Рубцов, О.И. / Повышение несущей способности буровой сваи при радиальном обжатии стенок скважины по технологии «Песконасос»» // Вестник МГСУ. – Вып. №2, 2008. – С. 55-62.

21. Лапшин, Ф.К. Расчет свай по предельным состояниям [Текст]/ Ф.К. Лапшин. – Саратов, : СГУ, 1979. – 152 с.

22. Мангушев Р. А. Основания и фундаменты [Текст] : решение практ. задач : учеб.пособие / Р. А. Мангушев, Р. А. Усманов. - Изд. 2-е, стер. -Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 172 с. : ил. - (Учебники для вузов.Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2733-8.

23. Мишин, С.А., Борозенец Л.М. Экспериментальное исследование несущей способности и деформации основания одиночной буровой сваи и односвайно-плитного фундамента // Молодой ученый. – 2016. - №7 (111). – С. 120-128.

24. Никитенко, М.И. Буроинъекционные анкеры и сваи при возведении и реконструкции зданий и сооружений: монография / М.И. Никитенко. – Минск: БНТУ, 2007. – 580 с.

25. ОДМ218.2.016-2011. Методические рекомендации по проектированию и устройству буронабивных свай повышенной несущей способности по грунту отраслевой дорожный методический документ – Москва, «Информавтодор», 2011. – с. 25.

26. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика / 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. – С. 183.

27. Патент на изобретение RU № 2645686 U1 МПК E02D27/12 (2006.01) «Способ строительства фундамента и его устройство»; авторы : Бо-

92

розенец Л.М., Ушакова Е.А.; заявка: 2015133495, 10.08.2015; опубликовано: 27.02.2018.

28. Смолин, Б.С. Опыт проведения испытаний буронабивных свай по стандарту ASTM / Б.С. Смолин, В.В. Захаров, В.В Пузанов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – Вып. №2. – Москва, : НИИОСП им. Герсеванова, 2009. – С. 29-32.

29. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* / - Москва, : Институт ОАО «НИЦ» «Строительство»» (НИИОСП им. Герсеванова), 2011. – 161 с.

30. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 / - Москва, : Институт ОАО «НИЦ» «Строительство»» (НИИОСП им. Герсеванова), 2011. – 85 с.

31. СП 50-102-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов / ФГУП ЦПП. – М., : ГУП ЦПП, 2004. – 81 с.

32. Технология непрерывного полого шнека. <u>http://reo-</u> <u>парк.pф/technology/buronabivnye-svai/tehnologiya-cfa-nepreryvnyj-polyj-shnek</u>

33. Технология строительных процессов, кафедра технологии, организации и механизации строительства (Конспект лекций), Казань, 2011 (<u>http://poznayka.org/s20179t1.html</u>)

34. Ухов С.Б. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты[Текст] / С.Б. Ухов; М.: АСВ, 1994. – С. 305-372.

35. Ушакова, Е.А., Борозенец, Л.М. Геотехника устройства висячей буронабивной трубчато-заполненной сваи-опоры глубокого заложения / Е.А. Ушакова, Л.М. Борозенец // Вестник ЮУрГУ, серия «Строительство и архитектура» том 15, №3, 2015. – С. 38-44.

36. Ушакова, Е.А., Борозенец, Л.М. Экспериментально-теоретическое исследование несущей способности основания буровых свай / Е.А. Ушакова, Л.М. Борозенец // Вестник ЮУрГУ, серия «Строительство и архитектура» том 16, №2, 2016. – С. 5-10.

93

37. Ушакова, Е.А., Борозенец, Л.М. Методология исследования экспериментального нелинейного графика зависимости осадки от нагрузки буровой сваи / Е.А. Ушакова, Л.М. Борозенец // Наука и образование: новое время. №2. – г. Чебоксары, : «Новое время», 2018. – 12 с.

38. Черныш А. С. Расчет оснований и фундаментов [Текст] : учеб.пособие / А. С. Черныш, Т. Г. Калачук, Г. В. Куликов. - Белгород : БГТУ, 2014. - 83 с.

39. ASTMD1143 / D1143M - 07(2013). StandardTestMethodsforDeep Foundations Under Static Axial Compressive Load

40. K. R. Massarsch /SalvageofPharaonicMonumentsin Egypt / Proceedingsofthe International geotechnicalconferencededicatedtothetercentenaryof Saint Petersburg «Reconstructionofhistoricalcitiesandgeotechnicalengineering». – ASV Publishers, Moscow, 2003. – 47-64pp.

41. J.B.Burland, M. Jamiolkowski, C. Viggiani / The stabilisation of the Leaning Tower of Pisa / Proceedings of the International geotechnical conference dedicated to the tercentenary of Saint Petersburg «Reconstruction of historical cities and geotechnical engineering». – ASV Publishers, Moscow, 2003. – 29-46 pp.

42. H. Brandl / Micropiles for underpinning/undercrossing of historical buildings / Proceedings of the International geotechnical conference dedicated to the tercentenary of Saint Petersburg «Reconstruction of historical cities and geotechnical engineering». – ASV Publishers, Moscow, 2003. – 119-126pp.

43. H. Quick & M. Nubbaumer / Building pits and foundations in Berlin – experience report about the reconstruction of the Capital City / Proceedings of the International geotechnical conference dedicated to the tercentenary of Saint Petersburg «Reconstruction of historical cities and geotechnical engineering». – ASV Publishers, Moscow, 2003. – 127-149pp.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

#### Паспорта, выпускные аттестаты и свидетельства о поверке приборов и

### оборудования



NR

n/n

1 2

3

4

8

9

10

11

# Продолжение приложения А

Уты	ержден										0020050	00.000 C cm 3
AUX.	Россий Закрытое А	иская Фед кционерни	ерация ое Общес	ство						**	4.1201.130	
	<b>A</b> 3	HEPO	PFO*					2 KOM	плект пос	ТАВКИ		
			and mic "paster"			0	Домкрат п	оставляется	в собранно	м и упакованном	виде	
						В комп домкра	лект постае ат, шт.	вки входят;			1	
						паспор руково	л, экз. дство по эк	сплуатации.	экз		1	
								3 СВЕДЕН	ния о коно	СЕРВАЦИИ		
						Лата	Наи	менование	nafor	Срок действи	ия.	Должность, фамилия.
	DOMVDAT	ORHOC	TOPOU	ыцый.		Hold				годы		подпись
	LOWIKFAT		TOPOM	22								
	0110.	Молори		55								
	0020		30063									
	ДП50	П75. ДП	100075									
	1	ПАСПОР	PT									
	ДП2	0П50.00.	000NC					4 СВИДЕТ	гельство	О ПРИЕМКЕ		
					,	(Dom)	рат модел	DALON.	5 Саводскої	ù NR 33	изгот	говлен в соот-
		PG	Ŧ			ветствий с Л	34143-026- BURDERA	35639370-20	от и призна	ан годным для-эко 200 От	сплуата	зции
		0.904	'			0	200	2			anu anu a	4556546
		AA04				19	2-2	HUH OT	ветственно	io sa n	присмиз	1340000
						Od 6	312	1	Aug			
						16	MPKY	5 ГАРАНТИ	ИНЫЕ ОБЯ	зательства		
							Тивно-техни	ие-изготовит ической доку	ель гаранти ментации и	ero padotocnoco	вие изд обность	елия требова- лри соблюде-
						нии потреби	телем усл	овий эксплу	атации и хр	анения, установ	пенных	руководством
						5.2 0	Срок гарант	гии - 18 меся	яцев со дня	ввода изделия в	в экспл	уатацию, но не
						более 24 ме 5.3 (	эсяцев со ді Дефекты из	ня продажи. зделия, возн	икшие по ви	ине изготовителя	и выяв	вленные потре-
						бителем в	течение гар	месяца со да	срока, предл ня получени	приятие-изготови ня рекламации	тель об	бязуется устра-
						E A I	арантийны	е обязатель	CTBA HE BUI	олняются, если п	потребя	итель разбирал
						U COMOCTOR	TARLUG ALID	00400 0040	T HILDONKS	е периол лействи	ug rana	
		Иркутск				и самостоя и при отсут	тельно вып ствии на гар	олнял ремон рантийном та	нт изделия алоне запол	в период действи пненных граф и ц	ия гара штампоя	а.
	1.ОБЩИЕ	Иркутск сведения	об издели	и		и самостоя и при отсут и при отсут ДП2оп50 ое оос	тельно вып ствии на гар ЮС, стр 4	олнял ремон рантийном та	нт изделия і алоне запол	в период действи ненных граф и ш Дейст	ия гара пампоя	н инно о срока в. тен по заполнени
	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкоат изравлический с рог	Иркутск Сведения и область п	ОБ ИЗДЕЛИ рименения	[И	DD6143-	и самостоя и при отсут и при отсут	тельно вып ствии на га; ЮС, стр 4	олнял ремон рантийном та	нт изделия алоне запол	а период действи ненных граф и ш Дейст ПРЕСП <sup>®</sup>	ия гара штампое пецтел	н инного срока в. тен по заполнени
наче	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол эн для подъема или перемещени	Иркутск Сведения и область п пым штоком ( ія груза, для :	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейш запрессовки	и и выпрессоя	предна- аки дета-	и самостоя и при отсут и при отсут ДП20П50 00 000	тельно вып ствии на гар ЮС, стр 4	олнял ремон рантийном та	нт изделия алоне запол	в период действи ненных граф и ш Дейст Действа До До Действа До До До	ия гара штампон	н илио о срока в. тен по заполнени
наче Іей н	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол ен для подъема или перемещени на длинных валах. Домкрат является средством	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п тым штоком ( ия груза, для : механизации	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейши запрессовки при выполн	и ем домкрат) и выпрессов ении различ	предна- эки дета- ных сле-	и самостоя и при отсут и при отсут ДП20П50 00 рос	тельно вып ствии на гар ИС., стр 4	олнал ремол рантийном та	нт изделия алоне запол ЭНЕР Гарантий	период действи период действи период и ш Период Предол Заполнеет пр	ия гара штампон пецтел редприк	н илио соона а. 1994 по заполнени 1994-изготочите
наче ейн арні	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол ен для подъема или перемещени на длинных валах. Домкрат является средством о-сборочных и ремонтно-монтаж	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п пым штоком ( ия груза, для : механизации ных работ в р	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейш запрессовки при выполн валичных о	1И и выпрессоя ении различ граслях пром	предна- зки дета- ных сле- иышлен-	и самостоя и при отсут дП20П50 00 000	тельно вып ствии на гар ЮС, стр 4 нат гидравл	олнял ремон рантийном ті С С С С С С С С С С С С С С С С С С С	нт изделия и апоне запол ЭНЕР ГаРАНТИЙ гарантий	в период действи период действи период и ш период период период заполненет пр заполненет пр заполненет пр заполненет пр	ия гара штампое пвител редприк 20//2	нинного соона а. төн по заполнени жогсого номер жогсого номер
наче тей н сарні ность	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол ен для подъема или перемещени на длинных валах. Домкрат и вяляется средством о-сборочных и ремонтно-монтаж пример условного обозначени га	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п тым штоком ( ия груза, для : механизации ных работ в р ля домкрата (	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейши запрессовки при выполн заличных о дп20150:	и и выпрессоя ении различ граслях прок	предна- зки дета- ных сле- иышлен-	и самостоя и при отсут длоопье ее еесе вижи	тельно вып ствии на гар ИС, стр 4 нат гидравл насервирова	олнал ремокранийном ти рантийном ти (СС) СС) инческий с п инческий с п инческий с п и и улахова 2 р л л	нт изделия и апоне запол ЭНЕР Тарантий полым шток н в соответ	пернод действи пернод действи пернод сействик прессо иный талон заполнает пр ом модел Дий ствик с действук	ия гара штампое пвител редприя 2011-4 ощими	нинкоо срока 1941 по заполнени Нодской номер техническим усл
наче Іей н арні	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол ен для подъема кли перемещени ка длинных валах. Домкрат вляются средством о-сборочных и ремонтно-монтаж Пример условного обозначени гдеП-домкрат гидр 20 - грузоподъе м	Иркутск СВЕДЕНИЯ : и область п тым штокой (я груза, для : механизации ных работ в р яв дожуата / ввлический с осток в тс.	ОБ ИЗДЕЛИ в дальнойш запрессовки при выполн азличных ог дП20П50: полым штох	IИ и выпресси ении различ граслях прок	предна- зки дета- ных сле- иышлен-	и самостоя и при отсут длэопьо оо оос длэопьо оо оос длэопьо оо оос длэопьо оо оос длага даха	тельно вып стани на гар ИС, стр 4 нат гидравл неселенрова отгрузки « 2	олнал ремок рантийном тэ СС С С С С С С С С С С С С С С С С С С	нт изделия апоне запол ЭНЕР Тарантий полым шток н в соответ 2 20	период действи период действи период действи период действи период действи заполниет пр ствии с действи ствии с действи	ия гара пвител редприя 2011/3 ощими	нинкоо срока ген по заполнени итие-изготочите Нодской номер техническими усл
наче іей н арні юсть	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол- ен для подъема кли перемещени ка длинных валах. Домкрат и влятется средством. осборочных и ремонтно-монтаж л. Пример условного обозначени где ДЛ-домкрат гидра 20 - грузоподъем П – пружинный в 50-ход поршина в. 50-ход поршина в.	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п тым штоком ( и груза, для з механизации механизации механизации оказанизации оказанизации оказанизации механизации механизации механизации оказанизации механизации механизации оказанизации механизации механизации механизации механизации оказанизации механизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месани месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месанизации месани месани месани месани месани месани месани месани месони месани месани месани месани	ОБ ИЗДЕЛИ в дальнойш запрессовки при выполн азличных от дП20П50: полым што» я,	IИ и выпрессоя ении различі граслях прок ісом.	предна- аки дета- ных сле- иышлен-	и самостоя и при отсут длогово ос осо длогово ос осо визми длата улако	тельно вып стани на гар ИС, стр 4 нат гидравл насервирова отгрузки « 2 вщих	олная ремоло рантийном та СС 25 С вический с п ан и упакова 28 с с постобу	нт изделия влоне запол ЭНЕСР Гарантий и в соответ 2 20 1 (расш	В период действи ненных граф и ш Переде Сорона Заполниет пр ом модел Ф. об модел Ф. об т. об модел Ф. об т. об	ия гара пеител редприя 20/14 ощими	нинного срока 1941 по заполнени итич-изготочите Жодской номер техническими усл
наче ей н арні ость	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидралический с пол- ен для подъема кли перемецени на длинных валах. Доккрат вяляется средством. о-сборочных и ремонтно-монтаж пример условного обозначени где дО-грузоподъе м П – пружилный в 50-ход поршия в. Коделие выполнено в клима	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п інм штоком (и яг груза, для з инх работ в р из домкрата ј звалический с озарат поршни им	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнойш запрессовки пари выполн заличных от дП20П50: полым шток я; холнении УХ	и ем домкрат) и выпрессоя ении различн граслих про ком. (Л категории	предна- зки дота- ных сле- иышлен- к размеще-	и самостоя и при отсут длото се сес длото се сес длото се сес длата дата с Улако При 1	тельно выл ствии на гар NIC, стр 4 NIC, стр 4 NIC, стр 4 вщих вщих отсутствии	олнал ремокрантийном тл ССС 2000 ССС 20000 ССС 2000 ССС 20000 ССС 200000000	нт изделия алоне запол ЭНЕР Гарантий полым шток н в соответ 2 20 	В период действи ненных граф и ш Переде Версен Заполниет пр оч модел 92/12 обрати с действук обрати	ия гара пецтампон редприк 20114 ощими	нинноо соола 18н по заполнени итич-изготовите Жодской номер Техническими усл
наче ей н арні ость	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол- ен для подъема кли перемещени га длинных валах. Дочкрат в является средством. о-сборочных и ремонтно-монтаж пример условного обозначени где ДП-домкрат гидро 20 - грузоподъе м. П – пружинный в 50-ход поршия в. Изделие выполнено в клима а по ГОСТ15150-69.	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п тым штоком (и ія груза, для з нах работе в из домкрата дожита завлический с изврат поршним. тическом исг	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнойши запресовки при выполн заличных У дп20П50: полым шток я; холнении УХ	и ем домкрат) и выпрессои ении различи граслях прок ком. (Л категории	предна- яки дета- ных сле- мышлен- и размеще-	и самостоя и при отсут длогово ое осо виями дата и упако При и При и	тельно выл ствии на гар мат гидравл на гидравл на гидравл на тидравл на тидра на тидра тидравл на тидра тида на тидра тида на тидра тидра тидра на тидра тидра тида на тидра тида на тидра тидра тида на тидра тида на тидра тида на тидо тидо тидо тидо тидо на тидо тидо тидо тидо тидо тидо тидо тидо	олнал ремокрантийном тл орантийном тл орантийн тл орантийном тл орантийн тл ора	нт изделия алоне запол Сарантий тарантий н в соответ 2 20 1 (ресш в претензии ресу Р. Локсеми	В период действи период действи Период собород Период собород Стани с действии стани с действии оброзная подписа) и не принимаю бург. 184	ия гара пештампог пештел <u>20114</u> ощими	нияного срока в илин-изготовите Тахническими усл
наче ей н арні ость	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пог ен для подъема кли перемещени га длинных валах. Дочкрат в является средством. о-сборочных и ремонтно-монтаж пример условного обозначени где Дл-домкрат гидр 20 - грузоподъем П – пружинный в 50-ход поршия в 50-ход поршия в 1.2 Своде Домкрат гидравлический с	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п ным штоком ( я груза, для : механизации ных работ в р карамората в авлический с ность в гс, зараят порчити мм. тическом ист ния о сертием	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейші запресовки при выполн заличных ог полым што» я; колнения УХ рикации	и и выпресси ении различ граслях прок юм. СП категории к ДП20150.	предна- яки дета- ных сле- мышлен- м размеще- дПЗОП63.	и самостоя и при отсут длогозо оо оос анахи виками дла и упако При и Собен обен отехно техно отехно обен обен отехно обен обен обен обен обен обен обен об	тельно выл ствии на гар мС, стр 4 мсеовировн отгрузки « 2 вщия от иркусствии в им напра юг иркусствии от иркусствии от иркусствии	олнал ремократи одантийном та одантийном та инческий с п инческий с п и паспорта и	нт изделия алоне запол тарантий тарантий польм штое н в соответ  / (расш претензи ресу 	а период действи перных граф и ш Передо Предо в пориска в период действук он моделе и пер принимаю стринимаю струг. 184 19	ия гара пештампог пештал редприя 20 <u>1</u> 4 осцими	нияного срока а. имин-изготовите угодской номер техническими усл
наче ей н ость иля 1 1П50	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол- ен для подъема кил перемещени и адлинных валах. Доккрат является средством. пример условного обозначени гае ДЛ-дожкрат гидр 20. грузоподъем П – пружинный в 50-ход поршия в Изделие выполнено в клима с по ГОСТ15150-69. 1.2 Сведе Домкрат гидравлический с оптос, ДП100П75 соответствует лее гостала о соо	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п тым штоком ( и сруза, для : механизации ных работ в р авлический с ность в гс, зараят порчити мм. тическом исг ния о сертия порым штоком.	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейши запресовки при выполн заличных ог полым штон я; солнении УХ рикации рикации и морелетия	и ем домкрат) и выпресон ении различн граслях прок юм. (Л категории ных докумен	предна- яки дета- ных сле- иышлен- к размеще- дПЗоП63, ктов. ГОСТ	и самостоя и при отсут длоопье ее еес вижи лата улако При т тел с	тельно вып ствии на гар мСс, стр. 4 мСс, стр. 4 мсеранрова отгрузки « 2 вщия — отсутствия напра об. с. Мругос арбустстви арбустстви арбустстви арбустстви арбустстви арбустстви	олнал ремокрантийном тл	нт изделия алоне запол тарантий полым шток н в соответ  / / ретонзи ресу ( р. Локсеми ( р. Локсеми 2) 255-795	в период действи период действи период действи Стави с действус об стави с действус об стави с действус и не принимаю бург, 184 3а	ия гара пештел 2014 ощими отся.	нияного срока а. имин-изготочите Убодской номер техническими усл ит фирма – профе
наче ей н ости иля 1 12.2	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол- ен для подъема кли перемещени из длинных валах. Домкрат является средством. Пример условного обозначени- гае ДП-домкрат гидр 20- грузоподъеми П – пружинный вс 50-ход поршин в Изделие выполнено в клима 50-ход поршина в Изделие выполнено в клима 50-ход поршина в 1.2 Своде Домкрат гидравлический с сопт5, ДП100П75 соответствует 086, ГОСТ12.2.040. Номер сертификата РОСС F	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п тым штоком ( и сбласть п тым штоком ( и с срза, для : маханизации ных работ в р авлический с ность в гс, зараят порции мм. тическом исл ния о сертика пребования RU.ARO4, B1-	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейши запресовки при выполн заличных ог полым штон я; хоолнении УХ рикации ри моделей и норматика 4567, серти	и ем домкрат) и выпрессоя ении различи граслях прок юм. (Л категории ных докумен фицирован н	предна- яки дета- ных сле- нышлен- м размеще- дПзоП63, ктов. ГОСТ органом по	и самостоя и при отсут длоопье ее еес вижи лата Улако При 1 тел с	тельно вып ствии на гар мСс, стр 4 мСс, стр 4 мС, стр 4 мС, стр 4 мСС, стр 4 мС, стр 4 мС, стр 4 мС, стр 4 мС, стр 4 мС,	олнал ремокрантийном тл	нт изделия алоне запол рнер тарантий полым шток и в соответ и в соответ с расси претонзи 2022 21:13 2022 25:755 20 Те к	в период действи период действи период действи стави с действу стави с действу оброзна подписк) и не принимаю бург, 184 3а	ня гара пештел пештел 20114 ощими этся.	т плого срока
наче ей н арні ості иля 1 2056 12.2 серт	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол ен для подъема кли перемещени ка длинных валах. Домкрат является средством. осборочных и ремонтно-монтаж Пример условного обозначени гае Дл-докурат гидр 20 - грузоподъеми П – пружитный в 50-ход поршия в 1.2 Сведе Изделие выполнено в клима а по ГОСТ15150-69. 1.2 Сведе Домкрат гидравлический с со П75, ДП100П75 соответствует 086, ГОСТ12.2.040. Номер сертификата РОСС F ификации продукции машиностр	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п тым штоком ( я груза, для маточеский завлический авалический сторть в гс. заврат поршн мм. тическом исго ния о сертиф полым штоко требованная RU_AR04. В1- осния 11АЯО	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейши запрессовки лариеных от длгоп50: полык шток я; толнении УХ рикации м норматики 4567, сертин 4	и и выпрессоя ении различи граслях прок юм. (Л категории с ДП20150, ных докумен фицирован н	предна- зки дета- ных сле- нышлен- кразмеще- дПЗоП63, ктов. ГОСТ органом по	и самостоя и при отсут длоопье ое осо длоопье ое осо визии длата Улако При I Тел. тел.	тельно вып ствии на гар MC, стр 4 MC, стр 4 M	олнал ремокрантийном тл одантийном тл инческий с п ан и улахова и паспорта и паспорта и паспорта и паспорта отдела (395) Сутити чаменовани	нт изделия алоне запол САРАНТИЙ Кольим штое н в соответ с раски и претензии ресу Р. Локсеми ресу Р. Локсеми ресу 2023 21-13 21 255-755 <i>С. Т. Е. К.</i> е фирмы пос	в период действи период действи период действи период действи период действус об модел об модел	ня гара пецтампог редприя 2011/2 ощими этолние	т плого срока тон по заполнени тогодогой номер техническими усл т фирма – проден
наче ей н оости иля 1 12.2. серт	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол н для подъема или перемещени ка длинных валах. Домкрат является средством осборочных и ремонтно-монтаж Пример условного сбозаначени гае ДП-домкрат гидр 20 - грузоподъем П – пружинный в 50-ход поршия в 50-ход поршия в 1.2 Сесее Домкрат гидравлический с 075, ДП100175 соответствует 086, ГОСТ12.2.040. Номер сертификата РОСС F ификации продукции машиностр	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п іым штоком ( я груза, для : я груза, для : валически исг ния о сертиф полым шток тическом исг ния о сертиф полым шток тическом исг ния о сертиф полым шток тебозвания: RU.AR04, B1: оения 11АЯО не техническ	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейш запрессовки при выполн различных от дл20П50: полым што- и дл20П50: полым што- м а, холнении УХ рикации м нормативы 4. 567, серти 4. чи данные	и и выпрессоя ении различ граслях прок сом, (Л категории сом, (Л категории сом, сом, сом, сом, сом, сом, сом, сом,	предна- зки дета- ных сле- нышлен- к размеще- дПЗ0П63, ктов. ГОСТ сорганом по	и самостоя и при отсут длоопье ое осо длоопье ое осо визми дата тел с дата дата	тельно выл ствии на гар ипс., стр. 4 ипс., ипс., стр. 4 ипс., стр. 4 и стр. 4 и стр. 4 и стр. 4 и стр. 4 и стр.	олнал ремокрантийном то одинтийном то инческий с п ан и уласоваа 28	нт изделия алоне запол САРАНТИЙ колым штое н в соответ / (расш 1 претензи ресу ?	в период действи период действи период действи период действи анолнием пр от мадел маровка подписи) и не принимаю бург, 184 3а одавца ) 2007, *CTAHKO	ия гара пештампог редприя 2011 2011 2011 2011 2011 2011 2011 201	т плого срока то по заполнени то заполнени то срока номер техническими усл то фирма – проден 
наче ей н ости иля 1 12.2 серт	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол вн для подъема или перемещени а длинных валах. Домкрат является средством. осборочных и ремонтно-монтаж пример условного обозначени где Дл.домкрат гидр 20 - грузоподъем П – пружинный вс 50-ход поршия в 50-ход поршия в изделие выполнено в клима ког СОСТ15150-69. 1.2 Своде Домкрат гидравлический с ОЛ75, ДЛ100175 соответствует овб. ГОСТ12.2.040. Номер сертификата РОСС Е ификации продукции машиностр 1.3 Основны	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п ным штоком ( и груза, для : механизации ных работ в р имеханизации ных работ в р мя домкрата ( завлический с ность в гс. завлический с ноть в гс. завраят поршн мм. итоком исг ния о сертиф полым штоко требования Ч.И.ЯО4, В.Т. оения 11АЯО не техническ	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейш запрессовки при выполн различных ог дигаоп50: полым шток жолнении УХ рикации м нормелей 4. гие данные	и ем домкрат) и выпрессоя ении различ граслях пром сом. (Л категории (Л категории мах докумен фицирован н	предна- аки дета- ных сле- ных сле- нышлен- к размеще- дпзоп6з, ктов. ГОСТ органом по	и самостоя и при отсуп Длаопье ое осо длаопье ое осо визми Длата Улако При тел. тел. Дата Цата Цата	тельно вып ствии на гар мпс, стр. 4 мат. пидравл неселенова отгрузки «2 вщих  отсутстви вызи напра от Ирхусс (3352) 211-1 еренского (3352) 221-1 еренского (3352) 221-1 с сремского (с. и) и и и и и и и и и и и и и и и и и и	олнал ремокрантийном тл одинтийном тл инческий с п ан и упакова 28. и паспорта и п	нт изделия алоне запол тарантий тарантий тарантий тарантий претензи уста и претензи уста и соответ , > 20 1 (расша и соответ , > 20 1 (расша и соответ , > 20 1 (рассания) уста и соответ , > 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 2	период действи период действи период действи период действус период подпосо иный талон заполивает пр ом модел Дий ствии с действус об действус и не принимаю бург, 184 9 адения 2007, 184 9 2007, 184 19 2007, 184 19 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	ия гара пецітампог 2011-4 этся. этся. 0ТЕХ <sup>3</sup> 16323	нинного срока нан по заполнени то зготочите Тозническими усл т фирма – проден 
Have eA H aphiloction 12.2. Cept Ne	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Дожкрат гидравлический с пол в для подъема или перемещени а длинных валах. Дожрат является средством. о-сборочных и ремонтно-монтаж пример условного обозначени где ДП-докурат гидр 20 - грузоподъем По поружинный вс 50-ход поршня в 50-ход поршня в изделие выполнено в клима по гОСТ15150-69. 1.2 Своде Домкрат гидравлический с 075, ДП100175 соответствует 086, ГОСТ12.2.040. Номер сертификата РОСС F ификации продукции машиностр 1.3 Основны	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п ньм штоком ( и груза, для : механизации ных работ в р мя домкрата ( валический с ность в гс, зараня поршн мм. тическом исг ния о сертиф польки штоко требования 20,4304, в 1 оения 11АЯО не техническ	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейш запрессовки при выполн различных ог дп20П50: полым шток я; холнении УХ рикации м нормеления 4. кме данные Модель ;	и ем домкрат) и выпрессой граслих пров юм. (Л категории ных докумен фицирован н цомирата	предна- аки дета- ных сле- ных сле- нышлен- к размеще- длзоп6з, ктов. ГОСТ органом по	и самостоя и при отсуп Длаопье ое осо длаопье ое осо визми Длата Улако При Члако При тел. тел. Дата Цата Цата	тельно вып ствии на гар мпс. стр. 4 мат. гидравл неселикова отгрузки «2 вщих 	олнал ремокрантийном тл одинтийном тл инческий с п ан и упакова 28. Су и паспорта и	нт изделия алоне запол Гарантий Гарани	период действи период действи период действи период действус период подписи и не принимаю бург, 184 9 20 20 4 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	ия гара пецітамног 2011/4 опцими опцими опцими опцими опцими опцими опцими опцими	нинного срока 10н по заполнени Геологическими усл техническими усл 10011 19-44
наче іей н юсть 1ия 1 12.2 серт №2 п/п	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Дожкрат гидравлический с пол вн для подъема или перемещени га длинных валах. Дожкрат является средством. о-сборочных и ремонтно-монтаж Пример условного обозначени где ДП-докурат гидр 20 - грузоподъем П – пружима гидра 50-ход поршия в 50-ход поршия в 50-ход поршия в Изделие выполнено в клима по ГОСТ15150-69. 1.2 Сведе Домкрат гидравлический с 075, ДП100175 соответствует 086. ГОСТ12.2.040. Номер сертификата РОСС F ификации продукции машиностр 1.3 Основны	Иркутск СВЕДЕНИЯ и и область п током (и в груза, для з механизации механизации механизации полым сость в гс. заврат поршн м. тическом ист им. тическом ист им. тическом ист им. тическом ист им. тическом ист им. требования 11АЯО и такническ длагольо	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейши запрессовки полым штом а, толнении УХ рикации 4567, серти 4. кие данные Модель д дпЗоП63	и ем домкрат) и выпрессия ении различи траслях пров юм. (Л категории Алгоп50, ных докумен фицирован н цомкрата ДП50П75	предна- аки дета- ных сле- мышлен- м размеще- дПЗОП63, чтов. ГОСТ органом по ДП100/175	и самостоя и при отсут ДП20П50 00 000 ДП20П50 00 000 ДП20П50 00 000 ДП20П50 00 000 Дата Улако При I При I П	тельно вып ствии на гар мпс. стр. 4 мпс. 4 мп	олнал ремокрантийном тл одинтийном тл инческий с п ан и упакова инческий с п ан и упакова колто и паспорта и и и и и паспорта и и и и и и и и и и и и и и и и и и и	нт изделия алоне запол Гарантий Гарантий Гарантий Гарантий Гарантий В соответ 	период действи период действи период действи период алеоличет праф и ш период алеоличет прафии алеоличет прафии период перио	ия гара пештел 2011 2011 2011 2011 2011 2011 2011 201	нинного срока нан по заполнени лаче-изготочите лаче-изготочите лаче-изготочите точносочии усл точносочии усл точносочии усл точносочи усл точносочи усл 1001 (4-44 предприятия)
наче іей н арні іості іия 1 12.2 серт 1	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Дожкрат гидравлический с пол- ен для подъема или перемещени ка длинных валах. Дожкрат является средством. о-сборочных и ремонтно-монтаж Пример условного обозначени гае Дл-дождат гидр 20 - грузоподъем. По проктизите выполнено в клима 50-ход поршия в 50-ход поршия в Карлие выполнено в клима по ГОСТ15150-69. 1.2 Сведе Домкрат гидравлический с 0175, ДЛ100175 соответствует 086, ГОСТ12.2.040. Номер сертификата РОСС F ификации продукции манностр 1.3 Основны Параметры Номинальная грузоподъем- ность, с	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п въм штоком ( ія груза, для з механизации механизации механизации потык пос ототь в гс. узарат поршн мм. тическом исг ния о сертиф потым шток требования 11АЯО ие техническ 20	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейци запрессовки полым штон адличных 0 дп20П50: полым штон я; холнении УХ рикации м моделей 4 м нормативн 4567, сертин 4 м сраньце мие данные Модель 2 дп30П63 30	и ем домкрат) и выпрессоя ении различн траслях пров юм. (Л категории сом. (Л категории сом. сом. сом. сом. сом. сом. сом. сом.	предна- аки дета- ных сле- мышлен- а размеще- дПзоп63, ктов. ГОСТ органом по ДП100П75 100	и самостоя и при отсут длото ос осо длото ос осо длото ос осо длото ос осо длото дата улако При 1 Лото Тел с Дата Цата Штам	нос, стр. 4 нат. гидравля носовин на гар носовин на гар носовинова отсутстви вщия отсутстви вщия отсутстви вщия сороналого с сороналого	олнал ремокрантийном тл одинтийном тл ин-еский с п ан и упакова ин ласпорта и паспорта и паспор	нт изделия алоне запол Гарантий Гарантий Гарантий Польм шток н в соответ 2 20 20 1 (расш в претензи 1952) 211-13 21 255-755 косони 1952) 211-13 21 255-755 косони 1952) 211-13 21 255-755 косони 1952) 211-13 21 255-755 косони 1952) 211-13 21 255-755 косони 1952) 211-13 21 255-755 косони 1952) 211-13 21 255-755 косони 1952 211-13 21 215-755 косони 1952 211-13 21 215-755 косони 1952 211-13 21 215-755 косони 1952 211-13 21 215-755 косони 1952 211-13 21 255-755 косони 1952 21-13 21 255-755 косони 1952 21-13 21 255-755 косони 1952 21 21 255-755 косони 21 255-7555 косони 21 255-7555 косони 21 255-7555 косони 21 255-75555 косони 21 255-755555 косони 21 255-755555555555555555555555555555555	в период действи период действи период действи период алониет пр оч модел тини с действук оч модел тини с действук оч не приникано бург, 184 19 3а алониет оч мороена подпися) и не приникано бург, 184 19 3а алониет алониет оч мороена подпися) и не приникано бург, 184 19 3а алониет алониет алониет алониет оч мороена подпися) и не приникано бург, 184 19 3а алониет ало	ия гара пештел 2014 2014 2014 2014 2014 2014 2014 2014	нинного срока нан по заполнени гахноческихи усл тахноческихи усл тахноческихи усл тахноческихи усл 0 100 1 (g - 44 предприятие)
наче ей н арни ост. 12.2 серт 1 1 2 2	1.0БЩИЕ     1.1. Назначение     Домкрат гидравлический с пол- ен для подъема или перемещени     адлинных валах.     Дочкрат вяляется средством.     осборочных и ремонтно-монтаж     Пример условного обозначени     гае ДЛ-домкрат гидр     20 - грузоподъем.     По горузоподъем.     Параметры     Номер сертификата РОСС F     Момер сертификата РОСС F     1.3 Основнь     Параметры     Номинальная грузоподъем.     Номинальная грузоподъем.     Номинальная грузоподъем.     Номинальная с	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п ым штоком (и яг груза, для з механизации неханизации нех работ в ер- озарат поршн ми тическом исг тическом исг тиче тическом исг тическом исг тическом исг ти	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейш запрессовки при выполн запичных об д1200150: полым шток я; холнении УХ рикации м моделей 4 м норматиан 4567, сертин 4 моделе д дПЗ0П63 30 7 2 2	и ем домкрат) и выпрессоя ении различн граслях прок юм. (Л категории дл20П50, ных докумен фицирован дл50П75 50 0 76	предна- зки дета- ных сле- иншлен- с размеще- дПЗ0П63, ктов. ГОСТ органом по ДП100П75 100	и самостоя и при отсут длогозо оо оос длогозо оо оос длогозо оо оос длогозо оо оос длогозо дата улако При и При и Тел с Дата Цата Штам	тельно вып ствии на гар мос, стр 4 мат гидравля носеовирова отгрузки «2 вщия дан и апра от сутстви вая и апра от сутстви вая и апра от сутстви али (с т сутстви али (с т сутстви) али (с т сутстви али (с т сутстви) али (с т сутстви али (с т сутстви) али (с т	олнал ремокрантийном тл одинтийном тл инческий с п ан и упакова 28. С подперати и паспорта интеский с п ан и упакова 10. С согдена Согд	нт изделия алоне запол гарантий полым штое н в соответ 2 = 20 1 ресу солсеми 1952) 211-13 2) 255-795 сол Те к ке фирмы пос мен с 3 877/Са к карес эксолу	в период действи период действи период действи период подпосо заполичет пр ом модел Ф/Л/ ствии с действук об ург. 184 19 3а одавца ) одар Сулико сург. 184 19 3а одавца ) одар Сулико странистви с действук об ург. 184 19 3а одавца ) одар Сулико странистви с действук об ург. 184 19 3а одар Сулико странистви с действук об ург. 184 19 3а одавца ) одар Сулико странистви с действук об ург. 184 19 3а одар Сулико с транистви с действук об ург. 184 19 3а об ург. 184 19 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	ия гара пецтол 20114 ощими отся. 01 Е с х <sup>в</sup> 1 6323 5 Я П И 1 48-4 5 Я П И 1 48-4 5 Я П И	нинного срока
наче ей н арні ості аля 1 12.2 серт 1 1 2 3 4	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол- ен для подъема или перемещени ка длинных валах. Домкрат вяляется средством. о-сборочных и ремонтно-монтаж по пример условного обозначени гае ДЛ-домкрат гидр 20- грузоподъем. По пруженный выполнено в клима в по ГОСТ15150-69. 1.2 Сведе Домкрат гидравлический с оП75, ДП100П75 соответствует 1.3 Основнь Параметры Номинальная грузоподъем- ность, го Номинальная грузоподъем- ность, го Номинальная грузоподъем- ность, го Номинальная грузоподъем- ность, го Номинальная грузоподъем- ность, го Номинальное давление, МПа Ход поршия, ми	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п том область п ном отоком (и вя грузя, для з механизации нех работе в р яя домкрата доверки польки цтоком исг ния о сертиф польки цтоком исг требованиян 20. – – – – – – – – – – – – – – – – – – –	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнойши запрессовки при выполн в дальнойци полым шток я; колнении УХ фикации м моделей м нормативн 4567, сертин 4. коделе данные Модель д ПЗОП63 30 7 63 33	и ем домкрат) и выпрессои ении различн граслях пром юм. (Л категории мых докумен фицирован дл50П55 50 0 75 54	предна- зки дета- ных сле- иншлен- с размеще- дПЗ0П63, ктов. ГОСТ органом по ДП100П75 100 75 80	и самостоя и при отсут длогозо оо оос аними дло о оо дло о оос дата улако При тел с Дата Цата Штам Поку	тельно вып ствии на гар мос, стр 4 носовирова отгрузки « 2 вщия отгрузки « 2 вщия отгрузки « 2 вщия отсрутстви на и напра ( продажи « ( продажи « ( продажи « ( на	олнал ремокрантийном тл одинтийном тл инческий с п ан и упакова 28. С подпорт и паспорта и пас	нт изделия алоне запол гарантий полым шток н в соответ 2 20 1 (расш в претензи 1952) 211-13 2) 255-795 СС ТС К мет органия 1952) 211-13 2) 255-795 СС ТС К ядрес эксплу Средстви	в период действи период действи период действи период солонения заполичет пр ом модел Ф/Л/ ствии с действук об ург. 184 19 3а одавщи 19 3а одавщи 19 3а 3а одавщи 19 3а 3а 3а 3а 3а 3а 3а 3а 3а 3а	ия гара пештол 20114 ощими отся. 01 E x * 1 6323 5 R I H 1 48-4 5 R I H 1 48-5 5 R I H 1 48-5 5 8 R I H 1 48-5 7 8 R I H 1 48-5 8 8 R I H 1 4 8 R I H 1 4 1 4 8 R I H 1 4 8 R I	никио срока
наче ей н арні ості 2.2. серт 1 2.3 4 5	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол- ен для подъема кил перемещени и адлинных валах. Доккрат является средством. пример условного обозначени- гае ДЛ-дожкрат гидр 20. грузоподъем. П – пружинный вс 50-ход поршия в изделие выполнено в клима со ГОСТ15150-69. 1.2 Своде Домкрат гидравлический с оп75, ДП100П75 соответствует 086, ГОСТ12.2.040. Номер сертификата РОСС F ификации продукции машиностр 1.3 Основны Моминальная грузоподъем- ность, те Номинальная грузоподъем- ность, те Номинальное давление, МПа Ход поршия, мм Днаметр отверстия полого	Иркутск СВЕДЕНИЯ- и область п ным штоком (и я груза, для з механизации них работ в р не домкрата дожа от в ребования тическом исг тическом исг тиче тическом исг тическом исг тическом ист	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнойши запрессовки при выполн в альнених ух полым што- я; колнении УХ фикации м моделей м нормативн 4567, сертин 4 Кодель д ДПЗОП63 30 7 63 30 30, 6	1И ем домкрат) и выпрессои ении различн граслях пром ком. (Л категории матегории и долоп50, ных докумен фицирован долого5 50 0 75 54 650	предна- яки дета- ных сле- иышлен- и размеще- дПзоп63, ктов. ГОСТ органом по ДП100П75 100 75 80 1049	и самостоя и при отсуп длогово оо оос длогово оо оос длогово оо оос дата упако При при при при при при дата Дата Цата Цата Сомо Сомостоя	тельно вып ствии на гар мС, стр 4 мат гидравля несевнирова отгрузки « 2 вщия отгрузки « 2 вщия отсрутствии на и малра ( продажи «, продажи «, парадами «, парадам	олнал ремокрантийном тл одантийном тл инческий с п ан и упакова ин упакова ин упакова ин паспорта и паспорта и паспорта и паспорта и паспорта и паскорта и паскор	нт изделия алоне запол Гарантий Кольм штое н в соответ 2 20 1 (свеш с претензи 1952) 211-13 2) 255-795 С ГС К ке фирманос Мей (3) 8-776 К 8-7776 К 8-776 ССССССС СССС	В период действи период действи период действи период собласти алопичет пр алопичет пр и не принимаю ствии с действук об модел 9773 и не принимаю ствии с действук об модел 9773 и не принимаю стрии с действук об модел 9773 и не принимаю с об модел 9773 и не принимаю об модел 9773 и не принимаю и н	ия гара паштално реборик 20/14 Ощими 2000 2010 2010 2010 2010 2010 2010 201	н плиоо срока на по заполнони итич-изготочите Жодской номер техническими усл т фирма – проден 01001 (4-44 предприятия) онтное предприят
наче ей н арни ости иия 1 12.2 серт 1 2 3 4 5 6	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол- ен для подъема кил перемещени из длинных валах. Домкрат является средством. пример условного обозначени- гае ДП-домкрат гидр 20 - грузоподъем. П – пружинный ас 50-ход поршия в изделие выполнено в клима в по ГОСТ15150-69. 1.2 Сведе Домкрат гидравлический с опт5, ДП100П75 соответствует 086, ГОСТ12.2.040. Номер сертификата РОСС F ификации продукции машиностр 1.3 Основны Моминальная грузоподъем- ность, те Номинальная грузоподъем- ность, те Рабочий объем масла, см <sup>3</sup>	Иркутск СВЕДЕНИЯ-1 и область п іым штоком ( я груза, для ; механизации них работ в р авалический с озарат порши има, сертие пость в гс, зарат порши ния о сертие пость в гс, зарат порши как с сертие пость в гс, зарат порши има, с сертие пость в гс, тическом исг тическом исг тическом исг тическом исг тическом исг так с сертие пость в гс, тическом исг так с сертие пость в гс, так с с с с с с с с с с с с с с с с с с с	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейші запресовки при выполн заличных о полым штон я: колнении УХ рикации ум моделер и нормативн 4567, сертин 4 Моделер ДПЗОПОЗ 30 7 63 30 6 ВМГЗ ТУ 33 (Б. 104 ОС 5 19 С. 104 ОС 8 ВМГЗ ТУ 33 С. 105 С.	1И ем домкрат) и выпресси ении различ граслях пром ком. (Л категории и дл2оп50, ных докумен фицирован дл50п75 50 0 75 50 75 75 75 50 75 75 50 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75	предна- яки дета- ных сле- иышлен- а размеще- дПЗ0П63, ктов. ГОСТ органом по ДП100Г175 100 75 80 1049 2	и самостоя и при отсут длогозо оо оос длогозо оо оос зака дла зака дата упако Срем Дата Цата Цата Покуп Дочена Покуп	тельно вып ствии на гар мС, стр 4 мс свии на гар мс свии на гар мс свии на гар мс сви на гар отсутствии вщих отсутствии во и мрора 10 г. Мрана ( продажи *, по фирмы-п патель (мая рат моделя)	олнал ремокрантийном тл одантийном тл инчесхий с п ан и улахова инчесхий с п ан и улахова инческий с п инческий с п инч	нт изделия алоне запол Гарантий Карантий Карантий (расш претензи ресу (срасш претензи ресу (срасш претензи ресу (срасш претензи ресу (срасш сарантий (срасш Карантий (срасш Карантий (срасш Карантий (срасш Сарантий (срасш Карантий (срасш Карантий (срасш Карантий (срасш Карантий (срасш Карантий) (срасш Карантий (срасш Карантий) (срасш Сарантий) (срас Сарантий) (срас С	В период действи период действи Период действи Период собстви Стани с действи от исаделя от исаделя от ринимаю стани с действи от ринимаю от	ия гара пештампон пештол 20114 ощими отся. отся. 0 Тех <sup>в</sup> 1 6323 5 Я ГН 1 4324, с	н плио сооза ни по заполноні ни чиготочите жодсьой номер техническими усл техническими усл техническими усл об 1001 (g-44 онтное предприятия)
наче ей н арнн ость ия 1 12.2 серт 1 2 3 4 5 6 7	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол- ен для подъема или перемещени и адлинных валах. Домкрат является средством осборочных и ремонтно-монтаж пример условного обозначени где ДЛ-домкрат гидр 20 - грузоподъем П – пружинный ас 50-ход поршия в 10 – пружинный ас 50-ход поршия в 10 – поржинный ас 50-ход поршия в 1.2 Сведе Домкрат гидравлический с 086, ГОСТ15/50-69. 1.2 Сведе Домкрат гидравлический с 075, ДЛ100175 соответствует 086, ГОСТ12.2 040. Номер сертификата РОСС F ификации продукции машиностр 1.3 Основны <sup>11</sup> Параметры Номинальная грузоподъем- ность, тс Номинальная грузоподъем- ность, те Номинальная грузоподъем- ность, те Номинальная и грузоподъем- ность, те Номинальная грузоподъем- ность, те Номинальная грузоподъем- ность, те Номинальная грузоподъем- ность, те Рабочая жидкость Диапазон температур окру-	Иркутск СВЕДЕНИЯ- и область п тым штоком ( я груза, для з механизации ных работ в р явлический с ность в гс, зараят порчин мм. тическом исг ния о сертия осртим штоком требованияя 10,200 10,200 20 50 27 158,4 N	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейши запресовки при выполн- заличных о полым штон- я, солнении УХ рикации рикации рикации рикации 4 солнении УХ рикации м модель / дпзол63 30 7 63 300 6 ВМГЗ ТУ 33 ИГЕ-10А ОС от миценена от миценена Солована Со	1И ем домкрат) и выпресон ении различн граслях прок юм. (Л категории ком. (Л категории ком.) (Л ком.) (Л ком.) (П	предна- вки дета- ных сле- иншлен- а размеще- дпзоп63, ктов. ГОСТ органом по 2	и самостоя и при отсут длоопьо оо оос анажи дло о оос анажи дата Дата Цата Цата Причена пост Причена пост	тельно вып ствии на гар мС, стя 4 мат. гидравля несебянровн отгрузки « 2 вщих отсутствии вог Иреусс от Иреусс От Иреусс От Иреусс От Ир	олнал ремокрантийном тл одантийном тл инческий с п ан и улахова ин улахова ин улахова ин улахова ин улахова ин улахова ин улахова ин улахова инческий с п ан и улахова инческий с п инческий с п инч	нт изделия алоне запол тарантий тарантий претизи и в соответ 2	Переда действи перенад действи перенад действи переда пределя переда пе	ия гара пецгланлос реформа 2001 ч 2001 ч 2000 ч 2000 ч 2000 ч 2000 ч 2000 ч 2000 ч 2000 ч 20	н плиоо срока тон по заполнени точкого комер токическими усл то фирма – проден 01001 (3–14 предприятия) 
наче іей н арни юсти иия 12.2 серт 12.2 серт 1 1 2 3 4 5 6 7	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол- на для подъема или перемещени ка длинных валах. Домкрат является средством. осборочных и ремонтно-монтаж- пример условного обозначени- где Дладократ гидра 20 - грузоподъем. По поружинный вс 50-ход поршия в. Изделие выполнено в клима в ио ГОСТ15150-69. 1.2 Сведе Домкрат гидравлический с соп75, дП100175 соответствует 086, ГОСТ12.2.040. Номер сертификата РОСС F ификации продукции машиностр 1.3 Основны "Параметры Номинальная грузоподъем- ность, тс Номинальная грузоподъем- ность, те Номинальная грузоподъем- ность, те Номинальная грузоподъем- ность, те Номинальная грузоподъем- ность, те Давлазон температур окру- жающей пре дазмены ми	Иркутск СВЕДЕНИЯ и и область п тым штоком ( и область п тым штоком ( и стуза, для з авлический с ность в гс. зараят порчи ми. тическом исл ния о сертия поребования 11АЯО не техническ 20 50 27 158,4 к	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейши запресовки при выполн заличных ог дп20п50: я; холнении УХ рикации м моделей м моделей м моделей 4567, сертии 4 Модель 2 дп30п63 30 63 300 63 307 63 300 63 307 63 300 63 307 63 300 63 307 63 300 300	1И ем домкрат) и выпрессон ении различи граслях прок юм. (Л категории ных докумен фицирован и дп50175 50 0 75 54 650 8 101479-00 7 38 01281-8 0 до плос 40	предна- вки дета- ных сле- иышлен- а размеще- дПзоп63, ктов. ГОСТ органом по ДП100П75 100 75 80 1049 2	и самостоя и при отсут длоопью ое осе длоопью ое осе внажи Дата Дата Цітам Причена пост Сведеник о пр	тельно вып ствии на гар мсс вии на гар мсе вини на гар вщих	олнал ремокрантийном тл одантийном тл ин-еский с п ан и упакова 28. обрантийном тл ин-еский с п ан и упакова 28. обрантийном тл ин-еский с п ан и упакова с обрантийном тл и пакова с обрантийном тл с обрантийном тл с обрантийном тл с обрантийном тл с обрантийном тл с обрантийном тл с обрантийном тл и пакова с обрантийном тл с обрантийном	нт изделия алоне запол тарантий оплым штое ні в соответ 2 2 / / / /	В период действи период действи период действи период действи в период действи в период действи ствии с действи общи соденстви ствии с действи периодиа подписи) и не принимаю стрин и не принимаю стрин с действи и не принимаю стрин с действи и не принимаю стрини с действи стрини с действи с с действи с с действи с с действи с с действи с с трини с действи с с с с с с с с с с с с с с с с с с с	ия гара пештелло ребориа 2001 и 2001 и 2001 и 2001 и 2001 и 2001 и 2001 и 2001 и 2001 и 2001 и 200	н плио соока а. 10н по заполнени тиче-изготочите ободской номер техническими усл техническими усл техническими усл 01001 (g-44 предприятие) онтное предприял
наче вей н арни юсти иия 1 12.2 серт 1 2 3 4 5 6 7 8	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол на ля подъема кли перемещени (а длинных валах. Домкрат является средством . осборочных и ремонтно-монтаж Пример условного обозначени где Дладократ гидравлический с п – пружинный выполнено в клима в Изделие выполнено в клима по ГОСТ15150-69. 1.2 Сведе Домкрат гидравлический с солот, дП100175 соответствует 086, ГОСТ12.2.040. Номер сертификата РОСС F ификации продукции машиностр 1.3 Основны "Параметры Номинальная грузоподъем- ность, тс Параметры Номинальная грузоподъем- ность, тс Номер савертим маспа, см <sup>3</sup> Рабочая жидкость Габаритные размеры, ми висота	Иркутск СВЕДЕНИЯ и и область п тым штоком ( и сбласть п тым штоком ( и с с с с с с с с с с с с с с с с с с с	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейши запрессовки при выполн заличных ог дп20150: я; хоолнении УХ оканении ВССС оканении УХ оканении ВССС оканении ВСССС оканении ВСССС оканении ВССССС оканении ВССССССССССССССССССССССССССССССССССС	1И ем домкрат) и выпрессои ении различи граслях прок юм. (Л категории ных докумен фицирован и дпсогл5 50 0 75 54 650 0 75 54 650 0 0 75 54 650 0 0 75 54 650 0 0 75 54 650 0 0 75 54 650 0 0 75 54 650 101479-00 7 3 801281-8 3 01479-00 7 3 801281-8 3 0 0 2 3 5 0 101479-00 7 3 801281-8 1014 7 5 0 101479-00 7 5 5 10 6 5 0 0 7 5 5 5 6 10 7 5 5 5 10 7 5 5 5 10 8 10 8 10 8 10 8 10 8 10 8 10	предна- вки дета- ных сле- иышлен- а размеще- дпзоп63, нтов. ГОСТ органом по 2 2 254 254 254	и самостоя и при отсуп длоопьо ос осс длоопьо ос ос длага и улако При тал с Дата Цата Пака При тал с Сведение пост Сведение о пр	тельно вып ствии на гар мпс, стя 4 мат пидравл неселенорай отгрузки «2 вщая 	олнал ремокрантийном тл одантийном тл инческий с п ан и упакова 28. С пан и упакова 28. С пан и упакова 28. С пан и упакова 18. С 10. С	нт изделия алоне запол тарантий тарани	в период действи период действи период сайстви период сайстви стание с действус об модел Д. заполивает пр ом модел П. заполивает пр ом модел Д. заполивает пр ом модел П. заполивает пр	ия гара пештемпос редприя 20114 201	н плиоо срока а. 10н по заполнени тиче-изготочите то ородской номер техническими усл техническими усл то ородской номер техническими усл 01001 (g-44 предприятия) онтное предприят
наче ей н арни ости иия 1 12.2 серт 1 2 3 4 5 6 7 8	1.ОБЩИЕ 1.1. Назначение Домкрат гидравлический с пол на ля подъема или перемещени ка длинных валах. Домкрат вяляется средством о-сборочных и ремонтно-монтаж Пример условного обозначени где Дл-домкрат гидр 20 - грузоподъем П – пружинный в 50-ход поршия в Изделие выполнено в клима по ГОСТ15150-59. 1.2 Сведе Домкрат гидравлический с 075, ДП100175 соответствует 086, ГОСТ12.2.040. Номер сертификата РОСС F ификации продукции машиностр 1.3 Основны Гараметры Номинальное давление, МПа Ход поршия, мм Диаметр отверстия полого штока, мм Рабочий объем масла, см <sup>3</sup> Рабочий объем масла, см Рабочий объем масла, см Стабаритные размеры, мм диаметр стемератур окру- жающей среды, "С	Иркутск СВЕДЕНИЯ и и область п іны штоком ( ів груза, для з механизации механизации иних работ в р. лаврат орсин им. тическом исг им. тическом исг им. тическом ист им. тическом исг им. тическом исг им. тич им. тическом исг им. тическом исг им. тическом исг им.	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейци запрессовки поль выполн заличных от поль выполн заличных от поль и штон я, толнении УХ рикации 4567, сертии 4567, сертии 4563, сертии 45	ии ем домкрат) и выпрессоя граслях про- сом. (Л категории и дл20П50, ных докумен фицирован дл20П50 то 50 0 75 54 650 50 0 75 54 650 50 75 54 650 75 54 650 73 8 01278-00 73 8 01281-8 до плюс 40 235 159 233	предна- аки дета- ных сле- акишлен- а размеще- дПЗОП63, ттов. ГОСТ органом по 2 2 254 216 254 216	и самостоя и при отсут ДП20П50 00 000 ДП20П50 00 000 ДП20П50 00 000 При П Пата Пата Пата При П Дата Цитам Покуп Сведение о по	тельно вып ствии на гар мпс, стр 4 мат пидравл неселинова отгрузки «2 вщих 	олнал ремол рантийном тл орантийном тл орантийн тл оран	нт изделия алоне запол Гарантий опым штое н в соответ 2 200 1 (расш претензин ресу 2 255-765 2 255-765-765 2 255-765-765-765-765-765-765-765-765-765-7	в период действи период дейс	ия гара пештемпон 20114 20000000000	н плиоо срока 10н по заполнони ипин-изготовите то соло номор техническими усл т фирма – проден 01001 (g = 44 предприятия) онтное предприят
наче ей н арни ости 12.2 серт 12.2 серт 1 2 3 4 5 6 7 8	1.05ЩИЕ 1.1. Назначение Дожкрат гидравлический с пол- вн для подъема или перемещени а длинных валах. Дожкрат является средством. о-сборочных и ремонтно-монтаж пример условного обозначени где ДП-докират гидра 20 - грузоподъем. По поружиный вс 50-ход поршия в Изделие выполнено в клима и ог ОСТ15150-69. 1.2 Своде Домкрат гидравлический с 075, ДП100175 соответствует 086, ГОСТ12.2.040. Номер сертфиката РОСС Р ификации продукции машиностр 1.3 Основны Параметры Номинальная грузоподъем- ность, тс Параметры Номинальная грузоподъем- ность, ис Параметры Номинальное давление, МПа Ход поршия, мм Рабочий объем масла, см <sup>3</sup> Рабочий объем масла, см Рабочий объем масла, см Диапазон температур окру- жающей среди, "С Габаритные размеры, ма адлина Рекомендуемая модель на-	Иркутск СВЕДЕНИЯ и и область п въм штоком (и вя груза, для з механизации имеханизации имеханизации имеханизации имеханизации полым шток тическом исг им. Соетия в с. озврая поршни мм. соетия в с. озврая поршни им. Соетия в с. озврая поршни им. Соетия в с. озврая поршни им. Соетия в с. озврая поршни им. Соетия в с. осертној соетия 11АЯО ие техническо со со со со со со со со со со со со со	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейци запрессовки полым штон аличных о цп20п50: полым штон я; холнении УХ рикации м моделей м моделей м нормативн м нормативно м но	и ем домкрат) и выпрессоя ении различн траслях пров юм. (Л категории дл20п50, ных докумен фицирован и дл20п50 то 50 0 75 54 650 50 0 75 54 650 75 54 650 75 54 650 75 54 650 75 54 650 75 54 650 75 54 650 75 54 650 75 54 650 75 54 650 75 54 650 75 55 75 54 650 75 55 75 54 650 75 55 75 54 650 75 55 75 54 650 75 55 75 55 75 55 75 75 55 75 75 55 75 7	предна- аки дета- ных сле- мышлен- а размеще- дПзоп63, ктов. ГОСТ органом по 2 2 254 216 290 HPF.2020	и самостоя и при отсут ДП20150 00 000 ДП20150 00 000 ДП20150 00 000 ДП20150 00 000 ДАТА ДАТА При При Дата Дата Цата Дата При Сведение о пр Произведен р	нос, стр. 4 мат. гидравля нос. стр. 4 мат. гидравля носеренирова отгрузки « 2 вщих 	олнал ремол рантийном тл орантийном тл орантийн тл оранти	нт изделия алоне запол Гарантий опым штое н в соответ 2 20 20 1 (расш сородания) 1 20 20 1 (расш сородания) 1 20 20 1 (расш сородания) 1 20 20 1 (расш сородания) 1 20 20 1 (расш сородания) 2 20 20 2 20 2 20 2 20 2 20 2 20 2 20	в период действи период дейс	ия гара паштално ребприя 2014 2014 2014 2014 2014 2014 2014 2014	н илио сосла а. 10н по заполнени 10н по заполнени 10 сосла номер Гохинческими усл 10 100 1 (4 - 44 10 00 1 (4 - 44 0 100 1 (4 - 44 0 онтное предприятия) онтное предприятия)
начч арнней н 10552222 ерт 1223 3 4 5 6 6 7 7 8 8 9 9	1.05ЩИЕ 1.1. Назначение Дожкрат гидравлический с пол- вн для подъема или перемещени а длинных валах. Дожкрат является средством. о-сборочных и ремонтно-монтаж пример условного обозначени где ДП-докират гидра 20 - грузоподъем. По поружиный вс 50-ход поршия в Изделие выполнено в клима по гОСТ15150-69. 1.2 Своде Домкрат гидравлический с 075, ДП100175 соответствует 086, ГОСТ12.2.040. Номер сертификата РОСС Е ификации продукции машиностр 1.3 Основны Параметры Номинальная грузоподъем ность, тс Параметры Номинальное давление, МПа Ход поршия, мм Рабочий объем масла, см <sup>3</sup> Рабочий объем масла, см <sup>3</sup> Рабочий объем масла, см Рабочий объем масла, см Диапазон температур окру- жающей среди, "С Габаритные размёры, мм адлина Рекомендуемая модель на- соса	Иркутск СВЕДЕНИЯ и область п ым штоком (и яг грза, для з механизации имеханизации	ОБ ИЗДЕЛИ рименения в дальнейци запрессовки полым штон аличных 0 цп20п50: полым штон ж. холнении УХ рикации м моделей м нормативни м моделей м нормативни м моделей м нормативни м моделей м нормативни м моделей м нормативни м моделей м нормативни м моделей м лормативни м лорма	и ем домкрат) и выпрессоя ении различн траслях пров юм. (Л категории дл20П50, ных докумен фицирован и исмирата дП50П75 50 0 75 54 650 8 101479 00 8 101479 00 8 101479 00 8 101479 00 8 101479 00 1 159 235 159 233 HPГ-7010	предна- аки дота- ных сле- мышлен- а размеще- дПзоп63, ктов. ГОСТ органом по 2 2 254 216 290 HPF-7020 6 2	и самостоя и при отсут Апголько ос осо ангали Даго со осо Алгонско ос осо Алгонско ос осо Алгонско ос осо Алгонско ос осо При лако При ла	нос, стр. 4 мат. гидравля нос. стр. 4 мат. гидравля носеренирова отгрузки « 2 вщих 	олнал ремол рантийном тл орантийном тл орантийн тл ор	нт изделия алоне запол ГАРАНТИЙ оплым штое н в соответ 2 + 20 1 20 255-72 20 257-72 20 20 20 257-72 20 20 20	период действи     период действи     период действи     период действи     период	ия гара паштално ребприя 2014 2014 2014 2014 2014 2014 2014 2014	н илио соола а. нан по заполнени илие-изготоеште Подахой номер по дирма – проден по фирма – проден (1001 (4-44 предприятия) онтное предприятия) онтное предприятия) а реконта

#### КИРОВСКИЙ ЗАВОД "КРАСНЫЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬЩИК" (закрытое акционерное общество) INCO 39 4215 код продукции ix. OHOU NT OT COBCC ИНДИКАТОР ЧАСОВОГО ТИПА С ЦЕНОЙ ДЕЛЕНИЯ 0,01 ММ ИЧ MODUMPRALINA PY --Knacc Touroctu a 41 ПАСПОРТ ИЧ 02.000 ПС ИЧ 05.000 ПС C ИЧ 10.000 ПС ИЧ 25.000 ПС

#### 1. НАЗНАЧЕНИЕ ИНЛИКАТОРА

1.1 Индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм ИЧ предназначен для измерения плиейных размеров абсолютным и относительным методами, определения величины отклонений от заданной геометрической формы и взаимного расположения поверхностей.

Применяется в машиностроении, приборостроении и других отраслях промышленности

Вид климатического исполнения УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69.

Рид кламанического исполнения удог че потост то точков. Обозначение индикатора часового типа с ценой деления 0,01 мм ИЧ с диапазоном измерения 0-10 мм, класса точности 0 при заказе: Индикатор ИЧ 10 кл. 0 ГОСТ 5770 АР ЧС

Моди- Фикация	Диапа- зон из- мере- ний, мм	иапа- он из- точно- ере- сти ий, мм	Наиболь		A DEP	Размах показаний	Вариация показаний
			на любом участке диагазона NTDO измерения в К пределах		LOC 201	инди- катора, мкм, не более	индикатора мкм, не более
			0,1 MM	1 MM	1		
И402	0-2	Q	4	8	10	3	2
		1	6	10	12	3	3
ИЧС5	0-5	0	4	8	12	3	2
		1	8	10	16	3	3
ИЧ10	0-10	0	4	8	15	3	2
		1	6	10	20	3	3
ИЧ25	0-25	0	4	8	22	5	5
	1	1	6	10	30	6	6

#### 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Метрологические характеристики учазанным в таблице 1 2.2 Измерительное усилие и его колебание соответствуют значениям. указанным в табл.2

19(	ЭЛ	ИL	la.	2	
	-	-		_	 1

Моди-	Наибольшее	Колебение измерительного усилия, Н при				
Printeria	измерительное усилие при прямом ходе, Н	прямом или обратном ходе	изменении направления двокения измерительного стержня			
NH02	1.5	0.4	0.5			
1405		0.6	-			
ИЧТО		0.0	1			
ИЧ25	3.0	1.8	10			
3 Cheni	ILL' COOL OF - A	1,0	10			

2.3 Сраднии срок служоы не манее 6 лет 2.4 Сведения о содержании цветных металлов, приведены в таблице 3. Собрание 3. Таблица 3 в килограммах

Наименование металла Масса металла в индикаторах модификаций

	N4021	1405 1	N410	N425
Алюминий и его сплавы	0,019	0,019	0,032	0.130
Медь и ее сплавы	0,027	0,027	0.037	0.060
				the second second second

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ
 1 Температура рабочего пространства в процессе измерения должна быть(20±15)\*С.
 2 Относительная влажность воздуха не более 80% при температуре +25\* С.

\*25° С. 3.3 Содержание вгрессивных газов в окружающей среде не

допускается 2 4. КОМПЛЕКТНОСТЬ 4.1. В комплектность входят:

 в комплеатически с собрание с 5. ПОДГОТОВКА ИНДИКАТОРА К РАБОТЕ 5.1 Ознакомиться перед началом работы с паспортом на индикатор. 5.2 Удалить с индикатора (сосбенно тщательно с измерительной поверхности наконечника) смазку тканью, смоченной в бензине, и окончатально протереть сухой тканью 6. ПОРЯДОК РАБОТЫ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ 5.1 Установить, числичато на имп. Пля этого собщить чизиательно

6. ПОРЯДОК РАБОТЫ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ 8.1 Установить индикатор на нуль. Для этого сообщить измерительному стерхню натяг и поворотом ободка совместить нулевой штрих шкалы со стерлкой. Для проверки постоянства показаний подиять измерительный стержень два-три раза на высоту 1-2 мм и опустить его. Если стрелкой стержень два-три раза на высоту 1-2 мм и опустить его. ней кулевой штрих шкалы. 6 2 Протереть измеряемое изделие чистбй Жинкой тканью, т.к. малейшее присутствие воды, масла и т.п. приводит к исквжению показаний.

показании. 6.3 Следить за тем, чтобы измерительный стержень перемещался без ударов в конце хода, т.к. это может привести к смятию и выкращиванию зубьев механизма и увеличению погрешности

индикатора. 6.4 Не допускать попадания на индикатор эмульсии и масла. 6.5 Не поворачивать индикатор, когда он закреплен в державке за гильзу. 6.6 В случае появления неплавности хода допускается частичная промывка механизма без полной разборхи индикатора. Для этого снять крышку и погрузить механизми индикатора в чистый авиационный бензин, следя за тем, чтобы бензин не попал на шкалу индикатора. После полылиси механизма цалфы осей смазать часовым маслом. После промывки механизма цапфы осей смазать часовым маслом. 3

ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ
 Хранение и транспортирование должно соответствоеать требованиям ГОСТ 13762-86.
 При хранении индикатора более 2 лет со времени его консервации индикатор должен быть переконсервирован в соответствии с ГОСТ 9 014-78.

8. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

то судяток по вступи по вступи
 поверка индикатора - по МИ 2192-92.
 2 Межловерочный интвраал устанааливается в зависимости от эксплуатации, но не реже одного раза в год.

9. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМХЕ И ПОВЕРКЕ

водетельство тво стемемас и повема:
 1 Индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм. Ич
 соотеетствует ГОСТ 577-68 и признан годным для эксплуатации

10. СВЕДЕНИЯ О КОНСЕРВАЦИИ И УПАКОВЫВАНИИ 10.1 Индикатор чесового типа с ценой деления 0,01 мм ИЧ подверлут на предприятии-изготовителе консарвации согласно требованиям ГОСТ 9.014-78. Условия хранения 1(Л) по ГОСТ 15150-69.

Срок защиты без переконсервации 2 года. 10.2 Индикатор упакован предприятием-изготовителам согласно требованиям ГОСТ 13762-86.

11. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

 П. ПАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛИ
 11.1. Изготовитель гарантирует соответствие индикатора требованиям
 ГОСТ 577-68 при соблюдении условий транспортирования, хранения и эксплуатации

11.2 Гарантийный срок эксплуатации - 12 месяцев со дня ввода индикатора в эксплуатацию

Адрес : Россия 610000 г. Киров, ул. Карла Маркса, 18 Телефон: (8332) 69-59-34, 69-59-23.



Типография «Авангара» 2004 г

4

### Продолжение приложения А

Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР УЧЕБНО-ОПЫТНЫЙ ЗАВОД Горьковского политехнического института им. А. А. Жданова г. Горький, ул. Провиантская, 6, тел. 36-04-57

Комплектовал

Исправность прибора и темплость показаний в предерах значений допустимых погье лностей гарантируются ретекти в 12 месяцев при условым соблюдения правил эксплуатация

Контрольный мастер ОТК 26, clenad 1977r

Динамометр образцовый на растяжение № <u>Р-506</u> системы Токаря типа ДОР <u>10</u>, внесенный в Государственный реестр за № <u>3606 / 3</u> на основании результатов государственной поверки, проведенной Волго-Вятским межобластным центром метрологии и стандартизации Госстандарта СССР, признан годным и допущен к применению.

Государственный поверитель «27» <u>ge une fr3</u> 197 7r.

### выпускной аттестат

Динамометр образцовый переносный на растяжение типа ДОР\_\_\_\_\_ ГОСТ 9500-60 системы Токаря

NOP- 506

г. Горький

#### Техническая характеристика

2. Цена одного деления индикатора не превышает 20. кгс

#### Результаты поверки

В результате поверки динамометра отделом технического контроля завода установлено, что динамометр изготовлен в соответствии с чертежами и техническими условиями завода, удовлетворяет требованиям ГОСТ 9500—60 и инструкции 44—64 Государственного Комитета стандартов Совета Министров СССР и отнесен к 3 разряду.

	14	. 4	рорма Ла	80	
Вляга-Вятский межобя.	аствой дея	TP			
LETERAL DE COLLA	21763320H	2			
Вы (наименорание, узр	emaginal 1	L. I		-	
СВИДЕТЕЛЬСТВО	) Nº 14	43			
0					
ГОСУДАРСТВЕННО	й повер	KE			
Dureaucrusp	ospa	- 7.30	Corg	-	
(наименование п	рнбрра)	i dese			
e uniquinatio pou	x 11 - +4	1396	\$ 506	2	
с пределами измерения 10 /С	1.000 /	ue			
типа 200-10 сн	ICTEM N	Torce	ht		
HAFOTOBJEH 203	ナーナッショ		1	-	
				-1	
принадлежащ.				-	
на основании результатов госуда	рственной	повери	ки при-		
зная годным и допущен к приме	нению по	кладсу			
разряду 3		11			
Начальник лаборат	opua	1117			
государственного на	daopa	top	7		
М.П. Косударственный по	sepumen	Dates	74		
in the service of a 19-7	-+r. /	00	15		
12 6755	/				
BT142 2 4 70 72 4 200	1				
/ DING DAK 100-11 F. T. 300 001 131 .W	20/13				
5 F					

aznynce	110	uncontropy
r to	( (E geni	rene-ix) v
e (je	frid, 207	Lup. wit
C	õ	0
1	58,0	58.0
L ·	114.8	714.8
1	17210	171.4
9	127,3	126,6
5	282,2	281,5
É	335,5	334,8
7	388,6	357.9
8	440,4	939,7
9	491.0	491.3
ic	542,9	·

tano bequirera

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОВЕРКИ







Рисунок Б.1 – Ситуационный план проведения испытаний

# Продолжение приложения Б



Рисунок Б.2 – Вид экспериментальной установки для испытания буронабивной сваи Б-3 статической вдавливающей вертикальной осевой нагрузкой



Рисунок Б.3 – Конструкция ручного бура

# Продолжение приложения Б



Рисунок Б.4 – Спланированная площадка для проведения эксперимента



Рисунок Б.5 – Оголовки анкерных свай

# Продолжение приложения Б



Рисунок Б.6 – Изготовление скважины испытуемых свай ручным буром

# ПРИЛОЖЕНИЕВ

Журнал испытаний сваи Б-1

Дата начала испытания – <u>24.07.85 г.</u>

Дата окончания испытания – 27.07.85 г.

Вид сваи – буронабивная

Длина сваи – <u>3 м</u>

Краткая характеристика инженерно-геологического разреза – суглинок

желтовато-коричневый, твердый-полутвердый, макропористый

Измерительные приборы – <u>прогибомеры 6 ПАО; №№ 5229; 5272, цена</u>

## деления 0,01 мм

### Домкрат (тип, площадь поршня) ДГ 50; 81 см2

N⁰	Величина	Нагрузка	Показание	Осадн	ка, мм	Время выдер-
ступени	ступени	(суммарная)	манометра	за сту-	полная	живания сту-
	Р, кН	Р, кН	кг/см2	пень		пени загр, 20 с
1	5	5	5	0,09	0,09	1
2	5	10	12	0,06	0,15	1
3	5	15	19	0,21	0,36	2
4	5	20	27	0,18	0,54	3
5	5	25	31	0,16	0,70	3
6	5	30	37	0,03	0,76	3
7	5	35	43	0,15	0,91	3
8	5	40	49	0,35	1,26	3
9	5	45	53	0,02	1,28	3
10	5	50	62	0,15	1,43	3
11	5	55	68	0,08	1,51	3
12	5	60	74	0,11	1,62	3
13	5	65	80	0,27	1,89	3
14	5	70	86	0,22	2,11	3
15	5	75	93	0,42	2,53	3
16	5	80	99	0,49	3,02	3
17	5	85	105	1,27	4,29	10
18	5	90	111	2.78	7.01	24

Результаты испытаний

Критическая (максимальная) нагрузка при испытании 90 кН

Журнал испытаний сваи Б-2

Дата начала испытания – 29.07.85 г.

Дата окончания испытания – <u>31.07.85 г.</u>

Вид сваи – <u>буронабивная</u>

Длина сваи – <u>3 м</u>

Краткая характеристика инженерно-геологического разреза – суглинок

буровато-коричневый, полутвердый, макропористый с редкими прослоями

песка, мощности до 1,0 см

Измерительные приборы – <u>прогибомеры 6 ПАО; №№ 5229; 5272, цена</u> <u>деления 0,01 мм</u>

Домкрат (тип, площадь поршня) ДГ 50; 81 см2

N⁰	Величина	Нагрузка	Показание	Осадка, мм		Время выдер-
ступени	ступени	(суммарная)	манометра	за сту- полная		живания сту-
	Р, кН	Р, кН	кг/см2	пень		пени загр, 20 с
1	30	30	37	1,12	1,12	2
2	20	50	62	0,91	2,03	2
3	20	70	86	2,03	4,06	5
4	5	75	92	0,37	4,43	2
5	5	80	99	0,94	5,37	4
6	5	85	105	0,46	5,83	3
7	5	90	111	2,47	8,30	20

Результаты испытаний

Критическая (максимальная) нагрузка при испытании 90 кН

Журнал испытаний сваи Б-3

Дата начала испытания – <u>01.11.15 г.</u>

Дата окончания испытания – <u>15.11.15 г.</u>

Вид сваи – буронабивная

Способ погружения сваи – набивная

Материал сваи – железобетон (бетон В15; армирование Ø12 А400)

Дата изготовления сваи – <u>18.09.15 г.</u>

Сечение (диаметр) сваи – <u>22 см</u>

Длина сваи – <u>3,2 м</u>

Масса сваи – <u>0,29 т</u>

Ближайшая геологическая выработка – <u>инв. №61 от ноября 2013 г.</u>

Краткая характеристика инженерно-геологического разреза – <u>почвен-</u> но-растительный слой h1 = 0,7 м, супесь твердая просадочная h2 = 1,6 м, суглинок полутвердый просадочный h3 = 1,4 м

Температура воздуха – <u>от +1 до +5°C</u>

Абсолютные отметки:

- головы сваи перед испытанием – <u>93,90 м</u>

- головы сваи после погружения – <u>93,86 м</u>

- поверхности грунта у сваи – <u>93,70 м</u>

- нижнего конца сваи – <u>90,70 м</u>

Состояние головы сваи после погружения – нормальное

Глубина погружения (заложения) сваи – <u>3 м</u>

Тип приборов для измерения осадки сваи – нивелир марки HILTIPOL-

15 с рейкой и индикатор часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,01 мм

		No	Интервал времени	Общая	Поромонновино	Приращение	Сумма	Суммарное
Дата	Время		между отсчетами	нагрузка,	Перемещение	перемещений	перемещений ΣS,	время
		ступени	ΔТ, мин	кН	<b>З</b> , ММ	$\Delta S$ , мм	ММ	Σt, мин
Нагрузка								
02.11.15	8.00	-	0	0	0	0		
	8.00	1	0	7	0,05	0,05		
	8.30	2	30	14	0,14	0,69		
	9.00	3	30	21	0,22	0,08		
	9.30	4	30	28	0,30	0,08		
	10.00	5	30	35	0,34	0,04		
	10.30	6	30	42	0,50	0,16		
	11.00	7	30	49	0,69	0,19	4,23	
	11.30	8	30	56	0,79	0,10		
	12.00	9	30	63	0,92	0,19		507
	12.30	10	30	70	1,13	0,21		
	13.00	11	30	77	1,42	0,29		
	13.30	12	30	84	2,03	0,61		
	14.00	13	30	91	3,13	1,10		
	14.30	14	30	98	4,23	1,10		
	•		Pas	вгрузка			•	
02.11.15	15.00	-	-	98	4,23	0		
	15.30	1	30	94	3,66	-		
	15.45	2	15	70	3,63	0,03		
	16.00	3	15	56	3,57	0,06	1.01	
	16.15	4	15	42	3,46	0,16	1,01	
	16.30	5	15	28	3,16	0,25		
	16.45	6	15	14	3,00	0,16		
	17.00	7	15	0	2,65	0,35		
	Испытание п	рекращено						

# Таблица В.1 – Испытание буронабивной сваи статической вдавливающей нагрузкой



# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

График зависимости осадки сваи от нагрузки

Рисунок Г.1 – График зависимости осадки сваи от нагрузки