

RIL 236-2006

Союз инженеров-строителей Финляндии

Управление техническим состоянием портовых причалов

перевод с финского языка



Издатель:

Союз инженеров-строителей Финляндии
Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

Распространитель:

Союз инженеров-строителей Финляндии
Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry
Töölönkatu 4, 00100 Helsinki
Тел. +358 207 120 600 факс +358 207 120 619, e-mail ril@ril.fi, www.ril.fi

ISBN 978-951-758-499-9

ISSN 0356-9403

Копирование материалов данного издания без согласия издателя запрещено

© Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

Предисловие

Так как портовые причальные сооружения представляют собой сложные конструкции, которые эксплуатируются в трудных условиях, управление их состоянием особенно важно. В связи с давней потребностью в разработке инструкций по проектированию, управлению техническим состоянием и проведению контрольных обследований портов Союзом инженеров-строителей Финляндии выпущены настоящие инструкции RIL 236-2006 "Управление техническим состоянием портовых причалов".

В настоящем издании приведены инструкции по последовательному и систематическому управлению техническим состоянием, оценке технического состояния, обследованиям и планированию мер для проведения ремонтных работ портовых причальных конструкций. Инструкции распространяются также на строительство новых сооружений.

В финансировании издания участвовали: Порт Хельсинки, Порт Раума, Порт Ханко, Порт Турку, Порт Наантали, Порт Хамина, Порт Пори, Несте Ойл Шельдвик, Управление мореходства Финляндии и Управление государственных объектов недвижимости "Сенааттикинтейстет". Для разработки инструкций была создана совещательная комиссия, представившая вышеуказанные организации, в следующем составе: Харри Юхола, Суне Ярвинен, Яри Контунен, Антти Коккомяки, Кейо Костийнен, Ханну Кярки, Матти Й.Ниemi, Ристо Раяля, Илпо Саволайнен и Юрьё Вайниала, а также главный редактор инструкций, профессор Аско Сарья. Представитель Союза инженеров-строителей Финляндии – начальник издательской деятельности Гуннар Острём.

Авторы инструкций (под руководством главного редактора А.Сарья, составившего введение издания и главу 2): Ханну Кярки (гл.1, приложение 1); Пентти Э.Лейно (гл.3); Эрки Весикари (гл.4 и 5); Вейкко Саукконен (гл. 5.3, приложение 2); Сеппо Вирмалайнен (гл.6) и Ярмо Юлетюйнен (гл.7, приложение 4). Управление работой осуществила руководящая группа в составе: Аско Сарья; Ханну Кярки; Антти Коккомяки; Суне Ярвинен; Матти Й.Ниemi и Гуннар Острём (Союз инженеров-строителей Финляндии). Издание прошло экспертизу.

Союз инженеров-строителей Финляндии благодарит организации, финансировавшие издание, совещательную комиссию, руководящую группу, экспертов, составивших отчет об инструкциях, авторов инструкций, а также всех лиц и организаций, оказавших влияние на создание настоящих инструкций своими знаниями и опытом.
Сентябрь 2006 г.

СОЮЗ ИНЖЕНЕРОВ-СТРОИТЕЛЕЙ ФИНЛЯНДИИ

Йорма Хаапамяки
председатель

Юрки Кейнянен
исполнительный директор

Предисловие к русскому изданию

Морские причалы - это технические объекты, которые строятся и эксплуатируются в сфере сложного долговременного влияния или прямого воздействия одновременно трех сред: суша-воздух-вода, а также значительных силовых эксплуатационных нагрузок. Возрастание риска возникновения аварийных ситуаций, связанных с ненормативными нагрузками на конструктивные элементы причалов, сложные природные воздействия на конструктивные материалы сооружений, а также воздействия скоростных потоков воды от судовых двигателей нового поколения требуют более внимательного подхода к контролю технического состояния существующих причальных сооружений.

До настоящего времени, в современной мировой практике эти вопросы рассматривались в специальной литературе в каждом случае индивидуально. В Европейском Союзе не существовало обобщенных нормативных инструкций по вопросу **жизненного цикла** портовых причалов от идеи создания, проектирования, строительства, поддержания эксплуатационной пригодности до принятия решения о прекращении эксплуатации в прежнем качестве. В учебных заведениях до настоящего времени отсутствовали курсы дисциплин, и следовательно, возможность подготовки специалистов по обеспечению долговременной эксплуатации портовых сооружений, то есть профессионалов по экспертизе и поддержанию технического состояния причалов. Необходимость в таких специалистах и развитии общих теоретических основ обеспечения жизненного цикла морских сооружений в настоящий период стала наиболее актуальной в связи со значительным ускорением технического прогресса в области современного морского судостроения, создания судов новых поколений, значительной грузоподъемности, способных к самостоятельному выполнению швартовых операций за счет новых типов судовых двигателей.

Издание RIL 236-2006 "Управление техническим состоянием портовых причалов" выпущено Союзом инженеров-строителей Финляндии в связи с давней потребностью в разработке инструкций по проектированию, управлению техническим состоянием и проведению контрольных обследований портов. Инструкции RIL 236-2006 являются одним из этапов в развитии системы нормативных документов Европейского Союза, посвященных решению сложных вопросов, возникающих у специалистов при эксплуатации причальных сооружений в течение их жизненного цикла.

Настоящее русское издание является прямым переводом с финского языка и подготовлено коллективом GT CORPORATION (под редакцией Виктора Буровенко и при участии Игоря Алексева, Сергея Мищенко, Алексея Усанова, Анжелики Терзиян) совместно с Союзом инженеров-строителей Финляндии (Хелена Соймакаллио, Гуннар Острём). Целью настоящего издания является ознакомление портовых специалистов с опытом решения вопросов контроля и поддержания технического состояния портовых причалов в Европейском Союзе на примере Финляндии и оказание помощи при подготовке молодых специалистов-гидротехников в области обеспечения долговечности портовых причалов, восстановления конструкций, а также проектирования и строительства новых причальных сооружений.

Сентябрь 2008 г.

GT CORPORATION
Виктор Буровенко, доктор наук;
научно-технический директор

Союз инженеров-строителей Финляндии (RIL)
Хелена Соймакаллио, дипл. инженер
исполнительный директор

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ ПО ПОРТАМ И ПРИЧАЛАМ	13
1.1 Типы портов по назначению	13
1.2 Типы причалов по расположению	14
1.3 Причалы по типам конструкций	15
1.4 Конструктивные модули причалов	17
1.5 Материалы конструкций причалов	20
1.6 Разделение конструкций по условиям эксплуатации и воздействиям	22
2. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПРИГОДНОСТЬ И ПРЕДЕЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ ПОРТОВЫХ ПРИЧАЛОВ ВО ВРЕМЯ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА	27
2.1 Общие принципы обеспечения жизненного цикла	27
2.1.1 Функциональная используемость	28
2.1.2 Финансовое хозяйство	29
2.1.3 Культурные ценности	29
2.1.4 Экология	30
2.2 Показатели качества жизненного цикла портовых причалов	30
2.3 Эксплуатационные предельные состояния	34
2.4 Классификация предельных состояний на основании работоспособности материалов	35
2.4.1 Бетонные конструкции	35
2.4.2 Металлические / стальные конструкции	36
2.4.3 Деревянные конструкции	37
2.4.4 Комплексные и составные конструкции	38
2.5 Технико-экономическое планирование	39
2.6 Общее определение предельных состояний	45
2.6.1 Типы предельных состояний	45
2.6.2 Физические (механические) предельные состояния	46
2.6.3 Предельные состояния сохранности	46
2.6.4 Предельные состояния в связи со старением	49
2.7 Предельные состояния при определении технического состояния причалов	50
Ссылки на литературу	52
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ	53
3.1 Концепция проектирования	53
3.1.1 Общее	53
3.1.2 Стороны проектирования объекта строительства и их задачи	54
3.1.3 Степень ответственности проектных заданий и требования к квалификации проектировщиков	57
3.1.4 Утверждение планов	58
3.1.5 Проверка планов независимыми организациями	58
3.2 Модули проектирования	59
3.2.1 Проектирование жизненного цикла портовых сооружений	59
3.2.2 Обследования технического состояния	60
3.2.3 Оптимизация качества жизненного цикла при проектировании	61
3.2.4 Планирование содержания конструкций в рабочем состоянии и их ремонта	66

3.3	Этапы, содержание и вывод результатов проектирования портовых конструкций	72
3.3.1	Этапы проектирования	72
3.3.2	Содержание планов и образцы вывода результатов	75
3.4	Бетонные конструкции	78
3.4.1	Сохранность бетона	78
3.4.2	Коррозия арматурной стали	84
3.4.3	Определение долговечности бетонных конструкций	87
3.5	Металлические / стальные конструкции	95
3.5.1	Коррозия стальных конструкций	95
3.5.2	Определение срока службы стальных конструкций	96
3.5.3	Технология защиты стальных конструкций	98
3.6	Деревянные конструкции	100
3.6.1	Износ деревянных конструкций	100
3.6.2	Определение срока службы деревянных конструкций	101
3.7	Составные конструкции	102
3.8	Комплексные конструкции	103
	Ссылки на литературу	104
4.	СИСТЕМА ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ КОНСТРУКЦИЙ	106
4.1	Система управления техническим состоянием конструкций	106
4.1.1	Принципы системы управления техническим состоянием конструкций	107
4.1.2	Характеристики хорошей системы управления техническим состоянием конструкций	108
4.2	Пользователи системы управления техническим состоянием конструкций	110
4.2.1	Государство, местные самоуправления и предприятия	110
4.2.2	Особенности системы управления техническим состоянием конструкций портов	112
4.3	Структура системы управления техническим состоянием конструкций	112
4.3.1	Административное управление	113
4.3.2	Обследование технического состояния	114
4.3.3	Технические и экономические методы управления	114
4.3.4	База данных	115
4.3.5	Реализация	116
4.3.6	Модели	117
4.4	Процесс управления техническим состоянием конструкций	118
4.5	Предупреждающее управление техническим состоянием конструкций	121
4.5.1	Моделирование разрушений (износа)	121
4.6	Оптимизирующее управление техническим состоянием конструкций	124
4.6.1	Принципы калькуляции расходов	125
4.6.2	Многоцелевая оптимизация	127
4.6.3	Принятие решений / Деревья решений	128
	Ссылки на литературу	130
5.	ОБСЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ	131
5.1	Принципы и система проведения обследования	131
5.2	Модулирование конструкций	131
5.3	Осуществление обследования технического состояния конструкций	135
5.3.1	Определение срока проведения обследования	135

5.3.2	Выбор методов обследования	136
5.3.3	Данные о конструкциях	139
5.3.4	Результаты ранее проведенных обследований	141
5.3.5	Маркировка конструктивных модулей	141
5.3.6	Инструкции по обследованию для водолазов	141
5.3.7	Оценка расходов	142
5.3.8	Надзор	142
5.4	Данные об обследовании	143
5.4.1	Техническое состояние	143
5.4.2	Повреждения	145
5.4.3	Эксплуатационная пригодность	146
5.5	Типы износа и повреждения материалов	147
5.5.1	Бетонные конструкции	147
5.5.2	Металлические / стальные конструкции	150
5.5.3	Деревянные конструкции	151
	Ссылки на литературу	152
6.	ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ В РАБОЧЕМ СОСТОЯНИИ	153
6.1	Технологии технического обслуживания и защиты	153
6.1.1	Общие принципы	153
6.1.2	Бетонные конструкции	153
6.1.3	Металлические / стальные конструкции	154
6.1.4	Деревянные конструкции	155
6.1.5	Составные конструкции	155
6.1.6	Комплексные конструкции	156
6.2	Технологии работ по восстановлению, реконструкции и ремонту	156
6.2.1	Общие принципы	156
6.2.2	Бетонные конструкции	156
6.2.3	Металлические / стальные конструкции	160
6.2.4	Деревянные конструкции	161
6.2.5	Составные конструкции	162
6.2.6	Комплексные конструкции	162
6.3	Реконструкция	162
	Ссылки на литературу	164
7.	ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ И РЕКОНСТРУКЦИИ	165
7.1	Конструкции	165
7.1.1	Гравитационные причалы	165
7.1.2	Причалы на сваях	166
7.1.3	Причалы со шпунтовыми стенками	167
7.1.4	Причальная стенка	168
7.1.5	Конструкции, защищающие от эрозии	168
7.1.6	Отбойные конструкции	169
7.1.7	Другие конструкции, в т.ч. береговые стенки из кладки и конструкции маяков	169
7.2	Управление документацией	170
7.2.1	Запрос на предложение	171
7.2.2	Рабочие документы	171
7.3	Описание ремонтных работ	172
7.4	Особые меры безопасности при выполнении ремонтных работ на причалах	173

7.5 Сопоставление различных методов проведения ремонтных работ	174
7.6 Принципы тендера подряда	175
7.7 Выбор проектировщиков и подрядчиков	175

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1	Типы конструкций причалов (к главе 1)	178
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	Отчет по обследованию технического состояния причала (к главе 5)	187
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	Инструкция по водолазному обследованию (к главе 5)	207
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	Примеры (к главе 7):	233
	Пример 1. Ремонт причала №7 с угловой стенкой для судов типа ро-ро, порт Раума	234
	Пример 2. Ремонт ряжевого причала Западного порта в Хельсинки с применением шпунтовой стенки	237
	Пример 3. Замена ряжевого причала в Сунила на новое свайное сооружение	238
	Пример 4. Ремонт свайного причала ЕК7 с целью повышения несущей способности	243
	Пример 5. Применение гермокамерных конструкций для ремонта свай	244
	Пример 6. Повышение несущей способности причала с шпунтовой стенкой в Сумма	246
	Пример 7. Ремонт волнозащитной стенки причала "Олимпиалайтури" в Хельсинки	247
	Пример 8. Ремонт плиты защиты дна от эрозии в порту Ханко	248
	Пример 9. Ремонт конструкций маяка в Хельсинки	249
	Пример 10. Образец оглавления подрядной программы	251

ВВЕДЕНИЕ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУКЦИЙ

Настоящие инструкции распространяются в первую очередь на причальные конструкции и стены набережных портов, но применяются также для маяков и других стационарных морских сооружений. Инструкции предназначены в первую очередь для содержания, т.е. для технического обслуживания, ремонта, реконструкции и восстановления эксплуатируемых сооружений, но подходят также для проектирования и строительства новых сооружений.

Принципы, приемы и методы, приведенные в инструкциях, могут также быть использованы для других портовых конструкций, зданий и сооружений и оборудования при условии соблюдения соответствующих им требований, характеристик, переменных и критериев.

ИСХОДНЫЕ УСЛОВИЯ

Причальные сооружения портов сравнительно дорогостоящие и они рассчитаны на длительный срок службы – как правило, на 50-100 лет. Причалы спроектированы для эксплуатации в тяжелых условиях под воздействием нагрузок от окружающей среды (в т.ч. замерзания и таяния, соленой морской воды, волн, льдов), а также от движений воды в связи с водным транспортом (водворотами, вызванными гребными винтами). Особенно тяжелые условия строительства при проведении работ нулевого цикла под водой, по устройству опалубки, выполнении бетонных и монтажных работ. Для проведения подводных обследований технического состояния конструкций требуются специальные навыки и методы. Расходы по управлению техническим состоянием причалов на срок эксплуатации 50 лет составляют около 50% общих затрат в течение всего их жизненного цикла. Таким образом, управление техническим состоянием причальных сооружений требует многого и предполагает учет особых условий, как при проектировании, так и при осуществлении технического управления.

Функциональные требования порта меняются в течение срока службы причальных сооружений в т.ч. в связи с изменениями количества, качества и размеров судов. Поэтому обеспечение и оптимизация функциональной эксплуатационной пригодности причальных сооружений предполагают обязательное прогнозирование изменений в процессе эксплуатации, а также оптимизацию мер, вызванных изменениями.

ЦЕЛЬ ИНСТРУКЦИЙ

Целью инструкций является обеспечение портам возможности создания **концепции проектирования, строительства и содержания**, основывающейся на сроке службы причальных конструкций. Данная

концепция должна включать в себя основные принципы, комплексную систему обеспечения в процессе строительства и содержания конструкций с рекомендациями о необходимых действиях и методах.

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ СТОРОН

Ответственность за проектирование, строительство, управление техническим состоянием и эксплуатационной пригодностью причальных сооружений распределяется между сторонами способом, определенным более подробно в разработанной для каждого порта концепции управления техническим состоянием, согласно приведенным ниже принципам:

1. Ответственность владельца порта

Владелец отвечает полностью за процессы приобретений и содержания порта и за связанные с ними текущее и оперативное планирование, развитие экономических и кадровых ресурсов. Данные процессы включают в себя планирование развития, проектирование и размещение заказа на строительство, ввод в эксплуатацию, проверку и осуществление технического обслуживания, ремонт, модернизацию и реконструкцию причальных сооружений, а также планирование, контроль и осуществление мероприятий, принимаемых после завершения эксплуатации сооружений.

Владелец привлекает экономистов, инженерных и административных сотрудников своей организации к осуществлению указанных задач и при необходимости заключает отдельные договоры со сторонними специалистами и организациями с целью получения дополнительных услуг. Планирование и содержание жизненного цикла конструкций представляет собой всегда многоотраслевую коллективную работу.

Настоящие инструкции предоставляют владельцу комплексный образец профилактической и оптимизирующей концепции обеспечения жизненного цикла сооружения. Любой владелец может использовать данный образец в подходящем ему объеме и приспосабливать его к своим принципам действия. При помощи инструкций владелец может моделировать, анализировать и сравнивать альтернативные стратегии, меры, технологии и продукцию на основании анализа качества их жизненного цикла. В результате сравнения владелец выбирает варианты на основании тех критериев качества жизненного цикла, которым он отдает предпочтение.

2. Застройщик

Застройщики должны действовать в соответствии с квалификационными требованиями, предусмотренными строительным законодательством и его положениями. При проектировании, основывающемся на жизненном цикле конструкций, каждый консультант должен владеть методами планирования

жизненного цикла и содержания конструкций в рабочем состоянии, предусмотренными задачами на проектирование, для анализа, оптимизации и удовлетворения всех категорий требований (эксплуатируемости, экономики, экологии и культуры).

Консультант вместе с проектировщиками должны быть в состоянии представлять владельцу альтернативные планы и анализировать их взаимное превосходство относительно воздействия предложенных и подчеркнутых владельцем критериев качества жизненного цикла конструкций.

В настоящих инструкциях приведены принципы, процессы и методы планирования жизненного цикла, строительства и содержания в рабочем состоянии причальных конструкций с учетом потребностей консультантов.

3. Строительное предприятие

Строительное предприятие отвечает за осуществление планов, разработанных для разных этапов жизненного цикла конструкций (строительство, содержание в рабочем состоянии, ремонт, реконструкция, восстановление, меры в постэксплуатационный период) с соблюдением общепринятых норм, стандартов и указаний.

Мероприятия, проводимые строительным предприятием, основываются на определенных владельцем решениях, приведенных детально в планах и соответствующих функциональным и техническим спецификациям, которые создаются на базе общих требований, предъявленных к жизненному циклу конструкций и предусмотренных настоящими инструкциями.

4. Инспектор технического состояния

Инспектор отвечает за определение технического состояния и степени износа причальных конструкций. Обследование технического состояния причальных конструкций и основывающаяся на нем классификация технического состояния – сложное задание в связи с нагрузками от окружающей среды, различными эксплуатационными условиями и сложными условиями проведения обследования технического состояния конструкций. Таким образом, кроме специалистов в области общей контрольной методологии и обследования технического состояния, к данным обследованиям целесообразно привлечь и других экспертов, в т.ч. водолазов, с использованием специальных методов, в т.ч. подводного мониторинга.

В настоящих инструкциях приведены общая система, методология планирования обследования технического состояния конструкций, меры для проведения обследования и система документирования обследования технического состояния конструкций.

5. Задания проектировщиков

Ответственность за проектирование конструкций и управление их техническим состоянием и используемости несет владелец. Для выполнения заданий на проектирование, относящихся к вышеуказанным обязательствам, владелец часто привлекает специалистов со стороны, которые участвуют в выборе и сравнении альтернативных решений и разрабатывают детальный план осуществления проектного решения, выбранного на разных стадиях процесса проектирования конструкций и их технического обслуживания.

При проектировании новых конструкций и их содержания в рабочем состоянии, ремонта и реконструкции соблюдаются инструкции RIL 216-2001, "Планирование жизненного цикла конструкций", а также указания главы 3, "Проектирование", настоящих инструкций.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ ПО ПОРТАМ И ПРИЧАЛАМ

1.1 ТИПЫ ПОРТОВ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

Порты подразделяются на разные типы согласно назначению и транспорту. Порты могут иметь больше чем одно назначение.

Грузовые порты

В соответствии с обрабатываемыми грузами предусмотрено разделение грузовых портов на порты штучных и единичных грузов и на порты массовых грузов.

- **Порты штучных и единичных грузов** разделяются согласно технологии обработки грузов:
 - на порты типа ро-ро с горизонтальной перегрузкой груза с судна в порт на колесах,
 - на порты типа ло-ло с обработкой груза при помощи кранов.
- **Порты массовых грузов** предназначены для обработки насыпных грузов. В нефтепортах жидкости перекачивают по трубопроводам в расходные емкости и суда. В угольных портах и в портах обработки зерна и удобрений грузы разгружают и погружают кранами и пневматическими или шнековыми перегружателями на конвейерные ленты или непосредственно на штабель. Промышленные предприятия могут иметь предусмотренные для их собственных нужд порты массовых грузов.

Пассажирские порты

- **Пассажирские порты** посещают в основном суда, зарегистрированные как пассажирские. Это суда, которые перевозят только пассажиров, или это автопаромы, которые перевозят как пассажиров, так и автомашины. Суда оборудованы традиционными двигателями или же это быстроходные суда, которые двигаются за счет водяных струй.
- **Автопаромные порты** посещают суда, которые перевозят грузовые колесные транспортные средства. Автопаромы могут быть зарегистрированы как частично пассажирские (типа *Rorax*).
- **Круизные порты** посещают суда, которые осуществляют круизные рейсы между портами и не берут пассажиров в промежуточных портах.

Рыбный порт

Конструкции и причалы рыбного порта спроектированы с учетом разгрузки улова. Суда, для которых рыбный порт является портом приписки, совершают длительные рыбопромысловые рейсы, которые могут длиться месяцами, и посещают сравнительно редко свой порт приписки.