



РУКОВОДСТВО ПО
ПРОЕКТИРОВАНИЮ

SHIBATAFENDERTEAM

▶ | on the safe side

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЧАЛЬНЫХ ОТБОЙНЫХ УСТРОЙСТВ

ПРИВЕТСТВУЕМ ВАС НА СТРАНИЦАХ РУКОВОДСТВА ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРИЧАЛЬНЫХ ОТБОЙНЫХ УСТРОЙСТВ КОМПАНИИ SHIBATAFENDERTEAM.

Через причальные отбойные устройства судно взаимодействует с причалом. Они являются первым, как по расположению, так и по степени значимости, барьером безопасности, который устанавливается для защиты людей, судов и портовых сооружений. В большинстве причальных отбойных устройств используются упругие элементы, сделанные из эластичного (резина) или вспененного (пенопласт) полимера, либо наполненные сжатым воздухом, которые действуют как пружины, поглощающие кинетическую энергию причаливающего судна. Сила навала судна сжимает «пружину», которая поглощает энергию и передаёт приложенную силу на другие части отбойной системы – фронтальную раму, цепи, анкерные устройства, – а затем по запроецированной траектории действия нагрузок на опорные конструкции. Полноценное проектирование причальных отбойных устройств требует знания многих различных дисциплин. Справочные сведения не могут заменить практического опыта в области судоходства, в частности, причаливания и швартовки. В большинстве сводов правил и стандартов требуется, чтобы проектировщик обладал основательными практическими знаниями по рассматриваемым в них вопросам. Компания ShibataFenderTeam с её более чем 50-летним опытом работы в самых разных проектах по всем аспектам проектирования и применения причальных отбойных устройств полностью отвечает этому требованию. Настоящее руководство составлено в качестве краткого сборника сведений, которые в ходе проектирования и составления технических условий на поставку помогут определить ключевые исходные критерии, рассчитать энергию причаливания и выбрать подходящий тип причального отбойного устройства. Специалисты компании ShibataFenderTeam всегда готовы помочь в этом процессе и проконсультировать по отдельным вопросам и составлению спецификаций.

ИСКЛЮЧЕНИЯ: Настоящее руководство применимо для большинства стандартных торговых и пассажирских судов. По вопросам особых систем и требований для иных судов, таких как катамараны, военные корабли, морские платформы и т.д., обращайтесь непосредственно в ShibataFenderTeam.

SHIBATAFENDERTEAM

Штаб-квартира ShibataFenderTeam находится в Германии, её региональные центры работают в США, Европе, на Ближнем Востоке, в Азии и Австралии. Наша хорошо отлаженная сеть местных представительств охватывает все шесть континентов. Наша материнская компания, японская Shibata Industrial Co. Ltd., с 1923 года занимается разработкой и производством огромного ассортимента специализированных резиновых изделий и уже более 50 лет является одним из ведущих предприятий в отрасли конструирования и производства отбойных систем. ShibataFenderTeam является владельцем и оператором производственных и испытательных мощностей в Японии, Малайзии и Германии, на которых мы производим:

- ▶ разнообразные специальные изделия для морских систем, в которых реализованы наши знания о резине, стали, полиуретане и полиэтилене;
- ▶ экструдированные и литые резиновые элементы отбойных систем весом одной штуки до 18,5 т;
- ▶ пневматические кранцы диаметром до 3,3 м и длиной до 9,0 м;
- ▶ пенонаполненные кранцы диаметром до 4,5 м и длиной до 10 м;
- ▶ кранцы скольжения из ПЭВП сечением до 300 мм x 300 мм и длиной до 6 м;
- ▶ стальные конструкции весом одного изделия до 30 т;
- ▶ буи различного назначения диаметром до 4,5 м.

Эта уникальная по объёму компетенция подкреплена десятками лет опыта практической работы нашей команды собственных специалистов, партнеров и поставщиков, признанных как в отрасли, так и на уровне официальных органов, вузов специализированной отрасли проектирования причальных отбойных систем, критически важных для обеспечения безопасности и защиты людей, судов и портовых инфраструктур, и огромным объемом соответствующих специальных знаний. ShibataFenderTeam задействует это сочетание ресурсов, навыков и умений в каждой из своих причальных отбойных систем, изготовленных по последнему слову техники. Изделия высокого качества по конкурентным ценам, изготавливаемые на собственных производственных мощностях, снискали ShibataFenderTeam репутацию надежного партнера на международных рынках оборудования и услуг для портов, убежищ и водных путей сообщения.

РАЗДЕЛ 1

РАСЧЕТ ЭНЕРГИИ ПРИЧАЛИВАНИЯ

Символы и источники информации	04
Процесс проектирования.....	05
Суда	06
Размеры судов	07
Судовые термины	08
Танкеры.....	09
Балкеры	10
Газовозы	11
Контейнеровозы.....	12
Генгрузы, суда типа Ро-Ро и паромы	13
Автомобилевозы, круизные суда и быстроходные паромы	14
Предельные размеры судов	15
Нагрузки судов.....	16
Подход судов.....	17
Коэффициент присоединённой массы (C_M)	18
Коэффициент эксцентриситета(C_E).....	19
Коэффициенты конструкции причала (C_C) и податливости (C_S).....	20
Скорость причаливания	21
Энергия причаливания	22

РАЗДЕЛ 2

РУКОВОДСТВО ПО ВЫБОРУ ПРИЧАЛЬНЫХ

ОТБОЙНЫХ УСТРОЙСТВ

23

Во 2-й части руководства представлено детальное рассмотрение вопросов выбора типа ПОУ, материалов, испытаний и сопутствующей информации.

СИМВОЛЫ И ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Обозн.	Описание	Ед. изм.
B	Ширина судна без учета поясов	м
C	Типичный просвет между корпусом судна и поверхностью сооружения	м
C _B	Коэффициент (общей) полноты водоизмещения корпуса судна	
C _C	Коэффициент конструкции причала	
C _E	Коэффициент эксцентриситета	
C _M	Гидродинамический (дополняющий) коэффициент массы	
C _S	Коэффициент податливости	
D	Действительная осадка судна	м
D _B	Осадка судна в балласте	м
D _L	Осадка судна в грузу или осадка по летнюю грузовую марку	м
D _S	Максимальная осадка судна по условиям прочности	м
D _U	Осадка порожнем	м
E _A	Аномальная кинетическая энергия причаливания	кНм (кДж)
E _F	Энергия, поглощенная ПОУ, с поправкой на угол, температуру и т.д.	кНм (кДж)
E _N	Нормальная кинетическая энергия причаливания	кНм (кДж)
E _{RPD}	Энергия, поглощаемая ПОУ при номинальных показателях и условиях	кНм (кДж)
E _{LET}	Энергия, поглощаемая ПОУ при нижнем допуске на изготовление	кНм (кДж)
F	Усилие навала корпуса судна на кранец или фронтальную раму	кН
F _B	Высота надводного борта при осадке в балласте	м
F _L	Высота надводного борта при осадке в грузу	м
F _S	Высота надводного борта при максимальной осадке (минимальная)	м
H	Высота сжимаемого элемента (не считая фронтальную раму и др.)	м
H _M	Теоретическая высота борта	м
HP	Давление на корпус	кН/м ² (кПа)
K	Радиус поворота судна	м
K _C	Глубина под килем до морского дна	м
L _L	Наибольшая длина наибольшего причаливающего судна	м
L _{OA}	Наибольшая длина судна	м
L _{BP}	Длина судна между перпендикулярами	м
L _S	Наибольшая длина наименьшего причаливающего судна	м
L _{WL}	Длина корпуса судна по ватерлинии при осадке в грузу	м
M _B	Водоизмещение судна в балласте	т
M _D	Водоизмещение судна	т
P	Шаг расстановки ПОУ	м
R	Расстояние от точки навала до центра масс судна	м
R _B	Радиус кривизны носа	м
R _F	Реакция ПОУ с поправкой на угол причаливания, температуру и т.д.	кН
R _{RPD}	Реакция ПОУ при номинальных показателях и условиях	кН
R _{NET}	Реакция ПОУ при верхнем допуске на изготовление	кН
T	Касательное усилие	кН
v	Скорость движения судна	м/с
v _B	Скорость движения судна перпендикулярно причальной линии	м/с
v _L	Скорость движения судна параллельно причальной линии	м/с
x	Расстояние от носа до средней (прямой) части корпуса	м
α	Угол причаливания (между диам. плоскостью и причальной линией)	град
β	Угол развала носовых шпангоутов	град
γ	Угол вектора скорости (между R и V _B)	град
Δ	Деформация сжимаемого элемента	м
θ	Угол контакта с ПОУ (с учетом кривизны носа)	град
η	Коэффициент запаса для аномальной энергии причаливания	
η _C	Коэффициент запаса для цепей	
μ	Коэффициент трения	
ρ _{sw}	Плотность забортной воды	т/м ³

Сводь правил и стандарты

Нормы и правила проектирования систем причаливания и швартовки. BS 6349, часть 4 (2014 г.)

PIANC WG33: Руководящие указания по проектированию отбойных устройств (2002 г.)

Рекомендации Комитета по причальным сооружениям, убежищам и водным путям (EAU 2004 г.)

PIANC: Отчет международной комиссии по улучшению проектирования систем причаливания. Приложение к бюллетеню № 45 (1984 г.)

Действия при проектировании морских и портовых сооружений: ROM 2.0-11 (2012 г.)

Рекомендации по проектированию морского устройства портов, подходных каналов и акваторий убежищ: ROM 3.1-99 (1999 г.)

Доковые отбойные устройства – Rosa 2000, издание № 1

Планирование и проектирование военных портов. Унифицированные критерии объектов UFC 4-159-02 (2004 г.)

Проектирование пирсов и пристаней. Унифицированные критерии объектов UFC 4-152-01 (2005 г.)

Руководящие указания по проектированию морских сооружений – Австралия. AS4997 (2005 г.)

Технические стандарты и комментарии для портовых сооружений в Японии (2009 г.)

PIANC: Подходные каналы. Руководство по проектированию. Приложение к бюллетеню № 95 (1997 г.)

Справочник портового проектировщика. Рекомендации и руководящие указания. Карл Торесен (2003 г.) ISBN 9780727732886

Планирование и проектирование портов и морских терминалов. Под ред. Ханса Эгерску, 2-е изд. (2004 г.) ISBN 0727732242

Значительные суда. Королевский кораблестроительный институт. 1992-2010 г.г. www.rina.org.uk

Стандартные методы испытаний для определения и публикации данных по энергии причаливания и реакции морских отбойных устройств. ASTM F2192-05 (2005 г.)

Стандартная система классификации резиновых изделий в автомобильных системах. ASTM D2000 (2012 г.)

ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В проектировании причальных отбойных устройств используются одновременно многие различные навыки и дисциплины. Инженер должен принять во внимание все факторы, влияющие на выбор размера ПОУ, характеристик его принадлежностей, степень надежности его функционирования в экстремальных условиях морской среды.

Результатом правильного проектирования причального отбойного устройства является безопасная, нуждающаяся в минимальном обслуживании и долговечная конструкция, повышающая эффективность работы порта и имеющая минимальную стоимость в расчете на полный срок службы. Немаловажный вопрос – кто отвечает за покупку причальных отбойных устройств. Порт купит устройство, требуемое для его нужд, в то время как строительная компания отдаст предпочтение самому дешевому ПОУ, отвечающему техническим условиям. Это значит, что свойства и показатели причального отбойного устройства должны выбираться максимально тщательно, в противном случае последствия неверного выбора могут влететь оператору в копеечку.

СУДА



- ▶ Класс
- ▶ В грузу или в балласте
- ▶ Развал
- ▶ Пояс
- ▶ Давление на корпус

СООРУЖЕНИЕ



- ▶ Срок службы
- ▶ Нагрузки
- ▶ Конструкция
- ▶ Соединение
- ▶ Частота

ПОДХОД



- ▶ Причал или палы
- ▶ Аппарель Ро-Ро
- ▶ Шлюз или сухой док
- ▶ Помощь буксиров

РАСПОЛОЖЕНИЕ



- ▶ Открытость
- ▶ Амплитуда прилива
- ▶ Течения и волны
- ▶ Прохождение судов
- ▶ Доступность

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА



- ▶ Температуры
- ▶ Коррозия
- ▶ Ледовые условия
- ▶ Сейсмические условия
- ▶ Озон и УФ

МАТЕРИАЛЫ



- ▶ Долговечность
- ▶ Испытания
- ▶ Покрытия
- ▶ Износ
- ▶ Капитальные затраты
- ▶ Обслуживание

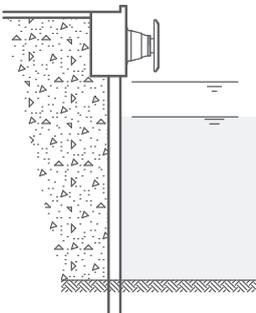
СООРУЖЕНИЯ

Причальные отбойные устройства устанавливаются на причальных сооружениях – иногда на строящихся, иногда на улучшаемых или обновляемых. Сооружения делятся на две основные категории: массивы, на которые могут передаваться значительные силы реакции причальных отбойных устройств, и конструкции с ограниченной допустимой нагрузкой, способные выдерживать лишь ограниченную нагрузку со стороны ПОУ.

Массивы обычно сооружаются с использованием шпунтовых свай, железобетонных блоков или кессонов. Они очень надежные, но могут оказаться непрактичными при больших глубинах и в открытых местах, поэтому их обычно можно найти в убежищах и на реках или каналах. Примерами конструкций с ограниченной допустимой нагрузкой являются подвесные конструкции и одиночные сваи, для которых нагрузки причаливания и швартовки являются главными расчетными силами.

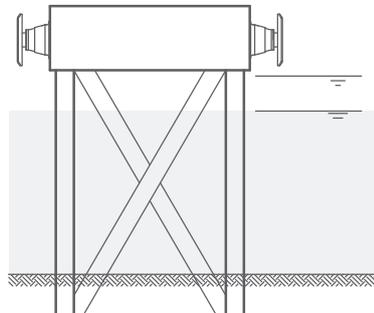
Причалы также можно разделить на непрерывные пристани или причальные стенки и отдельно стоящие конструкции, такие как палы, бочки и др. Палы имеют жесткую конструкцию в виде свайного куста. Одиночные сваи являются особой категорией отдельно стоящих конструкций.

МАССИВЫ



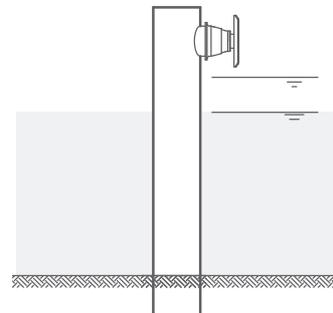
- ▶ Могут выдерживать большие нагрузки от ПОУ
- ▶ Простота монтажа на бетонном оголовке
- ▶ Соединение со шпунтовой стенкой должно быть тщательно проработано
- ▶ Избегать закрепления с пересечением компенсационных швов

КОНСТРУКЦИИ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ ПО НАГРУЗКАМ



- ▶ Конструкция чувствительна к величине нагрузок
- ▶ Ограниченная площадь для закрепления ПОУ и цепей
- ▶ Верх обычно бетонный, но может быть стальным

ПАЛЫ И ОДИНОЧНЫЕ СВАИ



- ▶ Конструкция чувствительна к величине нагрузок
- ▶ Усилия со стороны сваи должны учитываться в суммарной энергии
- ▶ Ограниченная площадь для закрепления ПОУ и цепей

СУДА

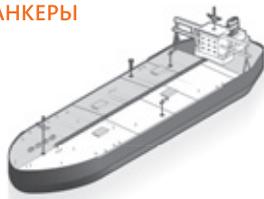
Суда бывают всех форм и размеров, какие только можно вообразить. Причалы должны быть готовы принять наибольшие расчетные суда, но они также должны быть рассчитаны на прием малых и средних судов, особенно если таковые причаливают чаще всего. На многих экспортных причалах суда приходят в балласте с уменьшенной осадкой и водоизмещением. Если это является нормой на причале, тогда в проекте следует использовать подходящие для этого причальные отбойные устройства, одновременно оценив риск возникновения ситуаций, когда отошедшее после погрузки судно будет вынуждено вернуться к причалу в полном грузу.

Свойства судна влияют на выбор типа ПОУ и его расчетных данных. Например, операторы круизных судов плохо относятся к черным меткам на корпусе после навала на цилиндрические резиновые кранцы. У контейнеровозов и автомобилевозов бывает значительный развал корпуса в носу, в этом случае причальное отбойное устройство должно шарнирно поворачиваться для компенсации угла развала. У многих судов имеются пояса вдоль бортов, которые могут зацепляться за фронтальные рамы ПОУ сверху или снизу, во избежание чего требуются увеличенные скосы по краю рамы. Танкеры и газовозы с двойным корпусом, а также иные суда с корпусом пониженной прочности способны выдерживать лишь ограниченное давление при навале – для них требуются фронтальные рамы большой площади.

Форма корпуса судна, его изгибы имеют важное значение. От радиуса кривизны носа зависит положение точки контакта между судном и ПОУ относительно центра масс судна, а также число сжимаемых ПОУ, в зависимости от шага их расстановки. Развал носовых шпангоутов может обусловить прижатие верхних краев ПОУ ближе к несущей конструкции, и в этом случае необходимо позаботиться о достаточном удалении от нее верхних краев фронтальной рамы, кронштейнов цепей и т.д.

Ниже перечислены основные классы торговых судов и соответствующие ключевые вопросы, которые должен принять во внимание проектировщик.

ТАНКЕРЫ



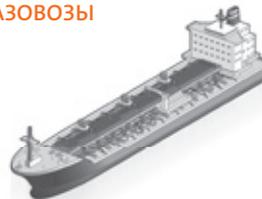
- ▶ Опасный груз
- ▶ Большое изменение осадки
- ▶ Низкое давление на корпус
- ▶ Как правило, помощь буксиров
- ▶ Малые танкеры могут быть с поясами
- ▶ Нередко причаливание на открытых местах
- ▶ Во многих терминалах установлены лазерные DAS*

БАЛКЕРЫ



- ▶ Некоторые суда универсальные (нефть/генгруз/руда)
- ▶ Грузы могут быть опасными
- ▶ Большое изменение осадки
- ▶ Низкое давление на корпус
- ▶ Как правило, помощь буксиров
- ▶ Нередко причаливание на открытых местах

ГАЗОВОЗЫ



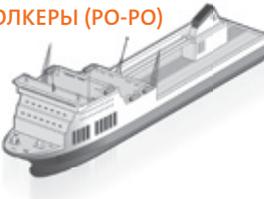
- ▶ Очень опасны
- ▶ Единственный класс судов для специализированных терминалов
- ▶ Низкое давление на корпус
- ▶ Как правило, причаливание с помощью буксиров
- ▶ Малые танкеры могут быть с поясами
- ▶ Нередко причаливание на открытых местах
- ▶ Во многих терминалах установлены лазерные DAS*

КОНТЕЙНЕРОВОЗЫ



- ▶ Большой развал носа опасен для контейнерных кранов
- ▶ Большая ширина требует снижения размера ПОУ
- ▶ Низкое давление на корпус
- ▶ Как правило, помощь буксиров, кроме фидерных линий
- ▶ Малые суда могут быть с поясами
- ▶ Устойчивые ПОУ повышают производительность

РОЛКЕРЫ (РО-РО)



- ▶ Безопасность пассажиров очень важна
- ▶ Суда самых разных форм и размеров
- ▶ Причаливание без лоцмана
- ▶ Причаливание бортом или кормой
- ▶ Большинство судов с поясами
- ▶ Малое время стоянки и интенсивное использование причала
- ▶ Помощь буксиров используется редко

СУХОГРУЗЫ



- ▶ Суда самых разных форм и размеров
- ▶ ПОУ меньшего размера для снижения вылета крана
- ▶ Более крупным судам могут помогать буксиры
- ▶ Могут стоять у причала подолгу
- ▶ Большое изменение осадки
- ▶ Суда разных размеров к одному причалу
- ▶ Помощь буксиров только для крупных судов

АВТОМОБИЛЕВОЗЫ



- ▶ Высокий надводный борт затрудняет маневры малым ходом
- ▶ Длинный плоский борт с большим развалом носа
- ▶ Могут быть с поясами и боковыми грузовыми люками
- ▶ Помощь буксиров нередка
- ▶ Причаливание бортом или кормой

КРУИЗНЫЕ СУДА



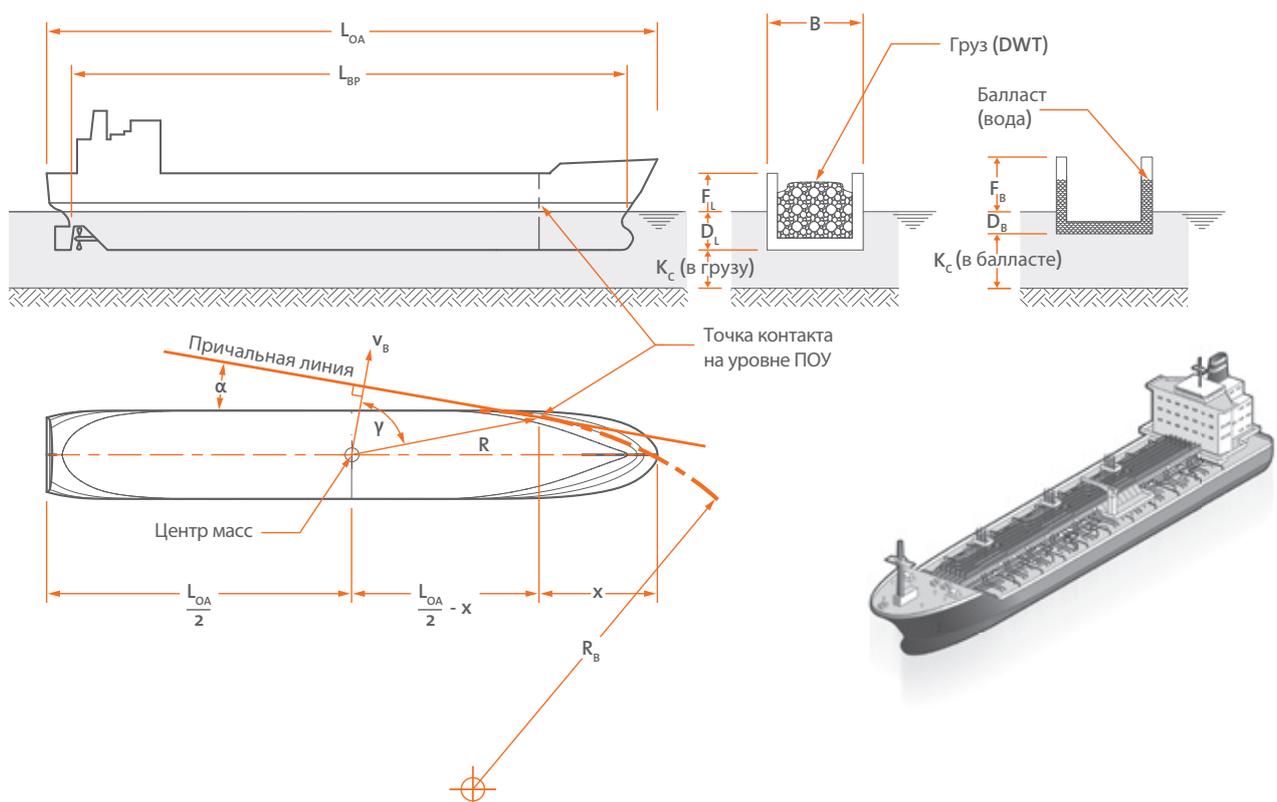
- ▶ Безопасность пассажиров очень важна
- ▶ Малые изменения осадки
- ▶ Многие порты принимают все более крупные суда
- ▶ Зачастую большой развал носа
- ▶ Низкое давление на корпус, если нет пояса
- ▶ Желательно ПОУ, не оставляющие следов
- ▶ Суда разных размеров к одному причалу

*Системы поддержки при причаливании

РАЗМЕРЫ СУДОВ

Проектировщики должны рассмотреть размеры всех видов судов, которые будут становиться к причалу и взаимодействовать с ПОУ. Ниже описаны наиболее важные характеристики, которые необходимо определить.

Длина наибольшая	L_{OA}	Максимальная длина судна, по которой определяется размер необходимого шлюза или сухого дока. Нередко обозначается просто "L".
Длина между перпендикулярами	L_{BP}	Расстояние от оси баллера руля до точки пересечения носа с ватерлинией. Нередко путают с длиной по ватерлинии, хотя это разные вещи.
Ширина	B	Ширина судна, измеряемая обычно у миделя. В некоторых источниках дается ширина вместе с поясами, но при расчетах энергии причаливания это не подходит.
Осадка в грузу	D_L	Обычно это максимальная летняя осадка в хороших условиях эксплуатации. Суда работают при этой осадке или меньшей осадке, в зависимости от объема перевозимого груза.
Осадка в балласте	D_B	Минимальная осадка, когда судно идет после разгрузки в балласте. Эта величина обычно учитывается только для танкеров, балкеров, сухогрузов и контейнеровозов. Для танкеров, балкеров и контейнеровозов осадка в балласте берется равной примерно $D_B \approx 2 + 0.02 L_{OA}$.
Макс. осадка по условиям прочности	D_S	Максимальная допустимая осадка судна (не показана). При проектировании ПОУ используется редко.
Высота надводного борта в грузу	F_L	Надводный борт у миделя при осадке в грузу (D_L).
Высота надводного борта в балласте	F_B	Надводный борт у миделя при осадке в балласте (D_B).
Глубина под килем	K_C	Глубина воды под корпусом (килем) судна. Для определения наихудшего расчетного случая необходимо учесть водоизмещение в балласте и в грузу, приливы и отливы.
Радиус кривизны борта в носу	R_B	Условный радиус кривизны корпуса судна в носу в горизонтальной плоскости, примерно проходящей через ПОУ. Для целей расчета ПОУ нередко берется как константа, хотя на практике может изменяться в зависимости от осадки судна.
Положение точки навала относительно носа	x	Нередко бывает определено нечетко, поскольку может изменяться в зависимости от профиля судна, угла причаливания и т.д. Это расстояние обычно считается как одна четвертая ($x = 0.25 L_{OA}$), одна пятая ($x = 0.2 L_{OA}$) и т.д. от носа (или кормы). Подробнее см. «Коэффициент эксцентриситета».
Расстояние от точки навала до центра масс	R	Эта величина используется при определении коэффициента эксцентриситета (C_e). Традиционно центр масс считается расположенным в среднем или миделевом сечении судна ($L_{OA}/2$) хотя в действительности может быть смещен на 5–10% в корму в случае нефтетанкеров, балкеров и сухогрузов в балласте и/или с дифферентом на корму.



СУДОВЫЕ ТЕРМИНЫ

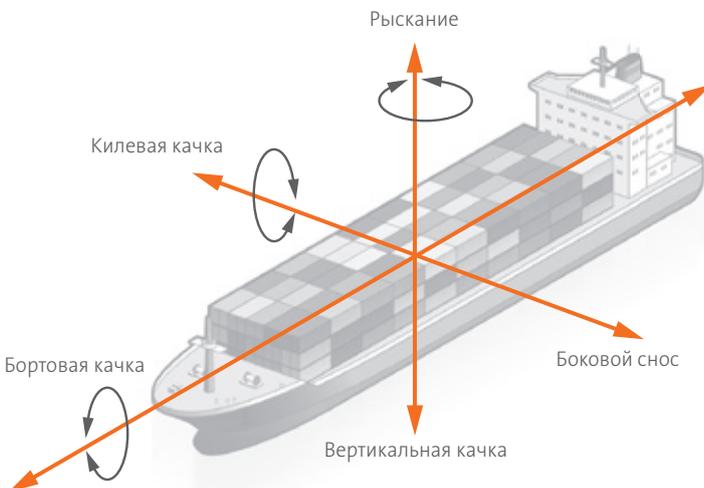
Водоизмещение M_D	Вес судна, равный весу воды, вытесненной его корпусом при погрузке до указанной осадки.
Полная грузоподъемность (дедвейт) DWT	Вес, на безопасную перевозку которого рассчитано судно, включая груз, топливо, пресную воду и балласт.
Судно порожнем LWT	Вес порожнего судна без груза, топлива и т.д.
Валовая регистровая вместимость GRT	Устаревшая мера внутреннего объема судна, где 1 GRT = 100 фут ³ = 2.83 м ³ . Валовая регистровая вместимость не связана с водоизмещением судна и не используется в проектировании ПОУ.
Валовая вместимость GT	Безразмерный индекс внутреннего объема судна, используемый IMO. Иногда ошибочно путают с валовой регистровой вместимостью, которую она заменила в 1982 г. Валовая вместимость не связана с водоизмещением судна и не используется в проектировании ПОУ.
Эквивалент 20-футового контейнера TEU	Размер одного стандартного морского контейнера длиной 20 футов, используемый, чтобы характеризовать размер или вместимость судна-контейнеровоза.

ДВИЖЕНИЯ КОРАБЛЯ

Наряду с движением к ПОУ, характеризующимся скоростью причаливания, суда могут совершать под действием ветра, волн и течений также и другие движения, следствием которых является смещение ПОУ под углом к его оси или в поперечном направлении как во время начального контакта, так и во время швартовки. Ниже перечислены возможные причины этих движений:

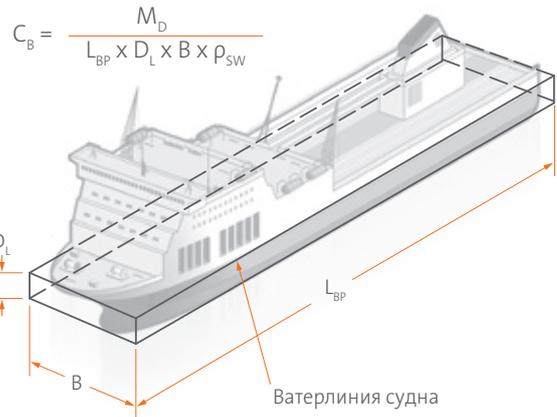
Проходящие суда:	Продольный снос, боковой снос и рыскание
Ветер:	Бортовая качка, боковой снос и рыскание
Приливы, течения:	Продольный снос и вертикальная качка
Волны, зыбь:	Продольный снос и килевая качка

Проектировщики должны учесть наличие этих движений и их воздействие на ПОУ, такое как силы сдвига, усталостные явления, абразивный износ и вибрация крепежа.



КОЭФИЦИЕНТ ОБЩЕЙ ПОЛНОТЫ ВОДОИЗМЕЩЕНИЯ (C_B)

Коэффициент общей полноты водоизмещения (C_B) представляет собой отношение действительного объема корпуса судна к объему прямоугольного параллелепипеда, охватывающего корпус, которое обычно выражается следующим образом:



Знание C_B позволяет оценить водоизмещение судна:

$$M_D = C_B \times L_{BP} \times D_L \times B \times \rho_{SW}$$

В нормах и стандартах проектирования даются некоторые типичные значения коэффициента общей полноты водоизмещения для различных типов судов:

Класс судна	ROM 3.1-99	BS 6349	PIANC 2002
Танкеры	0.72–0.85	0.72–0.85	0.85
Балкеры	0.78–0.87	0.72–0.85	0.72–0.85
Газовозы	0.68–0.54	—	—
Контейнеровозы	0.63–0.71	0.65–0.70	0.60–0.80
Ролкеры	0.57–0.80	0.65–0.70	0.70–0.80
Сухогрузы	0.56–0.77	—	0.72–0.85
Автомобилевозы	0.56–0.66	—	—
Круизные / паромы	0.57–0.68	0.50–0.70	—
Быстроходные суда	0.45–0.49	—	—
Катамараны *	0.43–0.44	—	—

* Ширина B по сумме двух отдельных корпусов

Продольный снос

Для вариантов нагрузки, отличных от «в полном грузу» (т.е. $D < D_L$), коэффициент полноты принимается следующим образом:

Форма корпуса	Действительная осадка, D	C_B (при $D < D_L$)
C_B (при $D_L \geq 0.75$)	$D_B < D < D_L$	Не меняется
	$0.6 D_L < D < D_L$	Не меняется
C_B (при $D_L < 0.75$)	$D_B < D < 0.6 D_L$	$0.9 \times C_B$ (at D_L)

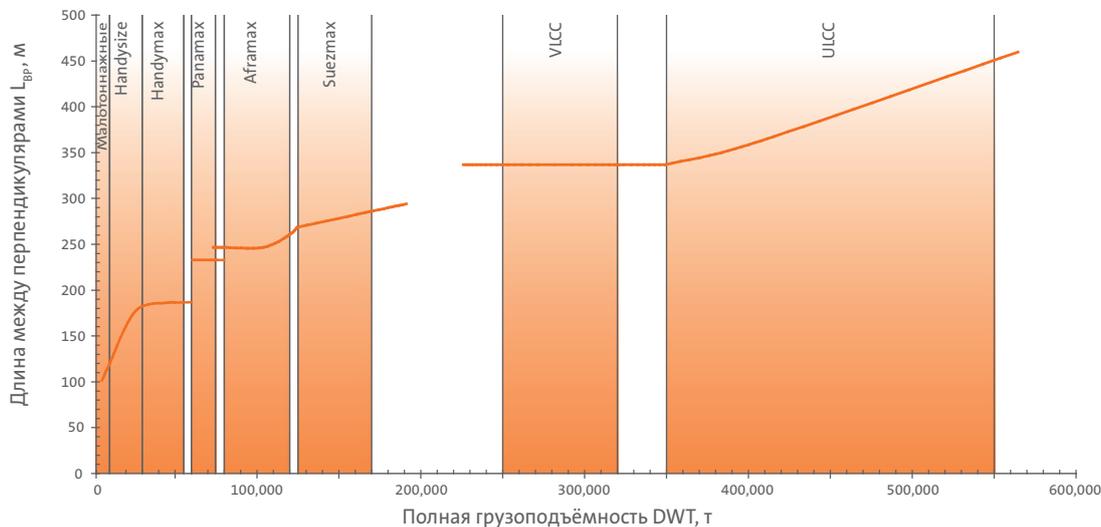
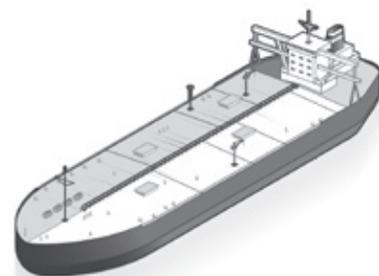
ТАНКЕРЫ



DWT	M_D [т]	L_{OA} [м]	L_{BP} [м]	B [м]	H_M [м]	D_L [м]	D_B [м]	C_B
500,000	590,000	415	392	73.0	30.5	24.0	10.3	0.838
441,585	528,460*	380	359	68.0	28.9	24.5	9.6	0.862
400,000	475,000	380	358	68.0	29.2	23.0	9.6	0.828
350,000	420,000	365	345	65.5	28.0	22.0	9.3	0.824
300,000	365,000	350	330	63.0	27.0	21.0	9.0	0.816
275,000	335,000	340	321	61.0	26.3	20.5	8.8	0.814
250,000	305,000	330	312	59.0	25.5	19.9	8.6	0.812
225,000	277,000	320	303	57.0	24.8	19.3	8.4	0.811
200,000	246,000	310	294	55.0	24.0	18.5	8.2	0.802
175,000	217,000	300	285	52.5	23.0	17.7	8.0	0.799
150,000	186,000	285	270	49.5	22.0	16.9	7.7	0.803
125,000	156,000	270	255	46.5	21.0	16.0	7.4	0.802
100,000	125,000	250	236	43.0	19.8	15.1	7.0	0.796
80,000	102,000	235	223	40.0	18.7	14.0	6.7	0.797
70,000	90,000	225	213	38.0	18.2	13.5	6.5	0.804
60,000	78,000	217	206	36.0	17.0	13.0	6.3	0.789
50,000	66,000	210	200	32.2	16.4	12.6	6.2	0.794
40,000	54,000	200	190	30.0	15.4	11.8	6.0	0.783
30,000	42,000	188	178	28.0	14.2	10.8	5.8	0.761
20,000	29,000	174	165	24.5	12.6	9.8	5.5	0.714
10,000	15,000	145	137	19.0	10.0	7.8	4.9	0.721
5,000	8,000	110	104	15.0	8.6	7.0	4.2	0.715
3,000	4,900	90	85	13.0	7.2	6.0	3.8	0.721

* Супертанкеры (крупнейшие в мире среди действующих – «TI Eурога» и «TI Осеаніа»). Осадка в балласте согласно правилам МАРПОЛ.

Тип	Размеры	Тоннаж
Малотоннажные		≤ 10,000 DWT
Handysize	$D_L \leq 10$ м	10,000–30,000 DWT
Handymax	$L_{OA} \leq 180$ м	30,000–55,000 DWT
Panamax	$B \leq 32.3$ м $L_{OA} \leq 289.6$ м $D_L \leq 12.04$ м	60,000–75,000 DWT
Aframax	$41 \leq B \leq 44$ м	80,000–120,000 DWT
Suezmax	$D_L \leq 21.3$ м $B \leq 70$ м $L_{OA} \leq 500$ м	125,000–170,000 DWT
VLCC (супертанкер)	$L_{OA} \leq 300$ м	250,000–320,000 DWT
ULCC (сверхсупертанкер)		≥ 350,000 DWT



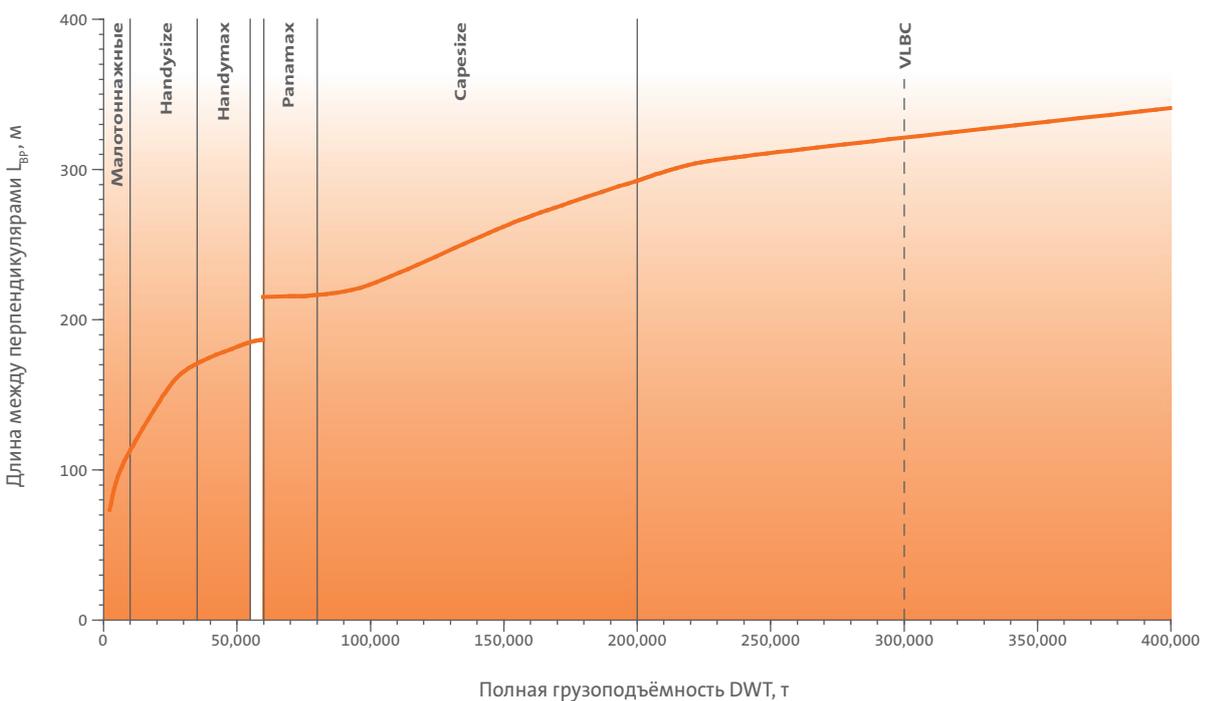
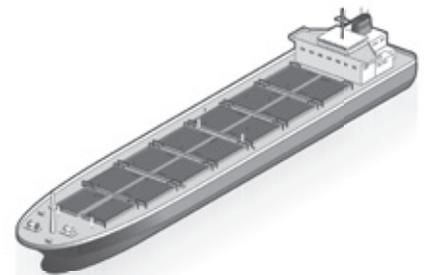
БАЛКЕРЫ



DWT	M_D [т]	L_{OA} [м]	L_{BP} [м]	B [м]	H_M [м]	D_L [м]	D_B [м]	C_B
402,347	454,000	362	350	65.0	30.4	23.0	9.2	0.846
400,000	464,000	375	356	62.5	30.6	24.0	9.5	0.848
350,000	406,000	362	344	59.0	29.3	23.0	9.2	0.849
300,000	350,000	350	333	56.0	28.1	21.8	9.0	0.840
250,000	292,000	335	318	52.5	26.5	20.5	8.7	0.832
200,000	236,000	315	300	48.5	25.0	19.0	8.3	0.833
150,000	179,000	290	276	44.0	23.3	17.5	7.8	0.822
125,000	150,000	275	262	41.5	22.1	16.5	7.5	0.816
100,000	121,000	255	242	39.0	20.8	15.3	7.1	0.818
80,000	98,000	240	228	36.5	19.4	14.0	6.8	0.821
60,000	74,000	220	210	33.5	18.2	12.8	6.4	0.802
40,000	50,000	195	185	29.0	16.3	11.5	5.9	0.791
20,000	26,000	160	152	23.5	12.6	9.3	5.2	0.764
10,000	13,000	130	124	18.0	10.0	7.5	4.6	0.758

Осадка в балласте согласно правилам МАРПОЛ.

Тип	Размеры	Тоннаж
Малотоннажные	$L_{OA} \leq 115$ м	$\leq 10,000$ DWT
Handysize	$D_L \leq 10$ м	10,000–35,000 DWT
Handymax	$L_{OA} \leq 190$ м	35,000–55,000 DWT
Panamax	$B \leq 32.3$ м $L_{OA} \leq 289.6$ м $D_L \leq 12.04$ м	60,000–80,000 DWT
Capesize	$41 \leq B \leq 44$ м	80,000–200,000 DWT 90,000–180,000 DWT
Chinamax		$\leq 300,000$ DWT
VLBC (супербалкер)	$L_{OA} \geq 300$ м	$\geq 200,000$ DWT



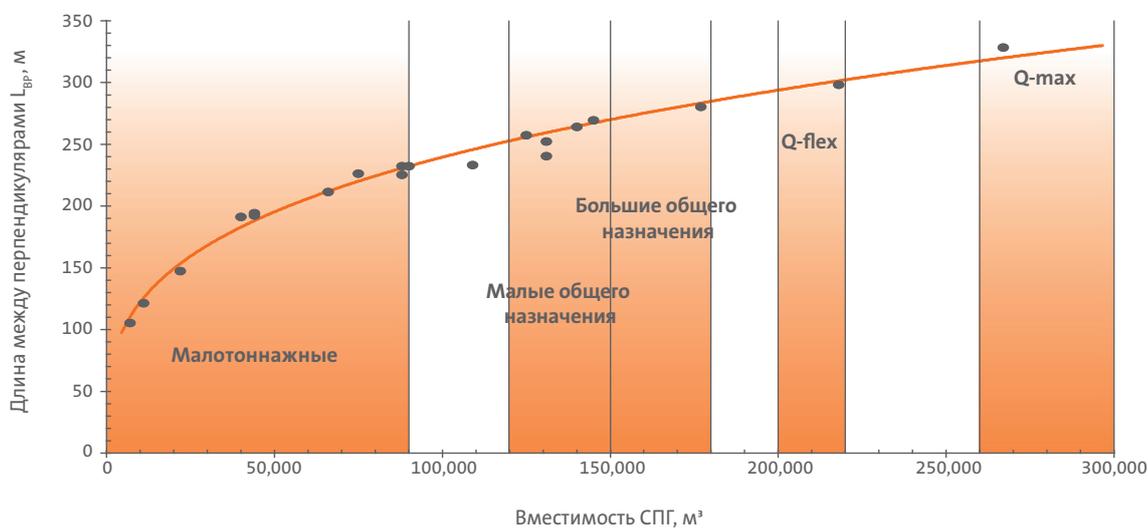
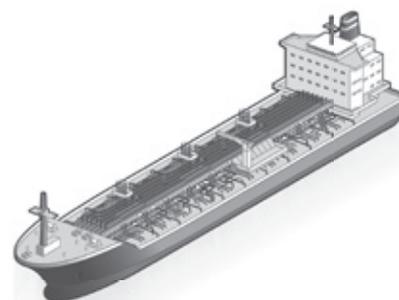
ГАЗОВОЗЫ



Вместимость [м³]	DWT	M _D [т]	L _{OA} [м]	L _{BP} [м]	B [м]	H _M [м]	D _L [м]	D _B [м]	C _B
СПГ-ТАНКЕР ПРИЗМАТИЧЕСКОГО ТИПА									
266,000	125,000*	175,000	345.0	333.0	53.8	27.6	12.0	8.9	0.794
210,000	97,000**	141,000	315.0	303.0	50.0	26.2	12.0	8.3	0.757
177,000	90,000	120,000	298.0	285.0	46.0	26.2	11.8	8.0	0.757
140,000	80,000	100,000	280.0	268.8	43.4	24.5	11.4	7.6	0.734
75,000	52,000	58,000	247.3	231.0	34.8	20.6	9.5	6.9	0.741
40,000	27,000	40,000	207.8	196.0	29.3	17.3	9.2	6.2	0.739
СПГ-ТАНКЕР СФЕРИЧЕСКОГО ТИПА									
145,000	75,000	117,000	288.0	274.0	49.0	24.7	11.5	7.8	0.739
125,000	58,000	99,000	274.0	262.0	42.0	23.7	11.3	7.5	0.777
90,000	51,000	71,000	249.5	237.0	40.0	21.7	10.6	7.0	0.689
СНГ-ТАНКЕР									
131,000	60,000	95,000	265.0	245.0	42.2	23.7	13.5	7.3	0.664
109,000	50,000	80,000	248.0	238.0	39.0	23.0	12.9	7.0	0.652
88,000	40,000	65,000	240.0	230.0	35.2	20.8	12.3	6.8	0.637
66,000	30,000	49,000	226.0	216.0	32.4	19.9	11.2	6.5	0.610
44,000	20,000	33,000	207.0	197.0	26.8	18.4	10.6	6.1	0.575
22,000	10,000	17,000	160.0	152.0	21.1	15.2	9.3	5.2	0.556
11,000	5,000	8,800	134.0	126.0	16.0	12.5	8.1	4.7	0.526
7,000	3,000	5,500	116.0	110.0	13.3	10.1	7.0	4.3	0.524
МЕТАНОВОЗ									
131,000	60,000	88,000	290.0	257.0	44.5	26.1	11.3	7.8	0.664
88,000	40,000	59,000	252.0	237.0	38.2	22.3	10.5	7.0	0.606
44,000	20,000	31,000	209.0	199.0	30.0	17.8	9.7	6.2	0.522

Газовозы класса *Q-max и **Q-flex. Осадка в балласте согласно правилам МАРПОЛ.

Тип	Размеры	Тоннаж
Малотоннажные	L _{OA} ≤ 250 м B ≤ 40 м	≤ 90,000 м³
Малые общего назначения	L _{OA} 270–298 м B 41–49 м	120,000–150,000 м³
Большие общего назначения	L _{OA} 285–295 м B ≤ 43–46 м D _L ≤ 12 м	150,000–180,000 м³
Q-flex	L _{OA} ≈ 315 м B ≈ 50 м D _L ≤ 12 м	200,000–220,000 м³
Q-max	L _{OA} ≈ 345 м B ≈ 53–55 м D _L ≤ 12 м	≥ 260,000 м³
Med-max		прибл. 75,000 м³
Atlantic-max		прибл. 165,000 м³



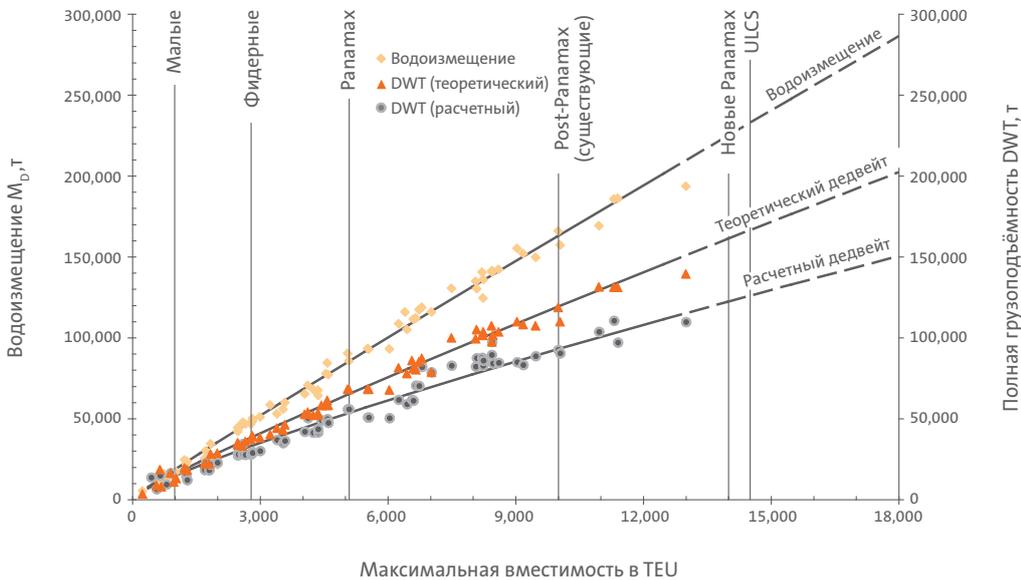
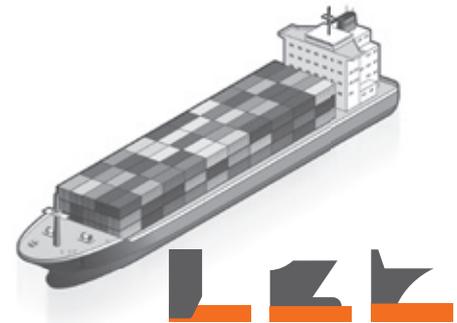
КОНТЕЙНЕРОВОЗЫ

TEU	DWT	M _D [t]	L _{OA} [m]	L _{BP} [m]	B [m]	H _M [m]	D _L [m]	D _B [m]	C _B
20,568	210,019**	270,224	399	380	58.6	33.2	16.0	10.7	0.740
20,170	192,672***	271,880	400	381	58.6	32.8	16.0	10.7	0.743
18,340	196,000**	272,089	399	380	59.0	33.2	16.0	10.7	0.741
18,000	195,000**	262,566	420	395	56.4	26.7	15.0	9.9	0.767
15,500	156,907*	222,627	397	375	56.4	25.3	14.0	9.4	0.734
14,000	157,000	190,828	366	350	48.4	24.8	15.0	9.0	0.733
12,500	143,000	171,745	366	350	48.4	24.5	13.5	9.0	0.733
10,000	101,000	145,535	349	334	45.6	23.6	13.0	8.7	0.717
8,000	81,000	120,894	323	308	42.8	22.7	13.0	8.2	0.688
6,500	67,000	100,893	300	286	40.0	21.7	13.0	7.7	0.662
5,500	58,000	85,565	276	263	40.0	20.9	12.5	7.3	0.635
5,100	54,000	74,399	294	283	32.2	20.4	12.0	7.7	0.664
4,500	48,600	70,545	286	271	32.2	19.8	12.0	7.4	0.657
4,000	43,200	65,006	269	256	32.2	19.0	11.8	7.1	0.652
3,500	38,100	54,885	246	232	32.2	18.2	11.3	6.6	0.634
2,800	30,800	42,389	211	196	32.2	17.0	10.7	5.9	0.612
2,800	30,800	43,166	222	210	30.0	17.0	10.6	6.2	0.631
2,500	27,700	37,879	209	197	30.0	16.4	10.0	5.9	0.625
2,000	22,400	32,208	202	190	28.0	15.3	9.2	5.8	0.642
1,600	18,200	26,762	182	170	28.0	14.4	8.6	5.4	0.638
1,200	13,800	19,219	160	149	25.0	13.4	8.0	5.0	0.629
1,000	11,600	15,719	150	140	23.0	12.9	7.6	4.8	0.627
800	9,300	13,702	140	130	21.8	12.3	7.4	4.6	0.637
600	7,000	10,390	122	115	19.8	11.7	7.0	4.3	0.636
400	4,800	7,472	107	100	17.2	11.1	6.5	4.0	0.652

Вместимость и размеры определены по различным источникам, включая ROM, MAN и PIANC. Осадка в балласте согласно правилам МАРПОЛ.

* Класс E ** Класс «Три E» *** Класс «Pegasus»

Тип	Размеры	Тоннаж
Малые	B ≤ 23.0 м (прибл.)	≤ 1,000 TEU
Фидерные	23.0 м < B ≤ 30.0 м	1,000–2,800 TEU
Panamax	B ≤ 32.3 м D _L ≤ 12.04 м L _{OA} ≤ 294.1 м	2,800–5,100 TEU
Post-Panamax (существующие)	39.8 м ≤ B ≤ 45.6 м	5,500–10,000 TEU
Новые Panamax	B ≤ 49.0 м D _L ≤ 15.2 м L _{OA} ≤ 365.8 м	12,000–14,000 TEU
ULCS (сверх- суперконтейнеровозы)	B > 49.0 м	> 14,500 TEU

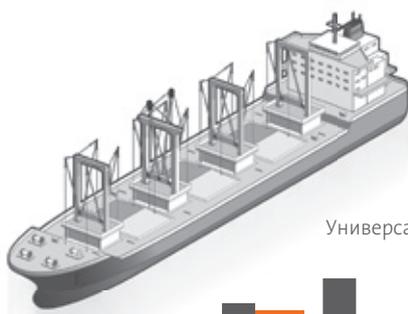


СУХОГРУЗЫ (ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ГРУЗЫ)

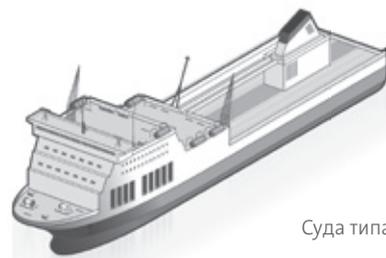


DWT	M _D [т]	L _{OA} [м]	L _{BP} [м]	B [м]	H _M [м]	D _L [м]	D _B [м]	C _B
40,000	54,500	209	199	30.0	18	12.5	6.2	0.713
35,000	48,000	199	189	28.9	17	12.0	6.0	0.714
30,000	41,000	188	179	27.7	16	11.3	5.8	0.714
25,000	34,500	178	169	26.4	15.4	10.7	5.6	0.705
20,000	28,000	166	158	24.8	13.8	10.0	5.3	0.697
15,000	21,500	152	145	22.6	12.8	9.2	5.0	0.696
10,000	14,500	133	127	19.8	11.2	8.0	4.7	0.703
5,000	7,500	105	100	15.8	8.5	6.4	4.1	0.724
2,500	4,000	85	80	13.0	6.8	5.0	3.7	0.750

Осадка в балласте согласно правилам МАРПОЛ.



Универсальные сухогрузы



Суда типа РО-РО



РО-РО И ПАРОМЫ



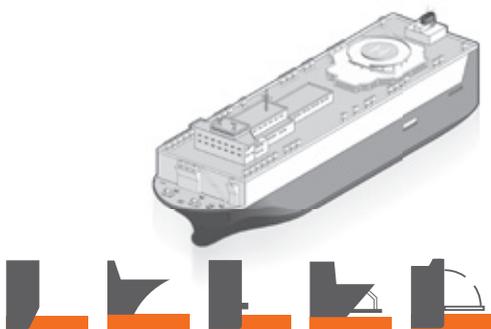
DWT	GT	M _D [т]	L _{OA} [м]	L _{BP} [м]	B [м]	H _M [м]	D _L [м]	C _B
РОЛКЕРЫ								
–	50,000	87,500	287	273	32.2	28.5	12.4	0.783
–	45,000	81,500	275	261	32.2	27.6	12.0	0.788
–	40,000	72,000	260	247	32.2	26.2	11.4	0.775
–	35,000	63,000	245	233	32.2	24.8	10.8	0.759
–	30,000	54,000	231	219	32.0	23.5	10.2	0.737
–	25,000	45,000	216	205	31.0	22.0	9.6	0.720
–	20,000	36,000	197	187	28.6	21.0	9.1	0.722
–	15,000	27,500	177	168	26.2	19.2	8.4	0.726
–	10,000	18,400	153	145	23.4	17.0	7.4	0.715
–	5,000	9,500	121	115	19.3	13.8	6.0	0.696

DWT	GT	M _D [т]	L _{OA} [м]	L _{BP} [м]	B [м]	H _M [м]	D _L [м]	C _B
ГРУЗО-ПАССАЖИРСКИЕ ПАРОМЫ								
–	15,000	25,000	197	183	30.6	16.5	7.1	0.613
–	12,500	21,000	187	174	28.7	15.7	6.7	0.612
–	11,500	19,000	182	169	27.6	15.3	6.5	0.611
–	10,200	17,000	175	163	26.5	14.9	6.3	0.609
–	9,000	15,000	170	158	25.3	14.5	6.1	0.600
–	8,000	13,000	164	152	24.1	14.1	5.9	0.587
–	6,500	10,500	155	144	22.7	13.6	5.6	0.560

АВТОМОБИЛЕВОЗЫ



DWT	GT	M _D [т]	L _{OA} [м]	L _{BP} [м]	B [м]	H _M [м]	D _L [м]	C _B
–	30,000	48,000	220	205	32.2	31.2	11.7	0.606
–	25,000	42,000	205	189	32.2	29.4	10.9	0.618
–	20,000	35,500	198	182	32.2	27.5	10.0	0.591
–	15,000	28,500	190	175	32.2	26.5	9.0	0.548



КРУИЗНЫЕ СУДА



DWT	GT	M _D [т]	L _{OA} [м]	L _{BP} [м]	B [м]	H _M [м]	D _L [м]	C _B	НАЗВАНИЕ СУДНА
–	225,282	105,750	362	308	47.0	22.9	9.3	0.767	Allure of the Seas
–	155,873	74,126	329	280	40.0	22.1	8.7	0.742	Norwegian Epic
–	148,528	72,193	345	293	41.0	22.7	10.1	0.580	Queen Mary 2
–	110,000	50,253	291	247	35.4	20.4	8.2	0.684	Carnival Conquest
–	102,587	52,239	273	232	36.0	19.7	8.2	0.744	Costa Fortuna
–	80,000	44,000	272	231	35.0	20.0	8.0	0.664	Любые Post Panamax
–	70,000	38,000	265	225	32.2	19.3	7.8	0.656	Любые Panamax
–	60,000	34,000	252	214	32.2	18.8	7.6	0.633	Любые Panamax
–	50,000	29,000	234	199	32.2	18.0	7.1	0.622	Любые Panamax
–	40,000	24,000	212	180	32.2	17.3	6.5	0.622	Любые Panamax
–	35,000	21,000	192	164	32.2	17.0	6.3	0.616	Любые Panamax

БЫСТРОХОДНЫЕ ОДНОКОРПУСНЫЕ ПАРОМЫ



DWT	GT	M _D [т]	L _{OA} [м]	L _{BP} [м]	B [м]	H _M [м]	D _L [*] [м]	C _B
–	20,000	3,200	140	133	21	5.8	2.9	0.606
–	15,000	2,400	128	120	19.2	5.4	2.7	0.618
–	10,000	1,600	112	102	16.9	5.2	2.5	0.591
–	8,000	1,280	102	87.5	15.4	5.0	2.5	0.548

* Осадка не включает подводные крылья и стабилизаторы, которые при их выпуске могут увеличивать осадку судна на 80%. Ширина по ватерлинии составляет 0.8–0.9 ширины на уровне палубы.

БЫСТРОХОДНЫЕ ПАРОМЫ-КАТАМАРАНЫ



DWT	GT	M _D [т]	L _{OA} [м]	L _{BP} [м]	B [м]	H _M [м]	D _L [м]	C _B [*]
–	30,000	48,000	220	205	32.2	31.2	11.7	0.606
–	25,000	42,000	205	189	32.2	29.4	10.9	0.618
–	20,000	35,500	198	182	32.2	27.5	10.0	0.591
–	15,000	28,500	190	175	32.2	26.5	9.0	0.548

* Коэффициент полноты рассчитывается, исходя из суммарной ширины обоих корпусов, максимальная ширина по ватерлинии составляет прилб. 25% ширины на уровне палубы (дана в табл.).

ПРЕДЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ СУДОВ

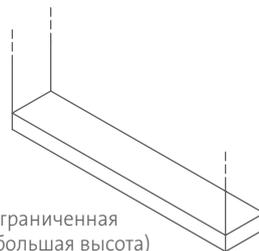
Во многих частях света размеры допускаемых судов ограничены в связи с имеющимися там шлюзами, каналами и мостами. Основные ограничения накладываются на длину, ширину, осадку и возвышение судна над водой

L_{OA}	Длина наибольшая
B	Ширина
D_L	Осадка в грузу
D_A	Высота наибольшая над ватерлинией



CHINAMAX

Chinamax относится к возможности приема судов во многих портах Китая. Максимальный размер составляет 380,000 – 400,000 DWT, но официально установлено ограничение 380,000 DWT.

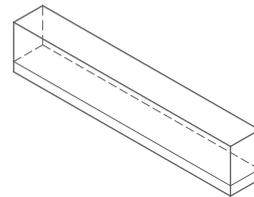


(неограниченная наибольшая высота)

L_{OA}	≤ 360 м
B	≤ 65 м
D_L	≤ 24 м
D_A	без ограничения

НОВЫЕ PANAMAX

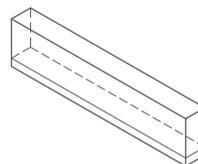
Новая (третья) группа шлюзов Панамского канала была открыта для судоходства в 2016 г. После этого через канал смогут проходить некоторые из существующих неспособных проходить судов (класс Post-Panamax) и новые суда, строящиеся с учетом новых размеров шлюзов.



L_{OA}	≤ 366 м
B	≤ 49 м
D_L	≤ 15.2 м
D_A	≤ 57.91 м

PANAMAX

Шлюзы Панамского канала второго поколения были открыты для судов в 1914 г., и с тех пор большое число судов было спроектировано с учетом их размеров.



L_{OA}	≤ 294.13 м
B	≤ 32.31 м
D_L	≤ 12.04 м
D_A	≤ 57.91 м

SUEZMAX

Суэцкий канал позволяет проходить практически любым судам, за исключением немногих нефтетанкеров в полном грузу.

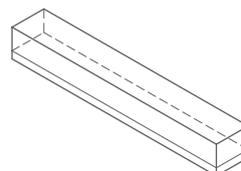


неограниченная длина

L_{OA}	без ограничения
B	≤ 50 м
D_L	≤ 20.1 м
D_A	≤ 68 м

Q-MAX

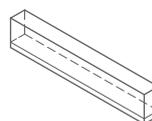
К судам Q-max относятся крупнейшие СПГ-танкеры, способные швартоваться в терминалах Катара, – в этом регионе могут ходить лишь суда с ограниченной осадкой.



L_{OA}	≤ 345 м
B	≤ 53.8 м
D_L	≤ 12 м
D_A	≤ 34.7 м

SEAWAYMAX

Суда размера Seawaymax способны проходить шлюзы на реке святого Лаврентия на пути в озеро Онтарио. Более крупные суда ходят по Великим озерам, но не способны пройти шлюзы.



L_{OA}	≤ 225.6 м
B	≤ 23.8 м
D_L	≤ 7.92 м
D_A	≤ 35.5 м

НАГРУЗКИ СУДОВ

Большинство причалов рассчитаны на импорт (разгрузку) или экспорт (погрузку) грузов, иногда груз по причалу идет в обоих направлениях. Различия в осадке и водоизмещении судов в этих условиях могут быть весьма важными при проектировании причальных отбойных устройств.

ПРИЕМНЫЕ ПРИЧАЛЫ

К приемным причалам суда подходят чаще всего в полном или частичном грузу. Большие суда могут использовать такие причалы с ограничением осадки.

ПРИЧАЛЫ ОТГРУЗКИ

К отгрузочным причалам суда обычно подходят в балласте, то есть, с балластными цистернами, заполненными водой для обеспечения правильной дифферентовки судна, при которой винт и руль погружены в воду, и судно достаточно устойчиво и маневренно. По мере загрузки судна балластная вода выбрасывается из судна.

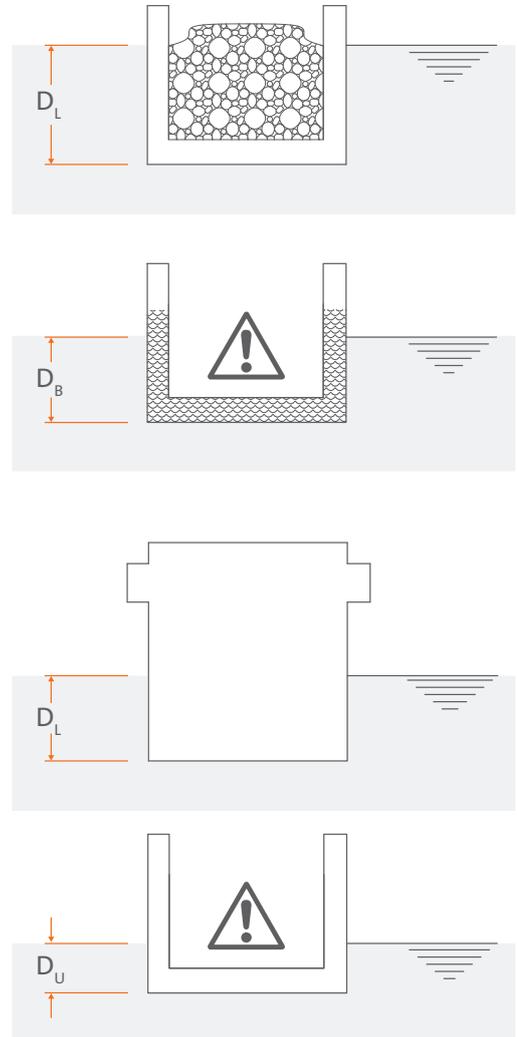


ПРИЧАЛЫ ДЛЯ ПАРОМОВ, КРУИЗНЫХ СУДОВ И РОЛКЕРОВ

Эти суда перевозят очень малые грузы, поэтому их осадка при погрузке и разгрузке меняется лишь незначительно. В силу этого такие суда при расчете энергии причаливания следует всегда считать находящимися в полном грузу. Минимальная осадка обычно составляет не менее 90 % осадки в полном грузу.

СУДОВЫЕ ВЕРФИ

Суда могут быть порожними лишь во время их строительства или ремонта, когда на них отсутствуют грузы и балласт. В этих условиях необходимо внимательно отнестись к выступающим частям корпуса, поскольку, например, пояса могут садиться на ПОУ сверху, в то время как подводные выступающие части могут подняться до уровня ПОУ.



В случае, если ПОУ проектируются для работы с судами в балласте или в частичном грузу, тогда необходимо тщательно рассмотреть вопрос о возможном уходе судна в полном грузу с последующим возвращением к причалу по возникшим техническим проблемам. Для приемных / отгрузочных причалов суда не должны приниматься в расчет как суда порожнем или суда без груза.

КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛНОТЫ В БАЛЛАСТЕ

Для судов «заполненной» формы, в частности, танкеров и балкеров, принято считать, что коэффициент общей полноты (C_B) не изменяется при изменениях осадки (D) при любых вариантах нагрузки. У судов другого типа коэффициент полноты немного уменьшается при снижении осадки.

Танкеры и балкеры	$D_L \geq D \geq D_U$	$C_B = \frac{M_D}{L_{BP} \times B \times D_L \times \rho_{sw}}$
Суда других типов	$D_L \geq D \geq 0.6 D_L$	
	$D < 0.6 D_L$	$C_B = 0.9 \times \frac{M_D}{L_{BP} \times B \times D_L \times \rho_{sw}}$

ПОДХОД СУДОВ

В зависимости от типов судна и причала, суда могут подходить к причальным сооружениям по-разному. Характер подхода должен быть тщательно изучен, чтобы определить истинное положение точки контакта по длине корпуса судна, направление (вектора) скорости и другие факторы, которые могут заставлять ПОУ сжиматься под углом к оси, смещаться в поперечном направлении под действием сил трения, наклоняться и т.д. Ниже представлены наиболее распространенные типы подхода судов:

ПРИЧАЛИВАНИЕ БОКОМ

- ▶ Судно параллельно причальной линии или слегка под углом к ней.
- ▶ Вектор скорости приблизительно перпендикулярен причальной линии.
- ▶ Судно поворачивается вокруг точки контакта с ПОУ, при этом погашается часть его кинетической энергии.
- ▶ Контакт происходит на расстоянии примерно от 20% до 35% от носа, в зависимости от радиуса кривизны и геометрии носа.
- ▶ В зависимости от размера судна и радиуса кривизны его носа, судно может одновременно навалиться на один, два, три и более ПОУ.
- ▶ Если скорость не совсем перпендикулярна причальной линии, тогда под действием силы трения возникает поперечный сдвиг в ПОУ.

ПРИЧАЛИВАНИЕ КОНЦОМ

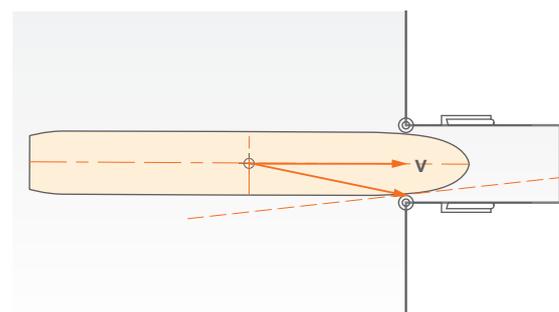
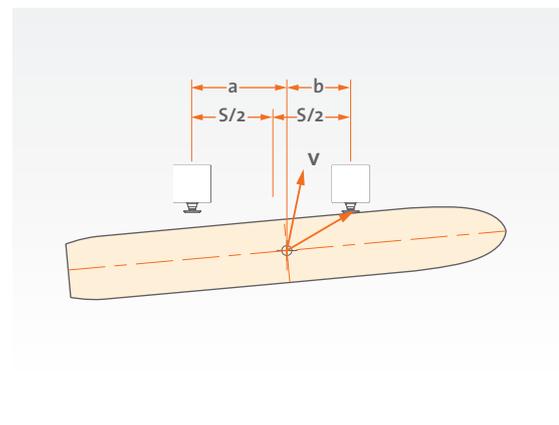
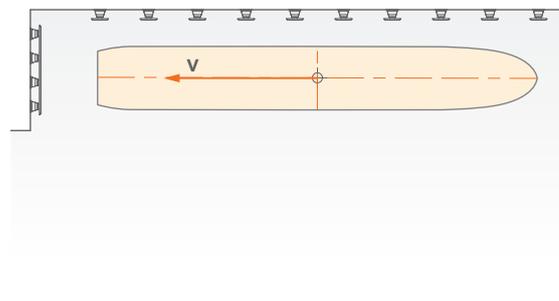
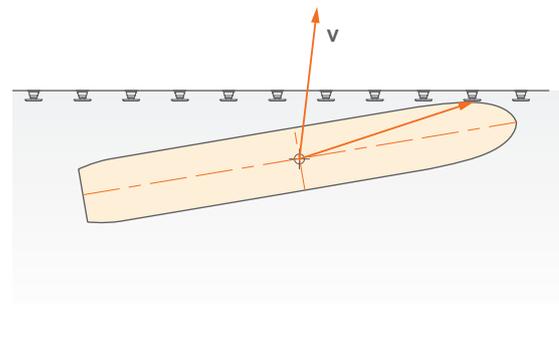
- ▶ Судно подходит к причалу носом или кормой.
- ▶ Типичный способ подхода к эстакадам и понтонным причалам для судов типа Ро-Ро, иногда используется баржами и судами с тяжелым грузом.
- ▶ Углы причаливания обычно малы, но даже они могут обусловить контакт лишь с одним ПОУ или очень малую площадь контакта с носовым или кормовым поясом судна.
- ▶ Скорость причаливания может быть высокой, при этом вращение судна относительно точки контакта мало или отсутствует, поэтому ПОУ должно поглотить всю кинетическую энергию.
- ▶ Присоединённая масса увлекаемой судном воды невелика ввиду обтекаемого профиля корпуса.

ПРИЧАЛИВАНИЕ К ПАЛУ

- ▶ Судно параллельно причальной линии или слегка под углом к ней.
- ▶ Типично для нефтегазовых терминалов, где вектор скорости, как правило, перпендикулярен причальной линии.
- ▶ Также нередко используется на некоторых причалах для судов типа Ро-Ро, где вектор скорости может иметь значительную продольную составляющую (в направлении к эстакаде), которая обуславливает значительные касательные силы.
- ▶ В нефтегазовых терминалах контакт зачастую на расстоянии от 30% до 40% от носа или кормы, обычно в цилиндрической средней части корпуса.
- ▶ На причалах для судов типа Ро-Ро контакт обычно на расстоянии от 25% до 35% длины от носа, но с внешними причальными палами часто в районе миделя.
- ▶ Если скорость не совсем перпендикулярна причальной линии, тогда под действием силы трения возникает некоторый поперечный сдвиг в ПОУ.

ЗАХОД В ДОК

- ▶ Обычно судно заходит параллельно осевой линии дока.
- ▶ Если судно смещено в сторону от центра, тогда возможен навал носом на угол стенки, то есть линия причаливания будет касательной к корпусу судна.
- ▶ Вектор скорости имеет большую продольную составляющую, и под действием силы трения на ПОУ будут непрерывно действовать значительные силы сдвига.
- ▶ Контакт может происходить в самом носу судна, поэтому необходимо принять во внимание возможность большого развала носовых шпангоутов.
- ▶ Также точка контакта может быть смещена сильно в корму, на 30% длины от носа или больше, и тогда поворот с поглощением энергии причаливания будет незначительным.



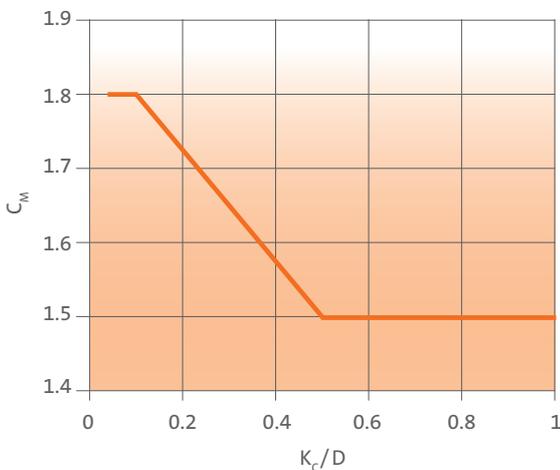
КОЭФФИЦИЕНТ ПРИСОЕДИНЁННОЙ МАССЫ (C_M)

Когда судно движется бортом, приближаясь к причалу, оно увлекает за собой большую массу воды. На том этапе, когда ПОУ тормозят движение судна, инерция этой воды прижимает ее к борту судна, создавая давление на корпус и, таким образом, увеличивая количество кинетической энергии, которая должна быть погашена. Коэффициент присоединённой массы позволяет учесть действительную массу (водоизмещение) судна и присоединённую массу воды.

Существуют различные оценки истинной присоединённой массы воды, движущейся вместе с судном, однако общепринятым является то, что соответствующий эффект слабее проявляется в глубокой воде и более ярко выражен при малой глубине воды. Причиной этого является сужение промежутка под килем (K_c), через который толкающая судно присоединённая вода может перетечь на другую сторону. Иногда для учета этого эффекта используются формулы коэффициента присоединённой массы, иногда он учитывается отдельно в коэффициенте конструкции причала (C_c). Здесь представлены наиболее часто употребляемые формулы расчета коэффициента присоединённой массы:

МЕТОД PIANC (2002)

В своем отчете в 2002 г. PIANC объединила оба представленных ниже метода и коэффициент конструкции причала (C_c), приняв в расчет одновременно эффект присоединённой массы и глубины под килем. В настоящее время этот метод принят в EAU-2004 и некоторых других сводах правил. В рамках этого метода $C_c=1$.

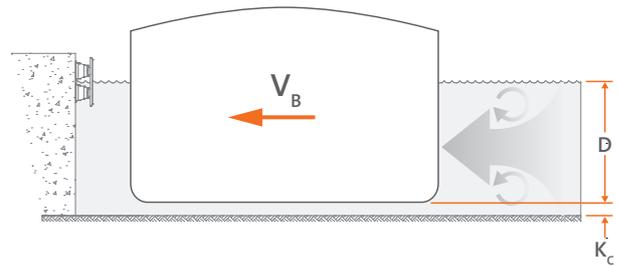


МЕТОД СИГЭРУ УЭДЫ (1981)

Этот метод, построенный на результатах испытаний моделей судов и наблюдений в реальных условиях, широко используется в Японии. Он дает значения, которые аналогичны значениям, полученным по методу Васко Коста, либо несколько ниже их.

МЕТОД ВАСКО КОСТА (1964)

Этот метод, впервые предложенный Васко Коста в его работе «Причаливающее судно» (1964 г), остается наиболее широко используемым в различных международных стандартах, включая британский BS6349.



$$\frac{K_c}{D} \leq 0.1 \rightarrow C_M = 1.8$$

$$0.1 < \frac{K_c}{D} < 0.5 \rightarrow C_M = 1.875 - 0.75 \left(\frac{K_c}{D} \right)$$

$$\frac{K_c}{D} \geq 0.5 \rightarrow C_M = 1.5$$

где $D_B \leq D \leq D_L$

$$C_M = 1 + \frac{\pi \times D}{2 \times B \times C_B}$$

$$C_M = 1 + \frac{2 \times D}{B}$$

КОЭФФИЦИЕНТ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА (C_E)

Если линия вектора скорости судна *v* не проходит через точку контакта судна с причальным отбойным устройством, тогда судно, сжимая ПОУ, будет одновременно поворачиваться. В этом движении вращения будет рассеиваться часть кинетической энергии судна, а оставшаяся энергия будет поглощаться ПОУ.

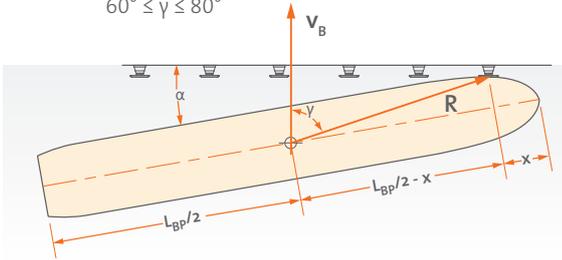
При увеличении расстояния между линией вектора скорости и точкой контакта (то есть, при контакте ближе к носу) C_E снижается, и наоборот. Если при причаливании бортом или концом центр масс судна расположен точно напротив точки контакта с ПОУ, судно не поворачивается (C_E ≈ 1).

ПРИЧАЛИВАНИЕ БОРТОМ

Обычно: 0.4 ≤ C_E ≤ 0.7

$$0^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$$

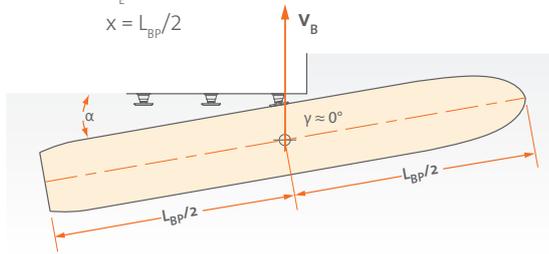
$$60^\circ \leq \gamma \leq 80^\circ$$



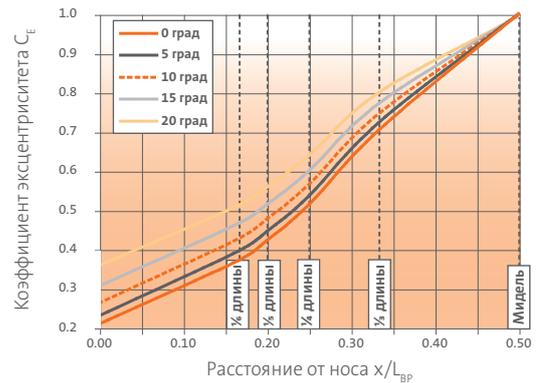
КОНТАКТ У МИДЕЛЯ

Обычно: C_E = 1.0

$$x = L_{BP}/2$$



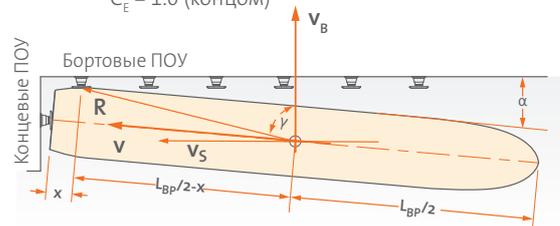
$$C_E = \frac{\text{Кинетическая энергия, переданная ПОУ}}{\text{Полная кинетическая энергия судна}} \leq 1$$



ПРИЧАЛЫ РО-РО

Обычно: 0.4 ≤ C_E ≤ 0.7 (бортом)

$$C_E = 1.0 \text{ (концом)}$$



$$C_E = \frac{K^2 + (R^2 \cos^2(\gamma))}{K^2 + R^2}$$

$$K = (0.19 \times C_B + 0.11) \times L_{BP}$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{L_{BP}}{2} - x\right)^2 + \left(\frac{B}{2}\right)^2}$$

$$\gamma = 90 - \alpha - \text{asin}\left(\frac{B}{2R}\right)$$

Для быстрых расчетов энергии обычно используются следующие приблизительные значения коэффициента эксцентриситета:

Причаливание по одной пятой: C_E ≈ 0.45

Причаливание по четверти: C_E ≈ 0.50

Причаливание по трети: C_E ≈ 0.70

Причаливание у миделя: C_E ≈ 1.00

Причаливание концом (Ро-Ро): C_E ≈ 1.00



Особый вариант $\gamma = 90^\circ$ следует использовать с осторожностью.

Ниже рассмотрен пример нефтетанкера 100,000 DWT в полном грузу (см. стр. 9) при причаливании бортом по одной трети длины (типичный вариант для причальных палов) с углом подхода 5°.

$$M_D = 125,000 \text{ т} \quad B = 43.0 \text{ м}$$

$$L_{BP} = 236 \text{ м} \quad D_L = 15.1 \text{ м}$$

$$C_B = \frac{125,000}{1.025 \times 236 \times 43 \times 15.1} = 0.796$$

$$K = (0.19 \times 0.796 + 0.11) \times 236 = 61.7 \text{ м}$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{236}{2} - \frac{236}{3}\right)^2 + \left(\frac{43}{2}\right)^2} = 44.8 \text{ м}$$

$$\gamma = 90^\circ - 5^\circ - \text{asin}\left(\frac{43}{2 \times 44.8}\right) = 56.3^\circ$$

$$C_E = \frac{61.7^2 + (44.8^2 \times \cos^2(56.3^\circ))}{61.7^2 + 44.8^2} = 0.761$$

КОЭФФИЦИЕНТ КОНСТРУКЦИИ ПРИЧАЛА (C_C)

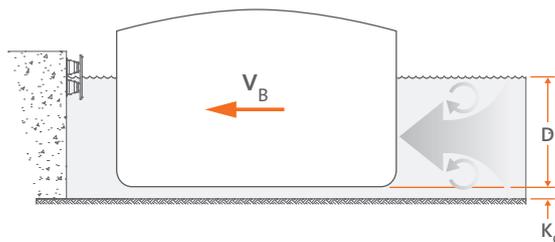
На заключительном этапе причаливания судно толкает находящийся перед ним объем воды к причальному сооружению. В зависимости от конструкции последнего, вода может либо свободно пройти между сваями, либо оказаться запертой между корпусом и бетоном. Амортизирующее действие воды будет зависеть также от глубины под килем (K_C) и угла подхода судна к причалу (α). Большой просвет под корпусом судна – при приливе или при подходе в балласте – позволит воде пройти под судном. При подходе не параллельно причалу, а под углом вода может уходить в сторону носа или кормы.

ЗАКРЫТАЯ КОНСТРУКЦИЯ

$$\frac{K_C}{D} \leq 0.5 \rightarrow C_C \cong 0.8 (\alpha \leq 5^\circ)$$

$$\frac{K_C}{D} > 0.5 \rightarrow C_C \cong 0.9 (\alpha \leq 5^\circ)$$

когда $\alpha > 5^\circ \rightarrow C_C = 1.0$

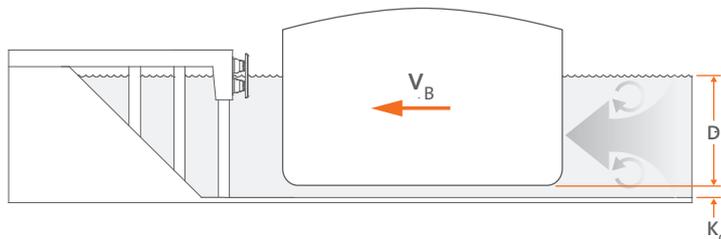


ЧАСТИЧНО ЗАКРЫТАЯ КОНСТРУКЦИЯ

$$\frac{K_C}{D} \leq 0.5 \rightarrow C_C \cong 0.9 (\alpha \leq 5^\circ)$$

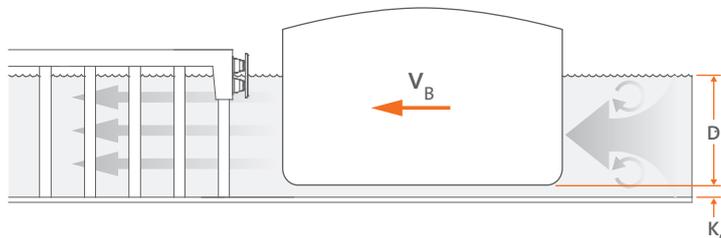
$$\frac{K_C}{D} > 0.5 \rightarrow C_C \cong 1.0 (\alpha \leq 5^\circ)$$

когда $\alpha > 5^\circ \rightarrow C_C = 1.0$



ОТКРЫТАЯ СВАЙНАЯ КОНСТРУКЦИЯ

$C_C = 1.0$



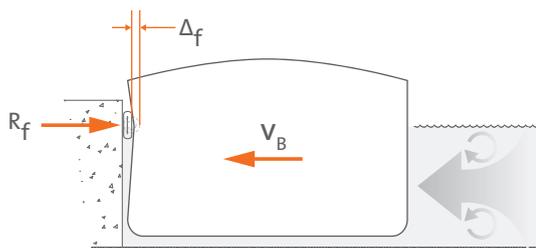
По методу PIANC в коэффициенте присоединённой массы (C_M) учтена глубина под килем, поэтому принимается $C_C=1$. При использовании для присоединённой массы методов Васко Коста или Сигэру Уэда необходимо принять C_C в соответствии с приведенными выше правилами.

КОЭФФИЦИЕНТ ПОДАТЛИВОСТИ (C_S)

Жесткие причальные отбойные устройства могут вынудить корпус судна упруго деформироваться с небольшим поглощением энергии. Современные ПОУ в большинстве своем можно считать «мягкими», поэтому указанного поглощения энергии не происходит.

$$\Delta_f \leq 0.15 \text{ м} \rightarrow C_S \leq 0.9$$

$$\Delta_f \geq 0.15 \text{ м} \rightarrow C_S \leq 1.0$$



СКОРОСТЬ ПРИЧАЛИВАНИЯ

Скорость причаливания судна является важнейшей переменной при расчете энергии. Скорость (v_B) измеряется по линии, перпендикулярной причальной линии, и зависит от нескольких различных факторов, которые должен принять в расчет проектировщик:

- ▶ используется ли буксирная поддержка;
- ▶ сложность маневров для подхода к причалу;
- ▶ возможная открытость причала, включая течения и ветры, действующие на судно;
- ▶ размер судна и вариант нагрузки при причаливании: в полном, частичном грузу или в балласте.

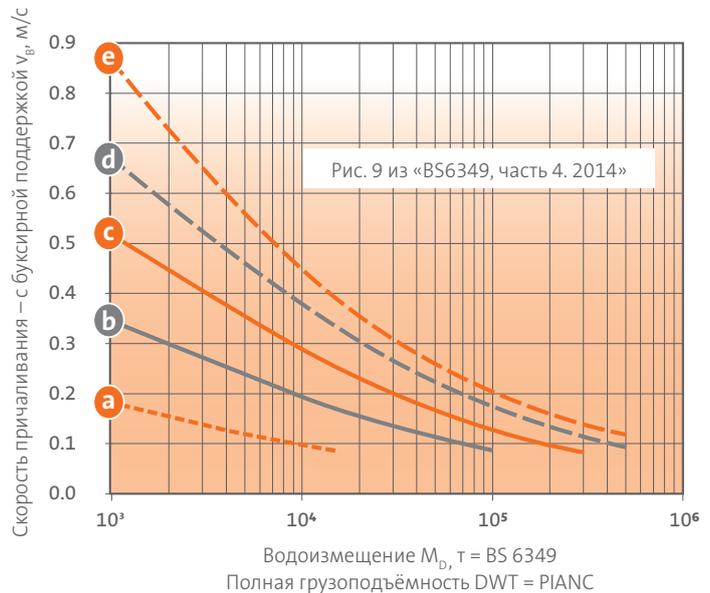
В BS6349, PIANC и многих других стандартах принята диаграмма скоростей причаливания Бролсма. В таблице ниже приведены значения для отдельных точек кривых диаграммы. Наиболее часто используемые условия причаливания представлены кривыми 'b' и 'c'.

- a: легкая швартовка, закрытая акватория
- b: трудная швартовка, закрытая акватория
- c: легкая швартовка, открытая акватория
- d: хорошая швартовка, открытая акватория
- e: трудная швартовка, открытая акватория

Водоизмещение M_D [t]	a	b	c	d*	e**
1,000	0.179	0.343	0.517	0.669	0.865
3,000	0.136	0.269	0.404	0.524	0.649
5,000	0.117	0.236	0.352	0.459	0.558
10,000	0.094	0.192	0.287	0.377	0.448
15,000	0.082	0.169	0.252	0.332	0.391
20,000	*	0.153	0.228	0.303	0.355
30,000	*	0.133	0.198	0.264	0.308
40,000	*	0.119	0.178	0.239	0.279
50,000	*	0.110	0.164	0.221	0.258
75,000	*	0.094	0.141	0.190	0.223
100,000	*	0.083	0.126	0.171	0.201
150,000	*	*	0.107	0.146	0.174
200,000	*	*	0.095	0.131	0.158
250,000	*	*	0.086	0.120	0.146
300,000	*	*	0.080	0.111	0.137
400,000	*	*	*	0.099	0.124
500,000	*	*	*	0.090	0.115

*Использовать в расчете скорости причаливания ниже 0.08 м/с не рекомендуется.

**По заявлению PIANC, кривые 'd' и 'e' могут быть слишком высоки и должны использоваться с осторожностью.



Причаливание без буксиров

Все скорости на диаграмме и в таблице приняты для причаливания стандартного судна с помощью буксиров. Если буксиры не используются, тогда при расчете следует пользоваться диаграммами, имеющимися в:

(i) EAU 2004 (рис. R40-1) (ii) ROM 2.0-11 (табл. 3.4.2.3.5.2)

Согласно этим сводам правил, скорости причаливания без буксиров могут быть в 2–3 раза выше в благоприятных условиях и в 1.3–2.3 раза выше в неблагоприятных условиях.

Скорости причаливания даны для стандартных торговых и пассажирских судов. По судам необычного типа, включая быстроходные однокорпусники и катамараны, баржи, буксиры и другие подобные суда, следует проконсультироваться со специалистами ShibataFenderTeam. В отношении военных кораблей проектировщики могут опираться на руководящие указания Минобороны США UFC 4-152-01 (рис. 5.3 и 5.4).

ЭНЕРГИЯ ПРИЧАЛИВАНИЯ

Энергия причаливания судна рассматривается в два этапа:

НОРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ (E_N)

Нормальная энергия может возникать регулярно в течение всего срока службы причала, не повреждая причальное отбойное устройство. При ее расчете учитываются:

- ▶ все виды судов, швартующихся у причала;
- ▶ ожидаемые водоизмещения при причаливании (необязательно в полном грузу);
- ▶ частота причаливания;
- ▶ простота или затрудненность маневров при подходе;
- ▶ местные погодные условия;
- ▶ амплитуда прилива и течения;
- ▶ наличие и мощность буксиров.

АНОМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ (E_A)

Аномальная энергия редко возникает в течение срока службы ПОУ и не должна приводить к каким-либо значительным повреждениям. При ее расчете учитываются:

- ▶ последствия отказа ПОУ для работ на причале;
- ▶ возможность случайной швартовки судов непредусмотренного типа;
- ▶ большие суда с очень низкой скоростью хода, для которых требуются особые навыки в выполнении подходных маневров;
- ▶ опасные грузы и воздействие на окружающую среду;
- ▶ человеческий фактор (возможность ошибки);
- ▶ отказ оборудования.

НОРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

Нормальная кинетическая энергия судна при причаливании (E_N) определяется по следующей формуле:

$$E_N = 0.5 \times M_D \times v_B^2 \times C_M \times C_E \times C_C \times C_S$$

КОЭФФИЦИЕНТ ЗАПАСА (η)

Коэффициент запаса учитывает события и обстоятельства, которые могут вызвать превышение нормальной энергии. По заявлению PIANC «суждение проектировщика должно быть решающим фактором в определении подходящего коэффициента запаса». Здесь необходимо быть осторожным и избегать слишком больших значений коэффициента запаса, в соответствии с которыми ПОУ будут слишком большими или слишком жесткими для малых судов, особенно если причал используется судами с большим разбросом в размерах. Ниже представлены некоторые коэффициенты запаса, предложенные PIANC (также принятые в EAU-2004 и других сводах правил и руководствах).

КЛАСС СУДНА	НАИБОЛЬШЕЕ	НАИМЕНЬШЕЕ	ПРИМЕЧАНИЯ И ПОЯСНЕНИЯ	
Танкеры	1.25 ^A	1.75 ^B	A: Suezmax и больше	B: Handymax и меньше
Балкеры	1.25 ^A	1.75 ^B	A: Capesize и больше	B: Handymax и меньше
Газовозы	1.50 – 2.00		Нет рекомендаций PIANC. Безопасность очень важна – требуется высокое значение.	
Контейнеровозы	1.50 ^A	2.00 ^B	A: Post-Panamax и больше	B: Panamax и меньше
Сухогрузы	1.75		Если буксиров нет, принять увеличенные скорости и коэффициенты.	
Ролкеры и паромы	≥ 2.00		Для причалов в сильно открытой акватории могут потребоваться высокие коэффициенты запаса.	
Автомобилевозы	2.00		Нет рекомендаций PIANC. Большая площадь парусности может затруднять причаливание.	
Круизные суда	2.00		Нет рекомендаций PIANC. Большая площадь парусности может затруднять причаливание.	
Быстроходные паромы	≥ 2.00		Нет рекомендаций PIANC. Ограниченная способность судов маневрировать на малом ходу.	
Буксиры, катера	2.00		Бывают самых разных размеров и форм. Много неизвестных величин.	

Если не указано иное, предлагаемые значения взяты из PIANC 2002 (табл. 4.2.5).

АНОМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

Аномальная кинетическая энергия судна при причаливании (E_A) определяется по следующей формуле:

$$E_A = E_N \times \eta$$



Энергопоглощающая способность причального отбойного устройства (E_{RPD}) должна всегда быть больше, чем аномальная энергия (E_A). Кроме того, при выборе ПОУ необходимо учесть допуск на изготовление, углы сжатия, рабочие температуры и скорости сжатия. См. стр. 26.

$$E_{RPD} \geq \frac{E_A}{f_{TOL} \times f_{ANG} \times f_{TEMP} \times f_{VEL}}$$

РАЗДЕЛ 2

РУКОВОДСТВО ПО ВЫБОРУ ПРИЧАЛЬНЫХ ОТБОЙНЫХ УСТРОЙСТВ

Выбор причального отбойного устройства	24
Способность к поглощению энергии и условия окружающей среды.....	26
Эффективность причального отбойного устройства	27
Применимость причальных отбойных устройств	28
Расстановка причальных отбойных устройств	29
Навал на несколько причальных отбойных устройств.....	30
Изгибающие моменты.....	31
Конструкция фронтальной рамы	32
Стальные фронтальные рамы	33
Распределение давления и накладки с низким коэффициентом трения	34
Накладки с низким коэффициентом трения и их крепёж	35
Расчёт цепей	36
Провисание цепей и расчет кронштейнов.....	37
Колесные и роликовые ПОУ	38
Расчет пенопластового ПОУ.....	40
Сжатие под углом	41
Монтаж пенопластовых ПОУ	42
Бобинные кранцы.....	44
Применение бобинных кранцев.....	45
Установка пневматических ПОУ	46
Гидропневматические кранцы	47
Окружающая среда и предупреждение коррозии	48
Жертвенные аноды, лакокрасочные покрытия и нержавеющая сталь.....	49
Проверка эксплуатационных параметров.....	50
Сертификаты качества	53
Опросный лист по проекту	54
Коэффициенты перевода мер	56
Послепродажное обслуживание и гарантия.....	58

ВЫБОР ПРИЧАЛЬНОГО ОТБойНОГО УСТРОЙСТВА

Прежде чем выбрать причальные отбойные устройства, проектировщик должен рассмотреть все требования проекта, а также другую имеющуюся информацию, включая нормы и правила, методические указания по проектированию. Приведенный ниже перечень вопросов можно использовать в качестве контрольного списка для определения того, какая информация известна из имеющихся спецификаций, а какая отсутствует, то есть, требует использования допущений или дополнительной проработки. Некоторые проектные данные берутся из расчетов, и в этом случае важно указать, основывались ли эти расчеты на известной информации и/или на допущениях.



- Размеры судов
- Типы или классы судов
- В грузу или в балласте
- Глубина под килем

- Способ причаливания
- Частота причаливания
- Скорость подхода
- Углы причаливания
- Положение точки контакта

- Углы развала в носу
- Радиус кривизны борта в носу
- Пояса
- Боковые двери и выступающие части
- Высота надводного борта

- Конструкция причала
- Уровни верха и низа причальной стенки
- Имеющаяся ширина для основания ПОУ
- Уровень морского дна
- Проектная амплитуда прилива
- Новое или существующее сооружение
- Технологические или расширительные швы

- Диапазон температур
- Ледовая обстановка
- Коррозионная активность местной среды

ВЫБОР ПРИЧАЛЬНОГО ОТБойНОГО УСТРОЙСТВА

Существуют также другие критерии выбора ПОУ при проектировании, которые могут быть заданы или взяты в виде допущения с учетом передовой практики, типа причала и местных условий, руководствуясь опытом проектировщика. При проектировании ПОУ необходимо учесть многие аспекты, чтобы сделать правильный выбор и, как результат, обеспечить повышение производительности, улучшение режима эксплуатации и снижение потребности в техническом обслуживании. Иногда небольшие изменения, такие как, например, использование более толстой накладки с низким коэффициентом трения или введение припуска на коррозию для цепей, могут продлить срок службы оборудования при совсем незначительном увеличении его стоимости.



- Тип ПОУ (закрепленный, плавучий и др.)
- Размер и класс ПОУ
- Коэффициенты температуры, угла и скорости
- Допуск на изготовление
- Одобрение типа по PIANC, ASTM или ISO
- Испытания, сертификация и засвидетельствование

- Давление на корпус судна
- Высота и ширина фронтальной рамы
- Сгибы или скосы
- Изгибающие моменты
- Открытая или закрытая конструкция ящика рамы
- Марки стали (предел текучести, низкотемпературная и т.д.)
- Припуски на коррозию

- Долговечность краски (ISO12944 и др.)
- Толщина сухой плёнки
- Тип краски
- Цвет отделочного слоя

- Материал накладок с низким коэффициентом трения
- Допустимый износ
- Цвет
- Размеры и вес накладок
- Метод крепления и класс шпилек

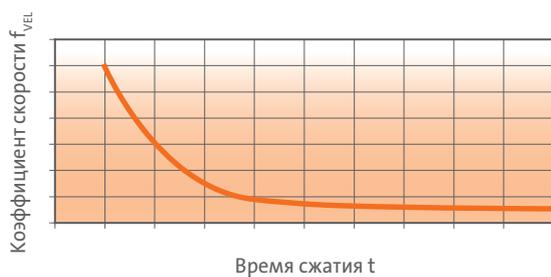
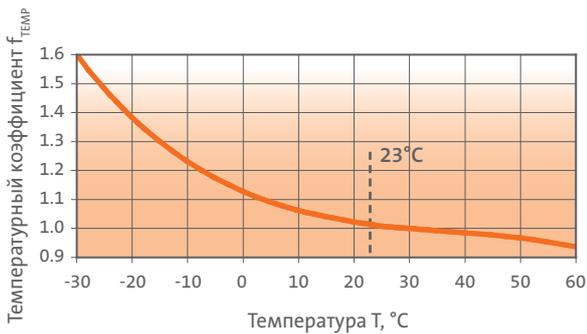
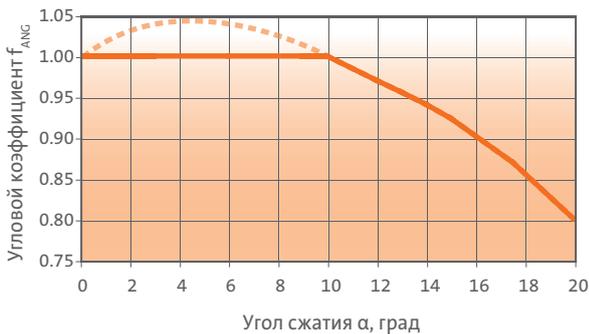
- Весовые, сдвиговые и натяжные цепи
- Тип, класс и обработка поверхности звеньев
- Соединительные кронштейны на сооружении
- Соединение с фронтальной рамой ПОУ
- Цепи с регулировкой длины или с допуском
- Запас прочности по рабочей нагрузке
- Слабое звено (PIANC)
- Припуск на коррозию

- Задельываемые или устанавливаемые на клей анкера
- Марка и обработка поверхности материала
- Запорные выступы или стопорные гайки
- Специальные шайбы

СПОСОБНОСТЬ К ПОГЛОЩЕНИЮ ЭНЕРГИИ И УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Причальное отбойное устройство должно обладать такой способностью к поглощению энергии, чтобы во всех случаях причаливания она была не меньше расчетной аномальной энергии причаливания судна (или указанной в технических условиях «Требуемой энергии» согласно определению PIANC). Должен быть обеспечен запас (в виде соответствующего коэффициента) для учета допуска на изготовление (f_{TOL}) и эффектов, связанных с температурой, скоростью сжатия и углом сжатия (в горизонтальной и вертикальной плоскостях).

ПОУ различного типа и из различных материалов по-разному реагируют на эти эффекты, поэтому следует смотреть каталог изделий ShibataFenderTeam или сделать запрос для получения конкретных данных по интересующим типу и материалам. Показанные здесь данные являются типичными для причальных отбойных устройств типа SPC.



МИНИМАЛЬНАЯ ПОГЛОЩАЕМАЯ ПОУ ЭНЕРГИЯ (E_F)

$$E_F = E_{RPD} \times f_{TOL} \times f_{ANG} \times f_{TEMP} \times f_{VEL}$$

МАКСИМАЛЬНАЯ СИЛА РЕАКЦИИ ПОУ (R_F)

$$R_F = R_{RPD} \times f_{TOL} \times f_{ANG} \times f_{TEMP} \times f_{VEL}$$

УГЛОВОЙ КОЭФФИЦИЕНТ (f_{ANG})

Поведение некоторых причальных отбойных устройств изменяется при сжатии под углом, так как в этом случае одни участки резины или пенопласта сжимаются сильнее, чем другие. Углом отсчета считается 0° .

Минимальная энергия будет поглощаться ПОУ при наибольшем угле сжатия. Для ПОУ «суперконус» и «бочка» коэффициент f_{ANG} необходимо определять с учетом суммарного угла сжатия в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В случае ПОУ линейного типа, таких как арочные, цилиндрические и пенопластовые, коэффициент f_{ANG} должен определяться индивидуально для углов сжатия в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Угловые коэффициенты > 1.0 обычно не учитываются.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ (f_{TEMP})

Резина и пенопласт, как и большинство любых материалов, становится мягче при нагревании и жестче при более низких температурах. За температуру отсчета берется 23°C ($f_{TEMP} = 1$).

Минимальная энергия будет поглощаться ПОУ при наивысших значениях рабочей температуры, при самой низкой температуре сила реакции ПОУ будет максимальной.

КОЭФФИЦИЕНТ СКОРОСТИ (f_{VEL})

Резина и пенопласт обладают вязкоупругими свойствами – это означает, что они частично работают как пружина, частично работают с поглощением энергии удара. За нормальную начальную скорость навала принимается 0.15 м/с .

Этот коэффициент зависит от скорости деформирования и размера причального отбойного устройства, поэтому коэффициент скорости определяется по времени сжатия. Максимальная сила реакции ПОУ будет иметь место при наибольшей скорости сжатия.

ДОПУСК НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОУ (f_{TOL})

f_{TOL} равен допуску на изготовление для данного типа ПОУ, как правило, равному $\pm 10\%$ для формованных резиновых ПОУ, $\pm 20\%$ для экструдированных резиновых ПОУ и $\pm 15\%$ для ПОУ из пенопласта.

По историческим причинам допуск для пневматических ПОУ считается равным 0% для энергии (которая называется «гарантированно поглощаемая энергия» или GEA) и $\pm 10\%$ для силы реакции.

НОМИНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ (RPD)

RPD являются опубликованными, то есть указанными в каталоге показателями работы ПОУ при температуре 23°C , начальной скорости навала 0.15 м/с , угле сжатия 0° и среднем допуске на изготовление.

E_{RPD} означает энергию, поглощаемую ПОУ при номинальных условиях

R_{RPD} означает реакцию ПОУ при номинальных условиях

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЧАЛЬНОГО ОТБОЙНОГО УСТРОЙСТВА

Каждому типу ПОУ свойственны различные характеристики. При этом сравнение всегда начинается с рассмотрения отношения поглощаемой энергии при нижнем допуске на изготовление ($E_{\text{ЛЕТ}}$) к силе реакции при верхнем допуске на изготовление ($R_{\text{НЕТ}}$). Эффективность причального отбойного устройства (Eff) определяется количеством поглощаемой энергии на единицу силы, передаваемой в причальную конструкцию в процессе поглощения.

Один суперконус	Два суперконуса	Цилиндр	Пневматическое ПОУ	Пенопластовое ПОУ
1 шт./устройство SPC 1000 G2.1	2 шт./устройство SPC 800 G2.0	1 шт./устройство 1400 x 700 x 2300 L	1 шт./устройство 2000 x 3500 (0.8)	1 шт./устройство OG 2000 x 4000 STD
				

$E_{\text{ЛЕТ}}: 501 \times 0.9 = 451 \text{ кН}\times\text{м}$	$E_{\text{ЛЕТ}}: 498 \times 0.9 = 448 \text{ кН}\times\text{м}$	$E_{\text{ЛЕТ}}: 506 \times 0.9 = 455 \text{ кН}\times\text{м}$	$E_{\text{ЛЕТ}}: 491 \times 1.0 = 491 \text{ кН}\times\text{м}$	$E_{\text{ЛЕТ}}: 540 \times 0.85 = 459 \text{ кН}\times\text{м}$
$R_{\text{НЕТ}}: 955 \times 1.1 = 1051 \text{ кН}$	$R_{\text{НЕТ}}: 1186 \times 1.1 = 1305 \text{ кН}$	$R_{\text{НЕТ}}: 1771 \times 1.1 = 1948 \text{ кН}$	$R_{\text{НЕТ}}: 1315 \times 1.1 = 1447 \text{ кН}$	$R_{\text{НЕТ}}: 1005 \times 1.15 = 1156 \text{ кН}$
Eff: $451/1051 = 0.43$	Eff: $448/1305 = 0.34$	Eff: $455/1948 = 0.23$	Eff: $491/1447 = 0.34$	Eff: $459/1156 = 0.40$

При таком сравнении учитываются только энергия, сила реакции и допуски на изготовление. При более подробном сравнении в расчет принимаются углы сжатия, температура и скорость навала. Также имеются различные другие факторы, такие как пригодность для работы при малых или больших амплитудах прилива, высота и величина деформации ПОУ, возможность воспринимать навал на низком уровне, давление на корпус судна, взаимодействие с поясами, отсутствие следов контакта на корпусе судна, простота монтажа и технического обслуживания, долговечность и цена.

АНАЛИЗ РИСКОВ

Всякое сделанное при расчете допущение несет в себе долю риска. При этом может быть нерентабельно предохраняться от каждого малейшего риска, но если вероятность каких-либо событий с серьезными последствиями высока, тогда необходим анализ риска для выбора наилучшего ПОУ. Для определения степени риска можно оценить вероятность и частоту наступления определенных событий в течение срока службы ПОУ или причального сооружения.

$$P = \left(1 - \left(1 - \frac{1}{Y}\right)^N\right) \times 100\%$$

P = вероятность наступления такого же (или более значительного) события по меньшей мере один раз за данный промежуток времени

Y = период повторяемости события

N = срок службы

ПРИМЕР 1

Наибольшее судно причаливает 12 раз в год. Его навал на ПОУ с наибольшей скоростью случается один раз за каждые 100 причаливаний. Оно причаливает под наибольшим углом один раз за каждые 40 причаливаний. Срок службы ПОУ (N) принят в этом случае равным 25 годам. Вероятность наступления этого события при любом уровне моря составляет:

$$Y = 1 / \left(12 \times \frac{1}{100} \times \frac{1}{40}\right) = 333 \text{ лет}$$

$$P = \left(1 - \left(1 - \frac{1}{333}\right)^{25}\right) \times 100\% = 7.2\%$$

Проектировщик может считать этот риск значительным

ПРИМЕР 2

Наибольшее судно причаливает 12 раз в год. Его навал на ПОУ с наибольшей скоростью случается один раз за каждые 100 причаливаний. Оно причаливает под наибольшим углом один раз за каждые 40 причаливаний. Срок службы ПОУ (N) принят в этом случае равным 25 годам. Вероятность наступления этого события в момент наименьшего астрономического прилива (раз в 18.5 лет) составляет:

$$Y = 1 / \left(12 \times \frac{1}{100} \times \frac{1}{40} \times \frac{1}{18.5}\right) = 6,167 \text{ лет}$$

$$P = \left(1 - \left(1 - \frac{1}{6,167}\right)^{25}\right) \times 100\% = 0.4\%$$

Проектировщик может считать этот риск незначительным

ПРИМЕНИМОСТЬ ПРИЧАЛЬНЫХ ОТБОЙНЫХ УСТРОЙСТВ

Правильно выбранные ПОУ являются важной частью причала, обеспечивающей бесперебойное и беспрепятственное выполнение работ на нем.

ТИПЫ СУДОВ	SPC	CSS	FE	PM	СВАЙНЫЕ	SX	SX-P	SH	ЦИЛ.	РОЛИК	КОЛЕСО	ПНЕВМ.	ГИДРОПН.	ПЕНОПЛ.	БОБИНА	ЭКСТРУД.
Танкеры																
Балкеры																
Газовозы																
Контейнеровозы	⚠	⚠	⚠													
Сухогрузы																
Баржи																
Паромы типа Ро-Ро			⚠													
Автомобилевозы			⚠													
Круизные суда																
Быстроходные паромы												⚠				
Надводные военные корабли																
Подводные лодки														⚠	⚠	

ТИПЫ СИСТЕМ	SPC	CSS	FE	PM	СВАЙНЫЕ	SX	SX-P	SH	ЦИЛ.	РОЛИК	КОЛЕСО	ПНЕВМ.	ГИДРОПН.	ПЕНОПЛ.	БОБИНА	ЭКСТРУД.
Прямой причал																
Палы									⚠			⚠				
Одиночные сваи																
Суда с низким надводным бортом						⚠	⚠	⚠	⚠			⚠		⚠		
Суда с поясами			⚠			⚠	⚠	⚠	⚠	⚠	⚠	⚠		⚠	⚠	⚠
Суда с большим развалом в носу	⚠	⚠	⚠						⚠	⚠	⚠				⚠	
Зоны с высокими приливами			⚠			⚠	⚠	⚠	⚠	⚠	⚠					
Зоны с низкими приливами																
Круизные суда																
Ледовые районы	⚠	⚠														
Подходные конструкции			⚠													
Причалы ожидания															⚠	
Эстакады для судов типа Ро-Ро	⚠	⚠	⚠													
Входы в шлюзы	⚠	⚠	⚠							⚠	⚠				⚠	
Стены шлюзов										⚠						
Судоверфи										⚠	⚠					
Швартовка судна к судну																
Судовые кранцы																
Временные причалы																

■ Тип кранцев, подходящий в большинстве случаев

■ Подходит для некоторых систем в этой категории



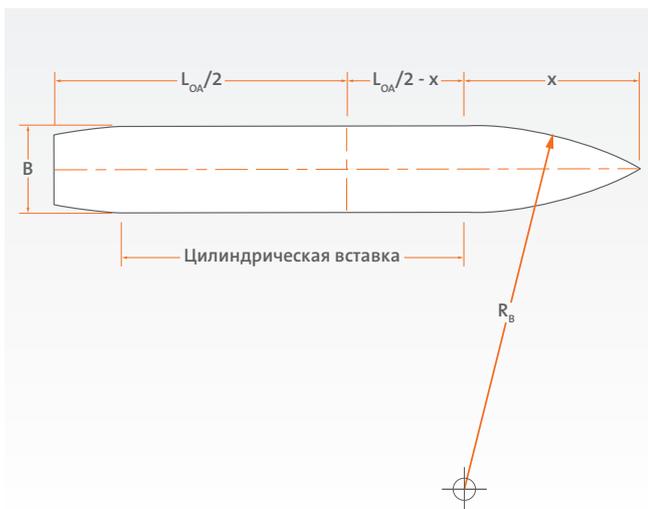
Требуется специальные знания об изделии – обращайтесь в ShibataFenderTeam

РАССТАНОВКА ПРИЧАЛЬНЫХ ОТБОЙНЫХ УСТРОЙСТВ

Согласно стандартам проектирования, таким как BS6349, отбойная система может быть представлена одиночным ПОУ или несколькими ПОУ, расположенными так близко друг к другу, чтобы при навале причаливающего судна они все оказались задействованными. Радиус кривизны борта в носу судна, угол развала носовых шпангоутов и угол причаливания определяют выбор типа ПОУ и расстояние между соседними ПОУ.

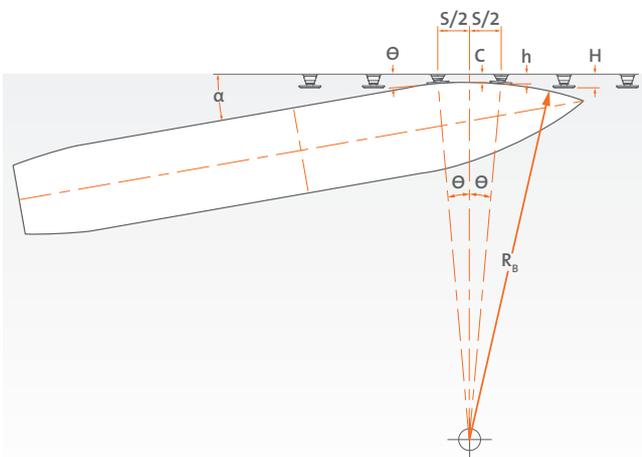
РАДИУС КРИВИЗНЫ БОРТА В НОСУ

Чаще всего при расчетах принимается, что во всей носовой части судна до цилиндрической вставки радиус продольной кривизны корпуса остается неизменным. У судов обтекаемой формы, рассчитанных на более высокие скорости хода (например, контейнеровозов, круизных судов и некоторых ролкеров), изгиб носовой части продолжается дальше в сторону миделя. Если же судно рассчитано на перевозку максимального объема груза (например, балкер или нефтетанкер), тогда носовая часть с изгибом будет укорочена.



ЧАСТОТА РАССТАНОВКИ ПРИЧАЛЬНЫХ ОТБОЙНЫХ УСТРОЙСТВ

Большие промежутки между ПОУ могут позволить судам, особенно с небольшой длиной, контактировать непосредственно с сооружением. При любых обстоятельствах между судном и сооружением должен оставаться просвет, обычно равный 5–15% расстояния, на которое выступает ПОУ в несжатом состоянии (включая фронтальную раму, дистанционные вставки и т.д.).



Размер носовой части с изгибом нередко оценивается, исходя из коэффициента полноты водоизмещения судна:

$$C_B < 0.6 \rightarrow \frac{x}{L_{OA}} \approx 0.3$$

$$0.6 \leq C_B < 0.8 \rightarrow \frac{x}{L_{OA}} \approx 0.25$$

$$C_B \geq 0.8 \rightarrow \frac{x}{L_{OA}} \approx 0.2$$

Тогда продольная кривизна борта в носу составит:

$$R_B = \frac{x^2}{B} + \frac{B}{4}$$

Расстояние между ПОУ составляет:

$$S \leq 2 \sqrt{R_B^2 - (R_B - h + C)^2}$$

S = расстояние между соседними ПОУ

R_B = радиус кривизны борта в носу

H = высота ПОУ в несжатом состоянии

h = высота сжатого ПОУ

C = просвет между судном и причалом

α = угол причаливания

θ = угол касательной в точке контакта

Угол, под которым корпус вступает в контакт с ПОУ, составляет:

$$\theta = \arcsin\left(\frac{S}{2 \times R_B}\right)$$

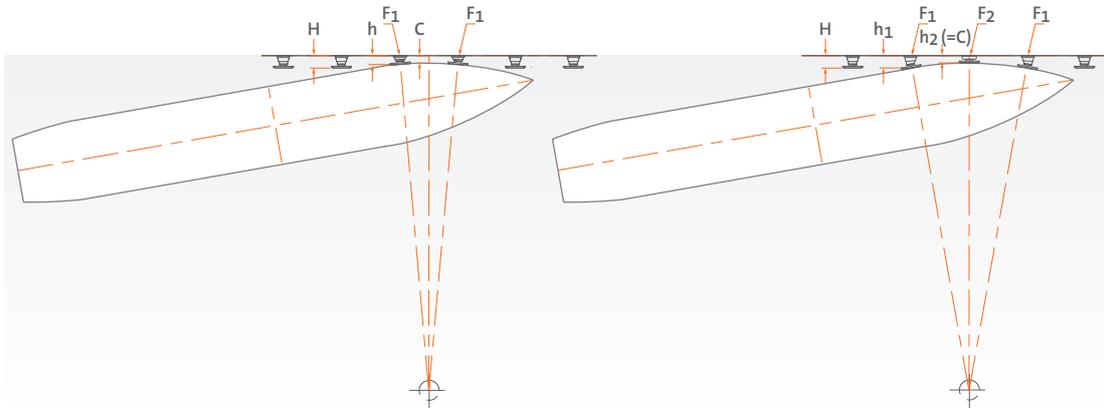
В стандарте BS6349 рекомендуется:

$$S \leq 0.15 L_S$$

L_S = длина наибольшая наименьшего судна

НАВАЛ НА НЕСКОЛЬКО ПОУ

В зависимости от радиуса кривизны борта в носу судна и частоты расстановки ПОУ, причаливающее судно может вступать в контакт не с одним, а с несколькими ПОУ. В этом случае поглощение общей энергии причаливания распределится между ПОУ в соответствии со степенью деформации каждого из них.



НАВАЛ НА ЧЕТНОЕ ЧИСЛО ПОУ (2, 4 и т.д.)

- ▶ Энергия разделяется поровну между двумя ПОУ.
- ▶ Пониженная деформация каждого ПОУ.
- ▶ Сумма сил реакции, уходящая в причал, – больше.
- ▶ Просвет (C) зависит от радиуса кривизны и развала в носу.
- ▶ Суда с сильным закруглением носа могут быть ближе к причалу.

НАВАЛ НА НЕЧЕТНОЕ ЧИСЛО ПОУ (1, 3, 5 и т.д.)

- ▶ Энергия поглощается одним ПОУ, плюс другие ПОУ с обеих сторон.
- ▶ Деформация центрального ПОУ может быть больше.
- ▶ Важное значение имеет развал в носу.
- ▶ У наименьших судов более вероятен навал лишь на одно ПОУ.
- ▶ Навал на несколько ПОУ возможен у наибольших судов.

РАЗВАЛ НОСОВЫХ ШПАНГОУТОВ

Наличие угла развала корпуса судна в носовой части в точке контакта с ПОУ может уменьшать действительный просвет между корпусом судна и причальным сооружением.

$$C' = C - a \times \sin(\beta), \text{ где}$$

C' = просвет в наиболее выступающей точке линии развала

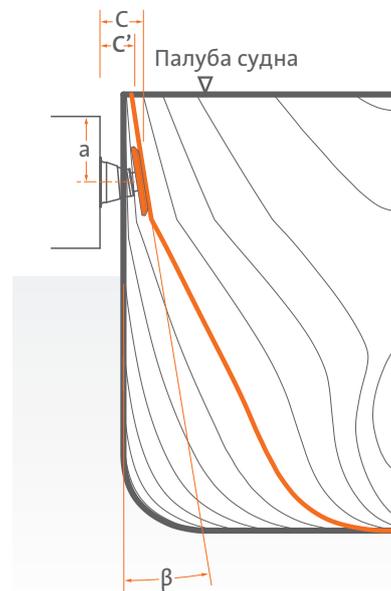
C = просвет, обусловленный продольной кривизной борта и деформацией ПОУ

a = высота от уровня ПОУ до палубы судна (или до верха причала, выбирая то, что ниже)

β = угол развала носовых шпангоутов

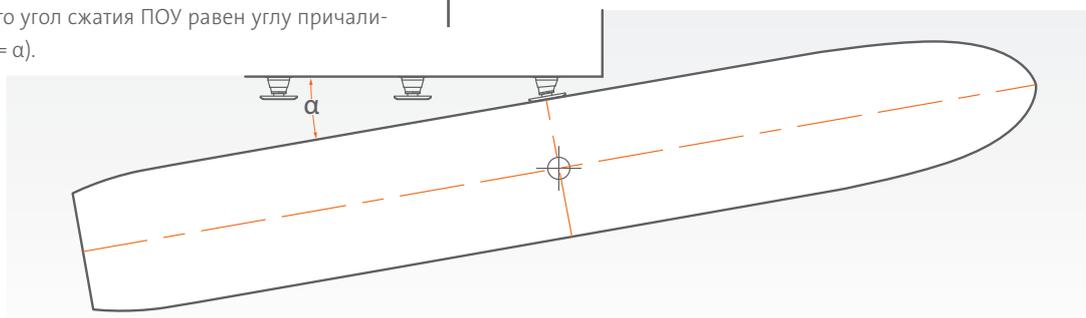


Также всегда необходимо следить за просветом между фронтальной рамой или кронштейнами ПОУ и причальным сооружением.



ПАЛЫ И КОНЦЕВЫЕ ПОУ

При проектировании ПОУ на палках или для причаливания концом судна к причальной стенке обычно принимается, что угол сжатия ПОУ равен углу причаливания судна ($\Theta = \alpha$).



ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ

Фронтальные рамы причальных отбойных устройств предназначены для распределения сил по корпусу судна. Суда обычно вступают в контакт с фронтальной рамой ПОУ в одной или двух точках или по плоскости. Это ведет к возникновению изгибающих моментов и сил сдвига в конструкции рамы. Оценка изгибающих моментов и касательных сил выполняется с использованием простых методов статики. Для изучения сложных явлений при асимметричной нагрузке требуется более подробный анализ. Особое внимание необходимо уделить местам концентрации напряжений, таким как кронштейны цепей и болтовые соединения. Компания ShibataFenderTeam располагает полным арсеналом средств, необходимых для проведения расчёта конструкции по передовым методикам в соответствии с европейскими и другими правилами и нормами проектирования.

ВАРИАНТЫ РАСЧЕТА

Ниже представлены некоторые типичные варианты расчета в упрощенном виде:

КОНТАКТ С ПОЯСОМ НА СЕРЕДИНЕ

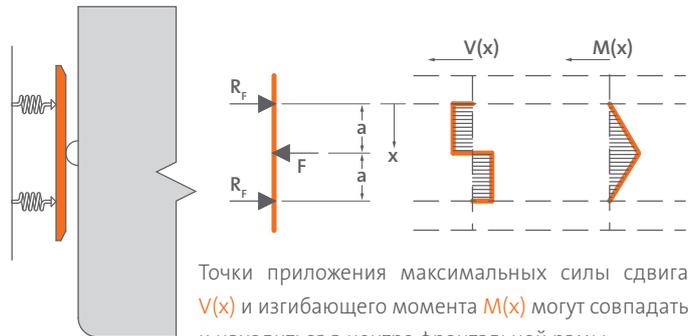
При навале пояса судна на середину фронтальной рамы возникают большие изгибающие моменты. Верхний и нижний резиновые элементы (РЭ) сжимаются в одинаковой степени, и в них обоих может возникнуть максимальная сила реакции.

$$L = 2a$$

$$F = 2R_F$$

$$V(x = a) = R_F$$

$$M(x = a) = F \times L / 4$$



КОНТАКТ С ПОЯСОМ ПО НИЗУ

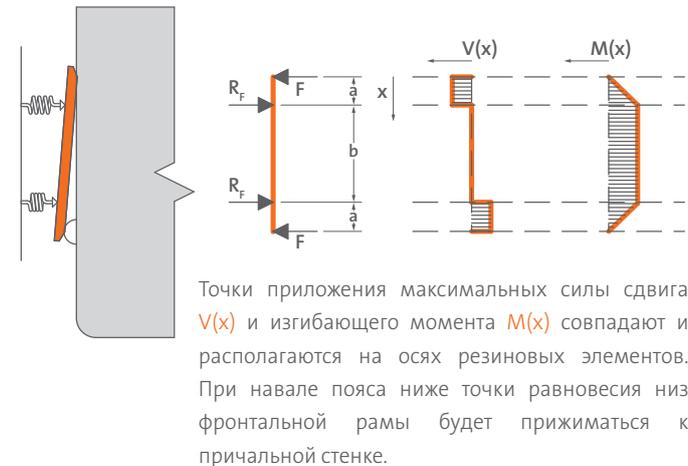
При навале пояса судна на нижний край рамы она может наклоняться, при этом деформация РЭ будет неодинакова. Верхний край может прилегать к корпусу судна, при этом изгибающий момент будет действовать на длинный участок фронтальной рамы.

$$L = 2a + b$$

$$F = R_F$$

$$V(x = a) = F$$

$$M(x = a) = F \times a$$



КОНТАКТ С ПЛОСКИМ КОРПУСОМ

Суда с высоким надводным бортом и плоскими бортами могут наваливаться на фронтальную раму по всей ее площади. В ПОУ могут иметься один или несколько РЭ, каждый из которых будет сжиматься в одинаковой степени.

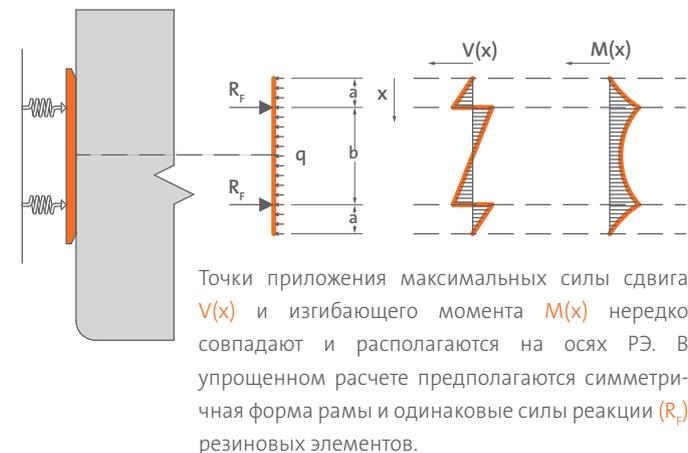
$$L = 2a + b$$

$$q = 2R_F / L$$

$$V(x = a) = q \times a$$

$$M(x = a) = q \times a^2 / 2$$

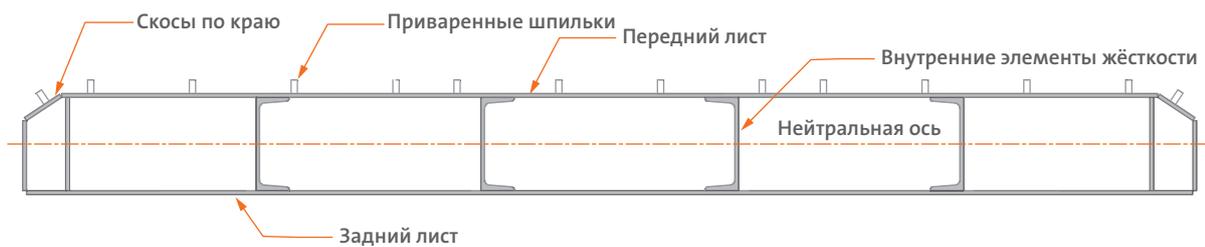
$$M(x = L/2) = M(x = a) - q \times b^2 / 8$$



КОНСТРУКЦИЯ ФРОНТАЛЬНОЙ РАМЫ

В большинстве современных причальных отбойных устройств используются фронтальные рамы с конструкцией типа «закрытый ящик». Такой дизайн обуславливает высокую удельную прочность и простую форму поверхности, которую легче красить и обслуживать. Внутренняя полость рамы испытывается под давлением для проверки ее герметизации от воздействий окружающей среды и проникновения воды.

Типичное внутреннее устройство фронтальной рамы включает в себя несколько вертикально идущих элементов жёсткости, обычно швеллеров или тавровых профилей из стального листа. Толщины наружных листов, размеры и тип элементов жёсткости зависят от многих факторов. Инженеры компании ShibataFenderTeam дадут совет по наилучшему устройству рамы для каждого конкретного случая.

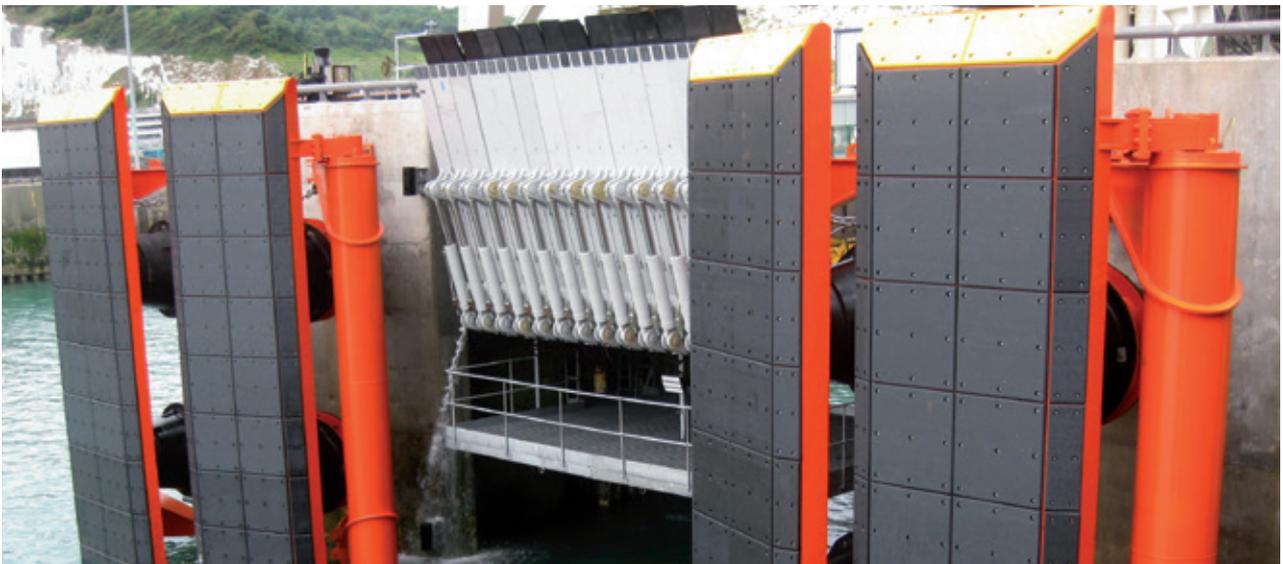
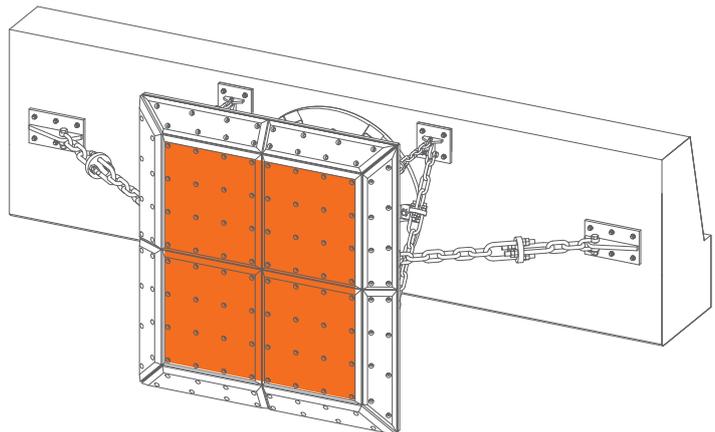


От фронтальной рамы ПОУ требуется высокая стойкость к многим видам воздействий, таким как изгиб, сдвиг, скручивание, сдвливание и усталостный износ.

Морская среда предъявляет высокие требования к лакокрасочному покрытию рамы, которое должно защищать сталь от коррозии и тем самым сохранять прочность фронтальной рамы.

При низких рабочих температурах необходимо использовать сталь особых марок, которая не становится хрупкой.

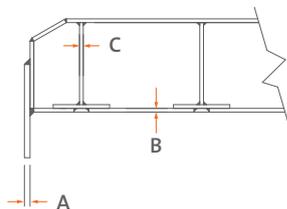
Накладки должны быть надежно закреплены на поверхности фронтальной рамы, при этом необходимо обеспечить легкость их замены в течение всего срока службы ПОУ.



СТАЛЬНЫЕ ФРОНТАЛЬНЫЕ РАМЫ

ТОЛЩИНА СТАЛИ

В PIANC 2002 даны рекомендации по минимальной толщине стали в конструкции фронтальной рамы. Для систем с тяжелыми и экстремальными нагрузками нередко используются профили толщиной больше требуемого минимума.



A	Открыта с обеих сторон	≥ 12 мм (1/2")
B	Открыта с одной стороны	≥ 9 мм (3/8")
C	Внутренняя (защищена)	≥ 8 мм (5/16")

МАРКИ СТАЛИ

Фронтальные рамы причальных отбойных устройств изготавливаются из свариваемых конструкционных сталей. Выбор марки стали зависит от местных условий и ассортимента в наличии. Ниже показаны некоторые типичные марки стали.

ОБЫЧНЫЕ ЕВРОПЕЙСКИЕ СТАЛИ

EN10025	Предел текучести Н/мм ²	Прочность на разрыв Н/мм ²	Темп-ра °С
S235JR	235	360	НЕТ
S275JR	275	420	НЕТ
S355J2	355	510	-20
S355J0	355	510	0

ОБЫЧНЫЕ АМЕРИКАНСКИЕ СТАЛИ

ASTM	Предел текучести Н/мм ²	Прочность на разрыв Н/мм ²	Темп-ра °С
A36	250	400	*
A572-42	290	414	*
A572-50	345	448	*

* Для низкотемпературных марок стали ASTM должны указываться требуемое значение ударной вязкости по Шарпи и температура при испытаниях.

ВЕСА ФРОНТАЛЬНЫХ РАМ

Каждый проект причальных отбойных устройств имеет свои отличия, но приведенные здесь значения можно использовать в качестве эмпирических для начальных расчетов других компонентов, таких как цепи.

Рамы для стандартной нагрузки:

200–300 кг/м²

Рамы для тяжелой нагрузки:

300–400 кг/м²

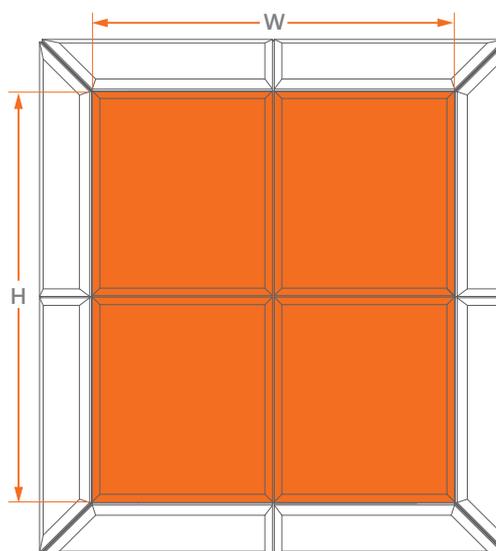
Рамы для экстремальной нагрузки:

Более 400 кг/м²

ДАВЛЕНИЕ НА КОРПУС СУДНА

Многие суда способны выдерживать лишь ограниченное давление на обшивку их корпусов, поэтому важно определить возможное давление в точке контакта с ПОУ в зависимости от высоты надводного борта судна и уровня прилива, чтобы исключить возможность превышения предельно допустимых значений. При отсутствии более конкретных данных обычно используются приведенные ниже нормы PIANC.

КЛАСС	РАЗМЕР	ДАВЛЕНИЕ кН/м ² (кПа)
Нефтетанкеры	Handysize	≤ 300
	Handymax	≤ 300
	Panamax или больше	≤ 350
	VLCC	150–200
Балкеры	Все размеры	≤ 200
Контейнеровозы	Фидерные	≤ 400
	Panamax	≤ 300
	Post-Panamax	≤ 250
	ULCS	≤ 200
Сухогрузы	≤ 20,000 DWT	400–700
	> 20,000 DWT	≤ 400
Ролкеры и паромы	не применимо – суда обычно с поясами	



\bar{HP} = среднее давление на корпус, кН/м² или кПа

ΣR_f = суммарная реакция ПОУ, кН

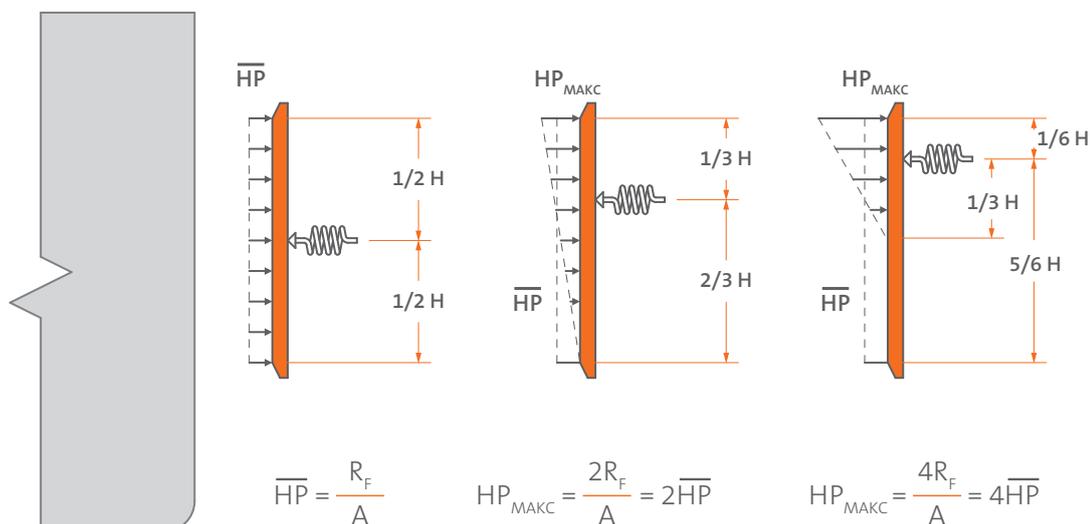
W = ширина плоской части, м

H = высота плоской части, м

A = площадь контакта плоской части, м

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ

Если силы реакции ПОУ приложены к фронтальной раме симметрично, тогда давление на корпус судна распределяется равномерно. При смещении равнодействующей сил реакции в сторону от центра максимальное давление на корпус будет больше при неизменном среднем давлении. Ниже показаны типичные варианты расчета. Обычно используется такое устройство ПОУ, чтобы максимальное давление на корпус судна не превышало среднее значение более чем в два раза.



НАКЛАДКИ С НИЗКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ТРЕНИЯ

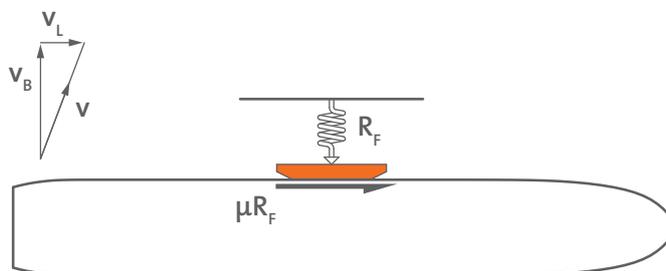
Накладки из полиэтилена сверхвысокой молекулярной массы (СВМПЭ) представляют собой сменные облицовочные элементы, монтируемые на фронтальных рамах ПОУ. Износостойкая поверхность с низким коэффициентом трения позволяет избежать повреждения корпуса судна и его покрытия. Также уменьшаются касательные силы, создающие нагрузку на цепи ПОУ.

Большие листы СВМПЭ изготавливаются путем спекания гранул полимера. Затем можно строгать их (стачивать), резать по размеру, сверлить и снимать на них фаски для получения отдельных накладок. Накладки монтируются на фронтальной раме с помощью приварных шпилек, болтов или утопленного крепежа.

СВМПЭ может быть первичным или регенерированным, различных цветов и толщин в соответствии с требованиями систем для стандартной, тяжелой или экстремальной нагрузки.

Материалы		Коэффициент трения (μ)	
Материал 'А'	Материал 'В'	Минимальный	Расчетный*
СВМПЭ	Сталь (мокрая)	0.1–0.15	≥ 0.2
СВМПЭ	Сталь (сухая)	0.15–0.2	≥ 0.2
ПЭВП	Сталь	0.2–0.25	≥ 0.3
Резина	Сталь	0.5–0.8	≥ 0.8
Дерево	Сталь	0.3–0.5	≥ 0.6

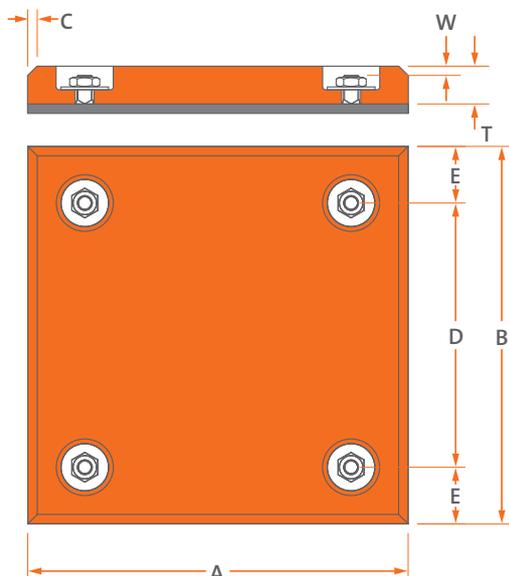
* Более высокое расчетное значение рекомендуется использовать для учета прочих факторов, таких как шероховатость поверхности, температура и давление в месте контакта, которые могут влиять на величину коэффициента трения.



Трение является важным фактором при расчете ПОУ. Суда неизбежно совершают движения по касательной к поверхности рамы ПОУ, при этом возникают силы, которые могут изменять геометрию деформации ПОУ. При пониженных силах трения и правильном устройстве цепей этот эффект сводится к минимуму.

НАКЛАДКИ С НИЗКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ТРЕНИЯ

При выборе накладок и метода их крепления необходимо учитывать в том числе факторы ударного воздействия, износа или абразивного износа вследствие навала поясом, зыби и частого использования. Если доступ к накладкам затруднен, тогда может быть полезным ввести дополнительный запас на износ, чтобы снизить потребность в техническом обслуживании и стоимость в расчете на весь срок службы.



Толщина T [мм]	Вес [кг/м²]	Размер крепежа	Допустимый износ W* [мм]
30*	28.5	M16	5
40*	38.0	M16	10
50	47.5	M20	15

* Для крепежа гайкой с шайбой на шпильке.

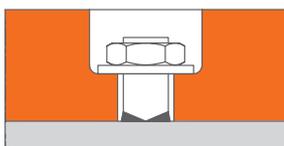
Положение крепежа	[мм]
Фаска (C)	15
Шаг между болтами (D)	300 – 400
Расстояние от края (E)	> 70

Другие размеры на заказ.

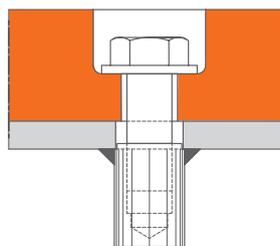
КРЕПЛЕНИЕ НАКЛАДОК

Накладки из СВМПЭ закрепляются различными способами в зависимости от типа фронтальной рамы. Для рам типа «закрытый ящик» используются шпильки или болты с глухими гайками. На открытых фронтальных рамах и на причальных сооружениях используются стандартные гайки. Для распределения нагрузки и предупреждения проламывания накладки необходимо устанавливать крупные шайбы. Толщина СВМПЭ под шайбой составляет обычно 25–35% толщины накладки.

Крепление на шпильке гайкой с шайбой



Болт с глухой гайкой

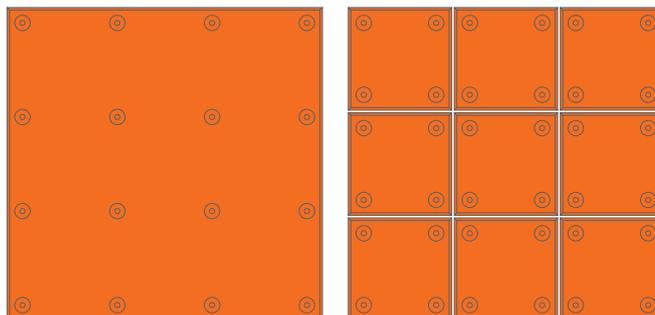


ОКРАШЕННЫЕ НАКЛАДКИ

Накладки СВМПЭ могут (по специальному заказу) быть выполнены окрашенными в любые из многих цветов, чтобы соответствовать требованиям военных кораблей или круизных судов, обеспечить большую заметность или упростить различение мест у причала. Обычно используются черный, белый, желтый, синий и зеленый цвета.

НЕБОЛЬШИЕ ИЛИ КРУПНЫЕ НАКЛАДКИ

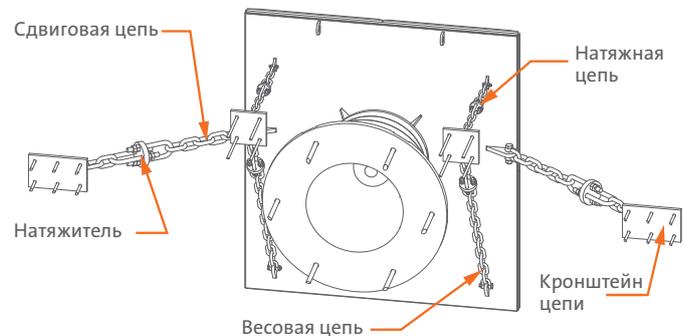
Для накладок большего размера может потребоваться больше крепежа, и они могут быть более долговечными. Накладки меньшего размера имеют небольшой вес, их легче заменять, и они дешевле. В некоторых странах максимальный размер накладки диктуется ограничением на поднимаемый человеком вес (часто на уровне 25 кг).



РАСЧЕТ ЦЕПЕЙ

Цепи применяются для управления геометрией причального отбойного устройства при навале на него судна и для предотвращения слишком больших смещений фронтальной рамы. Они также используются в качестве опоры для крупных фронтальных рам с большим весом, позволяют не допустить свисания или провисания, а также увеличить деформацию резинового элемента и, таким образом, поглощение энергии в случаях навала по нижнему краю рамы.

- ▶ Сдвиговые цепи используются для ограничения горизонтального бокового смещения.
- ▶ Весовые цепи ограничивают перемещение по вертикали и снижают свисание или провисание.
- ▶ Натяжные цепи работают совместно с весовыми для ограничения свисания и повышают показатели ПОУ при навале на нижний край рамы.
- ▶ Кронштейны цепей могут устанавливаться на анкеры или болты, привариваться или замуровываться в сооружении.
- ▶ Натяжители используются для устранения излишней слабину в цепях, вызванной наличием допусков или износом.



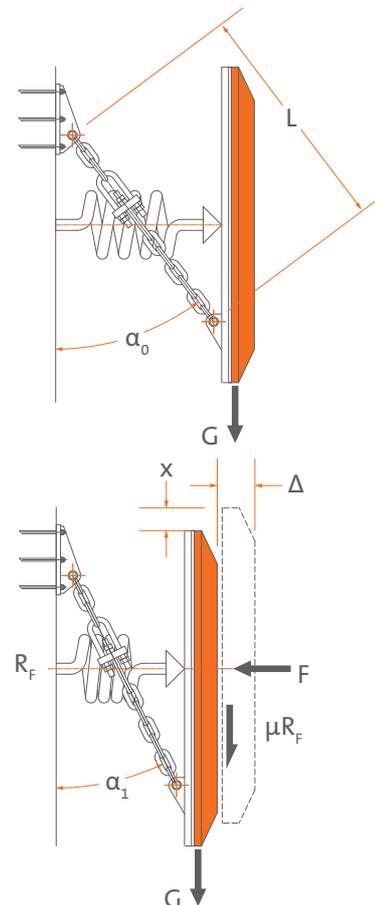
Длина (L) и статический угол (α_0) имеют наибольшую важность при определении нагрузки и размеров цепей

- T = рабочая нагрузка на одну цепь в сборе, кН
- R_F = сила реакции ПОУ, кН
- μ = коэффициент трения
- G = вес фронтальной рамы ПОУ, полиэтиленовых накладок и др., кН
- L = длина цепи «от шплинта до шплинта», м
- Δ = деформация ПОУ, м
- n = число цепей, действующих совместно
- α_0 = статический угол цепи/цепей, РЭ без деформации, град
- α_1 = динамический угол цепи/цепей, РЭ деформирован, град
- x = смещение двигающейся по дуге рамы на цепи, м

$$\alpha_1 = \sin^{-1} \left[(L \times \sin \alpha_0) - \Delta \right]$$

$$x = L \times (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_0)$$

$$T = \frac{G + \mu \times R_F}{n \times \cos \alpha_1}$$



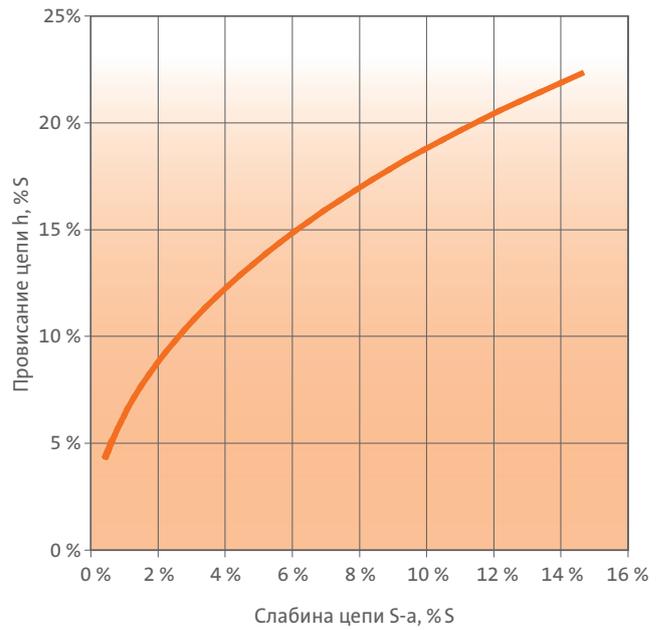
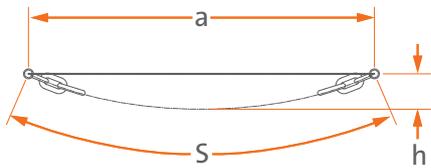
ПРИМЕЧАНИЯ ПО РАСЧЕТУ

- (1) Наибольшие нагрузки на цепь часто возникают, когда в ПОУ развивается максимальная сила реакции при деформации, составляющей примерно половину номинальной.
- (2) Для сдвиговых цепей, G = 0.
- (3) ShibataFenderTeam рекомендует в большинстве систем применять коэффициент запаса прочности $\eta = 2$, но по заказу может использоваться и больший коэффициент.
- (4) В состав цепи следует включить легко заменяемое и недорогое слабое звено или подобный элемент, чтобы не допустить повреждения фронтальной рамы ПОУ или причального сооружения в случае перегрузок.

ПРОВИСАНИЕ ЦЕПЕЙ

Иногда говорят о нулевых слабине или провисании, хотя это не соответствует реальности, и в этом нет необходимости. Даже совсем небольшая слабина ($S-a$) в размере около 2% длины цепи (S) вызывает провисание цепи в центре (h) почти на 9% длины цепи.

Например, цепь длиной 2,000 мм со слабиной 40 мм будет провисать в середине более чем на 170 мм. Эта же цепь при слабине всего 7 мм все равно будет провисать примерно на 50 мм.

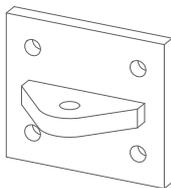


РАСЧЕТ КРОНШТЕЙНОВ

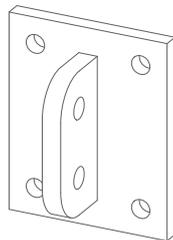
Кронштейны цепей можно рассчитать так, чтобы они соответствовали требованиям новых или существующих сооружений из стали или бетона. Кронштейн должен быть значительно прочнее самой слабой части цепи в сборе. Его конструкция должна позволять цепи свободно поворачиваться по всей длине дуги, при этом он не должен сталкиваться с другими кронштейнами, фронтальной рамой или резиновым элементом ПОУ при сжатии. Главная проушина должно быть достаточно толстой или иметь дистанционные пластины, чтобы правильно поддерживать соединительную скобу необходимого размера и типа.

Размер сварного шва, соединяющего проушину с пластиной основания, имеет критически важное значение, и его детальный расчет должен быть выполнен инженерами ShibataFenderTeam. Также и размер, класс и положение анкеров или крепежных болтов должны быть определены на стадии подготовки рабочих чертежей.

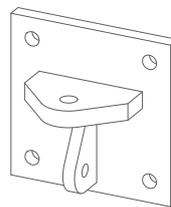
ОДИНОЧНЫЙ



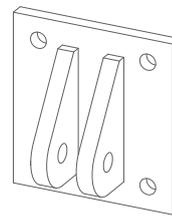
С ДВУМЯ ПРОУШИНАМИ



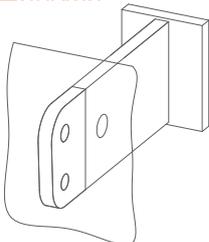
В ДВУХ ПЛОСКОСТЯХ



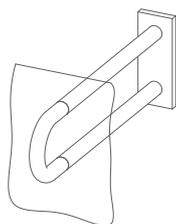
С ДВУМЯ ОБУХАМИ



ВМУРОВАННЫЙ С ДВУМЯ ПРОУШИНАМИ



ВМУРОВАННЫЙ U-ОБРАЗНЫЙ БОЛТ



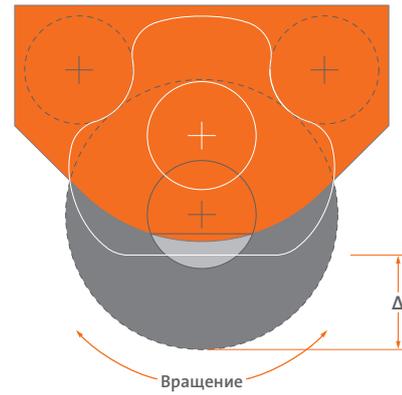
Просим связаться с ShibataFenderTeam для получения рекомендаций по подходящему типу и размеру, материалу и отделке кронштейна цепи.

КОЛЕСНЫЕ И РОЛИКОВЫЕ ПОУ

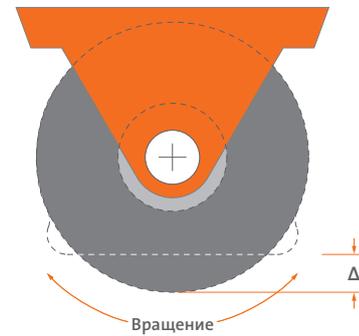
Колесные ПОУ состоят из роликов, посаженных на подвижную ось, что позволяет повысить деформацию и поглощаемую энергию. Поэтому, они подходят для установки у входов в шлюзы и на подверженных навалу судов углах причалов.

У роликовых ПОУ ось фиксирована, поэтому они вращаются практически без сопротивления, что как нельзя лучше подходит для работы в качестве направляющих в шлюзах и сухих доках.

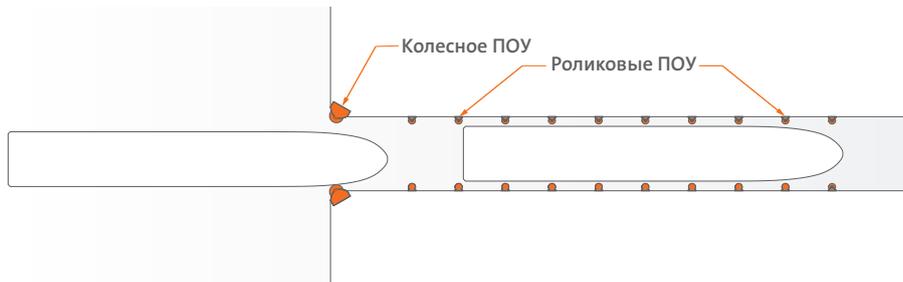
КОЛЕСНОЕ ПОУ



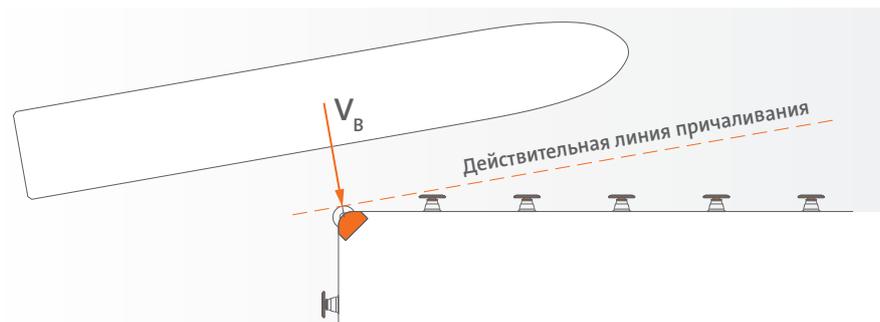
РОЛИКОВОЕ ПОУ



Во время подхода к шлюзу или сухому доку судно идет почти параллельно стенке шлюза/дока, но при этом может быть ближе к одной из стенок. Нос судна сталкивается с колесным ПОУ, которое отклоняет судно. В то время как судно продолжает заходить в шлюз или сухой док, роликовые ПОУ действуют как направляющие, защищая корпус судна и стенки шлюза/дока.



У некоторых стандартных причалов имеются открытые углы, которые нуждаются в защите с помощью колесного ПОУ. И хотя судно может находиться под большим углом к основным ПОУ, действительная линия причаливания к колесному ПОУ остается под углом 0°. В большинстве случаев следует принимать для расчета навал в районе миделя.



ОСОБЫЙ ВАРИАНТ КОНТАКТА

При заходе судна в камеру шлюза или сухой док контакт с колесным ПОУ может возникнуть в носовой части. Действительная линия причаливания будет касательной к борту в носовой части.

Для расчета энергии берется составляющая скорости, перпендикулярная к линии причаливания:

$$V_B = V \times \sin \Theta$$

α = угол сноса судна (истинный курс)

Такие маневры являются трудными, поэтому передний ход судна весьма малый. Типичные расчетные значения:

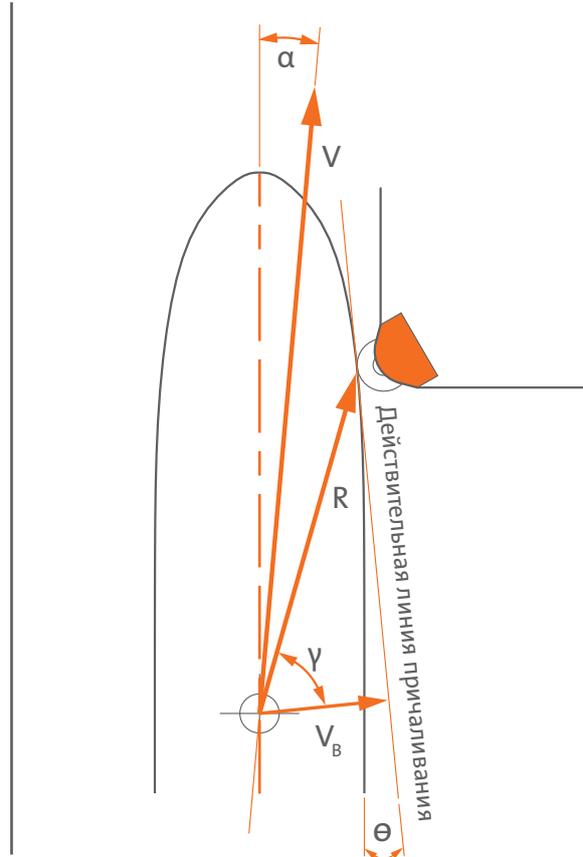
$$V \leq 1 \text{ м/с}$$

$$\alpha \leq 10^\circ$$

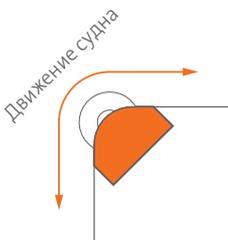
$$\Theta \leq 5^\circ$$

$$V_B < 1.0 \times \sin (5^\circ + 10^\circ) = 0.26 \text{ м/с}$$

При контакте в точке, расположенной носовее, угол действительной линии причаливания будет больше, но и расстояние между центром масс и точкой контакта (R) также возрастет. Значение коэффициента эксцентриситета (C_e) нуждается в особо тщательном рассмотрении. Обратитесь за советом в ShibataFenderTeam.



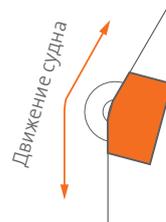
Для достижения наилучших показателей колесные ПОУ следует ориентировать в соответствии с ожидаемым направлением движения судна.



45° к каждому причалу



0–30° от основной причальной линии



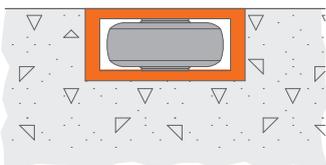
Под одним углом к обоим причалам



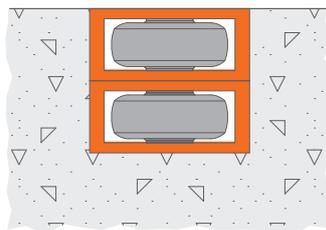
Параллельно движению судна

Одноколесные ПОУ используются в местах с небольшими колебаниями уровня воды. При больших амплитудах прилива или колебаниях уровня воды используются многоуровневые колесные ПОУ.

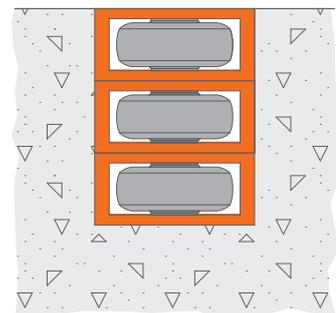
ОДНОКОЛЕСНОЕ ПОУ



ДВУХКОЛЕСНОЕ ПОУ



ТРЕХКОЛЕСНОЕ ПОУ





РАСЧЕТ ПЕНОПЛАСТОВОГО ПОУ

Пенопластовые причальные отбойные устройства бывают самого различного устройства. ПОУ типа OceanGuard и OceanCushion могут использоваться в плавучем положении или подвешиваться на причальной стенке. Кранцы бобинного типа надеваются на одиночные сваи и скользят по ним вверх или вниз вместе с уровнем прилива. Имеется ряд особых характеристик, которые должны быть учтены при проектировании пенопластовых ПОУ. В их число входят температура окружающей среды, угол сжатия и число рабочих циклов.

МАРКИ ПЕНОПЛАСТА И ЧИСЛО ЦИКЛОВ

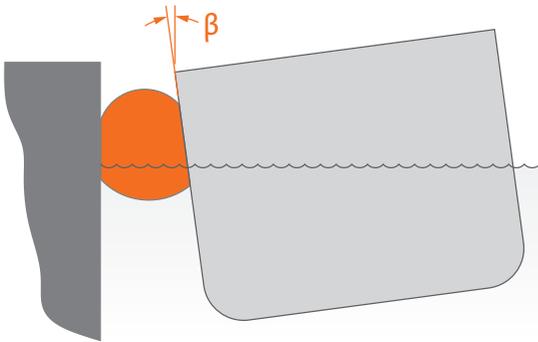
Пенопластовая сердцевина изготавливается из вспененного «сшитого» полиэтилена (полиэтилена с межмолекулярными связями) с закрытыми ячейками, который содержит в себе миллионы крошечных воздушных камер. В более мягких марках камеры крупнее, а плотность ниже. В более твердых марках пенопласта размер камер меньше, а плотность выше. После нескольких сжатий жесткость пенопласта уменьшается вследствие ослабления напряженности внутренней структуры. Номинальными считаются показатели пенопластовых ПОУ после третьего цикла сжатия.

МАРКА ПЕНОПЛАСТА		ЧИСЛО ЦИКЛОВ СЖАТИЯ (n)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	100
С низкой реакцией	LR	1.30	1.07	1.00	0.97	0.95	0.94	0.93	0.92	0.92	0.91	0.88
Стандартный	STD	1.31	1.07	1.00	0.97	0.95	0.94	0.93	0.92	0.92	0.91	0.88
Высокая энергоемкость	HC	1.40	1.09	1.00	0.96	0.94	0.92	0.91	0.90	0.89	0.89	0.85
Очень высокая энергоемкость	EHC	1.45	1.10	1.00	0.95	0.93	0.91	0.90	0.89	0.88	0.88	0.83
Сверхвысокая энергоемкость	SHC	1.54	1.11	1.00	0.95	0.92	0.90	0.88	0.87	0.87	0.86	0.81

Снижение жесткости кранца после многократных сжатий, как правило, компенсируется более высокими показателями при более высоких уровнях сжатия вследствие консервативной оценки рабочих показателей кранца при уровне сжатия 60%. Это было продемонстрировано в ходе независимых лабораторных испытаний наших пенонаполненных кранцев, которые достигли своих номинальных рабочих показателей тогда, когда деформация была ещё значительно ниже номинальной. Соответственно, при проектировании пенонаполненных кранцев следует брать за основу значения при 3-ем сжатии, то есть, значения рабочих показателей, приведенные в каталоге.

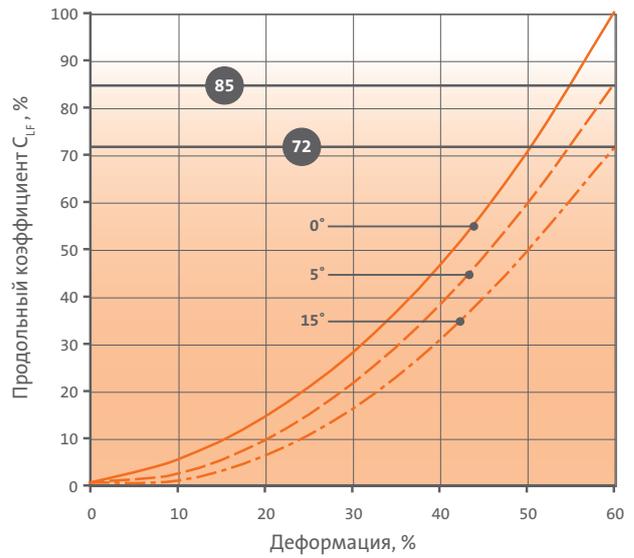
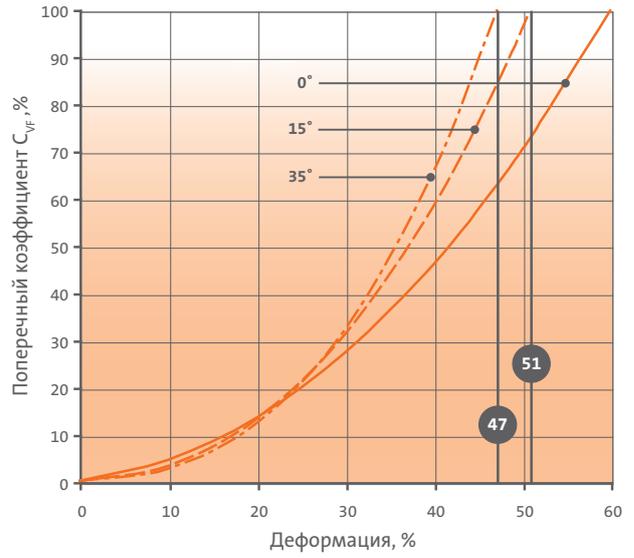
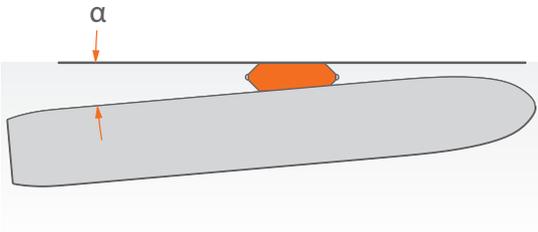
ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЖАТИЕ

Сжатие под углом в вертикальной плоскости может возникать при наличии носового развала бортов или из-за бортовой качки судна.



ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ СЖАТИЕ

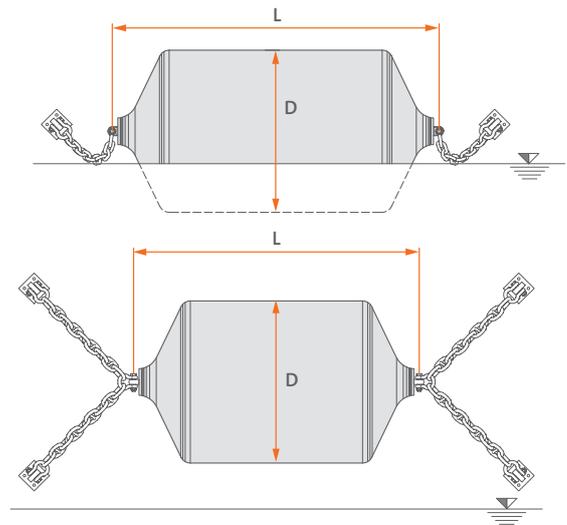
Сжатие под углом в горизонтальной плоскости может возникать в случае причаливания под углом или из-за продольной кривизны борта в носу.



МОНТАЖ ПЕНОПЛАСТОВЫХ ПОУ

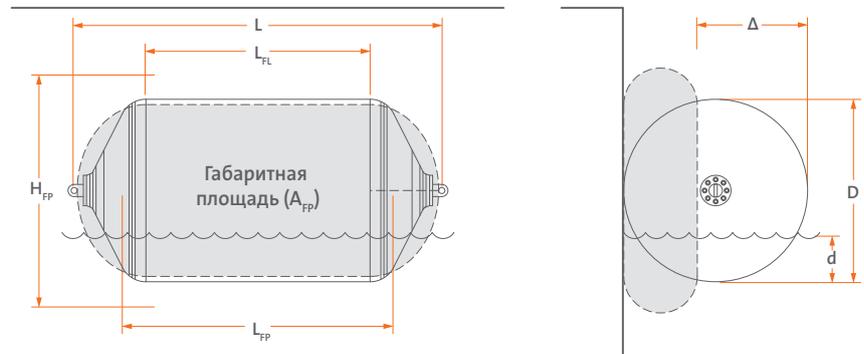
Пенопластовые причальные отбойные устройства могут плавать, перемещаясь вместе с приливом, или быть подвешенными над водой. Выбор метода установки зависит от нескольких факторов:

- ▶ амплитуда прилива на объекте;
- ▶ ожидаемые углы сжатия;
- ▶ продольное и вертикальное перемещение причаливающих и ошвартованных судов;
- ▶ наличие габаритной площади на сооружении;
- ▶ абразивные свойства поверхности сооружения;
- ▶ плоскостность поверхности сооружения (например, шпунтовые сваи);
- ▶ значительная высота волн относительно размера ПОУ;
- ▶ доступность для технического обслуживания.



ГАБАРИТНАЯ ПЛОЩАДЬ ПОУ

Высота и ширина сооружения должны быть достаточными для того, чтобы позволить ПОУ OceanGuard свободно раздаваться в стороны по мере его сжатия. Общие размеры места установки должны позволять ПОУ подниматься и опускаться, а также учитывать любые его движения вследствие слабину в цепях.



ОСАДКА

Осадка ПОУ OceanGuard может быть различной в зависимости от плотности пенопласта, толщины оболочки, размера и длины цепей и любых других факторов, вызывающих снижение или увеличение веса ПОУ. В таблице представлены типичные значения для марок LR, STD и HC. По другим расчетным вариантам обращайтесь в ShibataFenderTeam.

ДИАМЕТР (D) x ДЛИНА (L)	ОБО- ЛОЧКА	ЦИЛИНДР		ГАБАРИТНАЯ ПЛОЩАДЬ		ВЕС	НАТЯ- ЖЕНИЕ	ОСАДКА (d)		
		ДЛИНА L _{FL} [мм]	ВЫСОТА H _{FP} [мм]	ДЛИНА L _{FP} [мм]	ПЛОЩАДЬ A _{FP} [кв. м]			LR	STD	HC
[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[кв. м]	STD [кг]	ДОП. НАГР. [кН]	[мм]	[мм]	[мм]
700 x 1,500	19	880	660	1,460	0.87	109	42	210	250	290
1,000 x 1,500	19	700	940	1,460	1.19	147	42	250	310	370
1,000 x 2,000	19	1,190	940	1,950	1.66	200	42	200	270	330
1,200 x 2,000	19	980	1,130	1,940	1.93	299	76	310	380	450
1,500 x 3,000	25	1,830	1,410	2,950	3.77	653	107	280	380	470
1,700 x 3,000	25	1,710	1,600	2,930	4.18	748	107	310	420	520
2,000 x 3,500	25	2,070	1,880	3,430	5.78	1,161	151	330	470	590
2,000 x 4,000	29	2,560	1,880	3,920	6.70	1,397	151	320	460	580
2,000 x 4,500	29	3,050	1,880	4,430	7.66	1,571	222	300	440	560
2,500 x 4,000	32	2,230	2,360	3,910	8.14	1,925	311	400	580	730
2,500 x 5,500	38	3,660	2,360	5,400	11.64	3,095	311	390	570	720
3,000 x 4,900	38	2,770	2,830	4,790	12.00	3,295	311	460	670	850
3,000 x 6,000	38	3,900	2,830	5,900	15.15	4,370	489	430	640	830
3,300 x 4,500	38	2,230	3,110	4,390	11.82	3,531	489	560	790	990
3,300 x 6,500	41	4,240	3,110	6,380	18.02	5,485	489	440	680	890

МОНТАЖ ПЕНОПЛАСТОВЫХ ПОУ

А) ПОДВЕШИВАНИЕ

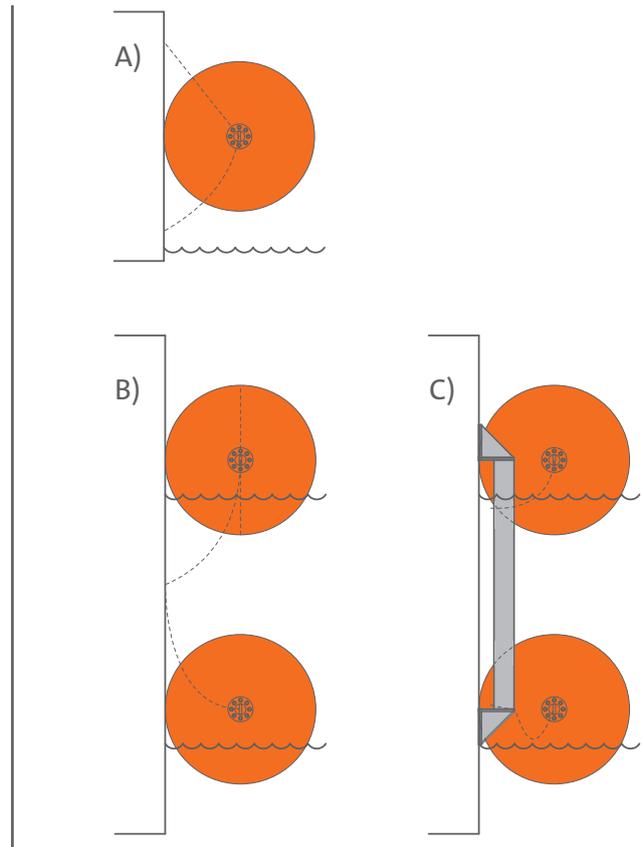
При подвешивании ПОУ полностью выше уровня воды высота причальной стенки должна быть больше габаритной высоты ПОУ плюс допускаемые цепями смещения по высоте. Нижняя натяжная цепь не дает ПОУ подниматься и закатываться на причал при изменении уровня прилива или осадки судна.

В) ПЛАВУЧЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Простая установка в плавучем положении требует использования цепей с длиной, достаточной для работы при самом высоком приливе и самом низком отливе, плюс некоторая дополнительная слабина для предупреждения нагрузок в цепях и соединениях на концах ПОУ в случае заклинивания. В расчете следует учесть продольное смещение ПОУ при среднем уровне прилива.

С) ПЛАВУЧЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ С НАПРАВЛЯЮЩИМИ

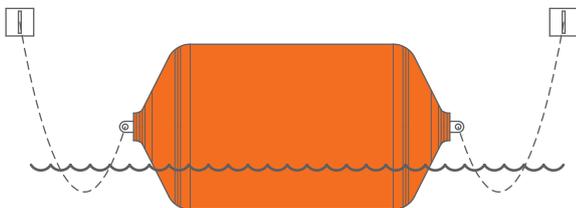
В более надежной системе установки в плавучем положении используются направляющие. Цепь крепится к кольцу или ролику, перемещающемуся по направляющей. При таком устройстве достигается большая равномерность нагрузок на цепи, ограничивается продольное смещение, и это наилучшее решение для зон больших приливных колебаний.



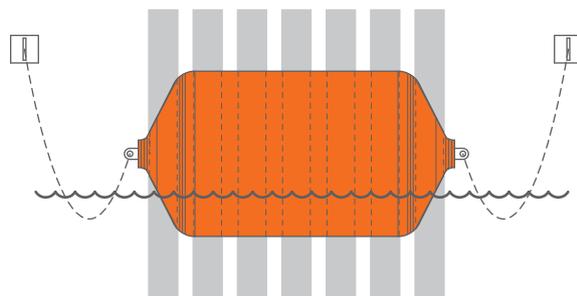
УМЕНЬШЕНИЕ АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА

Абразивный износ оболочки может происходить в случае, если ПОУ типа OceanGuard касается бетонной причальной стенки или иной шероховатой поверхности. Износ будет более интенсивным, если имеется волнение или течение, заставляющее ПОУ непрерывно двигаться. Износ можно уменьшить или устранить установкой в зоне передачи сил реакции набора полос из СВМПЭ. Для этого можно также использовать другие материалы, такие как дерево, но они потребуют дополнительного технического обслуживания.

Наличие прямого контакта с бетоном способствует износу

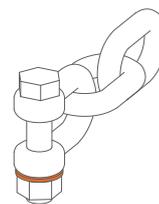
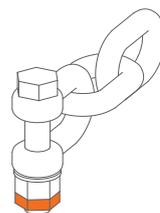


Полосы СВМПЭ помогают увеличить срок службы



Скоба с контргайкой

Скоба с прихваточным швом



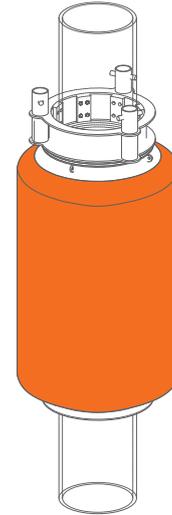
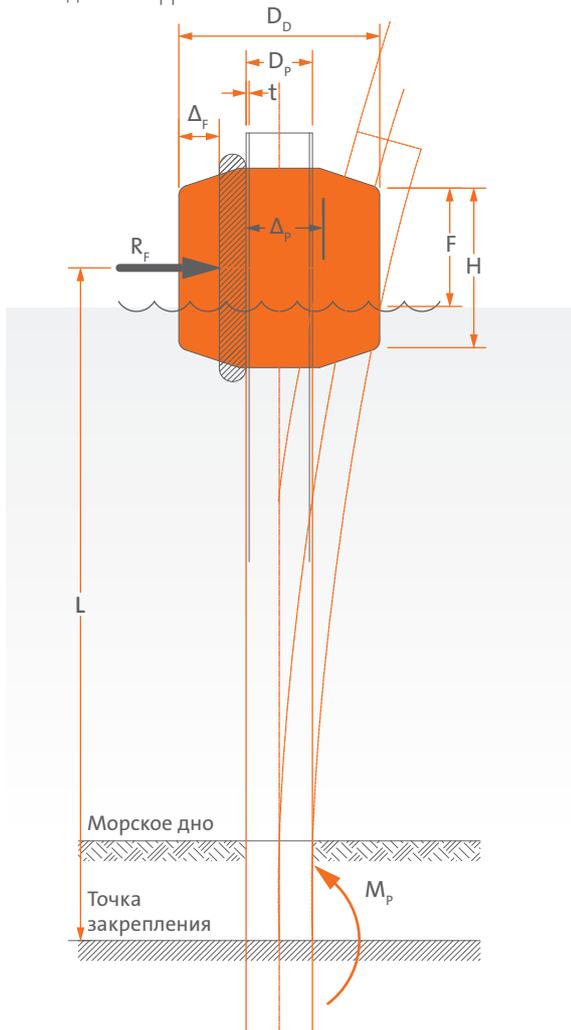
Под действием ветра, волн, приливов/отливов и течений плавучие кранцы находятся в непрерывном движении. С течением времени крепежные скобы могут под действием вибрации отсоединиться (даже при наличии чеки). Рекомендуется регулярно проверять надежность крепления подвески, но для снижения риска отсоединения ПОУ на скобах следует устанавливать контргайки, или гайки должны прихватываться сваркой к телу скобы.

БОБИННЫЕ КРАНЦЫ

Бобинные кранцы поглощают энергию за счет сжатия кольца (бобины) из пенопласта и, в большинстве случаев, упругой деформации стальной трубной сваи. Эти ПОУ широко используются в зонах больших приливных колебаний, для создания направляющих коридоров в шлюзах и для защиты углов причалов.

Бобинный кранец всплывает и опускается по трубной свае вместе с приливами и отливами, поэтому при проектировании должно быть рассмотрено несколько различных вариантов нагрузки, чтобы обеспечить требуемые показатели в любой момент времени. На показатели работы ПОУ влияет каждый из перечисленных ниже параметров:

- ▶ плотность пенопласта (марка);
- ▶ внутренний и внешний диаметры;
- ▶ высота бобины;
- ▶ амплитуда прилива;
- ▶ диаметр и толщина стенки сваи;
- ▶ длина свободного конца сваи;
- ▶ снижение толщины стенки сваи с течением времени вследствие коррозии.



ВЫСОТА НАД ВОДОЙ

Высоту надводной части кранца (в мм) можно оценить для бобинных кранцев обычных размеров из пенопласта марки STD.

$$H = 0.75 \times D_D \rightarrow F = 0.963 \times H - 720$$

$$H = 1.00 \times D_D \rightarrow F = 0.946 \times H - 810$$

$$H = 1.25 \times D_D \rightarrow F = 0.938 \times H - 910$$

$$H = 1.50 \times D_D \rightarrow F = 0.929 \times H - 990$$

По другим размерам и маркам пенопласта обращайтесь в ShibataFenderTeam.

ДЕФОРМАЦИИ СВАИ

По мере сжатия стенки бобины сила реакции (R_F) будет вызывать деформацию сваи. Считая нижний конец сваи жестко закрепленным, можно оценить деформацию сваи, ее жесткость и поглощаемую энергию.

Момент сваи: $M_p = R_F \times L$

Момент инерции площади: $I_{xx} = [D_p^4 - (D_p - 2t)^4]$

Модуль Юнга: $E = 200 \times 10^9 \text{ Н/мм}^2$

Деформация сваи: $\Delta_p = \frac{R_F \times L^3}{3 \times E \times I_{xx}}$

Максимальное напряжение в свае: $\sigma = \frac{M_p}{Z_{xx}}$

Энергия, поглощенная свайей: $E_p = 0.5 \times R_F \times \Delta_p$

ПОГЛОЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ КРАНЦЕМ И СВАЕЙ

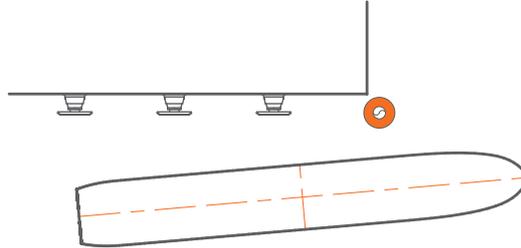
Суммарная энергия, поглощенная свайей и бобинным кранцем, может быть оценена следующим образом:

Суммарная энергия: $\Sigma E = E_F + E_p$

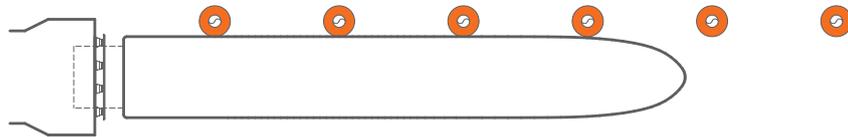
ПРИМЕНЕНИЕ БОБИННЫХ КРАНЦЕВ

Бобинные ПОУ обычно защищают углы или помогают направлять суда при подходе к причалу или заходе в шлюз.

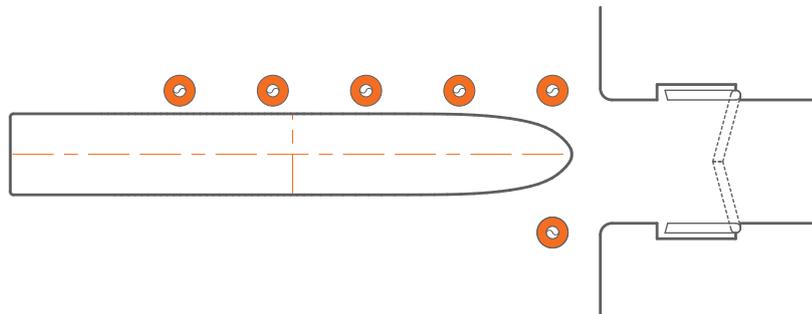
Одиночные бобинные ПОУ или их группы широко используются для защиты открытых углов причалов.



Там, где суда наваливаются на причальные ПОУ носом или кормой, бобинные ПОУ помогают снизить силы трения и сдвига. Бобинные ПОУ могут быть экономным решением для причалов Ро-Ро.



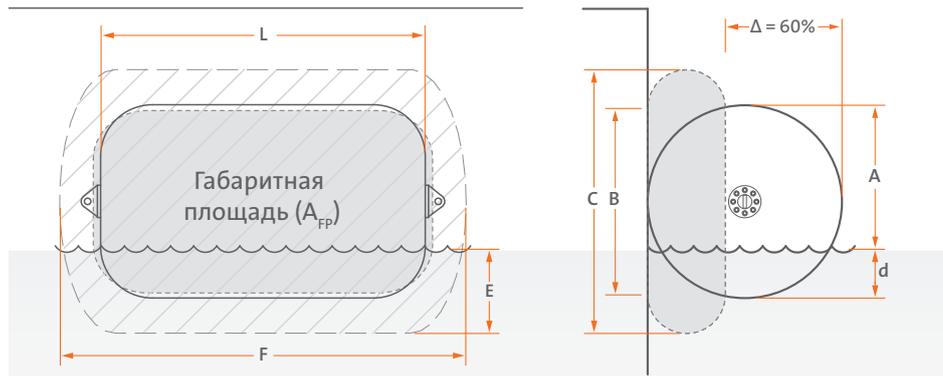
Судам, подходящим к шлюзам или сухим докам, требуются «направляющие коридоры» для выравнивания. Бобинные ПОУ помогают направлять суда при входе в узкие проходы.



УСТАНОВКА ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПОУ

Пневматические причальные отбойные устройства обычно устанавливаются в плавучем положении, что позволяет им подниматься и опускаться вместе с приливом и отливом. Важно отвести достаточную габаритную площадь на пале или причальной стенке, чтобы пневматический кранец мог должным образом сжаться без риска быть вытолкнутым на причал или в сторону от сооружения.

Важно также использовать цепь правильного типоразмера, длины и марки с соответствующими скобами и вертлюгами. Во избежание развинчивания скобы должны быть снабжены контргайками или прихваточными сварными швами. Некоторые пневматические ПОУ можно подвешивать на причальной стенке, но для этого подходят не все типы и размеры ПОУ, и также концы ПОУ в этом случае нуждаются в специальном усилении. В ShibataFenderTeam можно получить консультацию по всем видам применения.



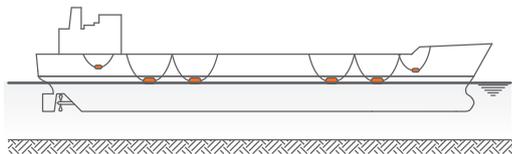
РАЗМЕР (∅ x Дл)	A	B	C	d	E	F	ЦЕПЬ, мм
∅ 1,000 x 1,500 L	769	942	1,342	231	431	1,575	16
∅ 1,200 x 2,000 L	949	1,130	1,610	251	491	2,100	18
∅ 1,500 x 2,500 L	1,194	1,413	2,013	306	606	2,625	22
∅ 2,000 x 3,500 L	1,639	1,884	2,684	361	761	3,675	28
∅ 2,500 x 4,000 L	2,111	2,355	3,355	389	889	4,200	32
∅ 3,300 x 6,500 L	2,698	3,109	4,429	602	1,262	6,825	44
∅ 4,500 x 9,000 L	3,670	4,239	6,039	830	1,730	9,450	50

Размеры даны для кранцев, обтянутых сетью из цепей и покрышек, при начальном давлении 50 кПа. По всем другим вариантам обращайтесь в ShibataFenderTeam.

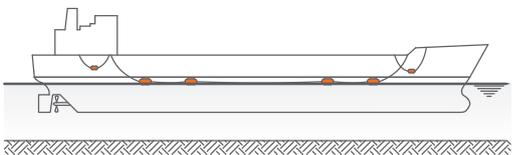
ПРИЧАЛИВАНИЕ СУДНА К СУДНУ

Причаливание судна к судну (лихтерные операции) требует в каждом отдельном случае специального планирования. При этом в расчет необходимо принять энергию навала и углы подхода, а также движения судов относительно друг друга, особенно любые движения бортовой качки, которые могут прижимать корпуса судов друг к другу. Размер кранцев должен выбираться достаточным для удержания судов на безопасном расстоянии друг от друга, но не настолько большим, чтобы возник риск закатывания кранцев на палубу меньшего судна с низким надводным бортом.

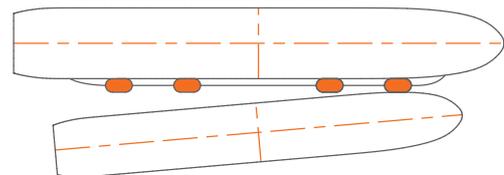
Кранцы закреплены каждый отдельно



Кранцы соединены «цепочкой»



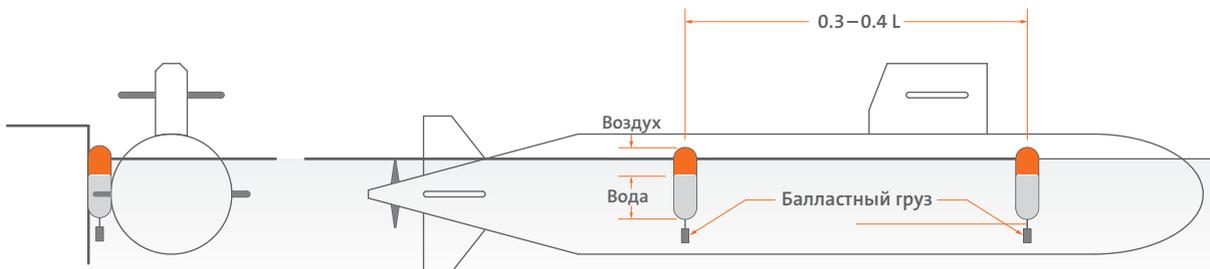
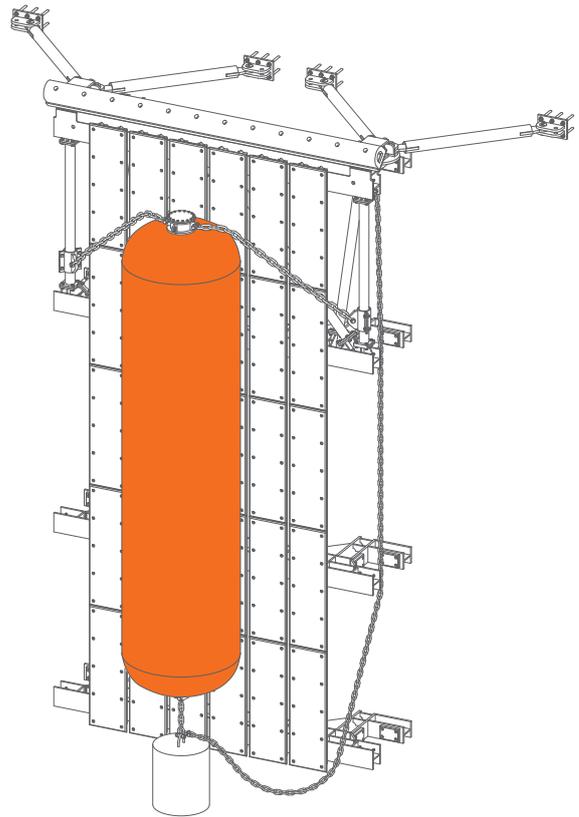
Для швартовки судна к судну необходимо тщательно планировать общее расположение кранцев в соответствии с размерами судов



ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКИЕ КРАНЦЫ

Существует ряд типов судов, у которых большая часть их корпуса располагается ниже ватерлинии, такие как подводные лодки и полупогружные нефтяные платформы. В частности, подводные лодки имеют весьма чувствительную к воздействию обшивку корпуса с шумоизолирующим резиновым покрытием, поэтому кранцы для них должны быть мягкими, легко поддающимися.

Гидропневматические кранцы частично заполнены водой, и в них имеется балластный груз, удерживающий кранец в вертикальном положении. Кранец устанавливается у опорной рамы или плоского причального сооружения и швартуется тросами, не позволяющими ему уплыть со своего места.



Показатели гидропневматических кранцев можно изменять в соответствии с параметрами различных классов судов. Это достигается изменением соотношения воздух / вода, а также регулировкой внутреннего давления. Осадку кранца можно изменять, устанавливая разные балластные грузы, чтобы обеспечить контакт кранца с судном в самой широкой части корпуса. При причаливании подводных лодок важно также не допускать навала на кранцы в районе горизонтальных рулей.

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Суровая морская среда предъявляет высокие требования к причальным отбойным устройствам. Высокий приоритет должен быть дан таким показателям, как надежность, выносливость и сопротивление разрушающему действию местных природных условий.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИМЕЧАНИЯ

ТРОПИКИ / СУБТРОПИКИ УМЕРЕННЫЙ КЛИМАТ АРКТИЧЕСКИЙ / СУБАРКТИЧЕСКИЙ КЛИМАТ

Коррозионная активность	Высокие температуры могут ускорять коррозию, то же самое происходит при высокой солености воды в некоторых тропических/субтропических районах. Там, где это требуется, в проекте должны использоваться подходящие лакокрасочные покрытия и крепеж из нержавеющей стали, также необходимо вносить допуск на коррозию в толщину пластин и диаметры звеньев цепей для снижения потребности в техническом обслуживании.	Высокая	Средняя	Средняя
Озон и ультрафиолетовое излучение (УФ)	С течением времени поверхность резины в присутствии озона становится хрупкой, а воздействие УФ-излучения приводит к возникновению трещин. Эти явления можно ослабить использованием хороших материалов и внесением присадок, но полностью устранить их нельзя.	Много	Умеренно	Много
Усталость материала	Усталость материала может развиваться в любых условиях и должна учитываться при проектировании, но при низких температурах воздействие усталостных нагрузок может иметь более серьезные последствия, если выбранный материал при охлаждении становится хрупким.	Разная	Разная	Высокая
Температурные эффекты	При высоких температурах резина становится мягче, что уменьшает поглощение энергии. При низких температурах наблюдается обратный эффект, и силы реакции возрастают. Для очень низких температур необходимо правильно выбирать марки стали и пенопластов, чтобы исключить возможность развития в них повышенной хрупкости.	Значительные	Средние	Значительные
Движение и вибрация	Вибрации и большие перемещения судов могут происходить в любых районах, но наиболее характерны эти явления для причалов в открытом море и глубоководных терминалов. Проект должен учитывать такие последствия движения и вибрации, как абразивный износ накладок, нарушение затяжки крепежа и износ цепных узлов.	Разные	Разные	Разные

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ КОРРОЗИИ

Существует несколько эффективных способов предотвращения или уменьшения коррозии фронтальных рам ПОУ и принадлежностей.

ОЦИНКОВКА

Оцинковка заключается в нанесении на сталь защитного цинкового покрытия, которое предупреждает образование ржавчины, поскольку коррозия в первую очередь воздействует на слой цинка, не затрагивая сталь. Более толстое покрытие будет действовать дольше (в пределах практической целесообразности), но после исчерпания запасов цинка начнется коррозия нижележащей стали. Для определения параметров цинкового покрытия широко используется стандарт ISO 1461.

Толщина оцинковки может быть повышена применением дробеструйной обработки, кислотного травления и, в некоторых случаях, двукратным погружением в цинк. На болтах необходимо следить за толщиной покрытия во избежание забивания цинком резьбы – это достигается путем вращения изделия немедленно после нанесения на него покрытия (оцинковка с центрифугированием). Ниже указаны обычно используемые в проектах значения толщины покрытия.



Стандартные шпильки скоб покрываются методом электролитической оцинковки, но не горячей оцинковкой и не оцинковкой с центрифугированием.

Изделие

Номинал (среднее)

Минимум (ISO 1461)

Горячеоцинкованные конструкции ($t \geq 6$ мм)

85 мкм (610 г/м²)

70 мкм (505 г/м²)

Болты, оцинкованные с центрифугированием ($\Phi \geq 6$ мм)

50 мкм (360 г/м²)

40 мкм (285 г/м²)

ЖЕРТВЕННЫЕ АНОДЫ

Жертвенные аноды действуют аналогично цинковому покрытию, но запас цинка в них больше, поэтому они способны защищать сталь и цепи в течение более долгого времени. Важно, чтобы анод был постоянно погружен в воду, исключая возможность образования на его поверхности окисного слоя, который не позволит аноду выполнять свою функцию.

Типичный анод для ПОУ весит около 4 кг и для наилучшей защиты от коррозии должен заменяться каждые 2–5 лет.



Вес анода выбирается по защищаемой площади и сроку службы. Проконсультируйтесь с ShibataFenderTeam.

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ

В качестве международного стандарта для лакокрасочных покрытий на фронтальных рамах ПОУ широко применяется ISO 12944. Этот свод норм и правил классифицирует покрытия по их применимости в различных условиях окружающей среды и долговечности. Для достижения максимального срока службы в условиях морской воды, зоны воздействия брызг и зоны между уровнями прилива и отлива рекомендуется использовать покрытия класса C5M(H) с ожидаемым сроком службы не менее 15 лет при условии соблюдения норм и правил инспектирования и профилактического технического обслуживания.

КРАСКА	Подгот.		Грунт			Грунт			Общая ТСП	Срок службы ЛЕТ
	ISO 8501	ОСНОВА	ТИП	СЛОИ	ТСП	ОСНОВА	СЛОИ	ТСП		
Общего типа	SA2.5	Эпокс./полиур.	Цинковая	1	40 мкм	Эпокс./полиур.	3–4	280 мкм	320 мкм	> 15 лет
Jotun	SA2.5	Jotacoat Epoxy		2	140 мкм	TDS Hardtop PU	1	45 мкм	325 мкм	> 15 лет

НЕРЖАВЕЮЩАЯ СТАЛЬ

В местах повышенной коррозии рекомендуется использовать закладные детали и крепеж из нержавеющей стали. Не все марки нержавеющей стали пригодны для работы в морских условиях, ниже представлены наиболее широко используемые марки.

SS 316/316L	Аустенитная нержавеющая сталь, пригодная для большинства систем ПОУ. Также имеется модификация 316S33 с повышенным содержанием молибдена для большей выносливости.
Дуплекс/ Супер-дуплекс	Нержавеющие стали типа «дуплекс» (двухфазная) и «супер-дуплекс» применяются в местах, где требуется сверхдолгий срок службы, и где доступ для технического обслуживания может быть затруднен.
SS 304	Эту марку стали не рекомендуется использовать в морских условиях, поскольку она подвержена точечной (контактной) коррозии под воздействием соли.



Задирание

Крепеж из нержавеющей стали подвержен такому явлению, как образование задиры с последующим заклиниванием («холодная сварка»). По мере затяжки болта трение витков резьбы создает сильный местный нагрев, который сваривает соседние витки, не позволяя более ни продолжить затяжку, ни отделить крепежную деталь. Рекомендуется до сборки покрывать резьбы подходящим противозадирным составом.

Стойкость нержавеющей стали для морских систем определяется как «число стойкости к точечной коррозии» (PREN). Более высокое число PREN означает более высокую стойкость, но, как правило, за счет более высокой стоимости.

Принятое название	EN10088	Тип	Cr (%)	Mo (%)	N (%)	PREN
	ASTM					Cr+3.3Mo+16N
Zeron 100	1.4501	Супер-дуплекс	24.0–26.0	3.0–4.0	0.20–0.30	37.1–44.0
	S32760		24.0–26.0	3.0–4.0	0.30–0.30	37.1–44.0
Дуплекс	1.4462	Дуплекс	21.0–23.0	2.5–3.5	0.10–0.22	30.9–38.1
	S31803		21.0–23.0	2.5–3.5	0.08–0.20	30.5–37.8
316/316L	1.4401	Аустенитная	16.5–18.5	≤ 2.00	≤ 0.11	24.9–26.9
	316/316L		16.0–18.0	≤ 2.00	≤ 0.10	24.2–26.2

ПРОЦЕДУРА ИСПЫТАНИЙ

Принятая в ShibataFenderTeam стандартная процедура испытаний для проектируемых¹ отбойников из массивной резины удовлетворяет требованиям документа PIANC «Руководящие принципы проектирования причальных отбойных систем: 2002: Приложение А: Раздел 6: Испытания для контроля рабочих показателей / качества».

ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Испытательное оборудование в полном объёме оснащено калиброванными тензодатчиками или датчиками давления и датчиком (-ами) линейных перемещений, которые позволяют непрерывно отслеживать рабочие характеристики отбойного устройства. Всё испытательное оборудование калибровано, и свидетельства о его поверке часто продлеваются с тем, чтобы в любой момент оставался запас времени до окончания их одногодичного срока действия.

ПРОЦЕДУРА ИСПЫТАНИЙ – МЕТОД ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТИ (CV)

Испытания формованных² резиновых кранцев и цилиндрических³ кранцев из намотанной резины проводятся на заводе на кранцах натуральной величины, при этом по требованию клиента возможно засвидетельствование испытаний третьими сторонами. Все испытания проводятся в соответствии с руководящими принципами PIANC (Приложение А: 4.1) по следующей схеме:

- ▶ Каждое отбойное устройство имеет уникальный серийный номер, по которому можно проследить в соответствующих журналах и протоколах всю историю его изготовления и испытаний.
- ▶ Испытания отбойных устройств проводятся путём их прямого (по вертикали) сжатия.
- ▶ Отбойное устройство сжимается до уровня номинальной деформации три раза, затем оставляется для восстановления не менее чем на один час.
- ▶ Испытания проводятся при температуре $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ⁴.
- ▶ Действительные рабочие показатели ОУ записываются при 4-м сжатии.
- ▶ Скорость сжатия составляет 2-8 см/мин.
- ▶ В ходе испытаний нагрузка регистрируется с точностью $\pm 1,0\text{ кН}$ ($\pm 0,1\text{ т}$), деформация с точностью $\pm 0,5\text{ мм}$, если не указано иное.
- ▶ Поглощение энергии⁵ определяется как интеграл реакции и деформации, рассчитываемый по правилу Симпсона.
- ▶ Сжатие прекращается после достижения 110 % номинальной силы реакции, установленной максимальной силы реакции или номинальной / максимальной деформации отбойника.
- ▶ Если хотя бы один отбойник в выборке не отвечает техническим условиям, объём выборки увеличивается до 20 % (округляя до большего целого числа), не считая изделия, не отвечающие требованиям.
- ▶ Если ещё хотя бы один отбойник в выборке не отвечает техническим условиям, испытаниям подвергаются 100 % оставшихся изделий. К отправке допускаются только изделия, удовлетворяющие техническим условиям. Отбойники, не отвечающие требованиям, бракуются.

¹ Исключая простые кранцы малых размеров, согласно условиям «PIANC Приложение А: Раздел 1.2».

² К формованным кранцам относятся кранцы типов SPC, CSS, FE, SX, SX-P и SH. Кранцы типов SPC, CSS, SX, SX-P и SH испытываются поодиночке, кранцы типа FE испытываются парами.

³ Исключая цилиндрические планширные кранцы для буксиров.

⁴ В тех случаях, когда температура окружающей среды находится за пределами указанного диапазона, кранцы нормализуются до требуемого диапазона температур в кондиционируемом помещении в течение соответствующего времени (которое зависит от размера кранца), либо, по усмотрению поставщика, рабочие показатели могут быть откорректированы по таблицам температурных поправок. Продолжительность температурной стабилизации должна быть не менее $20x^{1,5}$ дней, округляя до следующего целого дня (x = наибольшая толщина резины в метрах).

⁵ Там, где это применимо, сила реакции (и соответствующее вычисленное поглощение энергии) берётся с поправкой на начальную скорость причаливания и температуру.



Испытания резинового отбойника

КРИТЕРИИ ПРИЁМКИ

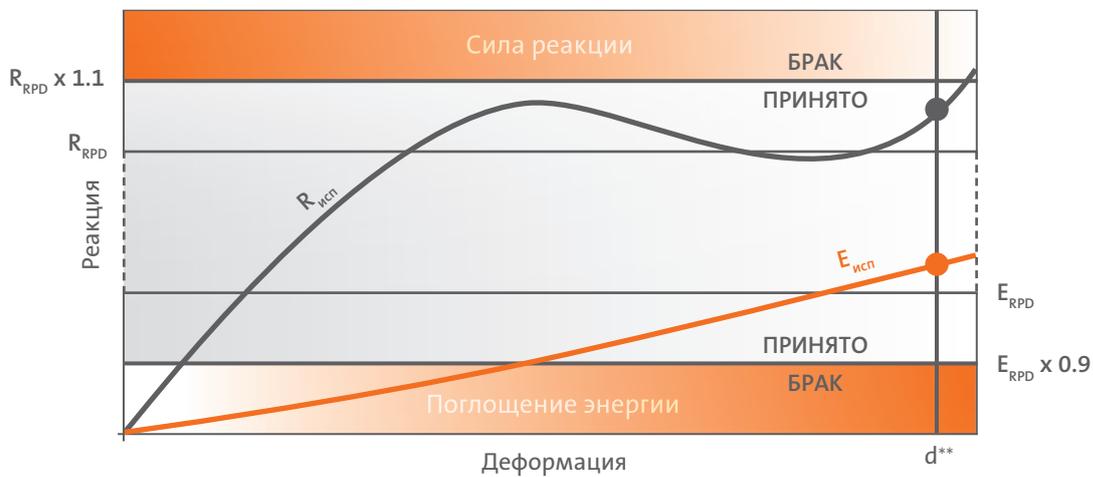
Испытания для контроля рабочих показателей (или испытания для контроля качества) выполняются для проверки того, что рабочие показатели отбойников соответствуют их номинальным (RPD) характеристикам по каталогу или иным, определённым заказчиком, значениям. Испытания проводятся на образцах, отобранных из числа отбойников, изготовленных для проекта. Если необходимо, в полученные результаты вносятся поправки на начальную скорость навала и температуру окружающей среды, взятые из таблиц поправок. Отбойник считается прошедшим контрольные испытания, если он удовлетворяет следующим условиям:

1. Внешний вид

Отсутствуют видимые дефекты, такие как нарушения сцепления или поверхностные трещины.

2. Рабочие показатели

Отбойник обладает требуемыми характеристиками (требуемыми энергией и реакцией) в пределах допусков на изготовление, если в любой момент испытаний он удовлетворяет одновременно всем описанным далее требованиям.*



КРИТЕРИИ ПРИЁМКИ ПО СИЛЕ РЕАКЦИИ

$R_{исп}$ Реакция с учётом поправок на скорость и температуру меньше или равна требуемой реакции, помноженной на номинальный допуск реакции* (верхний предел), указанный в каталоге.

$$R_{исп} \leq R_{RPD} \times 1.1$$

КРИТЕРИИ ПРИЁМКИ ПО ПОГЛОЩАЕМОЙ ЭНЕРГИИ

$E_{исп}$ Энергия с учётом поправок на скорость и температуру больше или равна требуемой энергии, помноженной на номинальный допуск энергии* (нижний предел), указанный в каталоге.

$$E_{исп} \geq E_{RPD} \times 0.9$$

$R_{исп}$ = сила реакции при контрольных испытаниях с учётом поправок на скорость и температуру

R_{RPD} = номинальные рабочие показатели (RPD), реакция

$E_{исп}$ = поглощение энергии при контрольных испытаниях с учётом поправок на скорость и температуру

E_{RPD} = номинальные рабочие показатели (RPD), энергия

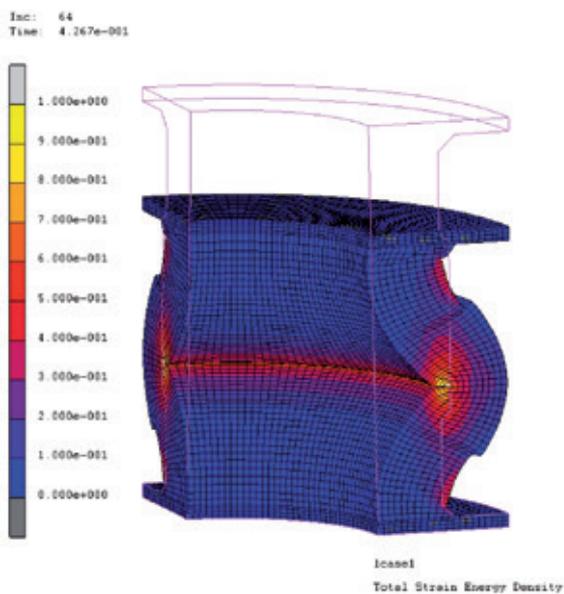
* Стандартные допуски на изготовление, см. «Каталог изделий ShibataFenderTeam», стр. 124.

** Деформация не является критерием приёмки/браковки, см. PIANC2002, стр. 49, (англ. версия) пункт 6.1.2.

ПРИМЕЧАНИЯ

- ▶ Стандартные контрольные испытания PIANC проводятся с выборкой 10% (округляя до большего целого числа) отбойников одного размера и одной марки резины, изготовленных в одной и той же форме для соответствующего заказа.
- ▶ Одноразовое выполнение вводного деформирования является обязательным для отбойников с силой реакции 100 т и более, если они устанавливаются на сооружениях, чувствительных к нагрузкам (см. PIANC 6.2.1).
- ▶ Всё измерительное оборудование должно быть поверено и сертифицировано и иметь точность в пределах $\pm 1\%$ согласно требованиям ISO, эквивалентно JIS или ASTM. Поверка должна быть отслеживаемой до государственных/международных стандартов и проводиться ежегодно аккредитованной сторонней организацией.
- ▶ Стандартные испытания PIANC включены в цену причального отбойного устройства. Расходы, связанные с иной частотой испытаний, присутствием при испытаниях третьих лиц и особым температурным режимом, несёт покупатель.

АНАЛИЗ ДЛЯ ОУ FE



Испытания ОУ SPC со сжатием под углом при наличии ограничивающих цепей



Камера искусственного климата



Испытания ОУ CSS на сдвиг при наличии фронтальной рамы и накладок из СВМПЭ

СЕРТИФИКАТЫ КАЧЕСТВА



- ▶ ISO 14001:2015 – Сертифицированные производственные мощности (Shibata Industrial Co. Ltd.)
- ▶ ISO 9001:2015 – Сертифицированная логистическая цепь (цепь поставок) (Shibata Industrial Co. Ltd.)
- ▶ ISO 9001:2008 – Сертифицированная логистическая цепь (цепь поставок) (ShibataFenderTeam AG)
- ▶ EN 1090-2:2008+A1:2011 – Цеха сертифицированы на уровне EXC3 (ShibataFenderTeam AG)



Сертификаты одобрения типа в соответствии с PIANC 2002. Для подтверждения подлинности см. <https://approvalfinder.dnvgl.com>

- ▶ Конических отбойников SPC
- ▶ Бочкообразных отбойников CSS
- ▶ Элементных отбойников FE
- ▶ Цилиндрических отбойников
- ▶ Арочных отбойников
- ▶ Отбойников Ocean Guard
- ▶ Бобинных отбойников

ПРОЕКТНЫЕ УСЛОВИЯ

Порт:
 Причал:
 Заказчик:
 Проектировщик:
 Подрядчик:

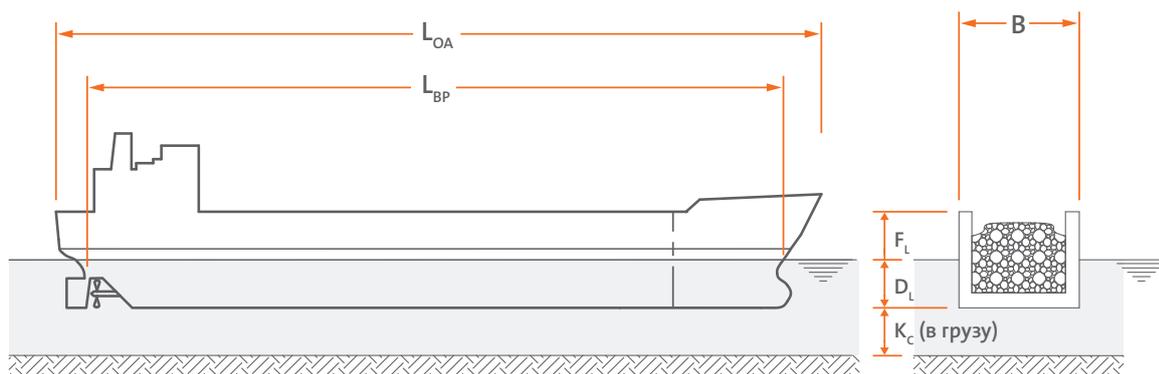
Точная информация по проекту необходима для выбора наиболее подходящих отбойных систем.

Используя представленные ниже таблицы, необходимо как можно более подробно описать технические требования проекта.

Проект: Новостройка Модернизация

Этап: Предварительный Рабочий Конкурс

СВЕДЕНИЯ О СУДНЕ



НАИБОЛЬШИЕ СУДА

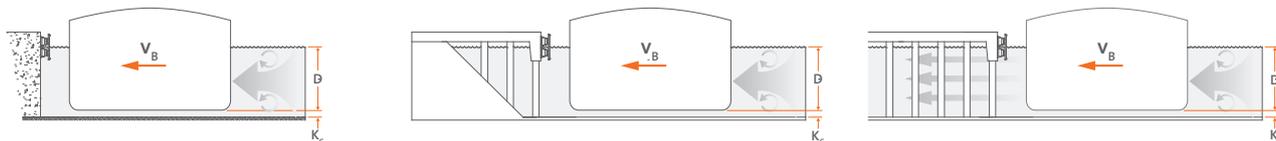
Тип/класс
 Дедвейт DWT
 Водоизмещение т
 Длина наибольшая м
 Ширина м
 Осадка м
 Давление на корпус кН/м² (кПа)
 Наличие поясов Да Нет размер
 Развал носовых шпангоутов град
 Радиус кривизны борта в носу м

НАИМЕНЬШИЕ СУДА

Тип/класс
 Дедвейт DWT
 Водоизмещение т
 Длина наибольшая м
 Ширина м
 Осадка м
 Давление на корпус кН/м² (кПа)
 Наличие поясов Да Нет размер
 Развал носовых шпангоутов град
 Радиус кривизны борта в носу м

СВЕДЕНИЯ О ПРИЧАЛЕ

ЗАКРЫТАЯ ПРИЧАЛЬНАЯ СТЕНКА ПОЛУОТКРЫТАЯ ПРИЧАЛЬНАЯ СТЕНКА ОТКРЫТОЕ СООРУЖЕНИЕ



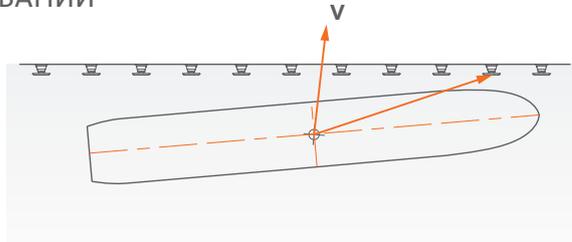
Тип причала Причальная линия Палы Понтон Шлюз или сухой док Иное
 Расстановка ПОУ м
 Уровень верху стенки м (выше нуля глубин)
 Высокая полная вода м (выше нуля глубин)
 Глубина под килем м (мин.) м (макс.)
 Импорт/Экспорт Импорт Экспорт Оба
 Максимальная реакция кН
 Уровень низу стенки м (выше нуля глубин)
 Низкая малая вода м (выше нуля глубин)
 Скорость ветра м/с
 Скорость течения м/с

МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ

- Климат** Умеренный Тропический Пустыня Средиземноморский Полярный
Температура°C (мин.)°C (макс.) **Агрессивность** Высокая Средняя Низкая
Тип воды Морская Пресная уд. вес = т/м³ **Лед зимой** Никогда Иногда Каждый год

ДАННЫЕ О ПРИЧАЛИВАНИИ

Боковое причаливание

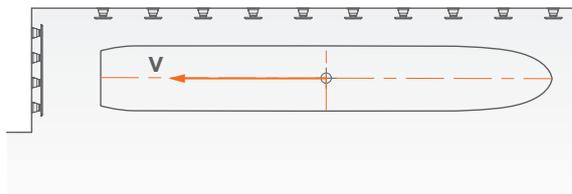


Скорость подхода.....м/с

Угол причаливания.....град

Коэффициент запаса.....

Причаливание концом

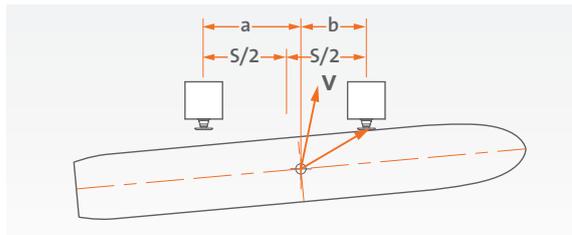


Скорость подхода.....м/с

Угол причаливания.....град

Коэффициент запаса.....

Причаливание к палам

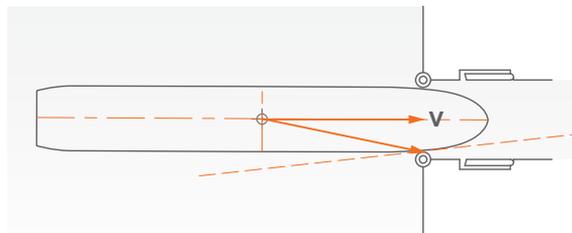


Скорость подхода.....м/с

Угол причаливания.....град

Коэффициент запаса.....

Вход в шлюз

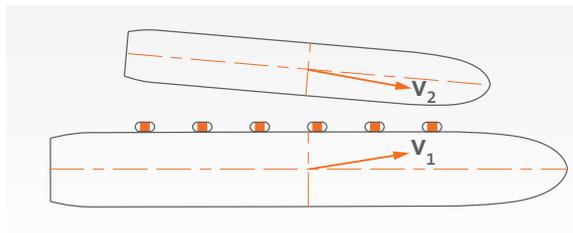


Скорость подхода.....м/с

Угол причаливания.....град

Коэффициент запаса.....

Лихтерные операции
(судно к судну)



Скорость подхода.....м/с

Угол причаливания.....град

Коэффициент запаса.....

ДРУГИЕ СВЕДЕНИЯ

Стандарт проектирования:

- PIANC
 BS6349
 EAU-2004
 ROM 2.0-11
 ROSA 2000
 ASNZ 4997
 UFC 4-152-01
 Другой

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕВОДА МЕР

УГОЛ	градусы	минуты	секунды	радианы
1 РАДИАН	57.3	3,438	2.063×10^5	1
1 градус	1	60	3,600	1.745×10^{-2}
РАССТОЯНИЕ	м	дюйм	фут	морская миля
1 МЕТР	1	39.37	3.281	5.4×10^{-4}
1 дюйм	2.54×10^{-2}	1	8.333×10^{-2}	1.371×10^{-5}
1 фут	0.3048	12	1	1.646×10^{-4}
1 морская миля	1,852	$7,291 \times 10$	6,076.1	1
ПЛОЩАДЬ	м ²	см ²	кв. дюйм	кв. фут
1 КВАДРАТНЫЙ МЕТР	1	10^4	1,550	10.76
1 квадратный сантиметр	10^{-4}	1	0.155	1.076×10^{-3}
1 квадратный дюйм	6.452×10^{-4}	6.452	1	6.944×10^{-3}
1 квадратный фут	9.290×10^{-2}	929	144	1
ОБЪЕМ	м ³	см ³	л	куб. фут
1 КУБИЧЕСКИЙ МЕТР	1	10^6	1,000	35.31
1 кубический сантиметр	10^{-6}	1	10^{-3}	3.531×10^{-8}
1 литр	10^{-3}	1,000	1	3.531×10^{-2}
1 кубический фут	2.832×10^{-2}	2.832×10^4	28.32	1
МАССА	кг	г	фунт	
1 КИЛОГРАММ	1	10^{-3}	2.205	
1 тонна	10^3	1	2,205	
1 фунт	0.454	4.536×10^{-4}	1	
ПЛОТНОСТЬ	кг/м ³	т/м ³	фунт/куб. фут	фунт/куб. дюйм
1 КИЛОГРАММ / КУБ. МЕТР	1	10^{-3}	6.243×10^{-2}	3.613×10^{-5}
1 тонна / куб. метр	10^3	1	62.428	3.613×10^{-2}
1 фунт / куб. фут	16.018	1.602×10^{-2}	1	5.787×10^{-4}
1 фунт / куб. дюйм	27,680	27.68	1,728	1
СКОРОСТЬ	м/с	миль/ч	км/ч	узлы
1 МЕТР / СЕКУНДУ	1	2.237	3.600	1.944
1 миля в час	0.447	1	1.609	0.869
1 километр в час	0.278	0.621	1	0.54
1 узел	0.514	1.151	1.852	1
СИЛА	кН	тс	фунт-сила	килофунт
1 КИЛОНЬЮТОН	1	0.102	224.8	0.225
1 тонна силы	9.807	1	2,204	2.205
1000 фунтов силы	4.448	0.454	10^3	1
ЭНЕРГИЯ	кН х м (кДж)	т х м	килофунт х фут	
1 КИЛОНЬЮТОН Х МЕТР	1	0.102	0.738	
1 тонна х метр	9.807	1	7.233	
1000 фунт х фут	1.356	0.138	1	
ДАВЛЕНИЕ, НАПРЯЖЕНИЕ	кН/м ² (кПа)	Н/мм ² (МПа)	тс/м ²	фс/кв.дюйм (psi)
1 НЬЮТОН / КВ. МЕТР	0.001	10^{-6}	1.02×10^{-4}	1.450×10^{-4}
1 килопаскаль	1	10^{-3}	0.102	0.145
1 мегапаскаль	10^3	1	102	145
1 тонна силы / кв. метр	9.807	9.807×10^{-3}	1	1.422
1 фунт силы / кв. дюйм (psi)	6.895	6.895×10^{-3}	0.703	1
УСКОРЕНИЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ	м/с ²	см/с ²	дюйм/с ²	фут/с ²
1 g	9.807	980.7	386.1	32.174

ПОСЛЕПРОДАЖНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ГАРАНТИЯ

Компания ShibataFenderTeam считает одной из своих основных задач оказание технической поддержки и помощи как при вводе в эксплуатацию, так и в последующие годы службы изделия. Наша собственная группа специалистов по монтажу и обслуживанию базируется в Германии, и она готова оказать помощь в работах по монтажу и/или техническому обслуживанию изделий. Мы поддерживаем наших клиентов при проведении текущего ремонта и модернизации систем, а также помогаем быстро восстановить нормальный режим работы в случае непредвиденных повреждений. Мы предлагаем своим заказчикам стандартную и расширенную гарантию на изделия, а также консультации по управлению инспектированием и техническим обслуживанием с целью гарантировать работу наших отбойных систем с наилучшими показателями и максимальную защиту судов и сооружений.

Стандартный срок гарантии составляет 12 месяцев после монтажа на объекте или 18 месяцев с момента отгрузки, выбирая срок, наступающий раньше. По требованию может быть предоставлена более продолжительная гарантия. При условии проведения дополнительных испытаний эксплуатационных параметров может быть предоставлена гарантия технических характеристик. Также предоставляются расширенные гарантии на лакокрасочные покрытия. Во всех случаях гарантии ShibataFenderTeam действуют при условии выполнения операторами причалов периодического инспектирования в соответствии с нашими рекомендациями и своевременного представления отчетов и фотографий. Это необходимо для выявления любых возникающих проблем в самом начале их развития, их последующего устранения и отслеживания на предмет возможного повторения.

Гарантии не действуют в отношении случайных повреждений, нормального износа, внешнего вида или эффектов воздействия окружающей среды с течением времени. В маловероятном случае возникновения претензий по качеству материалов и/или исполнения компания ShibataFenderTeam по своему усмотрению отремонтирует или заменит дефектные узлы и/или детали. Стоимость компенсации не может превышать стоимость поставленных материалов минус нормальная амортизация, и ни при каких обстоятельствах не будут приняты требования по стоимости демонтажа или повторной установки или любым другим косвенным расходам, убыткам или финансовым обязательствам.

ShibataFenderTeam рекомендует пользователям вводить в отношении изделий систему управления имуществом, основанную на стандарте ISO 55000 (или PAS-55).

ПРАВОВАЯ ОГОВОРКА

Настоящим заявляем, что были предприняты все возможные действия для того, чтобы обеспечить правильность указанных в настоящем руководстве технических спецификаций, описаний изделий и методов проектирования и их соответствие текущей передовой практике. Компания ShibataFenderTeam AG, ее дочерние предприятия, агенты и партнеры не берут на себя никакой ответственности и никаких обязательств в связи с любыми ошибками и/или упущениями, могущими иметь место по какой бы то ни было причине. При использовании заказчиками настоящего технического руководства для разработки проекта настоятельно рекомендуется до начала строительных работ и/или работ по изготовлению обращаться к специалистам компании ShibataFenderTeam для получения подробных спецификаций, расчетов и утвержденных чертежей. ShibataFenderTeam стремится постоянно повышать качество и улучшать эксплуатационные характеристики своих изделий и систем. Настоящим заявляем, что мы сохраняем за собой право вносить изменения в спецификации в любой момент, когда это потребуется, без предварительного уведомления. Для всех заявленных размеров, свойств материалов и рабочих характеристик действуют стандартные допуски на изготовление. Настоящее руководство заменяет собой информацию, представленную в любых предшествующих изданиях. Его следует использовать вместе с текущими каталогами продукции ShibataFenderTeam. При возникновении вопросов/сомнений просим обращаться в ShibataFenderTeam.

ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

© 2019 ShibataFenderTeam AG, Германия

Настоящий каталог охраняется авторским правом компании ShibataFenderTeam AG и не должен воспроизводиться, копироваться или распространяться среди третьих лиц без предварительного получения согласия от компании ShibataFenderTeam в каждом отдельном случае. ShibataFenderTeam® является зарегистрированной торговой маркой компании ShibataFenderTeam AG. Дата: 02/2019 г.



ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА.

ShibataFenderTeam AG

Tarpen 40, Haus 1b
22419 Hamburg, Germany
(г. Гамбург, Германия)
Тел. +49 (0)40 63 86 10 - 170
Факс +49 (0)40 63 86 10 - 180
info@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam Inc.

44084 Riverside Parkway, Suite 170
Lansdowne, VA 20176, USA
(Лэнсдаун, штат Вирджиния, США)
Тел. +1 (571) 281-3770
Факс +1 (571) 223-3267
contact-americas@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam S.A.S.

Parc d'Activité du Tremblay
7 rue Roland Martin, Bâtiment B
94500 Champigny-sur-Marne, France
(Шампиньи-сюр-Марн, Франция)
Тел. +33 (0)1 48 73 00 96
Факс +33 (0)1 48 77 55 40
contact-france@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam Sdn. Bhd.

Level 11, Top Glove Tower
Lot 11-H, No.16, Persiaran Setia Dagang
Bandar Setia Alam, 40170 Shah Alam
Selangor, Malaysia
(Селангор, Малайзия)
Тел. +60 (0)3 3362 6380
Факс +60 (0)3 3362 6365
contact-malaysia@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam Spain SLU

Av/ Amado Granell Mesado no. 75
3ª Planta, oficina 3C
46013 Valencia, Spain
(Валенсия, Испания)
Тел. +34 960 913 108
contact-spain@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam B.V.

Meerheide 58A
5521 DZ Eersel, The Netherlands
(Эрсел, Нидерланды)
contact-netherlands@shibata-fender.team

www.shibata-fender.team

Представил(а):