ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
МОРСКОГО ФЛОТА РОССИИ

4-М

ОБЩИЕ
И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА
ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ

ТОМ 2

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКОЙ ПЕРЕВОЗКИ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ГРУЗОВ

РД 31.11.21.03-96, РД 31.11.21.04-96,
РД 31.11.21.13-96, РД 31.11.21.16-96,
РД 31.11.21.17-96, РД 31.11.21.19-96,
РД 31.11.21.23-96, РД 31.11.21.24-96,
РД 31.11.21.25-96, РД 31.11.21.26-96.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ · ЦНИИМФ · 1996

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНО Центральным научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом морского флота" (ЦНИИМФ)

Заместитель генерального директора ЦНИИМФ по научной работе, канд. техн. наук Ю.М.Иванов

Руководитель темы, ответственный исполнитель, канд. техн. наук Е.Б.Карпович

Руководитель темы, ответственный исполнитель, канд. техн. наук М.Н.Гаврилов

Исполнитель И.О.Леонидов

ВНЕСЕНО Отделом коммерческой политики Федеральной службы морского флота России А.Е.Фофанов

УТВЕРЖДЕНО Приказами Федеральной службы морского флота России

ISBN 5-7559-0001-9

© ЗАО "ЦНИИМФ", содержание и оформление, 1996
Издание официальное. Воспроизведение любым способом без разрешения Федеральной службы морского флота России и ЦНИИМФ воспрещено.

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА МОРСКОГО ФЛОТА РОССИИ

ПРИКАЗ

г. Москва № 22 05 июня 1996 г.

Содержание: Об утверждении и введении в действие "Правил безопасности морской перевозки генеральных грузов. Общие требования и положения".

---

1. Утвердить и ввести в действие с 1 августа 1996 года прилагаемые "Правила безопасности морской перевозки генеральных грузов. Общие требования и положения" (РД 31.11.21.16-96).

2. ЦНИИМФу и Отделу информационных ресурсов до 15 июля 1996 года обеспечить издание и рассылку "Правил безопасности морской перевозки генеральных грузов. Общие требования и положения" в соответствии с заявками организаций.

3. Признать не действующими с 1 августа 1996 года "Правила безопасности морской перевозки генеральных грузов. Общие требования и положения" (РД 31.11.21.16-80 с изменениями, внесенными 17 марта 1993 г.).

4. Контроль за выполнением "Правил безопасности морской перевозки генеральных грузов. Общие требования и положения" (РД 31.11.21.16-96) возложить на Отдел коммерческой политики.

Директор В.Л.Быков

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА МОРСКОГО ФЛОТА РОССИИ

ПРИКАЗ

г. Москва № 44 29 ноября 1996 г.

Содержание: Об утверждении и введении в действие Правил безопасности морской перевозки отдельных видов генеральных грузов.

1. Утвердить и ввести в действие с 1 апреля 1997 года прилагаемые Правила:

Правила морской перевозки натурального каучука и латекса (РД 31.11.21.03-96);

Правила морской перевозки стандартных деревянных домов (РД 31.11.21.04-96);

Правила безопасности морской перевозки пакетированных грузов (РД 31.11.21.13-96);

Правила безопасности морской перевозки железобетонных изделий и конструкций (РД 31.11.21.17-96);

Правила безопасности морской перевозки подвижной техники (РД 31.11.21.19-96);

Правила безопасности морской перевозки металлопродукции (РД 31.11.21.23-96);

Правила безопасности морской перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов (РД 31.11.21.24-96);

Правила безопасности морской перевозки тарно-штучных грузов (РД 31.11.21.25-96);

Правила безопасности морской перевозки гранита и мрамора в плитах и глыбах (РД 31.11.21.26-96).

2. Признать не действующими с 1 апреля 1997 года:

Правила перевозки на судах и хранения в портах ММФ импортного каучука и латекса (РД 31.11.21.03-74);

Правила перевозки стандартных деревянных домов (РД 31.11.21.04-77);

Правила безопасности морской перевозки пакетированных грузов (РД 31.11.21.13-87);

Правила безопасности морской перевозки железобетонных изделий и конструкций (РД 31.11.21.17-80);

Правила безопасности морской перевозки подвижной техники (РД 31.11.21.19-87);

Правила безопасности морской перевозки металлопродукции (РД 31.11.21.23-82);

Правила безопасности морской перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов (РД 31.13.02-89);

Карта технологического режима перевозки фанеры, древесно-стружечных и древесно-волокнистых плит на судах типа "Выборг", "Красноград", "Иркутск" (РД 31.11.21.28-84);

Карта технологического режима морской перевозки труб большого диаметра, в том числе с заводской наружной изоляцией (РД 31.11.21.31-85);

Карта технологического режима перевозки чугуна в чушках с применением нескользящих покрытий (РД 31.11.21.32-85);

Карта технологического режима перевозки профильного проката и стального листа на судах АМП (РД 31.11.21.33-85);

Карта технологического режима перевозки цемента пакетированного в термоусадочную пленку (РД 31.11.21.34-85);

Инструкция по размещению и креплению груза в средствах укрупнения (контейнеры) (РД 31.11.21.35-86);

Карта технологического режима перевозки гранита и мрамора в плитах и глыбах (РД 31.11.21.37-86);

Карта технологического режима перевозки катодов меди и никеля в пакетах (РД 31.11.21.38-86);

Карта технологического режима перевозки карбамида, пакетированного в термоусадочную пленку (РД 31.11.21.39-86);

Карта технологического режима перевозки стального листа в рулонах, пакетах и поштучно между портами Клайпеда и Росток на судах типа "Капитан Панфилов" (РД 31.11.21.40-87);

Карта технологического режима перевозки труб малого диаметра (РД 31.11.21.41-87);

Инструкция по креплению грузов на морских судах (Наставление по креплению грузов) (КТР 31.11.21.03-88).

3. ЦНИИМФу до 1 марта 1997 года обеспечить издание указанных в п. 1 настоящего приказа Правил в виде сборника и его рассылку в соответствии с заявками организаций.

Директор В.Л. Быков

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКОЙ ПЕРЕВОЗКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ И ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ГРУЗОВ (КТГ)

РД 31.11.21.24-96

Взамен 31.13.02-89

Срок введения в действие
установлен с 1 апреля 1997 г.

Настоящие Правила устанавливают требования к организации морской перевозки, размещению, креплению и морской перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов, направлены на обеспечение безопасности мореплавания и сохранности груза и обязательны для всех участников транспортного процесса.

По настоящим Правилам должно перевозиться оборудование в ящиках и неупакованное оборудование, удельное давление которого на транспортное средство превышает допустимое, т.е. грузы, которые в соответствии с ГОСТ 26653 должны перевозиться по специальным проектам.

1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПРАВИЛАХ

Крупногабаритные грузы (КГ) - грузовые места, один из размеров которых превышает льготный габарит погрузки подвижного состава железных дорог РФ по: длине - 14 м; ширине (или диаметру) - 3,4 м; высоте - 3,4 м.

Тяжеловесные грузы (ТГ) - грузовые места массой более 35 т, размеры которых менее указанных параметров крупногабаритных грузов.

Крупногабаритные тяжеловесные грузы (КТГ) - грузовые места массой более 35 т с размерами крупногабаритного груза.

Уникальные крупногабаритные тяжеловесные грузы (УКТГ) - грузовые места массой более 100 т с размерами крупногабаритного груза.

Здесь и далее в Правилах под КТГ понимаются также КГ, ТГ и УКТГ, если не оговорено иное.

Грузоотправитель - владелец перевозимых грузов или лицо, действующее по его поручению.

Перевозчик - судовладелец или иное лицо, эксплуатирующее судно от своего имени на законном основании.

2. ДОКУМЕНТАЦИЯ, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КОНКРЕТНОГО КТГ

2.1. Информация о грузе

В соответствии с требованиями п. 1.2.1 и п. 4.3.4 РД 31.11.21.16-96 грузоотправитель должен обеспечить разработку "Информации о грузе" и, на

ее основе, проекта морской перевозки КТГ. Для этого грузоотправитель заблаговременно направляет перевозчику и/или разработчику проекта перевозки КТГ "Информацию о грузе", заполненную в соответствии с требованиями приложения 1 РД 31.11.21.16-96 и дополненную следующими сведениями:

- условия перевозки груза (в трюме или на верхней палубе) и способ его укладки;
- условия перегрузки и хранения;
- технологическая последовательность производства работ по частичному демонтажу груза;
- транспортные чертежи общего вида груза с указанием массогабаритных характеристик, центра массы, мест строповки при перегрузке и наложения найтовов при креплении, формы опорной поверхности, опорных конструкций и приспособлений;
- другие сведения, определяемые спецификой груза.

2.2. Проект морской перевозки

2.2.1. Разработка проекта перевозки осуществляется компетентной организацией или перевозчиком за счет грузоотправителя. В роли заказчика проекта может выступать как грузовладелец, так и перевозчик. Заказчик проекта обеспечивает подготовку и выдачу проектанту технического задания.

2.2.2. Проект перевозки КТГ в общем случае должен включать:

- выбор оптимального варианта перевозки (по критериям, указанным в техническом задании);
- схемы и расчеты по размещению и креплению груза на судне;
- расчеты балластировки, остойчивости, прочности и аварийной (при необходимости) остойчивости судна;
- расчеты и документацию по подкреплению палуб и дооборудованию судна;
- технологию и организацию погрузки и выгрузки груза с указанием средств механизации, грузозахватных устройств и приспособлений со схемами строповки, а также устройств, необходимых для устойчивого размещения груза на складе и на судне;
- метеоусловия, ограничивающие производство работ по перегрузке (ветер, волнение, уровень воды, гололед и т.п.);
- ведомость поставок грузовладельца, включающую необходимые вспомогательные материалы и приспособления для перегрузки груза, его складирования и перевозки (траверсы, рамы, прокладки, брусья, стойки, клинья и др.);
- мероприятия по подготовке причалов в портах погрузки-выгрузки (при необходимости);
- *инструкции капитану, содержащие принятые к учету условия* плавания и рекомендации по поддержанию мореходности судна.

2.2.3. Состав документации и объем согласования должны быть указаны в техническом задании на разработку конкретного проекта перевозки. В общем случае проект должен быть согласован с перевозчиком, портами

погрузки/выгрузки, другими транспортными и монтажными организациями, участвующими в доставке и монтаже груза. Проект перевозки необходимо согласовать с морским Регистром судоходства в случаях поднадзорных его деятельности.

2.2.4. В состав проекта, при необходимости, включаются вспомогательные расчетные и информационные материалы, помогающие администрации судна при проверке остойчивости в рейсе для тех случаев загрузки, которые не соответствуют типовым.

2.2.5. В случае, если удельное давление КТГ не превышает допустимые нагрузки на палубы и не требует специального дооборудования судна и разработки нестандартных средств перегрузки и крепления, по согласованию с портом отгрузки допускается самостоятельная разработка схем размещения и крепления КТГ администрацией судна.

2.3. Сертификат о безопасной укладке и креплении

2.3.1. В соответствии с п. 7 "Руководства по контролю эксплуатационных требований, относящихся к безопасности судов"* при оформлении отхода администрация судна должна предъявить Капитану порта подготовленный портом и подписанный администрацией судна "Акт приема работ по креплению груза" или "Сертификат о безопасной укладке и креплении груза", выданный независимым сюрвейером.

2.3.2. Проектные организации осуществляют авторский надзор за подготовкой, погрузкой (выгрузкой), креплением и перевозкой груза, если это предусмотрено техническим заданием, а также по требованию перевозчика, грузовладельца и за их счет. Результаты надзора могут быть оформлены в виде "Сертификата о безопасной укладке и креплении груза", требуемого п. 1.2.8. РД 31.11.21.16-96.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ГРУЗУ

3.1. Грузовладелец (грузоотправитель) должен обеспечить подготовку КТГ к транспортировке в соответствии с требованиями стандартов на груз и ГОСТ 26653, а также разработку проекта морской перевозки.

3.2. Завоз груза в порт осуществляется по соглашению грузоотправителя и порта.

3.3. При поступлении в порт КТГ должен быть размещен на транспортном средстве так, чтобы можно было подать стропы к местам строповки, либо завести их под груз.

3.4. КТГ принимаются к перевозке по массе каждого места, объявленной грузоотправителем.

3.5. На каждом грузовом месте должны быть промаркированы места крепления стропов, центр массы, масса и габаритные размеры.

---

* Резолюция А.742 (18) "Процедуры контроля за эксплуатационными требованиями, относящимися к безопасности судов и предотвращению загрязнения" принята Ассамблеей ИМО 4 ноября 1993 г., а также приказ Министерства Транспорта РФ от 26.06.94 г. №63.

3.6. Грузы со сложной формой опорной поверхности должны предъявляться к перевозке вместе со специальными подставками, тумбами, кильблоками или другими устройствами, необходимыми для устойчивого размещения груза на складе порта и на судне. При необходимости, конструкция таких устройств должна исключать влияние амортизаторов груза при качке судна.

3.7. Если по проекту перевозки для обеспечения сохранности груза и безопасности выполнения перегрузочных работ требуется применение специальных рам, траверс, стропов, такелажных скоб и т.п., они должны быть поставлены в порт грузоотправителем вместе с грузом с приложением схемы строповки и информацией об особых условиях перегрузки груза. Одновременно со специальными устройствами для перегрузки должны быть представлены соответствующие сертификаты и акты испытаний. При необходимости грузозахватное устройство должно представляться в собранном виде.

3.8. Прием КТГ к перевозке производится только после представления грузовладельцем заблаговременно (либо одновременно с грузом) и за его счет необходимых вспомогательных материалов и приспособлений для складирования, перегрузки, крепления и перевозки груза по нормам, предусмотренным проектом перевозки.

3.9. Все приспособления для перегрузки, крепления, складирования, перевозки должны быть промаркированы и оговорены в сопроводительных документах, а также иметь сертификаты, акты испытаний технологической оснастки.

3.10. Грузоотправитель несет материальную ответственность за все последствия несвоевременного или неполного предоставления грузозахватных устройств и приспособлений, вспомогательных материалов, а также сопровождающей документации.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СУДНУ

4.1. Перевозчик на основании "Информации о грузе" подбирает соответствующее судно и заблаговременно информирует об этом грузовладельца, проектную организацию и разрабатывает или согласовывает техническое задание на подготовку проекта морской перевозки, рассматривает и согласовывает готовый проект перевозки.

4.2. Перед приемом груза к перевозке все системы, проходящие через грузовые помещения судна, должны быть проверены в работе, все отверстия в палубах, доступ к которым после погрузки КТГ будет невозможен, закрыты.

4.3. Трубопроводы, вентиляторы, воздушные трубы на палубе и в грузовых помещениях судна, где планируется размещение КТГ, должны быть защищены от возможного их повреждения при укладке груза.

4.4. Системы выравнивания крена и дифферента в процессе проведения грузовых операций (где они имеются), а также люковые закрытия, должны быть приведены в исправное состояние.

4.5. Судовые краны и стрелы, не участвующие в перегрузочных операциях, должны быть приведены в положение, позволяющее обеспечить без помех производство грузовых операций в рабочей зоне.

Судовые стрелы укладываются и закрепляются на вновь оборудованных местах при перевозке КТГ, габариты которых не позволяют установить стрелы в штатное положение.

4.6. При использовании для погрузки КТГ судовых грузоподъемных средств последние должны быть заблаговременно проверены и находиться в полной готовности к работе.

Грузоподъемные устройства, гаки, скобы, блоки и другие детали, предназначенные для перегрузки и крепления КТГ, должны соответствовать требованиям "Правил технической эксплуатации подъемно-транспортного оборудования морских портов" (РД 31.44.01), Правил Регистра и иметь соответствующие паспорта и сертификаты.

4.7. Места установки КТГ должны быть оборудованы всеми устройствами для крепления груза, предусмотренными проектом перевозки.

4.8. Готовность судна к погрузке КТГ проверяется портом и перевозчиком с составлением акта о готовности.

5. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ КТГ НА СУДНЕ, УЧИТЫВАЕМЫЕ В ПРОЕКТЕ ПЕРЕВОЗКИ

5.1. Размещение груза в грузовом помещении, на верхней палубе или люковых крышках судна должно выполняться с учетом требований к местной и общей прочности, остойчивости судна, а также учитывать технические характеристики (грузоподъемность, вылет, высоту подъема и т.д.) судовых, плавучих или береговых грузоподъемных средств, участвующих в грузовых операциях.

5.2. Допускается размещать на открытой палубе грузы, выходящие за габарит ширины судна при условии выполнения требований международных конвенций и Правил Регистра, а также правил, регламентирующих плавание проливами, каналами, шлюзами, портовыми водами и другими зонами регулируемого движения судов.

5.3. При размещении КТГ необходимо учитывать удельное давление груза, которое не должно превышать допустимую нагрузку на палубу (см. п. 4.2.3. РД 31.11.21.16-96), люковые закрытия или настил второго дна. Если удельное давление груза превышает допустимую нагрузку в месте его размещения, то возможность установки КТГ проверяется специальным расчетом прочности перекрытия и допускается в случае, когда напряжение в несущих элементах перекрытия от сосредоточенной или линейной нагрузки не превышает допустимого. Если расчетные напряжения выше допустимых, должно быть предусмотрено подкрепление несущих элементов перекрытия путем установки фундаментов, постелей или пиллерсов.

5.4. При размещении КТГ на палубе высота их укладки не должна затруднять управление судном и контроль за окружающей обстановкой,

требования к которым приведены в п. 4.2.4 РД 31.11.21.16-96. В отдельных случаях допускается оборудование временных постов управления судном на верхнем мостике.

5.5. Порядок и последовательность размещения и укладки КТГ должны обеспечивать возможность безопасного крепления отдельных грузовых мест в процессе погрузки всей партии груза и наблюдения за состоянием креплений на переходе морем, а также снятия крепления в порту выгрузки.

5.6. При необходимости, должны быть оборудованы безопасные переходы к грузу, трюмным трапам, лебедкам, жилым и служебным помещениям.

5.7. Плавсредства, имеющие килеватость, должны устанавливаться на специальные кильблоки с обводами, соответствующими корпусу плавсредства в местах установки. Кильблоки должны быть изготовлены из металлических конструкций с деревянными подушками, при необходимости, обшитыми войлоком либо другим материалом. Допускается заблаговременная установка кильблоков.

5.8. Перед подъемом плавсредств, грузозахватные устройства к которым заведены "на плаву", проводится, при необходимости, водолазный осмотр с целью проверки соответствия установки подъемных элементов (кильблоков) схеме перегрузки.

5.9. При погрузке плавсредства "с берега" совместно с кильблоками (подставками), последние должны быть надежно закреплены к корпусу плавсредства.

5.10. Грузы с точечными опорными поверхностями могут размещаться на подставках, имеющих установочное и подъемное назначение. Подставки должны быть надежно скреплены с грузом.

5.11. Железнодорожные транспортные средства, принимаемые на судно с ходовыми тележками, могут устанавливаться на рельсы, прикрепленные к палубе судна, при этом амортизационные системы транспортных средств должны быть заблокированы.

6. ТРЕБОВАНИЯ К КРЕПЛЕНИЮ КТГ НА СУДНЕ, УЧИТЫВАЕМЫЕ В ПРОЕКТЕ ПЕРЕВОЗКИ

6.1. Крепление КТГ должно производиться в соответствии с требованиями разделов 4.3 и 4.4 РД 31.11.21.16-96 и с учетом следующих факторов:

- продолжительности рейса;
- географического района плавания;
- ожидаемого состояния моря;
- размеров, типа и характеристик судна;
- статических и динамических сил, ожидаемых во время рейса;
- типа и упаковки грузовых мест;
- планируемого порядка размещения грузовых мест;
- массы и габаритных размеров грузовых мест;

- примененных расчетных методик и заложенных в них ограничений и условий.

6.2. Схемы размещения и прочные размеры стационарных и съемных средств крепления КТГ должны выбираться с использованием одной из расчетных методик, приведенных:

- в приложении 1 настоящих Правил;
- приложении 5 или приложении 8 РД 31.11.21.16-96;
- других методик, одобренных в установленном порядке.

6.3. В качестве средств крепления КТГ применяются гибкие, полужесткие и жесткие изделия как промышленного производства (см. Каталог "Средства крепления многооборотные для крепления грузов на морских судах". РД 31.91.96-87), так и изготовленные согласно проекту морской перевозки (упоры, кницы, раскосы, деревянные брусья, клинья и пр.).

6.4. Допускается использование других крепежных изделий при наличии соответствующих актов испытаний и сертификатов.

6.5. При креплении грузов с помощью упоров, раскосов, книц и других несъемных элементов их необходимо устанавливать в плоскости ребер жесткости набора корпуса судна.

6.6. Конструктивные элементы систем креплений должны обеспечивать запас прочности, указанный в п. 7.11 приложения 1 настоящих Правил.

6.7. Узлы присоединения найтовов к грузу и судну, а также их элементы (скобы, талрепы, тросы, зажимы и пр.) должны быть равнопрочными либо превышающими расчетные допускаемые нагрузки. Нормы прочности съемных средств крепления приведены в приложении 6 РД 31.11.21.16-96.

7. РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ КТГ НА СУДНЕ

7.1. Администрация порта и судна несут ответственность за крепление груза в соответствии с проектом морской перевозки либо согласованной схемой крепления. Все изменения должны согласовываться с разработчиком проекта или схемы.

7.2. До начала погрузки производитель работ совместно с судовой администрацией должен выполнить разметку мест расстановки грузов на судне в соответствии с проектом перевозки или схемой размещения.

7.3. Наблюдение и контроль за надлежащим выполнением работ по размещению и креплению КТГ осуществляет представитель судовой администрации.

7.4. При недостатке на судне рымов, скоб, обухов, против предусмотренных проектом морской перевозки, они должны быть своевременно установлены.

7.5. Средства крепления должны быть в исправном состоянии, без видимых повреждений, соответствовать требованиям РД 31.21.95-87 "Средства многооборотные для крепления грузов на морских судах" и иметь сертификаты

либо другие документы, подтверждающие их конструкцию и безопасные рабочие нагрузки.

7.6. Найтовы, крепящие КТГ, не должны иметь слабины. При этом талрепы должны иметь запас не менее половины рабочего хода для натяжения найтовов в течение рейса.

7.7. Работы по креплению КТГ должны быть оформлены актом предприятия - исполнителя работ и приняты судовой администрацией. Форма акта приведена в приложении 2 РД 31.11.21.16-96.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СУДНА И СОХРАННОСТИ ГРУЗА В РЕЙСЕ

8.1. В рейсе необходимо принимать меры безопасности, предусмотренные разделом 5 РД 31.11.21.16-96.

8.2. На переходе морем судовая администрация выбирает курс и скорость движения судна, используя прогнозы и карты погоды, предупреждения метеоцентров, таким образом, чтобы избежать встречи с волнами 3%-ной обеспеченности высотой больше, чем это предусмотрено проектом перевозки.

8.3. В процессе перевозки морем могут возникнуть обстоятельства, способствующие смещению груза:

- стремительная качка, вызванная избыточной остойчивостью;
- ослабление найтовов и жестких креплений в результате вибрации;
- разрушение конструкций судна из-за превышения удельных нагрузок, появившихся под воздействием внешних факторов;
- обледенение грузов и палубы.

8.4. Во всех случаях в плавании должны быть проявлены умение управлять судном и должная предусмотрительность в конкретных обстоятельствах рейса, гарантирующие безопасность эксплуатации судна и плавания.

8.5. Во время перехода морем рекомендуется:

- осуществлять регулярный визуальный контроль за состоянием груза;
- ежедневно проверять и выбирать слабину найтовов;
- при обнаружении обрыва найтовов, жестких креплений или смещения груза изменить курс и скорость с целью уменьшения качки и произвести дополнительное подкрепление груза с соблюдением всех мер предосторожности;
- при необходимости, следовать в ближайший порт-убежище либо под защиту берега для выполнения всего комплекса работ по устранению повреждений;
- производить тщательную оценку воздействия на судно ветра и волнения перед выбором варианта маневрирования судна;
- расходование судовых запасов производить равномерно с обоих бортов из минимального числа емкостей для уменьшения площади свободной поверхности в танках и цистернах;
- следовать со скоростью, исключающей слеминг и сильную вибрацию.

8.6. На судах типов ро-ро и ро-флоу должны строго выполняться судовые инструкции по закрытию внутренних ворот и дверей водонепроницаемых переборок.

8.7. Перепускные (спускные) клапаны и клинкеты балластной системы должны использоваться только с разрешения капитана судна.

8.8. При недостаточной остойчивости судна в случае обледенения следует немедленно начать борьбу со льдом, контролировать остойчивость судна и, при необходимости, принимать меры к ее восстановлению.

8.9. Необходимо постоянно следить за состоянием шпигатов, водоотливных сточных колодцев на всех палубах.

8.10. Следует избегать плавания в штормовых условиях, особенно, на попутном волнении. При ухудшении погоды и наличии опасности для судна необходимо укрыться в пунктах или портах-убежищах либо переходить к плаванию в режиме штормования.

8.11. При плавании в штормовых условиях рекомендуется выполнять повороты только в ситуации, связанной с безопасностью мореплавания в светлое время суток и в кратчайшее время. Перед поворотом необходимо убедиться в водонепроницаемости корпуса, герметичности закрытий наружного контура и надежности крепления груза.

8.12. Все особенности перевозки КТГ и принимаемые администрацией судна меры для обеспечения безопасности плавания и сохранности груза рекомендуется отражать в судовом журнале и грузовой книге.

9. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ ПО ПЕРЕГРУЗКЕ КТГ

9.1. При выполнении работ по изготовлению, установке фундаментов, кильблоков и упоров, перегрузке КТГ, швартовке плавкранов, плавсредств, подготовительных операций по перегрузке необходимо руководствоваться действующими:

- "Правилами пожарной безопасности по проведению огневых работ на судах" (РД 31.52.18-87);
- "Правилами охраны труда в морских портах" (ПОТ Р 0-152-31.82.03-96);
- "Правилами техники безопасности на судах морского флота" (РД 31.81.10-91);
- "Правилами технической эксплуатации подъемно-транспортного оборудования морских портов" (РД 31.44.01);
- соответствующими разделами Правил Регистра;
- рабочей технологической документацией портов, разработанной в установленном порядке.

9.2. Руководство и контроль за технологией перегрузки КТГ и других вспомогательных работ, а также инструктаж участников работ выполняются производителем работ в соответствии с действующей в порту технологической

документацией и требованиями проекта перевозки. Проведение инструктажа должно быть отмечено в журнале регистрации и/или в наряде-задании.

9.3. Работы по перегрузке КТГ должны преимущественно выполняться в светлое время суток. При производстве работ в темное время необходимо обеспечить нормативный уровень освещенности.

9.4. При особо ответственных операциях с КТГ по согласованию с капитаном порта может быть приостановлено движение всех судов в зоне производства работ.

9.5. При размещении груза в трюме запрещается:

- заполнять пространство между рыбинсами и КТГ более мелкими грузами для обеспечения доступа к креплению КТГ для контроля в рейсе;
- оставлять незакрепленными КТГ с любой конфигурацией опоры;
- переносить груз краном над рабочими, занятыми креплением ранее погруженных грузов;
- крепить огон найтова за обвязку груза или за части набора судна, если они специально для этой цели не предназначены.

9.6. Безопасный проход по палубным грузам должен быть обеспечен с помощью надежно установленных переходных мостиков, трапов и сходен. Проход должен иметь леерное ограждение по всей длине с обеих сторон. Ширина мостиков трапов и сходен должна быть не менее 0,6 м, а угол наклона к горизонту переходных мостиков, сходен должен составлять не более 30°.

9.7. Найтовы и устройства крепления палубного груза должны быть заведены так, чтобы была обеспечена возможность быстрой их отдачи.

9.8. Снятие проволочных креплений грузов должно производиться исключительно с помощью специальных ножниц.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА КТГ НА БОРТУ СУДНА И ЭЛЕМЕНТОВ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ

1. Классификация сил

К КТГ приложены сила веса, силы инерции при качке, силы трения, реакции опор и элементов крепления. Грузы, находящиеся на открытой палубе, кроме того, подвержены давлению ветра и ударам волн.

На взволнованной поверхности моря судно подвержено продольно-горизонтальным колебаниям, бортовой, килевой, вертикальной качке и рысканию. Все эти движения судна создают поля определенных ускорений, сопровождающихся соответствующими силами инерции.

В расчетах, связанных с креплением грузов на судне, учитываются отдельные, существенно значимые, составляющие перечисленных сил.

Для удобства расчетов вводится связанная с судном система координат. Ее начало расположено в точке пересечения основной плоскости, плоскости миделя и диаметральной плоскости судна. При этом ось X направлена в нос, ось Y - на правый борт и ось Z - вертикально вверх.

2. Силы веса и инерции

2.1. Состояние взволнованной поверхности моря, вызывающей все виды качки судна, характеризуется высотой и периодом волн 3%-ной обеспеченности ($h_{3\%}$, м). В случаях, когда по картам погоды и зарубежным источникам приводятся показатели *значительной высоты* волны, для перехода к *высотам волн 3%-ной обеспеченности* это значение необходимо умножить на коэффициент 1,32.

2.2. Для неограниченного района плавания в качестве расчетной выбирается высота волны 3%-ной обеспеченности равная 11 м.

2.3. В случае, если перевозка производится в ограниченном районе плавания, высота волны 3%-ной обеспеченности определяется по данным табл. П. 2.1 приложения 2 настоящих Правил, либо по данным гидрометеослужб и актуальным прогнозам метеоцентров.

2.4. Если, по ряду причин, нежелательно осуществлять перевозки без ограничения по погоде (слеминг, удары волн о выступающие за борт части груза, наличие часто расположенных портов-убежищ, непродолжительная перевозка), допускается уменьшение расчетной высоты и соответствующее уменьшение прочных размеров элементов крепления грузов.

2.5. В "Инструкции капитану", разрабатываемой в составе проекта перевозки, должны быть четко сформулированы принятые к учету условия плавания и рекомендуемые меры по их соблюдению.

2.6. В любом случае при плавании судна в открытом море расчетное значение высоты волны 3%-ной обеспеченности ($h_{3\%}$) не должно приниматься менее 3 м или указанной в судовом "Свидетельстве на годность к плаванию", что меньше.

2.7. Проекции суммарной силы от веса и инерции КТГ, перевозимых на судах и понтонах, размерения и характеристики которых соответствуют условиям, изложенным в п. 2.8, определяются по формулам:

$$\left.\begin{aligned} \overline{X} &= A\cdot\left(0{,}18+\frac{12}{L}\right), \\ \overline{Y} &= A\cdot\left(0{,}3+\frac{20}{L}\right)\cdot K, \\ \overline{Z} &= 1{,}0+A\cdot\left(0{,}36+\frac{25}{L}\right), \end{aligned}\right\} \qquad (П.1.1)$$

где

$$A = 0{,}25 + 0{,}045h_{3\%} + 0{,}25\sin\left(0{,}286h_{3\%} - 1{,}573\right);$$

$\overline{X}$, $\overline{Y}$, $\overline{Z}$ - наибольшие усилия, действующие на единичные грузы в направлении координатных осей;

L - длина судна между перпендикулярами, м;

K - коэффициент, равный 1 при наличии скуловых килей площадью более 1,5% от площади ватерлинии и равный 1,4 при отсутствии скуловых килей. Если площадь скуловых килей менее 1,5%, значение коэффициента K определяется линейной интерполяцией.

Точка приложения сил $\overline{X}$, $\overline{Y}$, $\overline{Z}$ - центр тяжести каждого груза.

2.8. Формулы П.1.1 пригодны в следующих пределах размерений и характеристик судна:

- длина судна более 80 м;
- ширина судна более 12 м;
- осадка судна более 3 м;
- отношение длины к ширине судна от 5 до 10;
- отношение ширины к осадке судна от 2 до 6;
- поперечная метацентрическая высота от 0,3 до 3,5 м;
- отношение поперечной метацентрической высоты к ширине судна от 0,02 до 0,12;
- число Фруда для расчетной скорости судна от 0 до 0,3;
- центр тяжести груза располагается над верхней палубой судна не выше 6 м.

Пределы применимости формул П.1.1 соответствуют изменениям параметров при производстве массовых расчетов качки судов, выполненных для определения значений $\overline{X}$, $\overline{Y}$ и $\overline{Z}$.

При этом, капитан судна обязан принимать меры по избежанию слеминга:

- произвести балластировку судна для увеличения осадки носом до величины не менее половины высоты волны;
- ограничить скорость на волнении;
- при возникновении слеминга изменить курс судна относительно волнения.

2.9. В случае, если хотя бы один из параметров выходит за указанные выше пределы, необходимо пользоваться рекомендациями п. 2.13 настоящего приложения.

2.10. В случае, если КТГ перевозятся на понтонах с необычным соотношением размерений, необходимо пользоваться рекомендациями п. 2.14 настоящего приложения.

2.11. Если перевозимый груз по длине и ширине выходит за габариты судна, вопрос о возможности применения формул П.1.1 должен решаться проектировщиком и перевозчиком груза с учетом ожидаемых условий рейса.

2.12. В любом случае, если используемые плавсредства имеют очень полные или несудовые формы, следует учитывать возможность возникновения слеминга. Развитый слеминг судна не допускается.

2.13. В случае, если по указанным выше соображениям для определения суммарных составляющих сил веса и сил инерции нельзя воспользоваться формулами П.1.1, а также при желании получить более точные значения сил, необходимо произвести полный расчет качки судна. Расчет следует производить по программе, имеющей допуск Регистра. При этом используемая программа должна учитывать:

- действительную форму корпуса судна, значения метацентрической высоты и скорости судна;
- действительное положение груза;
- размеры скуловых килей или других успокоителей качки, действие которых можно считать надежным;
- угол между направлением движения судна и генеральным направлением бега волн;
- действительное распределение весовой нагрузки;
- нелинейность бортовой качки, связанную с зависимостью неволнового демпфирования от амплитуд качки;
- спектральную плотность волновых ординат, соответствующую заданным высоте волны и среднему периоду волнения (по спектру ОСТ или другому общепринятому спектру).

Расчеты следует производить как для мертвой зыби (правильное регулярное волнение с заданным либо равным 35 соотношением длин и высот волн), так и для двух- или трехмерного нерегулярного волнения с учетом различных значений характерной угловой скорости бортовой качки в зависимости от интенсивности нерегулярного волнения.

В качестве расчетных следует принимать амплитуды качки и ускорений, учитывающих волны 3% обеспеченности.

При производстве расчетов необходимо учитывать уменьшение скорости судна из-за возможности возникновения слеминга. При этом проект перевозки должен содержать сведения о наибольшей допустимой скорости судна в зависимости от высоты волны.

Должны быть разработаны рекомендации по балластировке судна и допустимым курсовым углам волнения.

2.14. Для понтонов прямоугольной формы, имеющих длину от 30 до 80 м, отношение ширины к осадке от 4 до 8, отношение метацентрической высоты к ширине от 0,02 до 0,12, отношение длины к ширине от 3 до 6, эксплуатирующихся при высоте волны 3%-ной обеспеченности в пределах от 2 до 5 м, наибольшие усилия, действующие на единичные грузы, определяются по формулам:

$$\left.\begin{aligned}
\overline{X} &= \frac{h_{3\%}}{5}\cdot\left(0{,}27 - 0{,}001\cdot L - 0{,}01\frac{B}{T}\right),\\
\overline{Y} &= \frac{h_{3\%}}{5}\cdot(0{,}65 - 0{,}0034\cdot L)\cdot\left(0{,}086 + 0{,}035\frac{B}{T}\right)\times\\
&\times\left[1{,}0 + (0{,}015\cdot L - 0{,}45)\cdot\left(\frac{h}{B} - 0{,}02\right)\cdot\left(8 - \frac{B}{T}\right)\right],\\
\overline{Z} &= \frac{h_{3\%}}{5}\cdot\left(1{,}235 - 0{,}0005\cdot L + 0{,}005\frac{B}{T}\right),
\end{aligned}\right\} \qquad \text{(П.1.2)}$$

где

L - длина судна между перпендикулярами, м;

B - ширина судна, м;

T - осадка судна, м;

h - метацентрическая высота судна, м.

3. Силы трения

На опорных поверхностях груза действуют силы трения. Составляющие безразмерной силы трения вдоль осей X и Y определяются по формуле

$$\overline{X}_{тр} = \overline{Y}_{тр} = f_0\cdot\left[\left(2 - \overline{Z}\right) + \frac{\Sigma Z_{пр\,i}}{P}\right], \qquad \text{(П.1.3)}$$

где

f_0 - коэффициент трения покоя, рекомендуемые значения которого приведены в приложении 4 РД 31.11.21.16-96;

$Z_{пр\,i}$ - вертикальная составляющая предварительного натяжения i-го найтова, крепящего груз;

P - масса груза, т.

Величина Z_{npi} учитывается только в том случае, когда есть уверенность, что в течение всего рейса найтовы будут подтягиваться. Величина Z_{npi} определяется по формуле

$$Z_{npi} = 0{,}0833 \cdot T_{разр} \cdot \sin\alpha, \qquad (П.1.4)$$

где

$T_{разр}$ - разрывное усилие найтова, тс;

α - угол наклона найтова к горизонтальной плоскости.

В формуле П.1.3 вертикальная составляющая силы инерции направлена вверх, поэтому вычисленное по ней значение силы трения является минимально возможным (погрешность - в запас прочности элементов крепления груза).

Место приложения силы - точка на опорной поверхности груза.

Для грузов, перевозимых на открытой палубе в зимнее время по Северному морскому пути, трение не учитывается.

4. Силы давления ветра

Силы давления ветра учитываются только для грузов, расположенных на открытой палубе. Составляющие безразмерной силы давления ветра рассчитываются по формулам:

$$\left.\begin{aligned} \bar{X}_n &= 0{,}15 \cdot F'_n / P, \\ \bar{Y}_n &= 0{,}15 \cdot F''_n / P, \end{aligned}\right\} \qquad (П.1.5)$$

где

F'_n и F''_n - часть проекции груза над фальшбортом на плоскость миделя и диаметральную плоскость, м^2. Площади F'_n и F''_n для несплошных конструкций берут с учетом их проницаемости, а в зимнее время - с учетом обледенения, принимая толщину льда равной 0,05 м;

P - масса груза, т.

5. Сила удара волны

Сила удара волны в поперечном направлении учитывается только для грузов, расположенных на открытой палубе на расстоянии не более 3 м от борта.

Значение безразмерной поперечной силы от удара волны определяется по формуле

$$\bar{Y}_w = 0{,}5\left(h_w - h_\phi\right)^2 l / P, \qquad (П.1.6)$$

где

h_w - наибольшая высота груза над ватерлинией, м,
(если $h_w > h_{3\%}$, то принимается $h_w = h_{3\%}$,
если $h_w \le h_\phi$, принимается $\bar{Y}_w = 0$);

$h_ф$ - отстояние верхней кромки фальшборта от действующей ватерлинии, м;

l - длина груза вдоль борта, м;

P - масса груза, т.

Точка приложения силы $\overline{Y}_w$ расположена на расстоянии $h=0,667\,h_ф+0,333\,h_w$ вверх от действующей ватерлинии.

6. Действующие усилия

6.1. Для определения необходимости установки креплений, выбора типа и расчета прочности их элементов определяются силы и моменты, действующие на груз. Эти силы определяются суммированием нагрузок, определенных в разделах 2-5 настоящего приложения. Суммирование производится при самых неблагоприятных соотношениях между составляющими. Поэтому рассчитанные ниже по формулам П.1.7 значения действующих усилий являются нормативными. Для расчета прочности элементов крепления грузов они определены с запасом. Этим объясняется относительно низкое значение коэффициента запаса прочности элементов крепления, определяемое в разделе 7.

Значения действующих усилий определяются по формулам:

$$\left.\begin{aligned} X &= P\cdot\left(\overline{X}+\overline{X}_n-\overline{X}_{тр}\right)\geq 0\,,\\ Y &= P\cdot\left(\overline{Y}+\overline{Y}_n+\overline{Y}_w-\overline{Y}_{тр}\right)\geq 0\,,\\ Z &= P\overline{Z}+\Sigma Z_{пр}\,, \end{aligned}\right\} \qquad (П.1.7)$$

где

P - вес груза, тс или кН;

X - составляющая нормативной силы, сдвигающей груз в направлении оси X, тс или кН;

Y - то же в направлении оси Y, тс или кН;

Z - вертикальная составляющая реакции опоры, тс или кН;

$\overline{X}$, $\overline{Y}$, $\overline{Z}$ - безразмерные величины, определяемые по формулам П.1.1 и П.1.2 либо по результатам расчетов качки судна (см. п.2.13);

$\overline{X}_n$,$\overline{Y}_n$ - безразмерные составляющие сил давления ветра, определяемые по формулам П.1.5;

$\overline{X}_{тр}$,$\overline{Y}_{тр}$ - безразмерные составляющие сил трения, определяемые по формулам П.1.3;

$\overline{Y}_w$ - безразмерная составляющая силы удара волны, определяемая по формуле П.1.6;

$\Sigma Z_{пр}$ - сумма вертикальных составляющих предварительного натяжения найтовов, определенная в соответствии с указаниями п. 3 по формуле П.1.4 с учетом того, что разрывное усилие найтова берется в той же системе единиц, в которой определяется усилие Z.

Вычисленные по формулам П.1.7 значения сил X и Y не могут быть отрицательными, так как силы трения не могут превышать сдвигающие усилия. В связи с этим, если по формулам П.1.7 получаются отрицательные значения X и Y, следует принимать $X = 0$ или $Y = 0$ соответственно.

В этом случае никаких креплений, препятствующих смещению груза, устанавливать не следует.

7. Выбор элементов крепления КТГ

7.1. Конструкция крепления грузов должна, по возможности, содержать минимальное количество элементов, чтобы свести к минимуму неравномерность распределения нагрузки между ними.

По возможности, следует разделить элементы крепления, предназначенные для предотвращения сдвига груза, и элементы, препятствующие его опрокидыванию. При этом нужно стремиться к статически определяемым конструкциям крепления грузов.

С целью уменьшения прочных размеров элементов крепления следует принимать меры для увеличения сил трения между грузом и опорной поверхностью, а элементы крепления, предназначенные для предотвращения опрокидывания груза, следует располагать возможно дальше от предполагаемых осей опрокидывания груза.

Все элементы крепления груза должны быть надежно соединены с конструкциями корпуса, прочность и жесткость которых должны быть проверены расчетом.

7.2. При конструировании креплений следует учитывать и прочность самого груза. В случае, если груз не может выдержать усилий, прилагаемых к нему элементами креплений, следует вводить ограничения по погоде, снижая расчетные значения высот волн $h_{3\%}$, хотя это и связано с увеличением продолжительности рейса, возможными изменениями пути следования, откладыванием перевозки на более благоприятный период и т.п.

7.3. При разработке конструкций крепления груза с разделением элементов крепления на препятствующие сдвигу и опрокидыванию необходимо считать, что предполагаемые поперечные и продольные оси опрокидывания проходят через элементы, препятствующие сдвигу.

7.4. Моменты сил, опрокидывающих груз относительно осей (M_X - относительно продольной, M_Y - относительно поперечной оси), определяются по формулам:

$$\left.\begin{aligned} M_X &= P\cdot\left[\overline{Y}l_{\bar{y}} + \overline{Y}_n l_{yn} + \overline{Y}_w l_{yw} - \left(2-\overline{Z}\right)\cdot l_{yz}\right], \\ M_Y &= P\cdot\left[\overline{X}l_{\bar{x}} + \overline{X}_n l_{xn} - \left(2-\overline{Z}\right)\cdot l_{xz}\right], \end{aligned}\right\} \qquad (П.1.8)$$

где

$l_{\bar{x}}$ и $l_{\bar{y}}$ - плечи сил $\overline{X}$ и $\overline{Y}$, приложенных в центре тяжести груза

относительно предполагаемых осей опрокидывания, м;

l_{xn} и l_{yn} - плечи сил $\bar{X}_n$ и $\bar{Y}_n$, прилагаемых в соответствующих центрах парусности, м;

l_{yw} - плечо силы $\bar{Y}_w$ относительно предполагаемой продольной оси опрокидывания, м;

l_{xz} и l_{yz} - плечи силы *(2-Z)*, приложенной в центре тяжести груза относительно указанных выше осей.

Остальные обозначения соответствуют обозначениям в формулах П.1.7. Схема сил, действующих в поперечной плоскости судна, и возможное расположение элементов крепления показаны на рис. П.1.1.

7.5. Формулы П.1.8 соответствуют рационально спроектированным упорам, препятствующим сдвигу груза, когда реакция этих упоров приложена вблизи опорной поверхности. В противном случае следует учитывать и момент сил трения.

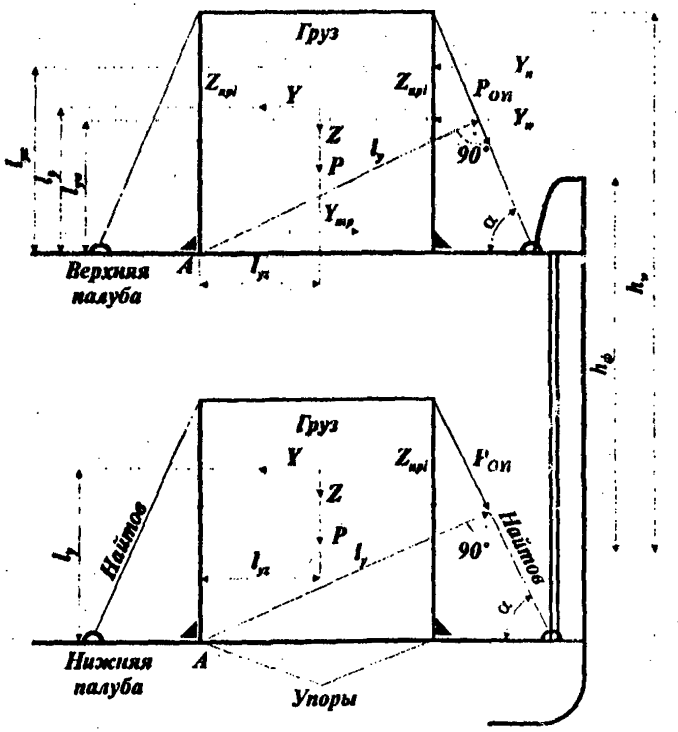


Рис. П.1.1.

7.6. Если в результате расчетов значения моментов M_X и M_Y получились отрицательными, это свидетельствует, что груз является достаточно устойчивым

и, следовательно, никаких креплений, препятствующих его опрокидыванию, устанавливать не следует. Необходимый запас, как это указывалось выше, заложен при определении вертикальной (восстанавливающей) силы с учетом неблагоприятных фазовых соотношений.

7.7. Для рассматриваемой конструкции крепления груза горизонтальные усилия, действующие на одинаковые элементы, препятствующие смещению груза в продольном P_{1X} и в поперечном P_{1Y} направлениях, определяются по формулам:

$$\left.\begin{aligned} P_{1X} &= X/n\,, \\ P_{1Y} &= Y/m\,, \end{aligned}\right\} \qquad \text{(П.1.9)}$$

где

X и Y - нормативные усилия, определяемые по формулам П.1.7, тс или кН;

n и m - количество упоров, препятствующих смещению груза, ед.

Усилия P_{OX} и P_{OY}, растягивающие продольные и поперечные найтовы соответственно, в этом случае определяются по формулам:

$$\left.\begin{aligned} P_{OX} &= \frac{M_Y}{n_0 l_x \cos\beta_x}\,, \\ P_{OY} &= \frac{M_X}{n_0 l_y \cos\beta_y}\,, \end{aligned}\right\} \qquad \text{(П.1.10)}$$

где

M_X и M_Y - моменты, определенные по формулам П.1.8, тс·м;

n_0 и m_0 - количество продольных и поперечных найтовов, ед.;

l_x и l_y - плечи относительно поперечной и продольной осей, м;

β_x и β_y - углы наклона проекций найтовов на горизонтальную плоскость к осям X и Y соответственно.

7.8. В случае, если груз приваривается к палубе, можно считать, что одни и те же сварные швы условно осуществляют раздельные функции, т.е. можно пользоваться формулами П.1.2 и П.1.3, понимая под $n=n_0$ и $m=m_0$ количество одинаковых швов (частей прерывистого шва), а под l_x и l_y - расстояния между поперечными (приблизительно длина груза) и продольными (приблизительно ширина груза) швами соответственно. Усилия, приложенные к сварным швам, определяются по формулам:

$$\left.\begin{aligned} P_X &= \sqrt{P_{1X}^2 + P_{OX}^2}\,, \\ P_Y &= \sqrt{P_{1Y}^2 + P_{OY}^2}\,, \end{aligned}\right\} \qquad \text{(П.1.11)}$$

7.9. В случае, если не удастся разработать конструкцию крепления груза с указанным в п. 7.3 разделением функций, формулы П.1.8 становятся непригодными и усилия в элементах крепления следует определять на основании общих уравнений статики, а для статически неопределимых конструкций на основании уравнений, учитывающих еще и деформации

конструкций. В этом случае расчеты прочности крепления должны быть выполнены проектной организацией.

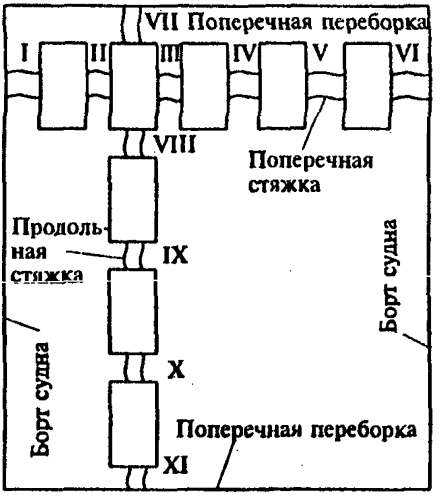


Рис. П.1.2.

7.10. В случае применения группового крепления грузов (рис. П.1.2) расчетная масса груза для определения элементов крепления зависит от его расположения в продольном и поперечном рядах. Расчетная масса груза равна массе данного груза, сложенной с массами грузов, расположенных справа и слева (судя по тому, что больше) в данном поперечном ряду, спереди и сзади (что больше) в данном продольном ряду.

Для примера на рис. П.1.2 показано расположение по 5 ед. одинаковых грузов в поперечном ряду и 4 ед. в продольном. При этом расчетная масса принимается по табл. П.1.1.

Таблица П.1.1

Определение расчетной массы груза

Крепление	Расчетное количество масс грузов, ед.
Поперечное	
I и VI	5
II и V	4
III и IV	3
Продольное	
VII и XI	4
VIII и X	3
IX	2

7.11. Расчет прочности конструкций крепления производится с учетом коэффициента запаса $K_з$=1,3.

Расчетные действующие напряжения, полученные обычными методами строительной механики, при действии указанных выше нагрузок (для рассматриваемой в п. 7.7 конструкции это P_{1X}, P_{1Y}, P_{OX}, P_{OY}) умножаются на $K_з$ и полученное произведение сравнивается с предельными нагрузками для материалов креплений, приведенными ниже.

7.12. В качестве предельных нагрузок на материалы креплений принимаются:

- для жестких связей - нормативный предел текучести стальных элементов и сварных швов $\sigma_T^н$, $\tau_T^н$, МПа (кгс/см^2), табл. П.1.2;
- для древесины - расчетное сопротивление $R_д$; МПа (кгс/см^2), табл. П.1.3;
- для гибких связей - 0,5 $P_{рвзр.}$,

где

$P_{рвзр.}$ - минимальное значение разрывной нагрузки составных элементов найтова (цепи, троса).

Величины $P_{рвзр.}$ определяются по сертификатам либо принимаются по данным приложения 3.

Таблица П.1.2

Нормативный предел текучести стали

Сталь	Предел текучести, МПа (кгс/см^2) $R_{вн}$	Нормативный предел текучести, МПа (кгс/см^2)	
		$\sigma_T^н$	$\tau_T^н$
Ст3	235(2400)	235(2400)	134(1370)
09Г2	315(3200)	305(3115)	174(1777)
10ХСНД	390(4000)	362(3697)	206(2104)

Таблица П.1.3

Расчетное сопротивление древесины $R_д$

Сосна, ель, МПа (кгс/см^2)		Кедр, МПа (кгс/см^2)		Пихта, липа, тополь, МПа (кгс/см^2)	
Вдоль волокон	Поперек волокон	Вдоль волокон	Поперек волокон	Вдоль волокон	Поперек волокон
9,8(100)	1,6(16)	8,8(90)	1,5(15)	7,8(80)	1,4(14)

7.13. Условия прочности и устойчивости конструкций определяются следующими зависимостями:

- для жестких связей $K_э \sigma \le \sigma_т^н$; $K_э \tau \le \tau_т^н$;
- для гибких связей $K_э P \le 0{,}5 P_{разр.}$;
- для сжатых элементов $3 \sigma_т^н \le \sigma_э$,

где

σ - расчетное действующее нормальное напряжение;

τ - расчетное действующее касательное напряжение;

P - расчетное усилие, растягивающее гибкую связь;

$\sigma_э$ - эйлерово напряжение в сжатой связи.

В случае применения статически неопределимых конструкций рекомендуется увеличивать значение коэффициента запаса $K_э$.

Для деталей крепления (талрепы, скобы), прочность которых по нормативным документам задается безопасной (максимальной) рабочей нагрузкой SWL, с последней должны сравниваться действующие усилия P_{OX}, P_{OY}, X, Y и т.п.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

РАСЧЕТНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО ВОЗМОЖНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ВЫСОТ ВОЛН 3%-НОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ

Район плавания	Высота волн, м		
	расчетная (см. примечания 1 и 2)		предельно возможная (не чаще одного раза в 30 лет)
	зимой	летом	
Северное, Берингово, Охотское моря	7,5	6,5	16
Норвежское, Гренландское, Баренцево моря, полярная зона Атлантики	9,0	6,5	16
Балтийское, Белое, Красное моря	6,5	4,5-5,0	12
Карское море	-	8,0	-
Японское море	9,5	4,5	-
Желтое, Восточно-Китайское и Южно-Китайское моря	7,5	6,0	12
Средиземное море	7,0	6,0	12
Черное и Каспийское моря	5,5	4,5	12
Азовское море	-	3,5	-
Умеренная зона Северной Атлантики	11,0	7,5	20
Умеренные зоны Южной Атлантики и Индийского океана	12,0-13,0*	9,0-10,0	23
Умеренная и субтропическая зоны Северной части Тихого океана и умеренная зона Южной части Тихого океана	12,0-13,0*	9,0-10,0	21
Тропическая зона Северной Атлантики	9,0	6,0	16
Тропические зоны Южной Атлантики и Индийского океана	6,0	6,0	14
Тропическая зона Тихого океана и зона экваториально-тропических муссонов Индийского океана	11,0	11,0	20

Примечания: 1. Расчетные значения высот волн 3%-ной обеспеченности наблюдаются в среднем не более 1-2 дней в сезон (3 мес.).

2. Приведенные значения получены в результате обработки справочных данных Регистра СССР "Ветер и волны в океанах и морях". - Л: Транспорт, 1974.

* В расчетах принимать $h_{3\%}$=11 м.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

МАТЕРИАЛЫ И СРЕДСТВА КРЕПЛЕНИЯ

Таблица П. 3.1

Канаты стальные типа ЛК-Р и ТЛК-О
(извлечения из ГОСТ 2688-83 и ГОСТ 3079-80)

Диаметр каната, мм	Маркировочная группа, МПа (кгс/мм^2)							
	1372(140)		1470(150)		1568(160)		1666(170)	
	Разрывное усилие, Н, не менее							
	суммарное всех проволок в канате	каната в целом	суммарное всех проволок в канате	каната в целом	суммарное всех проволок в канате	каната в целом	суммарное всех проволок в канате	каната в целом
	Канат типа ЛК-Р							
9,9	—	—	—	—	57450	48850	61050	51850
16,5	143500	121500	153500	130000	164000	139000	174000	147500
18,0	171000	145000	183000	155000	195500	106000	207500	176000
19,5	197000	167000	211000	179500	225000	191000	239000	203000
21,0	229600	194500	245500	208000	261500	222000	278000	236000
22,5	259000	220000	227500	235500	296000	251000	314500	267000
24,0	295500	250500	316500	269500	337500	287000	359000	304500
25,5	334500	284000	358500	304500	382500	324500	406500	345000
27,0	376000	319000	403000	342000	430000	365000	457000	388000
28,0	408500	346500	437500	371000	466500	396000	495500	421000
30,5	489000	415500	524000	445500	559000	475000	594000	504000
32,0	539000	458000	577500	490500	616000	523500	654500	556000
	Канат типа ТЛК-О							
17,0	—	—	—	—	167500	142000	178000	151000
19,5	185500	157500	199000	169000	212500	180000	225500	191500
21,5	230000	195000	246000	208500	262500	222500	279000	237000
23,0	265000	225000	284500	241500	303500	258000	322500	274000
25,0	309000	262500	331000	281000	353000	300000	375000	318500
27,0	365000	310000	391000	332000	417000	351500	443500	376500
29,0	415500	353500	445000	378000	475000	403500	504500	428500
30,5	469000	398500	502500	427000	536500	455500	570000	484000
33,0	537500	457000	576000	489500	614500	522000	653000	555000

Скоба такелажная

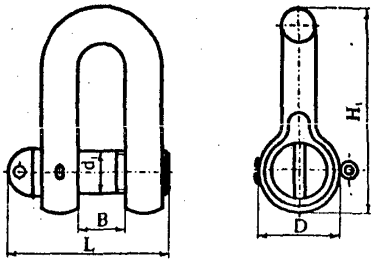


Таблица П. 3.2

Скобы типа СА
(извлечение из ОСТ 5.2312-79)

Тип (марка)		Допускаемая нагрузка, кН (тс)	Основные размеры, мм				
			L	D	H_1	B	d_1
Скоба	СА-50	50(5)	147	75	185	45	39
»	СА-63	63(6,3)	166	80	212	52	42
»	СА-80	80(8)	185	86	235	60	48
»	СА-100	100(10)	203	100	267	65	52
»	СА-125	125(12,5)	216	110	290	70	58
»	СА-160	160(16)	233	120	322	80	64
»	СА-200	200(20)	268	130	362	90	72
»	СА-250	250(25)	289	140	402	95	76
»	СА-320	320(32)	325	160	444	105	90
»	СА-400	400(40)	342	170	474	110	95

Талрепы

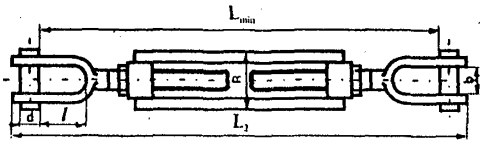


Таблица П. 3.3

Талреп с двумя вилками
(извлечение из ОСТ 5.2314-79)

Тип (марка)	Допускаемая нагрузка, кН (тс)	Основные размеры, мм						
		B	b	d	L_{max}	L_{min}	L_2	l
Талреп 20-ОС-ВВ	20(2)	62	27	20	603	418	518	42,5
» 25-ОС-ВВ	25(2,5)	62	30	22	629	444	554	51,0
» 32-ОС-ВВ	32(3,2)	73	32	25	719	507	632	52,5
» 40-ОС-ВВ	40(4)	73	36	30	757	545	695	53,0
» 50-ОС-ВВ	50(5)	96	40	32	881	633	793	69,0
» 63-ОС-ВВ	63(6,3)	96	44	36	900	652	832	76,0
» 80-ОС-ВВ	80(8)	110	49	40	987	722	922	85,5
» 100-ОС-ВВ	100(10)	110	52	45	1027	762	987	97,5
» 125-ОС-ВВ	125(12,5)	124	58	50	1133	843	1093	105,5
» 160-ОС-ВВ	160(16)	140	63	55	1159	869	1144	111,0
» 200-ОС-ВВ	200(20)	150	68	60	1247	939	1239	120,0

Зажим тросовый

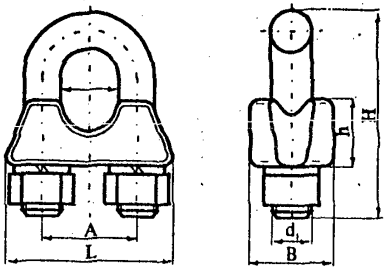


Таблица П. 3.4

Зажим тросовый
(извлечение из ОСТ 24.090.51-80)

Тип (марка)	Диаметр каната, $d_к$, мм	Размеры, мм						
		A	B	L	H	b	d_1	h
19	От 16 до 19	36	34	66	80	20	M16	24
22	» 19 » 22	40	36	70	86	24	M16	27
25	» 22 » 25	48	40	84	100	28	M20	31
28	» 25 » 28	50	42	86	110	30	M20	35
32	» 28 » 32	58	48	102	125	34	M24	40
36	» 32 » 36	62	50	105	135	38	M24	42

Коуш

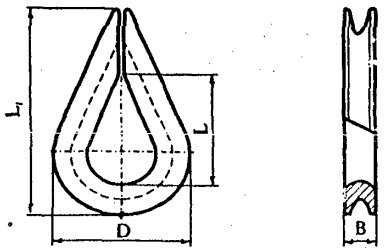


Таблица П. 3.5

Коуш
(извлечение из ОСТ 5.2313-79)

Тип (марка)	Допускаемая нагрузка, кН (тс)	Диаметр каната наибольший, мм	Основные размеры, мм			
			D	L	L_1	B
Коуш С32	32(3,2)	17,5	52	86	176	25
» С40	40(4)	19,5	60	105	198	27
» С50	50(5)	22,0	66	115	226	31
» С63	63(6,3)	26,0	73	122	244	36
» С80	80(8)	29,0	82	135	261	39
» С100	100(10)	32,0	92	152	277	43

Обух

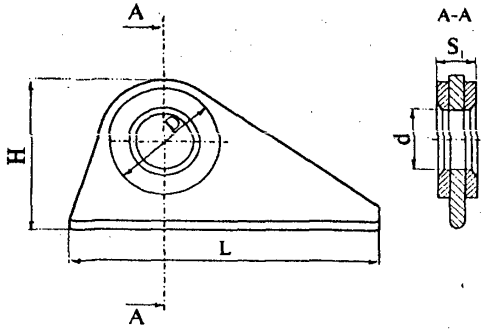


Таблица П. 3.6

Обух
(извлечение из ОСТ 5.2045-79)

Тип (марка)	Допускаемая нагрузка, кН (тс)	Основные размеры, мм				
		D	d	H	L	S_1
Обух 1-1-32	32(3,2)	62	36	98	170	24
» 1-1-50	50(5)	74	42	115	200	32
» 1-1-80	80(8)	92	54	141	245	38
» 1-1-125	125(12,5)	110	64	171	290	46
» 1-1-160	160(16)	115	68	185	330	58
» 1-1-200	200(20)	132	75	203	345	64
» 1-1-250	250(25)	152	88	225	350	80
» 1-1-320	320(32)	188	95	243	380	90
» 1-1-400	400(40)	192	105	265	400	100

Цепь

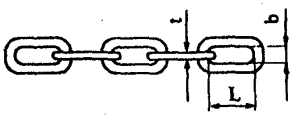


Таблица П. 3.7

Цепи фирмы "Спан Сет Марин"

Тип (марка)	Размеры цепи, мм			Разрывная нагрузка, кН (тс)
	t	L	b	
A1-9	9	53	16	100(10)
A1-11	11	62	18	150(15)
A1-13	13	68	22	200(20)
A1-14	14	88	24	230(23)
A1-16	16	88	27	300(30)
A1-19	19	100	35	500(50)

Рым палубный

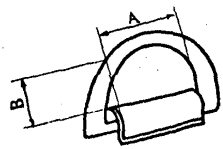


Таблица П. 3.8

Рымы палубные фирмы "Спан Сет Марин"

Тип	Размеры, мм		Масса, кг	Разрывная нагрузка, кН (тс)
	A	B		
D3A-8	100	80	2,5	160(16)
D3A-18	100	78	2,5	360(36)
D3A-23	100	75	3,5	450(45)
D3A-30	100	70	4,0	600(60)

Рычаг натяжной к цепному найтову

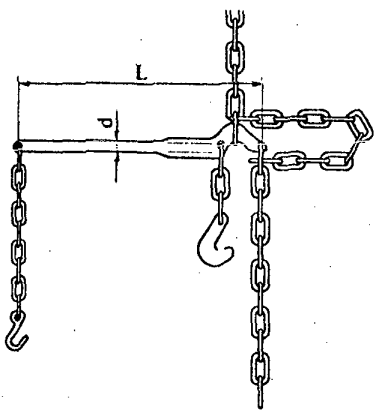


Таблица П. 3.9

Рычаги фирмы "Спан Сет Марин"

Тип (марка)	Диаметр цепи, мм	Характеристики			Наименьшее разрушающее усилие, кН (тс)
		L, мм	d, мм	Масса, кг	
A8A:1	9	600	22	2,8	100(10)
A8A:2	11	650	25	4,3	150(15)
A8A:3	13	800	25	7,2	200(20)
A8	14-16	650	35	8,0	300(30)

Найтовы цепные

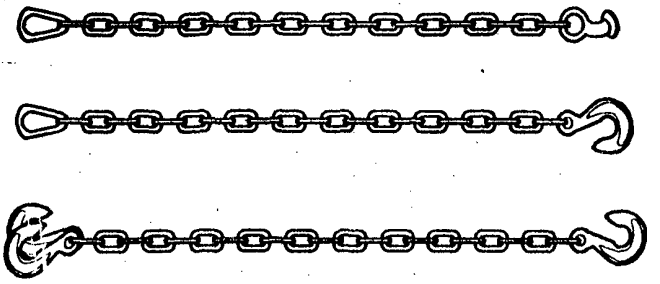


Таблица П. 3.10

Найтовы цепные фирмы "Спан Сет Марин"

Диаметр цепи, мм	Длина цепи L, м	Наименьшее разрушающее усилие, кН (тс)
9		100(10)
11	3, 4, 6, 8	150(15)
13	12, 16, 18	200(20)
14		230(23)
16		300(30)
19		500(50)

Крюк закладной

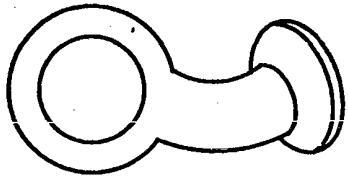


Таблица П. 3.11

Крюк закладной фирмы "Спан Сет Марин"

Тип (марка)	Диаметр цепи, мм	Наименьшее разрушающее усилие, кН (тс)
A6A-S	9-14	230(23)
A6A	9-13	200(20)

Стопор контейнерный

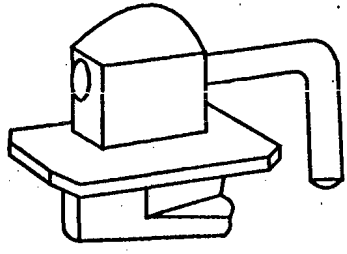


Таблица П. 3.12

Стопоры фирмы "Спан Сет Марин"

Тип (марка)	Габаритные размеры, мм			Масса, кг	Наименьшее разрушающее усилие, кН (тс)
	длина	ширина конуса	высота		
С3А	114	54	107	5,0	300(30)
С5Н	114	54	125	6,0	300(30)
С5В	114	54	128	6,7	450(45)

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА УСИЛИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ГРУЗ

Пример 1. Рассчитать усилия и спроектировать элементы крепления груза, перевозимого на верхней палубе судна, имеющего следующие размерения и характеристики:

- длина между перпендикулярами, м, $L=110,0$
- ширина, м, $B=15,0$
- высота борта, м, $H=8,0$
- осадка, м, $T=4,8$
- метацентрическая высота, м, $h=0,8$
- скорость судна, узлы, $V=13,0$
- высота фальшборта над верхней палубой, м, $h_{ф.п}=1,2$

Судно не имеет скуловых килей.

Груз массой 200 т и размерами 10×4×3 м расположен на верхней палубе у борта. Координаты центра тяжести груза $X_x=25,0$ м; $Y_y=4,0$ м; $Z_z=10,0$ м. Расположение груза соответствует верхней части рис. П.1.1. Судно совершает рейс в океане в летнее время. Кроме указанного груза, на судне имеются другие грузы, доставка которых не должна быть задержана.

В связи с этим расчетная высота волны 3%-ной обеспеченности принимается максимально возможной $h_{3\%}$=11 м. Определяем отношения:

длины к ширине 110:15=7,33;

ширины к осадке 15:4,8=3,125;

метацентрической высоты к ширине 0,8:15=0,053.

Число Фруда

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gL}} = \frac{0,514 \cdot 13}{\sqrt{9,81 \cdot 110}} = 0,2.$$

Центр тяжести груза располагается выше верхней палубы на величину 10,0-8,0=2,0 м.

Все параметры укладываются в пределы, указанные в п. 2.8 приложения 1 настоящих Правил, поэтому наибольшие усилия, действующие на единичные грузы, могут определяться по формулам П.1.1.

$$A = 0,25 + 0,0454 h_{3\%} + 0,25 \sin(0,286 h_{3\%} - 1,573) =$$
$$= 0,25 + 0,0454 \cdot 11 + 0,25 \sin(0,286 \cdot 11 - 1,573) = 0,756;$$

$$\bar{X} = A \cdot (0,18 + \frac{12}{L}) = 0,756 \cdot (0,18 + \frac{12}{110}) = 0,22;$$

$$\bar{Y} = A \cdot (0,3 + \frac{20}{L}) \cdot K = 0,756 \cdot (0,3 + \frac{20}{110}) \cdot 1,4 = 0,51;$$

$$\bar{Z} = 1,0 + A \cdot (0,36 + \frac{25}{L}) = 1,0 + 0,756 \cdot (0,36 + \frac{25}{110}) = 1,44.$$

Безразмерные составляющие сил трения определяются по формуле П.1.3:

$$\bar{X}_{тр} = \bar{Y}_{тр} = f_0 \left[(2 - \bar{Z}) + \frac{\Sigma Z_{пр}}{P} \right] = 0,55 [(2 - 1,44) + 0] = 0,31 ,$$

где

f_0=0,55 - коэффициент трения дерева по металлу.

Предварительное натяжение найтовов не учитывается, так как по ряду причин нельзя гарантировать подтягивание найтовов в течение всего рейса.

Безразмерные силы давления ветра определяются по формулам П.1.5:

$$\bar{X}_n = 0,15 F_n' / P = 0,15 \cdot 7,2 / 200 = 0,0054 ,$$
$$\bar{Y}_n = 0,15 F_n'' / P = 0,15 \cdot 18 / 200 = 0,0135 ,$$

где

проекция груза на плоскость миделя F_n' = 4 (3-1,2) = 7,2 м^2;

проекция груза на диаметральную плоскость F_n'' = 10 (3-1,2) = 18 м^2.

Масса груза P = 200 т.

Безразмерная поперечная сила от удара волны определяется по формуле П.1.6:

$$\bar{Y}_w = 0,5 (h_w - h_\phi)^2 l / P = 0,5 (6,2 - 4,4)^2 10 / 200 = 0,081 ,$$

где

l = 10 м - длина груза вдоль борта;

h_ϕ = 8 + 1,2 - 4,8 = 4,4 м - высота фальшборта над ватерлинией;

h_w = 8 + 3 - 4,8 = 6,2 м - наибольшая высота груза над ватерлинией,

($h_w < h_{3\%}$ - коррекция в величину h_w не вводится).

Действующие усилия определяются по формулам П.1.7:

$$X = P \cdot (\bar{X} + \bar{X}_n - \bar{X}_{тр}) = 200 \cdot (0{,}22 + 0{,}0054 - 0{,}310) \approx -16{,}9 \text{ тс};$$

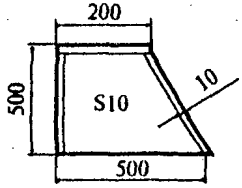
$$X < 0;\ X = 0;$$

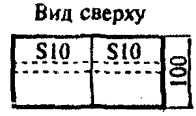
$$Y = P \cdot (\bar{Y} + \bar{Y}_n + \bar{Y}_w - \bar{Y}_{тр}) = 200 \cdot (0{,}510 + 0{,}0135 + 0{,}081 - 0{,}310) \approx 58{,}9 \text{ тс};$$

$$Z = P\bar{Z} + \Sigma Z_{пр} = 200 \cdot 1{,}44 + 0 = 288 \text{ тс}.$$

Груз представляет собой мощную металлическую конструкцию, закрепленную на деревянном основании. Найтовы и упоры могут быть установлены практически в любых местах груза. Упоры и крепления найтовов могут быть установлены практически на любой жесткой связи на судне.

Из конструктивных соображений устанавливаются одинаковые упоры, привариваемые к палубе двусторонним швом катетом 6 мм. Предельная нагрузка, на которую рассчитан упор, равна 50 тс.





Опасная нагрузка от сил, действующих на упоры, исходя из значений коэффициента запаса $K_з = 1{,}3$, равна:

$$X_{опасн} = K_з X = 1{,}3 \cdot 0 = 0 \text{ тс},$$

$$Y_{опасн} = K_з Y = 1{,}3 \cdot 58{,}9 = 76{,}57 \text{ тс}.$$

Таким образом, к продольным сторонам груза достаточно установить (76,57/50=2) по 2 упора с каждой стороны, а к поперечным сторонам можно упоры не устанавливать.

По формулам П.1.8 определяем моменты сил, опрокидывающие груз относительно осей, проходящих через устанавливаемые упоры:

$$M_X = P \cdot \left[\bar{Y} l_{\bar{Y}} + \bar{Y}_n l_{yn} + \bar{Y}_w l_{yw} - (2 - \bar{Z}) l_{xz}\right] =$$

$$= 200 \cdot [0{,}510\, 2{,}0 + 0{,}0135\, 2{,}1 + 0{,}081 \cdot (0{,}667 \cdot 4{,}4 + 0{,}333 \cdot 6{,}2 - 3{,}2) -$$

$$- (2 - 1{,}44)2] \cong 14{,}8 \text{ тс} \cdot \text{м},$$

$$M_Y = P \cdot [\bar{X} l_{\bar{X}} + \bar{X}_n l_{xn} - (2 - \bar{Z}) l_{xz}] =$$

$$= 200 \cdot [0{,}22 \cdot 2{,}0 + 0{,}0054 \cdot 2{,}1 - (2 - 1{,}44)5] < 0,$$

$$M_Y = 0.$$

Следует установить найтовы, препятствующие опрокидыванию груза только вокруг продольной оси. Из конструктивных соображений устанавливаем найтовы в плоскости упоров. Тогда с каждой стороны груза будет установлено по $m_0 = 2$ найтова.

Усилие, действующее на один найтов, определяется по формуле П.1.10:

$$P_{OY} = \frac{M_x}{m_o l_y \cos\beta_y} = \frac{14,8}{2 \cdot 5 \cdot 1} = 1,48 \text{ тс},$$

где

$l_y = 5$ м - плечо поперечного найтова относительно продольной оси.

Опасная нагрузка троса равна 0,5 $P_{разр}$.

Следовательно, согласно рекомендациям п. 7.13 приложения 1 настоящих Правил

$$K_з P_{OY} \le 0,5\ P_{разр},$$

откуда разрывное усилие стального каната

$$P_{разр} \ge 2K_з P_{OY} = 2 \cdot 1,3 \cdot 1,48 = 4,88 \text{ тс} \approx 48800 \text{ Н}.$$

Этому разрывному усилию по табл. П.3.1 соответствует стальной канат диаметром 8,9 мм, типа ЛК-Р, маркировочной группы 1568 МПа (160 кгс/мм^2).

Талрепы и скобы выбираются таким образом, чтобы их допустимая нагрузка была не менее 1,48 тс: скоба СА-20 - по ОСТ 5.2312-79, талрепы 20-ОС-ВВ - по ОСТ 5.2314-79.

Палуба судна должна быть рассчитана на предельную нагрузку $K_з \cdot Z = 1,3 \cdot 288 = 374$ тс.

Пример 2. Рассчитать усилия, действующие на тот же груз, перевозимый на том же судне, что и в примере 1, с той разницей, что судно оборудовано скуловыми килями, а груз расположен в трюме.

Центр тяжести груза $X = 25,0$ м; $Y = 4,0$ м; $Z = 2,5$ м. Расположение груза соответствует нижней части рис. П.1.1.

Ни один из параметров не выходит за пределы, указанные в примере 1. Безразмерные составляющие от веса и сил инерции, действующие на единичный груз:

$$\bar{X} = 0,22 \cdot Z = 1,44, \text{ как в примере 1;}$$

$$\bar{Y} = 0,756 \cdot (0,3 + \frac{20}{110}) \cdot 1,0 = 0,364.$$

Безразмерные составляющие сил трения $\bar{X}_{тр} = \bar{Y}_{тр} = 0,310$ такие же, как в примере 1.

Составляющие сил давления ветра и силы удара волны равны нулю, так как груз размещен в трюме.

Действующие усилия по формулам П.1.7:

$$X = P \cdot (\bar{X} + \bar{X}_n - \bar{X}_{тр}) = 200 \cdot (0{,}22 + 0 - 0{,}310) \approx -18 \text{ тс};$$

$$X < 0;\ X = 0;$$

$$Y = P \cdot (\bar{Y} + \bar{Y}_n + \bar{Y}_w - \bar{Y}_{тр}) = 200 \cdot (0{,}364 + 0 + 0 - 0{,}310) = 10{,}8 \text{ тс};$$

$$Z = 288 \text{ тс, как в примере 1.}$$

Опасная нагрузка от действующих усилий на упоры, исходя из значения коэффициента запаса $K_з=1{,}3$, равна:

$$X_{опасн} = K_з X = 1{,}3 \cdot 0 = 0 \text{ тс};$$

$$Y_{опасн} = K_з Y = 1{,}3 \cdot 10{,}8 \approx 14 \text{ тс}.$$

Таким образом, к продольным сторонам груза достаточно установить по два упора, рассчитанным на опасную нагрузку 20 тс, а к поперечным сторонам - не устанавливать.

По формулам П.1.8 определяем моменты сил, опрокидывающие грузы относительно осей, проходящих через устанавливаемые упоры:

$$M_X = P \cdot \left[\bar{Y} l_y + \bar{Y}_n l_{yn} + \bar{Y}_w l_{yw} - (2 - \bar{Z}) l_{xz}\right] =$$

$$= 200 \cdot [0{,}364 \cdot 2{,}0 + 0 + 0 - (2 - 1{,}44)2] < 0;$$

$$M_Y = P \cdot [\bar{X} l_x + \bar{X}_n l_{xn} - (2 - \bar{Z}) l_{xz}] =$$

$$= 200 \cdot [0{,}29 \cdot 2{,}0 + 0 - (2 - 1{,}59)5] < 0;$$

$$M_X = 0;\ M_Y = 0.$$

Найтовы не нужны, так как опрокидывание груза не произойдет.

gost.e-ecolog.ru