

С С С Р

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

РУКОВОДСТВО
ПО ИСПЫТАНИЯМ СВАЙ-ОБОЛОЧЕК ОСЕВЫМИ
ВДАВЛИВАЮЩИМИ НАГРУЗКАМИ И ОЦЕНКЕ ИХ
НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

РТМ 31.3015 - 78

Ленинград, ЛМНИИП, -1978г.

РАЗРАБОТАН Государственным проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом морского транспорта (Союзморниипроект) – Ленинградским филиалом "ЛЕНИМОРНИИПРОЕКТ"
Главный инженер Фирсов В.А.

Руководитель темы к.т.н. Курочкин С.Н.
Руководитель разработки и исполнитель к.т.н. Долинский А.А.

ВНЕСЕН Государственным проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом морского транспорта (Союзморниипроект) – Ленинградским филиалом "ЛЕНИМОРНИИПРОЕКТ"
Главный инженер Фирсов В.А.
Зав.отделом к.т.н. Курочкин С.Н.

УТВЕРЖДЕН Государственным проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом морского транспорта (Союзморниипроект)
Главный инженер Ларин А.А.

ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ ПРИКАЗОМ Государственного проектно-изыскательского и научно-исследовательского института морского транспорта (Союзморниипроект) от "17" мая 1978г. № 58.

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

РУКОВОДСТВО ПО ИСПЫТАНИЯМ СВАЙ-
ОБОЛОЧЕК ОСЕВЫМИ ВДАВЛИВАЮЩИМИ
НАГРУЗКАМИ И ОЦЕНКЕ ИХ НЕСУЩЕЙ
СПОСОБНОСТИ

РТМ 31.3015-78

ВЗАМЕН: вводится впервые

Приказом Союзморниiproекта от 17 мая 1978 г. № 58
срок введения в действие установлен с 1 января 1979 г.

Настоящий РТМ содержит требования к проведению производственных статических испытаний свай-оболочек осевыми вдавливающими нагрузками и составлен в развитие главы СНиП 11-51-74 "Гидротехнические сооружения морские. Основные положения проектирования", главы СНиП 11-Б.5-67 "Свайные фундаменты. Нормы проектирования" и ГОСТ 5686-69 "Сваи и сваи-оболочки. Методы полевых испытаний".

РТМ распространяется на проектирование свайных конструкций портовых гидротехнических сооружений, а также свайных фундаментов зданий и сооружений, возводимых в портах и судоремонтных заводах.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Статические испытания свай-оболочек осевыми вдавливающими нагрузками проводят для определения их несущей способности и упругой податливости, оценки сопротивляемости слоев грунта на наружной боковой поверхности, среднего значения сопротивляемости грунта на внутренней боковой поверхности, а также сопротивляемости грунта на уровне нижнего конца оболочки.

1.2. Количество свай-оболочек, подлежащих статическому

испытанию, определяется проектной организацией, которая составляет и передает заказчику проекта техническое задание на испытание свай-оболочек. Техническое задание должно предусматривать, по возможности, использование испытываемых оболочек в строящемся сооружении.

1.3. Проектная организация, разрабатывающая проект, осуществляет техническое руководство, наблюдения и необходимые измерения в период испытаний и обработку результатов.

1.4. Строительная организация, осуществляющая возведение сооружения, выполняет в соответствии с техническим заданием подрядные работы, связанные с приобретением оболочек и необходимых датчиков, закладкой датчиков продольных усилий в оболочки при их изготовлении, а также осуществляет доставку свай-оболочек на объект, устройство оборудования и приспособлений для нагрузки и испытание оболочек.

1.5. О результатах испытания свай-оболочек составляют акт, к которому прилагают:

план места испытаний с привязкой испытываемых оболочек; геологический разрез в месте испытаний с указанием физико-механических характеристик грунтов и глубины погружения оболочек; журналы погружения и испытания свай-оболочек.

В акте указывают также размеры оболочек, отмечают особенности их погружения и испытания, приводят характеристики оборудования, применявшегося для этих целей, приборов для измерения деформаций, усилий и нагрузок. Для манометров указывается дата последней государственной поверки.

Акт о результатах испытаний составляют за подписями представителей заказчика, проектной организации и организации, прово-

дившей испытание.

2. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЯМ

2.1. Перед испытанием проектной организацией составляется техническое задание, содержащее методику его проведения. Техническое задание согласовывается с организацией, проводящей испытания и утверждается главным инженером строительства.

2.2. Подготовка на площадке строительства включает:

монтаж загрузочного устройства (рамного типа или платформы; опробование и проверку на ступени загружения, не превышающей 0,1 ожидаемой предельной нагрузки, силового оборудования и контрольно-измерительных приборов и датчиков.

Особое внимание следует уделять точности установки выравнивающих оголовков, на которых размещаются гидродомкраты, или загрузочные платформы, при этом не рекомендуется применение металлических подкладок при неровностях торца свай-оболочки.

3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ГРАДУИРОВКА ДАТЧИКОВ, РАЗМЕЩЕННЫХ В ЗВЕНЬЯХ ПРЕДНАПРЯЖЕННЫХ СВАЙ-ОБОЛОЧЕК

3.1. Предварительная градуировка датчиков проводится на заводах железобетонных конструкций, оборудованных аппаратурой контроля напряжения арматуры.

3.2. Схема размещения датчиков в звеньях свай-оболочек и особенности их градуировки приводятся в Техническом задании.

3.3. Градуировка проводится в целях проверки надежности работы датчиков и предварительной оценки чувствительности датчиков к осевым нагрузкам.

Цена деления прибора к усилию, воспринимаемому бетоном, определяется по формуле.

$$a_{\delta} = \frac{\mu}{1 + n\mu} \sigma_c \frac{F}{m}, \quad (1)$$

где μ - коэффициент армирования, равный отношению площадей поперечного сечения напряженной арматуры и бетона;

n - отношение модулей упругости арматуры и бетона к моменту передачи усилия натяжения арматуры на бетон;

σ_c - среднее значение установившегося напряжения в арматуре после всех потерь, происходящих до обжатия бетона, определяемое с помощью аппаратуры контроля;

F - площадь бетона поперечного сечения свай-оболочки;

m - отсчет по прибору, соответствующий установившемуся напряжению в арматуре.

4. СТАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ СВАЙ-ОБОЛОЧЕК ОСЕВЫМИ ВДАВЛИВАЮЩИМИ НАГРУЗКАМИ

4.1. Испытания свай-оболочек статическими осевыми вдавливающими нагрузками следует проводить в соответствии с ГОСТ 5686-69. "Сваи и свай-оболочки. Методы полевых испытаний."

4.2. Продолжительность "отдыха" перед статическими испы-

таниями свай-оболочек устанавливается программой испытаний в зависимости от состава и характера прорезаемых грунтов и грунтов под нижними концами оболочек, но не менее:

для свай-оболочек, погруженных в песчаные и супесчаные грунты - 6 суток после окончания погружения;

для свай-оболочек, погруженных преимущественно в суглинки - 15 суток;

при прорезании или залегании под нижними концами свай-оболочек пылеватых или жирных глин - 28 суток.

4.3. Нагрузка при испытании свай-оболочек должна быть доведена до величины, вызывающей их осадку не менее чем на 40 мм.

Примечание. При заглублении нижних концов испытываемых свай-оболочек в скальные и крупно-обломочные грунты, а также плотные пески (гравелистые, крупные и средней крупности) минимальная осадка от максимальной нагрузки при испытании не нормируется.

Максимальная нагрузка в этом случае должна быть доведена до величины, предусмотренной программой испытаний, но не менее полуторной нормативной нагрузки на сваю-оболочку, определенной расчетом.

4.4. Для измерения осадки сваи-оболочки рекомендуется применять теодолит с винтовым окулярным микрометром МОВ-1-15^X (ГОСТ 7865-56), а также любые приборы, дающие возможность измерять перемещения порядка 0,1 мм.

4.5. Порядок работы с теодолитом, оборудованным микрометром следующий.

4.5.1. На поверхность испытываемой сваи-оболочки наклеивается полоска ватмана с нанесенными на нее на расстоянии 40 мм двумя рисками.

4.5.2. Микрометр надевается на окулярную трубку теодолита до упора и закрепляется на ней винтом, после чего, вращая окуляр за накатанную часть, устанавливают его на резкость изображения перекрестия.

4.5.3. Выбирается стоянка теодолита на таком расстоянии от сваи-оболочки, чтобы величина ожидаемой осадки оболочки укладывалась в 2/3 поля зрения окуляра.

4.5.4. Производится тарировка прибора, которая начинается с совмещения риски подвижной сетки окуляра микрометра с одной из рисок, нанесенных на ватмане. На этом положении записывается показание барабана, а затем вращением барабана риска подвижной сетки совмещается со второй риской, нанесенной на ватмане.

Разделив разность отсчетов барабана на 40 (расстояние в мм между двумя рисками на ватмане), получаем число делений барабана, соответствующее 1 мм осадки сваи;

4.5.5. Производятся измерения осадок сваи-оболочки в процессе ее загружения, перед началом которого риска подвижной сетки окуляра микрометра совмещается с одной из рисок, нанесенных на ватмане.

После создания нагрузки, вызывающей соответствующую осадку сваи, вращением барабана риска подвижной сетки снова совмещается с той же риской на ватмане. Разность отсчетов по гравиметру тарировки дает величину осадки сваи.

4.6. Статические испытания опытной сваи-оболочки производятся дважды.

Первое испытание производится в целях определения критической нагрузки, за которую принимается такая нагрузка, при

которой исчерпывается сопротивляемость грунта на боковой поверхности и на уровне низа сваи-оболочки.

Второе испытание производится после удаления грунта из полости сваи-оболочки и включает определение сопротивляемости грунта на наружной боковой поверхности по формуле

$$\bar{f}_h = \frac{R_{np}}{u \ell}, \quad (2)$$

где R_{np} - предельная нагрузка на сваю-оболочку, определяемая по результатам второго испытания; u - наружный периметр сваи-оболочки; ℓ - глубина погружения оболочки в грунт.

Сопротивляемость грунта на внутренней боковой поверхности определяется по результатам первого и второго испытаний по формуле

$$\bar{f}_{bh} = \frac{R - R_{np} - R_k}{u_{bh} h}, \quad (3)$$

где R - критическая нагрузка на сваю-оболочку, определяемая по результатам первого испытания; R_k - продольное усилие на уровне низа сваи-оболочки, соответствующее критической нагрузке R , определяемое по датчику, заложенному вблизи нижнего конца оболочки; u_{bh} - внутренний периметр сваи-оболочки; h - высота грунтового ядра в полости оболочки.

4.7. Статические испытания опытной сваи-оболочки, погруженной с выемкой грунта и заполнением полости бетоном, производятся дважды.

Первое испытание производится после удаления грунта из полости сваи-оболочки и включает определение сопротивляемости грунта на наружной боковой поверхности по формуле

$$\bar{f}_h = \frac{R_{np}}{ul} \quad (4)$$

Второе испытание производится после заполнения полости бетоном и включает определение, помимо общей несущей способности R сопротивляемости грунта на уровне низа сваи-оболочки по формуле

$$\zeta_0 = \frac{R - f_h ul}{F_0} \quad (5)$$

где F_0 - площадь поперечного сечения сваи-оболочки брутто.

4.8. Закладка датчиков продольных усилий в сваи-оболочки, полость которых заполняется бетоном, как правило, не требуется. Оснащение датчиками таких оболочек определяется необходимостью получения более полной информации о процессе вибрационного погружения в целях накопления данных о влиянии особенностей погружения на сопротивляемость грунтов основания осевым давливающим нагрузкам.

5. СТАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ СВАЙ-ОБОЛОЧЕК,
РАБОТАЮЩИХ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СООРУЖЕНИЙ
В УСЛОВИЯХ ОСЕДАЮЩИХ СЛАБЫХ ГРУНТОВ

5.1. В сваи-оболочки, прорезающие слои слабых грунтов, сильная сжимаемость которых со временем может привести к реализации отрицательного трения, рекомендуется в процессе изготовления звеньев оболочек закладка датчиков продольных усилий. Установка датчиков производится с учетом их расположения по высоте на границах слоев грунта после погружения оболочки.

5.2. Сопротивляемость грунта на боковой поверхности оболочки в пределах слоя определяется по формуле

$$\frac{f_n}{l_n} = \frac{\mathcal{N}_{n-1} - \mathcal{N}_n}{ul}, \quad (6)$$

где \mathcal{N}_{n-1} , \mathcal{N}_n - продольные усилия в оболочке на границах слоев грунта $n-1$ и n , определяемые по датчикам.

5.3. Градуировку датчиков продольных усилий допускается производить в процессе испытаний свай-оболочек осевыми вдавливающими нагрузками.

Для оценки продольных усилий предварительно определяется модуль упругости бетона по формуле

$$E_b = \frac{\mathcal{N} - n \alpha_{\varepsilon} E_a F_c}{n \alpha_{\varepsilon} F_b}, \quad (7)$$

где \mathcal{N} - нагрузка на сваю-оболочку;

F_a, F_b - площади поперечного сечения соответственно арматуры и бетона;

Q_ε - цена деления прибора в относительных деформациях, по которому производится отсчет сигнала рассогласования, поступающего от датчика;

n - отсчет, в делениях прибора по верхнему датчику, соответствующий нагрузке N ;

E_a - модуль упругости арматуры.

Продольное усилие N_n на границе слоев определяется по формуле

$$N_n = m b_\varepsilon (F_a E_a + F_b E_b), \quad (8)$$

где b_ε - цена деления прибора в относительных деформациях, расположенного на границе раздела " n " слоев грунта;

m - отсчет, в делениях прибора, по датчику, расположенному на границе раздела " n ".

5.4. При отсутствии закладных датчиков продольных усилий сопротивляемости слоев грунта на боковой поверхности свай оболочки, из полости которой удален грунт, могут быть определены по методике, основу которой составляет положение о том, что распределение внешней нагрузки между слоями при осадке пропорционально отношению $\frac{S}{S_c}$ и сопротивляемости грунта на боковой поверхности ψ

$$P = \frac{S}{S_c} f_i u l_i + \frac{S}{S_c} f_j u l_j, \quad (9)$$

- где f_i, f_j - сопротивляемость грунта на боковой поверхности i -го и j -го слоев, $\text{тс}/\text{м}^2$;
- l_i, l_j - мощности слоев, м;
- l - периметр сваи-оболочки, м;
- S_{oi}, S_{oj} - предельные сдвиговые осадки, при которых происходит полная реализация сил сопротивления грунта на боковой поверхности, мм.

При $S = S_{oi} < S_{oj}$

$$P_{i(np)} = f_i u l_i + \frac{S_{oi}}{S_{oj}} f_j u l_j \quad (IO)$$

При $S = S_{oj} > S_{oi}$

$$P_{j(np)} = f_i u l_i + f_j u l_j \quad (II)$$

Решая (IO) и (II) уравнения совместно, получаем

$$\Delta P_{j_i(np)} = f_j u l_j \left(1 - \frac{S_{oi}}{S_{oj}}\right) \quad (I2)$$

$$\frac{f_j}{f_i} = \frac{\Delta P_{j_i(np)}}{u l_j \left(1 - \frac{S_{oi}}{S_{oj}}\right)} \quad (I3)$$

Здесь $\Delta P_{j_i(np)}$ - разность нагрузок $P_{j(np)}$ и $P_{i(np)}$ соответствующих предельным сдвиговым осадкам j -го и i -го слоев грунта на боковой поверхности, тс.

5.5. Значения предельных сдвиговых осадок определяются по графикам нагрузка-деформация, на которых точки перелома позволяют установить величины этих осадок и соответствующие им сопротивления слоев грунта.

В том случае, когда точки перелома на графике нельзя выделить явно, значения предельных сдвиговых осадок допускается определять по таблице.

ПРЕДЕЛЬНЫЕ СДВИГОВЫЕ ОСАДКИ

Наименование грунта	Предельная сдвиговая осадка S_a , мм
Супесь легкая пылеватая с гнездами песка, средней плотности	3
Супесь легкая пылеватая, насыщенная водой, средней плотности	5
Супесь пылеватая с растительными остатками, мягкотекучая	7
Суглинок тугопластичный	8
Суглинок пылеватый с гравием, мягкотекучий (морена)	10
Суглинок пылеватый слоистый, мягкотекучий	15
Суглинок пылеватый ленточный, мягкотекучий	18
Глина пылеватая ленточная, тугопластичная	22
Глина пылеватая ленточная, мягкотекучая	25

ПРИМЕЧАНИЕ. Если грунтовые условия строительной площадки аналогичны условиям близ расположенной территории, для которой уже имеются данные статических испытаний свай-оболочек или свай, из которых следует, что несущая способность оболочек определяется в основном сопротивляемостью грунта на боковой поверхности, то по согласованию с проектной организацией - автором проекта допускается проведение статических испытаний по схеме "оболочка в оболочке" (см.приложение 1).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
рекомендуемое

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ СВАЙ-ОБОЛОЧЕК
ОСЕВЫМИ ВДАВЛИВАЮЩИМИ НАГРУЗКАМИ ПО СХЕМЕ
"ОБОЛОЧКА В ОБОЛОЧКЕ"

При проведении испытаний предполагается наличие на строительной площадке оболочкик двух диаметров, меньшая из которых может быть размещена в полости большей (например, свай-оболочки диаметрами 1,6 и 1,2 м с толщинами стенок 0,12 м).

1. Последовательность проведения подготовительных работ со сваями-оболочками.

1.1. Производится погружение рядовой свай-оболочки диам.1,6 м.

1.2. Производится выемка грунта из полости оболочки до отметки, на два метра превышающей отметку ее низа.

1.3. В полость погруженной оболочки устанавливается свая-оболочка диам.1,2 м на два метра длиннее погруженной и производится ее вибропогружение с отметки верха грунтовой пробки до отметки, расположенной на два метра ниже низа оболочки диам.1,6 м.

1.4. Производится бетонирование внутренней полости оболочки диам.1,2 м.

2. Последовательность проведения подготовительных работ с анкерующими и загрузочными устройствами.

2.1. На подготовленное бетонное основание устанавливаются гидродомкраты.

2.2. К шпилькам с резьбой, выходящим из бетона верхнего

звена свай-оболочки крепится переходной на головник от выбранного, который предварительно усиливается ребрами жесткости и оборудуется упорной балкой, рассчитанной на усилие, развиваемое домкратами.

2.3. К головным фланцам обеих оболочек привариваются стрелки, оканчивающиеся пластинками, на которые наклеиваются полоски ватына с нанесенными на них рисками (см.п.4.5.1 Указаний).

3. Последовательность проведения статических испытаний свай-оболочки диаметром 1,2 м.

3.1. Производятся испытания свай-оболочки осевыми вдавливающими нагрузками в соответствии с ГОСТ 5636-69."Свай и свай-оболочки. Методы полевых испытаний."

3.2. Сопротивляемость грунта на уровне низа свай-оболочки S_0 определяется по графику зависимости осадки (перемещения) от нагрузки $S = \psi(P)$

Для этого следуя по направлению штриховой линии со стрелками, приняв за исходную точку начала движения величину предельной сдвиговой осадки S_0 для самого слабого слоя грунта, прорезаемого свай-оболочкой (см.график $S = \psi(P)$ на рисунке.

Примечание. Значения предельных сдвиговых осадок для самого слабого слоя грунта следует определять в соответствии с рекомендациями п.5.5 настоящего РТМ, причем для определения сдвиговых осадок используются графики $S = \psi(P)$ построенные по результатам испытаний свай-оболочек, из полостей которых полностью удален грунт.

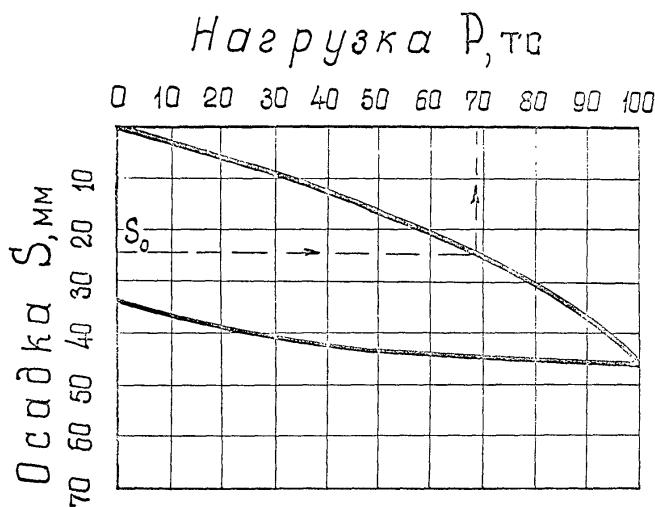


Рис. График зависимости осадки сэндвич-оболочки от нагрузки

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
справочное

П Е Р Е Ч Е Н Ъ
ЗАИСТВОВАННЫХ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

ГОСТ 5686-69 Сваи и сваи-оболочки. Методы полевых испытаний.

СНиП II-Б.5-67 Свайные фундаменты. Нормы проектирования.

СНиП II-51-74 Гидротехнические сооружения морские.

Основные положения проектирования.

Инструкция по нестандартным испытаниям свай
статическими нагрузками.

Союзморниипроект, М., 1966, 39 с.

МСН 171-71
Минмонтажспецстрой Указания по расчету трубчатых железобетонных
сваи диаметром $0,8 < D \leq 1,6$ м на вертикальную
и горизонтальную нагрузки. ЦБНТИ, М., 1971, 39 с.

Рекомендации по учету сил отрицательного трения
при проектировании свайных фундаментов.
НИИОСП, М., 1972, 30 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	1
2. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЯМ	3
3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ГРАДУИРОВКА ДАТЧИКОВ, РАЗМЕЩЕННЫХ В ЗВЕНЬЯХ ПРЕДНАПРЯЖЕННЫХ СВАЙ-ОБОЛОЧЕК	3
4. СТАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ СВАЙ-ОБОЛОЧЕК ОСЕВЫМИ ВДАВЛИВАЮЩИМИ НАГРУЗКАМИ	4
5. СТАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ СВАЙ-ОБОЛОЧЕК, РАБОТАЮЩИХ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ОСЕДАЮЩИХ СЛАБЫХ ГРУНТОВ	9
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Методика статических испытаний свай- оболочек осевыми вдавливающими нагруз- ками по схеме "оболочка в оболочке" (рекомендуемое)	14
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень заимствованных нормативно- технических документов (справочное)	17