

**VALIDATION OF JSC “TROITSA” BERTHS BOLLARDS
IN THE “CHAYKA” PORT OF SEVERODVINSK****P. A. Garibin¹, A. A. Butsanets¹, S. V. Egorov^{1,2}**¹ — Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation² — Association of Ports and River Transport Shipowners, Moscow, Russian Federation

Berthing equipment of two berths of JSC “Troitsa” is considered. They are “Berth for petroleum products transshipment” and “Reinforced concrete berth with crane tracks” of “Chayka” port (Severodvinsk). The berths were put into operation half a century ago. Due to the regulatory service life expiration, the Scientific Research Association “Pleiada” LLC (Novorossiysk) carried out in 2021 a theoretical calculation to determine the bearing capacity of bollards. The purpose of the planned research is to check the safe functioning of the available mooring devices in the existing conditions of berthing facilities operation. The object of research is non-standard mooring bollards, for which there was no documentation on operational control during construction and commissioning certificates. The process of changing the technical condition and determining the bearing capacity of the bollards is considered as the subject of the research. It has been established that the mooring bollards of the studied berths are suitable for operation to ensure the mooring of vessels that do not exceed the design parameters and comply with the requirements of subparagraph (a) of paragraph 191 of the technical regulations on the safety of maritime transport facilities dated August 12, 2010 No. 620 (as amended on October 7, 2019). The results of organoleptic and instrumental examinations using a high-precision electronic dynamometer ACD/IR-250/7I-2 are presented. It is concluded that a correct assessment of the berthing equipment technical condition is achieved with proper organization of the expert service in combination with continuous deformation monitoring.

Keywords: water transport, organoleptic examination, instrumental field experiment, mooring bollards, monitoring of technical condition.

For citation:

Garibin, Pavel A., Artem A. Butsanets, and Sergey V. Egorov. “Validation of JSC “Troitsa” berths bollards in the “Chayka” port of Severodvinsk.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 16.1 (2024): 84–96. DOI: 10.21821/2309-5180-2024-16-1-84-96.

УДК 627.341**ВАЛИДАЦИЯ ШВАРТОВНЫХ ТУМБ ПРИЧАЛОВ АО «ТРОИЦА»
В ПОРТУ «ЧАЙКА» (СЕВЕРОДВИНСК)
С ПРОВЕДЕНИЕМ НАТУРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА****П. А. Гарибин¹, А. А. Буцанец¹, С. В. Егоров^{1,2}**¹ — ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация² — Ассоциация портов и судовладельцев речного транспорта,
Москва, Российская Федерация

Рассмотрено причальное оборудование двух причалов АО «Троица»: «Причал перегрузки нефтепродуктов» и «Железобетонный причал с подкрановыми путями» порта Чайка (г. Северодвинск), которые были введены в эксплуатацию более пятидесяти лет назад. В связи с частичным отсутствием проектной и полным отсутствием исполнительной документации, а также установкой на причалах нестандартных причальных устройств было принято решение о проведении валидации (проверки в целях доказательства того, что оборудованием можно пользоваться по назначению) швартовных тумб путем выполнения натурных экспериментальных исследований. В связи с истечением нормативного срока службы ООО Научно-исследовательское объединение «Плеяда» (г. Новороссийск) в 2021 г. был выполнен теоре-

технический расчет для определения несущей способности швартовых тумб. Целью исследования являлась проверка безопасности функционирования имеющихся в наличии швартовых устройств в существующих условиях работы причальных сооружений. Объектом исследований являлись нестандартные швартовые тумбы, на которые отсутствовала документация об операционном контроле в период строительства, и акты ввода в эксплуатацию. В качестве предмета исследований рассматривались процессы изменения технического состояния и определения несущей способности тумб. Было установлено, что швартовые тумбы исследованных причалов пригодны к эксплуатации для обеспечения швартовки судов, не превышающих по своим параметрам расчетное значение, и соответствуют требованиям пп. а п. 191 «Технического регламента о безопасности объектов морского транспорта» от 12 августа 2010 г. № 620 (с изм. на 7 октября 2019 г.). Приведены результаты органолептического и инструментального обследований с применением электронного динамометра АЦД/1Р-250/7И-2. Сделан вывод о том, что корректная оценка технического состояния причального оборудования достигается при должной организации экспертной службы в сочетании с непрерывным деформационным мониторингом.

Ключевые слова: водный транспорт, органолептическое обследование, инструментальный натурный эксперимент, швартовые тумбы, мониторинг технического состояния.

Для цитирования:

Гарибин П. А. Валидация швартовых тумб причалов АО «Троица» в порту «Чайка» (Северодвинск) с проведением натурного эксперимента / П. А. Гарибин, А. А. Буцанец, С. В. Егоров // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2024. — Т. 16. — № 1. — С. 84–96. DOI: 10.21821/2309-5180-2024-16-1-84-96.

Введение (Introduction)

Во время эксплуатационной фазы жизненного цикла причал и причальное оборудование подвергаются физическому и моральному износу, что требует различных видов ремонта и модернизации, ввиду возможного увеличения проектного срока их эксплуатации. В положениях технического регламента о безопасности объектов внутреннего водного транспорта (Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 12 августа 2010 г. № 623 (далее — ТР 623) отмечается следующее:

«493. С целью обеспечения безопасности гидротехнические сооружения порта должны подвергаться техническому контролю, осуществляемому не реже одного раза в 5 лет.

494. Объектами технического контроля являются причальные, оградительные и берегоукрепительные сооружения, рельсовые подкрановые пути, покрытия территорий в пределах гидротехнических сооружений и дно примыкающих к сооружениям участков акваторий портов.

495. Целью технического контроля гидротехнических сооружений порта является проверка соответствия установленным техническим требованиям и (или) проектным параметрам режимов работы этого гидротехнического сооружения и элементов конструкций».

Следует отметить отсутствие необходимого количества научно-технической литературы и нормативно-правовых актов, регламентирующих эксплуатацию швартовых устройств. В настоящее время для некоторой номенклатуры швартовых устройств действует ГОСТ 17424-72 «Тумбы швартовые морские. Технические условия». Однако данный стандарт распространяется на морские швартовые тумбы типов ТСО, ТСД и ТСС, предназначенные для установки на причальных сооружениях, изготавливаемые для нужд народного хозяйства и поставки на экспорт. При этом существует обширная номенклатура иных видов швартовых устройств, не подпадающих под действие данного ГОСТа (например, в случае, когда часть причальных сооружений была построена и введена в эксплуатацию до введения в действие ГОСТа 17424-72 (1 января 1973 г.) или когда были рассчитаны и приняты иные технические решения, такие как установка кнехтов, швартовых уток на яхтенных маринах [1] или рымов [2] либо изготовленных хозспособом).

При этом изготовление швартовых устройств хозспособом не запрещено, но многие сооружения были спроектированы и построены до введения в действие ТР 623, ГОСТа Р 54523-2011 «Портовые гидротехнические сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»

и ГОСТа Р 55561–2013 «Внутренний водный транспорт. Портовые гидротехнические сооружения. Требования безопасности». В некоторых случаях у организации, эксплуатирующей портовое гидротехническое сооружение, утрачена часть проектной документации, что приводит к отсутствию фактических сведений, регламентированных указанными ГОСТами, для заполнения форм паспорта портового гидротехнического сооружения, соответственно, возникает проблема валидации элементов причальных сооружений с неустановленными техническими характеристиками или с характеристиками, полученными расчетным способом. При этом следует отметить, что использование расчетного способа [3], [4] не всегда является объективным, поскольку реальные габаритные размеры элемента и материалы неизвестны (например, когда часть конструкции с неустановленными размерами забетонирована). Таким образом, единственным способом валидации элементов причального сооружения является проведение натурного эксперимента. Следует отметить, что в научной литературе подобного рода исследования встречаются крайне редко и в основном без проведения натурных экспериментов (например, [5]–[7]).

Частичное отсутствие проектной и исполнительной документации, а также установленные на причалах нестандартные швартовные тумбы с неподтвержденными сведениями о несущей способности обусловили необходимость проведения валидации причального оборудования двух причалов АО «Троица»: причала перегрузки нефтепродуктов и железобетонного причала с подкрановыми путями (порт Чайка, г. Северодвинск).

Целью исследований является проверка безопасного функционирования имеющихся в наличии швартовных устройств в существующих условиях работы причальных сооружений. Объектом исследований являлись нестандартные швартовные тумбы, для которых отсутствовали документация об операционном контроле в период строительства и акты ввода в эксплуатацию. В качестве предмета исследований рассматривался процесс изменения технического состояния и определение несущей способности швартовных тумб для валидации теоретических оценок ООО «Научно-исследовательское объединение “Плеяда”» (г. Новороссийск), выполненных в 2021 г. [3].

Методы и материалы (Methods and Materials)

Перед выполнением испытаний следует разработать программу и методику испытаний, а также выбрать способ нагружения конструкции. Для проведения натурных испытаний на причальном сооружении возможно использование следующих вариантов:

1. Сварить вокруг швартовной тумбы металлический каркас с гидравлическими домкратами для нагружения тумбы до необходимых значений (подобный подход рассмотрен, например, в работе [8]).
2. Закрепить на причале устройство нагружения, используя подход, приведенный в работах [9]–[12].
3. Установить канат с известной прочностью и нагрузить его до разрыва.
4. Создать нагрузку со стороны акватории с привлечением судна.

Вариант 1 был отклонен, поскольку разрабатывать раму экономически нецелесообразно и ее изготовление должно сопровождаться серией математических расчетов. Варианты 2 и 3 не являются предпочтительными, поскольку в них отсутствует возможность создать безопасные условия для проведения эксперимента. Ввиду наличия пришвартованных судов (барж) на причалах с необходимым лебедочным оборудованием был выбран вариант 4. Следует отметить, что все варианты проведения испытаний предусматривают контроль геометрических параметров. Исследования проводились на нефтяном терминале АО «Троица» (рис. 2), расположенном в Архангельской области (г. Северодвинск, Чаячий проезд, 18).

Валидация причального оборудования была проведена на двух причалах АО «Троица»: причале перегрузки нефтепродуктов и железобетонном причале с подкрановыми и железнодорожными путями (рис. 1).

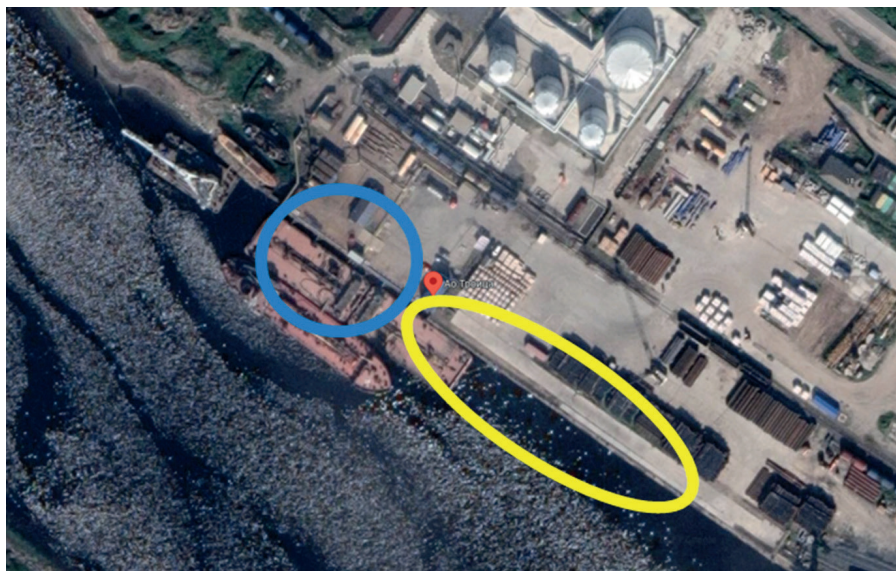


Рис. 1. Ситуационный план причала перегрузки нефтепродуктов (отмечен в виде круга) и железобетонного причала с железнодорожными и подкрановыми путями (отмечен в виде овала)

Причал перегрузки нефтепродуктов (рис. 2) — причал эстакадного типа на железобетонных призматических сваях и сваях-оболочках с тыловой шпунтовой стенкой. Год постройки — 1977. Год реконструкции — 1980. Класс сооружения III. Основные размеры: длина 69,20 м, ширина 13,5 м, навигационная глубина 4,1 м. На причале перегрузки нефтепродуктов главным объектом исследования является нетиповая тумба (рис. 3). На причале установлены пять швартовных крестовых тумб.

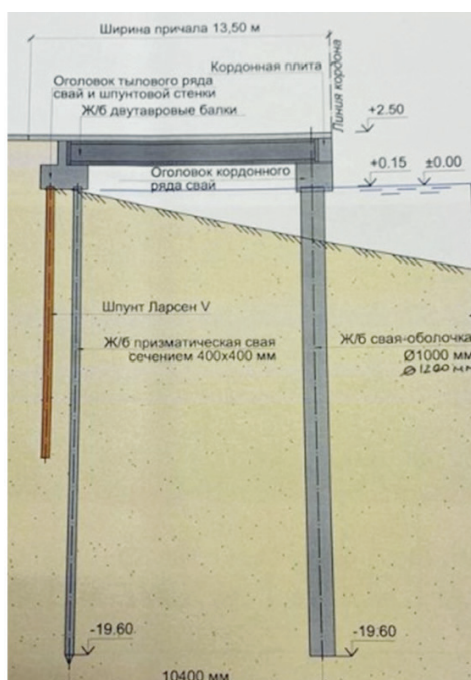


Рис. 2. Конструкция причала перегрузки нефтепродуктов



Рис. 3. Нетиповая швартовная тумба

Железобетонный причал с подкрановыми и железнодорожными путями (рис. 4) — причал эстакадного типа на железобетонных сваях-оболочках и призматических сваях с тыловой

шпунтовой стенкой. Железобетонный причал построен над деревянной эстакадой. На железобетонном причале с подкрановыми и железнодорожными путями объектом исследования является нетиповой кнехт (рис. 5). Год постройки — 1977. Год последней реконструкции — 1983. Класс сооружения — III. Основные размеры: длина 156,8 м, ширина 14,70 м, навигационная глубина 4,25 м.

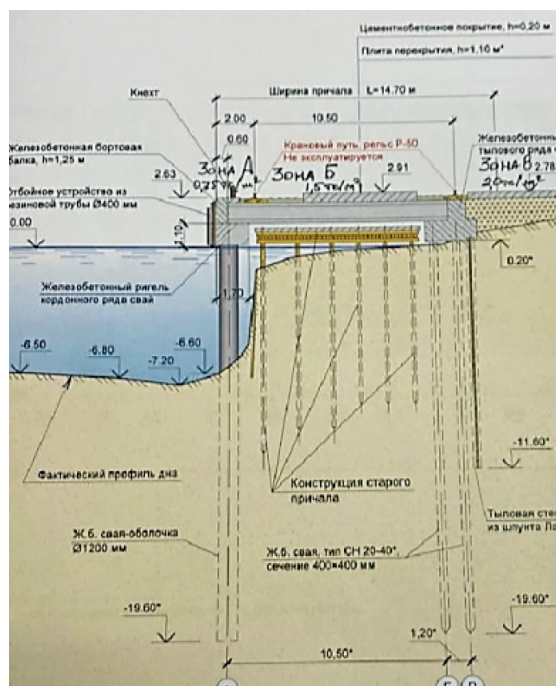


Рис. 4. Конструкция железобетонного причала с подкрановыми и железнодорожными путями



Рис. 5. Нетиповой швартовый кнехт железобетонного причала с подкрановыми и железнодорожными путями

На причале были установлены 18 швартовых крестовых тумб с переменным шагом 4,35–13,12 м, расчетное усилие которых в паспортах не указано и подлежало определению в результате проведения данного натурного эксперимента. При проведении органолептического и измерительного контроля было выявлено, что на причале перегрузки нефтепродуктов эксплуатируются швартовые тумбы двух типоразмеров: диаметром 325 мм и 380 мм с одинаковой высотой 390 мм. На причале было установлено пять швартовых тумб, которые по классификации можно отнести к одноголовым, выполненным наподобие тумб ТСО-25. На железобетонном причале с подкрановыми путями выявлены заматия крестовин (тумбы № 7, 9, 10, 12) и крышки (№ 9) швартовых тумб (нумерация выполнена со стороны причала перегрузки нефтепродуктов). Швартовые тумбы заполнены бетоном. На основе полученных результатов инструментального контроля выявлено два типоразмера швартовых тумб: диаметром 320 мм и 380 мм и высотой 660 мм и 430 мм соответственно с толщиной стенки 10 мм. На основе визуального осмотра был сделан вывод о том, что швартовые устройства причала изготовлены хозспособом, находятся в исправном техническом состоянии на всем протяжении причалов и могут быть подвергнуты натурным испытаниям для определения их несущей способности.

Во время проведения испытания швартовых тумб были задействованы лебедки судов «Пинега» (1994 г. постройки), «Онега» (1997 г. постройки). Технические характеристики судна приведены в табл. 1. Параметры расчетного судна: водоизмещение — 6500 т, ширина — 13,46 м, осадка в грузу — 3,57 м.

Таблица 1

Технические характеристики судов

Технический показатель	Данные
Символ класса	К ⊕ III нефтеналивное
Место постройки	Schiffswerft, Hugo Peters, Wewelsfleth
Длина	43,95 м
Ширина	18,40 м
Высота борта	3,75 м
Осадка на миделе в грузу	2,001 м
Осадка на миделе без груза	0,73 м
Валовая вместимость	859 т
Дедвейт	1089 т
Вместимость грузовых танков	1345 м³ в восьми танках
Подруливающее устройство	360° гидравлический привод

До и после проведения эксперимента были выполнены измерения с помощью инклинометра Bosch GLM 80 C Professional с фиксацией параметров отклонений от вертикальности. Прибором зафиксированы уклоны тумбы в сторону воды и вдоль линии кордона, результаты измерений представлены в табл. 2. Вокруг швартовной тумбы в пределах ее основания (0,22 м²) осуществляется визуальный осмотр и инструментальный контроль с документальной фиксацией размеров появившихся или увеличившихся трещин. Новых трещин в железобетоне и деформации корпуса швартовных тумб выявлено не было.

Таблица 2

Результаты измерений уклонов швартовных тумб

Номер тумбы	Уклон в сторону акватории, град.		Уклон вдоль линии кордона, град.	
	до измерений	после измерений	до измерений	после измерений
ШТ1	0,3	0,3	0,1	0,1
ШТ3	1	1	0,4	0,4

При выполнении инструментальных измерений была использована контрольно-измерительная аппаратура, приведенная в табл. 3.

Таблица 3

Технические средства измерений

№ п/п.	Наименование измеряемых параметров	Наименование средств измерений, тип (марка)	Метрологические характеристики средств измерений	
			Диапазон измерений	Класс точности, погрешность измерений
1	Измерение толщины металла	Толщиномер ультразвуковой Булат-1S	0,6–100 мм	$\pm (0,005 T + 0,05)$ мм, где h — толщина измеряемого металла
2	Измерение усилия	Динамометр АЦД/1Р-250/ИИ-2	От 25 до 250 кН	$\pm 0,45 \%$
3	Измерение уклона	Инклинометр Bosch GLM 50 C Professional	Угол наклона 0–360° (4 × 90°), расстояние 0,05–50,00 м	Угол $\pm 0,2^\circ$, расстояние $\pm 1,5$ мм
4	Измерение толщины металла, диаметра, глубины и ширины объекта	Штангенциркуль нониусный (ГОСТ 166–89)	0–150 мм	50 мкм

Во время проведения испытания швартовной тумбы для замера заданного усилия был использован электронный динамометр АЦД/1Р-250/7И-2 (рис. 6), предназначенный для измерения усилий на растяжения.

а)



б)



Рис. 6. Динамометр АЦД/1Р-250/7И-2:
а — комплектация; б — электронный блок прибора

Функциональные особенности прибора позволяют фиксировать пиковые значения в диапазоне от 25 до 250 кН (~ 2,5 т до 25 т). В комплект входит сетевой адаптер, однако может применяться альтернативный источник питания в виде аккумуляторных батарей, что позволяет использовать прибор вне лаборатории. Динамометр АЦД/1Р-250/7И-2 зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений, его технические характеристики приведены в табл. 4.

Таблица 4

Технические характеристики электронного динамометра АЦД/1Р-250/7И-2

Наименование характеристики	Значение
Наибольший предел измерения, кН	250
Наименьший предел измерения, кН	25
Дискретность, кН	0,05
Температурный диапазон, °С	От +15 °С до +25
Предел допускаемой суммарной погрешности, %	± 0,45
Дисплей	Жидкокристаллический с подсветкой
Питание	От аккумуляторных батарей напряжением 7,2 В или от сетевого адаптера
Габаритные размеры электронного блока, мм	175 × 84 × 39
Масса электронного блока, г	500

Подготовка к работе динамометра предусматривает выполнение следующих операций:

1. Установка упругого элемента (рис. 7, а) с силовводящими элементами (рис. 7, б) в рабочую область испытываемой системы с совмещением оси нагружения упругого элемента с осью нагружения установки (без перекосов и смещения). Опорная поверхность под упругий элемент сжатия должна быть ровной, с размерами, превышающими размер упругого элемента.

а)



б)



Рис. 7. Силовые элементы динамометра:
а — упругий элемент; б — силовводящий элемент

2. Проверка крепления силовводящих элементов на упругом элементе с исключением возможности его смещения во время нагружения.

3. Прокладка кабеля питания и связи упругого элемента к электронному блоку динамометра по возможности на максимальном расстоянии от подвижных и токоведущих частей испытываемой системы.

4. Установка электронного блока на максимально возможном расстоянии от обогревательных и электрических приборов, расположенных в зоне видимости оператора.

5. Включение прибора в сеть и прогрев рабочим напряжением в течение десяти минут.

6. Обжатие упругого элемент максимальной нагрузкой трижды длительностью 3–5 мин.

7. Обнуление показаний динамометра, после чего прибор готов к работе (рис. 8).

а)



б)

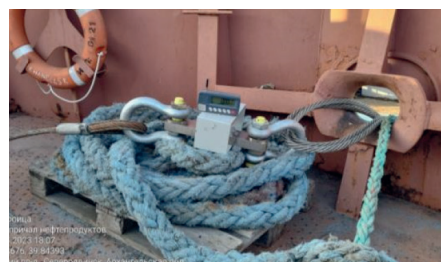


Рис. 8. Установка динамометра АЦД/1Р-250/7И-2 на судах:

а — «Пинега»; б — «Онега»

Лазерный измеритель длины Bosch GLM 80 C Professional является профессиональным инструментом для измерения высоты, расстояния и вертикального угла наклона. Технические характеристики прибора, зарегистрированного в Государственном реестре средств измерений, приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Технические характеристики лазерного измерителя длины
Bosch GLM 80 C Professional**

Наименование характеристики	Значение
Максимальная дальность измерения, м	80
Bluetooth	Да
Элементы питания	AAA (R03; LR03; FR03)
Количество и напряжение элементов питания	2 × 1,5 В
Габариты без упаковки, мм	106 × 45 × 24
Длина волны, нм	635
Погрешность, мм	±1,5
Рабочая температура	От –10 до +45 С°

Методика проведения натурного эксперимента. Определение натуральных усилий на швартовные тумбы у объектов осуществлялось при помощи лебедки, создающей усилие. Конец троса лебедки был пропущен через блок и прикреплен к швартовной тумбе, а в разрыв троса смонтирован упругий элемент динамометра (см. рис. 7, а) с помощью двух силовводящих элементов (см. рис. 7, б), отображающий на электронном блоке результат нагружения. Установка динамометра АЦД/1Р-250/7И-2 на судне приведена на рис. 10, а, общая схема натурной экспериментальной установки для проведения испытания швартовных тумб, рассчитанных на расчетную нагрузку 15 т представлена на рис. 9.

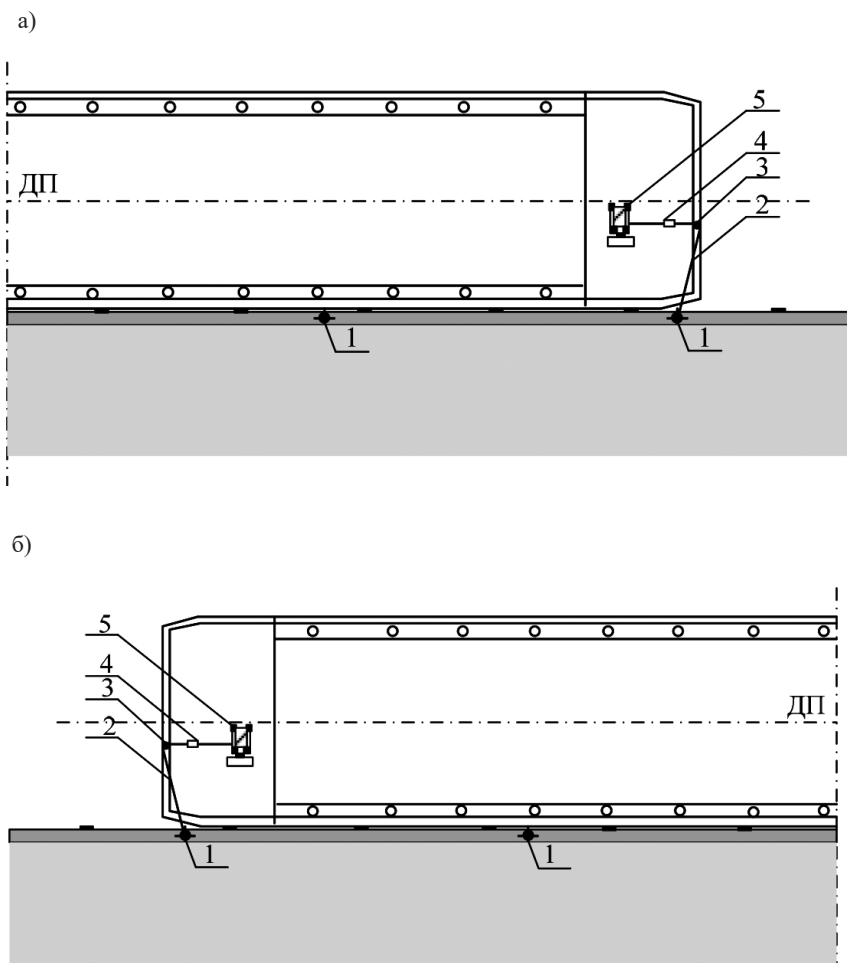


Рис. 9. Схема натурной экспериментальной установки для проведения испытания швартовных тумб на расчетную нагрузку:
а — причал перегрузки нефтепродуктов;
б — железобетонный причал с железнодорожными и подкрановыми путями:
1 — швартовная тумба; 2 — стальной трос; 3 — блок (ролик);
4 — динамометр АЦД/1Р-250/7И-2; 5 — лебедка на раме

В связи с тем, что объекты испытаний подвергались сильному физическому воздействию, был предусмотрен контроль признаков деформаций швартовной тумбы на месте ее установки. До проведения эксперимента лазерным измерителем длины Bosch GLM 80 C Professional фиксировался уклон тумбы в сторону воды и вдоль причала. Аналогичные измерения были выполнены после завершения измерений. Изменение уклона не должно превышать 5° . До и после проведения испытаний вокруг швартовной тумбы в пределах ее основания ($0,22 \text{ м}^2$) осуществлялся визуальный осмотр и инструментальный контроль с фиксацией размеров появившихся или увеличившихся трещин. Осуществлялся визуальный осмотр и инструментальный контроль с фиксацией размеров появившихся или увеличившихся трещин корпуса, крестовин (козырька) и сварного шва основания тумбы и ригеля верхней надстройки причала.

Полная сохранность технического состояния тумбы и швартовного массива являлась критерием безопасного восприятия прикладываемого силового воздействия и основанием для положительного заключения о возможности дальнейшей эксплуатации.

Результаты и их обсуждение (Results and Discussion)

Валидации подверглись результаты теоретических расчетов, выполненных ООО «Научно-исследовательское объединение «Плеяда»» [3]. [3].

Расчет нагрузок на сооружение от натяжения швартовов выполнен в соответствии с пп. 6.4, 6.5, 6.11 СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»¹.

Результаты расчетов нагрузок от натяжения швартовов для расчетного судна (длина — 115,10 м, ширина — 18,55 м, состояние загрузки — в балласте, осадка — 5,3 м), ошвартованного у причалов АО «Троица» (г. Северодвинск), приведены в табл. 6.

Таблица 6

Результаты расчета нагрузок от натяжения швартовов для расчетного судна

Параметры	Скорость ветра, м/с						
	12	14	16	18	20	22	24
Поперечная составляющая суммарной силы Q_{tot} , тс	5,01	6,82	8,91	11,28	13,92	16,84	20,04
Нагрузка в поперечной проекции S_q , тс	1,25	1,71	2,23	2,82	3,48	4,21	5,01
Нагрузка в продольной проекции S_n , тс	2,17	2,95	3,86	4,88	6,03	7,29	8,68
Нагрузка в вертикальной проекции S_v , тс	2,10	2,86	3,74	4,73	5,84	7,07	8,41
Сила, воспринимаемая одним швартовым устройством S , тс	3,27	4,45	5,81	7,36	9,09	10,99	13,08

Результаты расчетов нагрузок от натяжения швартовов для расчетного судна (длина — 115,10 м, ширина — 18,55 м, состояние загрузки — в грузу, осадка — 7,50 м), ошвартованного у причалов АО «Троица» (г. Северодвинск), приведены в табл. 7.

Таблица 7

Результаты расчета нагрузок от натяжения швартовов для расчетного судна

Параметры	Скорость ветра, м/с						
	12	14	16	18	20	22	24
Поперечная составляющая суммарной силы Q_{tot} , тс	3,13	4,26	5,57	7,05	8,70	10,53	12,53
Нагрузка в поперечной проекции S_q , тс	0,78	1,07	1,39	1,76	2,18	2,63	3,13
Нагрузка в продольной проекции S_n , тс	1,36	1,85	2,41	3,05	3,77	4,56	5,42
Нагрузка в вертикальной проекции S_v , тс	1,31	1,79	2,34	2,96	3,65	4,42	5,26
Сила, воспринимаемая одним швартовым устройством S , тс	3,13	4,26	5,57	7,05	8,70	10,53	12,53

Расчетная нагрузка на швартовные устройства причалов АО «Троица» (г. Северодвинск) от натяжения швартовых канатов расчетного судна при максимальной скорости ветра (поперечного, КУ = 90°) 24 м/с составляет 13,08 т (судно в балласте) и 12,53 т (судно в грузу).

Проведенные натурные исследования подтвердили адекватность использованного теоретического решения. Было доказано, что при внешнем усилии до 15,5 т причальные тумбы находятся в работоспособном состоянии, и на основании этого сделан следующий вывод: в настоящее время швартовные тумбы пригодны к эксплуатации для расчетных судов, описанных в паспортах на причалы: «Причал перегрузки нефтепродуктов» и «Железобетонный причал с подкрановыми путями» согласно табл. 13 СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»².

¹ СП 38.13330.2018. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). М.: Стандартинформ, 2019. С. 19–22.

² СП 38.13330.2018. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). М.: Стандартинформ, 2019. С. 23.

Заключение (Conclusion)

Причалное оборудование в целом и швартовные тумбы в частности являются одним из важнейших элементов причального сооружения, при неисправности или отсутствии которого эксплуатация причала запрещается. Следует отметить, что большое разнообразие типов тумб и отсутствие общей классификации, существенно затрудняет их сертификацию при идентификации причалов. Еще одним фактором, затрудняющим оценку, является большое количество швартовных устройств, выполненных хозяйственным способом. При этом проектная и исполнительная документация, как правило, отсутствует. Также не способствует разрешению ситуации отсутствие необходимой технической информации и терминологическое разнообразие, когда одни и те же понятия интерпретируются по-разному и обозначаются различными символами [1].

Для определения реальной несущей способности швартовной тумбы необходимо проведение статических испытаний и обязательная организация непрерывного деформационного мониторинга. С появлением большого количества новых типов сооружений и автоматической швартовки [2] необходима разработка нормативного документа по выбору типа эффективного для каждого конкретного случая швартовного устройства. При этом для конкретных типов тумб должны быть нормированы варианты конструкций крепления к причалу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гарибин П. А.* Некоторые проблемы обследования плавучих причалов яхтенных марин / П. А. Гарибин, С. В. Егоров, А. А. Буцанец // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2023. — Т. 15. — № 5. — С. 783–797. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-5-783-797.
2. *Буцанец А. А.* Исследование проблемы построения автоматизированной системы управления для обеспечения безопасного пропуска безэкипажных судов через судоходные шлюзы / А. А. Буцанец, Н. М. Ксенофонтов, Т. А. Волкова // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2023. — Т. 15. — № 6. — С. 1115–1129. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-6-1115-1129.
3. Заключение о возможности и условиях проведения безопасных швартовных операций и стоянки наливных судов у причалов АО «Троица»: Пояснительная записка ГСТ/2021-02-1; ООО «Научно-исследовательское объединение «Плеяда»». — Новороссийск, 2021.
4. *Wu L.* Dynamic Inversion Model of the Mooring Force on a Floating Bollard of a Sea Lock / L. Wu, Z. Xiang, D. Shu, M. Liu, J. Yang, M. Li // Journal of Marine Science and Engineering. — 2023. — Vol. 11. — Is. 7. — Pp. 1374. DOI: 10.3390/jmse11071374.
5. *Черкасов А. В.* Влияние точности естественных условий на определение швартовной нагрузки / А. В. Черкасов, А. В. Евсеев, П. А. Веселова // Перспективы науки. — 2020. — № 11 (134). — С. 259–261.
6. *Волков Д. В.* Расчет статической прочности brackets швартовной / Д. В. Волков, Т. Ф. Гаврильева // Труды Крыловского государственного научного центра. — 2022. — № S1. — С. 102–104. DOI: 10.24937/2542-2324-2022-1-S-I-102-104.
7. Экспериментальное и численное исследование динамики ошвартованных объектов на волнении / М. Н. Богданов, И. К. Бородай, А. А. Кузнецов [и др.] // Труды Центрального научно-исследовательского института им. академика А. Н. Крылова. — 2015. — № 88 (372). — С. 293–306.
8. *McGeady F. X.* In-Situ Testing of Mooring Bollards / F. X. McGeady // Ports 2013: Success through Diversification. — 2013. — Pp. 1375–1384. DOI: 10.1061/9780784413067.141.
9. *Cho S. R.* Ultimate load capacities of mooring bollards and hull foundation structures / S. R. Cho, J. Choung, C. M. Oh, K. S. Lee, J. Y. Kim // Ocean Engineering. — 2010. — Vol. 37. — Is. 8–9. — Pp. 770–776. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2010.02.011.
10. *Воронин Н. В.* Про тумбы, гаки и другие швартовные устройства / Н. В. Воронин. — М.: СВИБТ, 2020. — 160 с.
11. *Schelfn T. E.* The vessel in port: Mooring problems / T. E. Schelfn, C. Östergaard // Marine structures. — 1995. — Vol. 8. — Is. 5. — Pp. 451–479. DOI: 10.1016/0951-8339(95)97304-Q.

12. Савельев С. В. Определение действующих нагрузок от судов на причальные сооружения / С. В. Савельев // Вестник государственного морского университета имени адмирала Ф. Ф. Ушакова. — 2017. — № 4 (21). — С. 43–46.

REFERENCES

1. Garibin, Pavel A., Sergey V. Egorov, and Artem A. Butsanets. "Some issues of surveying floating berths of yacht marinas." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 15.5 (2023): 783–797. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-5-783-797.
2. Butsanets, Artem A., Nikolay M. Ksenofontov, and Tamara A. Volkova. "Studying the problem of constructing an automated control system to ensure the safe passage of unmanned vessels through shipping locks." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 15.6 (2023): 1115–1129. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-6-1115-1129.
3. *Zaklyuchenie o vozmozhnosti i usloviyakh provedeniya bezopasnykh shvartovnykh operatsii i stoyanki nalivnykh sudov u prichalov AO «Troitsa», OOO Nauchno-issledovatel'skoe ob"edinenie «PLEYaDA». Poyasnitel'naya zapiska GST/2021–02–1. Novorossiisk 2021.*
4. Wu, Linjian, Zhouyu Xiang, Dan Shu, Mingwei Liu, Jia Yang, and Minglong Li. "Dynamic Inversion Model of the Mooring Force on a Floating Bollard of a Sea Lock." *Journal of Marine Science and Engineering* 11.7 (2023): 1374. DOI: 10.3390/jmse11071374.
5. Cherkasov, A. V., A. V. Evseev, and P. A. Veselova. "The effect of accuracy of natural conditions on determination of mooring load." *Science Prospects* 11(134) (2020): 259–261.
6. Volkov, D. V., and T. F. Gavril'eva. "Raschet staticheskoi prochnosti brakety shvartovnoi." *Transactions of the Krylov State Research Centre* S1 (2022): 102–104. DOI: 10.24937/2542-2324-2022-1-S-I-102-104.
7. Bogdanov, M. N., I. K. Borodaj, A. A. Kuznetsov, K. V. Kurchukov, E. S. Reshetkin, and B. N. Smirnov. "Experimental and numerical investigation of mooring ships dynamics on the waves." *Transactions of the Krylov State Research Centre* 88(372) (2015): 293–306.
8. McGeedy, F.X. "In-Situ Testing of Mooring Bollards." *Ports 2013: Success through Diversification*. 2013. 1375–1384. DOI: 10.1061/9780784413067.141.
9. Cho, Sang-Rai, Joonmo Choung, Chang-Min Oh, Kang-Su Lee, and Jung-Yeob Kim. "Ultimate load capacities of mooring bollards and hull foundation structures." *Ocean Engineering* 37.8–9 (2010): 770–776. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2010.02.011.
10. Voronin, N. V. *Pro tumby, gaki i drugie shvartovnye ustroistva*. M.: SVIVT, 2020.
11. Schelfn, T. E., and C. Østergaard. "The vessel in port: Mooring problems." *Marine structures* 8.5 (1995): 451–479. DOI: 10.1016/0951-8339(95)97304-Q.
12. Saveljev, S. V. "Determining existing loads from ships at docking facilities." *Vestnik gosudarstvennogo morskogo universiteta imeni admirala F. F. Ushakova* 4(21) (2017): 43–46.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гарибин Павел Андреевич —
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: garibin@mail.ru,
kaf_gsk@gumrf.ru
Буцанец Артем Александрович —
кандидат технических наук,
начальник отдела НТИ и ИС
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: butsanetsaa@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Garibin, Pavel A. —
Dr. of Technical Sciences, professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: garibin@mail.ru,
kaf_gsk@gumrf.ru
Butsanets, Artem A. —
PhD,
Head of the Department
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: butsanetsaa@gumrf.ru

Егоров Сергей Вячеславович —
аспирант, вице-президент
Научный руководитель:
Гарибин Павел Андреевич
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
Ассоциация портов и судовладельцев
речного транспорта
125026, Российская Федерация, Москва,
ш. Ленинградское, 57
e-mail: egorovsv78@mail.ru

Egorov, Sergey V. —
Postgraduate, Vice-President
Supervisor:
Garibin, Pavel A.
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
Association of Ports
and River Transport Shipowners
57 Leningradskoye Highway, Moscow, 125026,
Russian Federation
e-mail: egorovsv78@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 17 января 2024 г.
Received: January 17, 2024.*