РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

Электронный аналог печатного издания,
утвержденного 17.02.05

ПРИЛОЖЕНИЯ

К РУКОВОДСТВУ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ НАБЛЮДЕНИЮ ЗА РЕМОНТОМ МОРСКИХ СУДОВ

НД No 2-030101-021

Санкт-Петербург

2005

gost.e-ecolog.ru

Настоящие Приложения являются частью Руководства по техническому наблюдению за ремонтом морских судов и предназначены для инспекторского состава, судоремонтных предприятий, экипажей судов и судовладельцев в качестве руководства по проведению освидетельствований и испытаний отдельных объектов технического наблюдения Регистра при их ремонте, оформлению отчетных документов Регистра по результатам освидетельствований, инструкций по определению технического состояния, проведению замеров толщин и т. п., техническому наблюдению за ремонтом.

Приложения публикуются отдельной книгой.

ISBN 5-89331-048-9

© Российский морской регистр судоходства, 2005

СОДЕРЖАНИЕ

1 Перечень объектов и работ по корпусной части, подлежащих техническому наблюдению Регистра при ремонте судов. 4

2 Рекомендации по конструктивному оформлению элементов и узлов корпусных конструкций морских судов 9

3 Инструкция по определению технического состояния, обновлению и ремонту корпусов морских судов 89

4 Контроль вырезки отверстий и вварки деталей, узлов и конструкций в замкнутый контур 160

5 Обработка металла: основные положения по контролю 161

6 Типовая подготовка и типовой ремонт сварных кромок при ручной дуговой сварке стыковых и угловых/тавровых швов 163

7 Техническое наблюдение за восстановлением корродированных сварных швов наплавкой при ремонте морских судов. . 172

8 Назначение минимальных объемов рентгенографического или ультразвукового контроля при проверке качества сварных швов при ремонте корпусных конструкций. . . 175

9 Техническое наблюдение за ремонтом конструкций с трещинами с использованием сварки 177

10 Ремонт корпусных конструкций морских судов 179

11 Особенности технического наблюдения за ремонтом элементов рулевых устройств . 264

12 Инструкция по техническому наблюдению за дуговой наплавкой стальных деталей судовых тел вращения при изготовлении и ремонте 278

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПЕРЕЧЕНЬ ОБЪЕКТОВ И РАБОТ ПО КОРПУСНОЙ ЧАСТИ, ПОДЛЕЖАЩИХ ТЕХНИЧЕСКОМУ НАБЛЮДЕНИЮ РЕГИСТРА ПРИ РЕМОНТЕ СУДОВ

1. Перечень на основании Правил РС устанавливает объекты и работы, подлежащие наблюдению Регистра при ремонте, предписанные при наблюдении за освидетельствованиями и испытаниями, их порядок.

2. Перечень может быть изменен при техническом наблюдении за ремонтом устройств, механизмов, оборудования и систем принципиально новой конструкции.

3. Пояснения.

Проверка технической документации — проверка наличия одобренной (согласованной) технической документации, относящейся к освидетельствуемому объекту наблюдения (рабочие чертежи, технологические процессы, технические условия на ремонт, стандарты и другие нормативно-технические документы), документов ОТК (акт ОТК, журнал операционного контроля и т.п.) на предъявляемую продукцию/работу, подтверждающих соответствие объекта наблюдения одобренной технической документации, квалификационных документов сварщиков, операторов.

Контроль материала — проверка наличия сертификатов Регистра и клеймения в случаях, предусмотренных Перечнем объектов наблюдения Регистра и/или других документов на материал и маркировки, соответствие материала одобренной документации.

Наружный осмотр — проверка соответствия детали, изделия, конструкции технической документации, отсутствия наружных дефектов, характер и размеры которых превышают допустимые.

Контроль размеров — проверка раз-меров, отклонения формы и расположения поверхностей детали, изделия и конструкции по документам ОТК (карты обмеров, зазоров и т.п.). В необходимых случаях и по требованию инспектора замеры могут быть выполнены на месте и в его присутствии.

Неразрушающий контроль — проверка результатов неразрушающего контроля, выполненных аккредитованной лабораторией.

Испытания — проверка материала, детали, изделия, конструкции, устройства на герметичность и непроницаемость; прочностных характеристик — пробным грузом, бросанием, на растяжение, гидравлическим давлением; заданных характеристик и параметров (швартовные и ходовые испытания).

Проверка в действии — проверка в работе механизмов, устройств, оборудования и систем по прямому назначению после их испытания по одобренной Регистром программе или согласно другим действующим документам, а также приемки ОТК.

4. Результаты промежуточных приемок, а также окончательная приемка продукции/работ оформляются документами о качестве принятой на предприятии и согласованной с Регистром формы, заверенными инспектором Регистра.

5. Сокращения.

ИЛ — испытательная лаборатория;

ОТК — отдел технического контроля;

РС — Российский морской регистр судоходства;

ТД — техническая документация.

Перечень объектов и работ по корпусной части, подлежащих техническому наблюдению Регистра при ремонте судов

1. Корпус

№ п/п	Объекты, процессы, подлежащие наблюдению Регистра	Проверка ТД	Контроль материалов	Наружный осмотр и контроль размеров (в тч. до и после сварки)	Неразрушающий контроль	Испытание на непроницаемость	Проверка зазоров между кромками лопастей и насадки	Подготовка поверхности под балласт	Контроль взвешивания
1.1	Замена листов наружной обшивки и конструкций, образующих непроницаемый контур с набором, палуб и платформ, второго дна, водонепроницаемых переборок и цистерн, надстроек и рубок. Технологические вырезы	+	+	+	+	+	+	—	—
1.2	Ремонт корпусных конструкций с применением накладных листов	+	+	+	—	+	—	—	—
1.3	Правка вмятин по корпусу, подкрепление корпусных конструкций	+	+	+	+	+[1)]	—	—	—
1.4	Заварка спускных и контрольных отверстий	+	—	+	+[1)]	+	—	—	—
1.5	Ремонт дефектных сварных швов	+	+	+	+	+	—	—	—
1.6	Ремонт и изготовление фундаментов под главные механизмы и котлы, вспомогательные механизмы, оборудование и устройства, входящие в «Номенклатуру РС»	+	+	+	+[2)]	+[3)]	—	—	—
1.7	Неповоротные насадки	+	+	+	+	+	+	—	—
1.8	Штевни, брусковые кили, дейдвудные трубы, якорные, швартовные и буксирные клюзы	+	+	+	+	+[3)]	—	—	—
1.9	Испытания цистерн	+	+	+	+	+	—	—	—
1.10	Защитные покрытия балластных и грузовых танков, окраска постов управления, жилых и служебных помещений, противообрастающие покрытия корпуса судна	+	—	—	—	—	—	—	—
1.11	Грузовые марки	+	—	+	—	—	—	—	—
1.12	Твердый балласт	+	—	+	—	—	—	+	—

2. Устройства, оборудование и снабжение

№ п/п	Объекты, процессы, подлежащие наблюдению Регистра	Проверка ТД	Контроль материалов	Наружный осмотр и контроль размеров (в тч. до и после сварки)	Неразрушающий контроль	Контроль монтажа и размещения	Швартовные и ходовые испытания
2.1	**Рулевые устройства**	+	—	—	—	+	+
2.1.1	Баллеры, включая их фланцы, съемный рудерпост, румпель, сектор, штыри	+	+	+	+	+	—
2.1.2	Перо руля, поворотная насадка	+	+	+	+	+	—
2.1.3	Подшипники (втулки) баллера, рудерпоста, штырей пера руля, насадки	+	+	+	—	+	—
2.1.4	Детали соединения баллера с пером руля, насадкой, рудерпоста с ахтерштевнем	+	+	+	—	+	—
2.1.5	Ограничители перекладки пера руля, поворотной насадки	+	+	+	—	+	—
2.1.6	Монтаж рулевого устройства	**1.** Контроль соосности подшипников рулевого устройства, баллера с пером руля (насадкой) **2.** Проверка качества пригонки «на краску» присоединительных поверхностей фланца баллера, пера руля, насадки съемного рудерпоста **3.** Проверка качества пригонки «на краску» конусов штырей и баллеров, съемного рудерпоста по посадочным местам в ахтерштевне, петлях пера руля, насадки **4.** Проверка качества обработки отверстий под призонные болты во фланцевых соединениях **5.** Проверка посадки и крепления штырей, болтов фланцевых соединений, их стопорение **6.** Проверка качества пригонки «на краску» упорного гребня упорного подшипника баллера **7.** Монтаж упорного подшипника баллера **8.** Непроницаемость уплотнений баллера **9.** Контроль зазоров в подшипниках и петлях, между лопастями гребного винта и насадкой, ограничение подъема пера руля насадки **10.** Проверка усилия и углов перекладки пера руля (насадки)					

№ п/п	Объекты, процессы, подлежащие наблюдению Регистра	Проверка ТД	Контроль материалов	Наружный осмотр и контроль размеров (в тч. до и после сварки)	Неразрушающий контроль	Испытание на непроницаемость (герметичность)	Испытание бросанием	Испытание пробной нагрузкой	Монтаж и размещение на судне	Проверка в действии	Швартовные и ходовые испытания
2.2	**Якорные устройства**										
2.2.1	Якоря	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+
2.2.2	Цепи якорные и детали их соединения	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+
2.2.3	Стопоры якорные	+	+	+	+	—	—	+	+	+	—
2.2.4	Устройство для крепления и отдачи коренного конца якорной цепи	+	+	+	+	—	—	—	+	+	—
2.2.5	Якорные клюзы	+	+	+	+	+	+	—	+	—	—
2.3	**Швартовные устройства**	+	—	—	+	—	—	—	+	—	—
2.3.1	Кнехты, утки, киповые планки, роульсы и стопоры, клюзы	+	+	+	+	—	—	—	—	+	—
2.4	**Буксирное устройство**										
2.4.1	Буксирные гаки и устройства отдачи буксирного троса	+	+	+	+	—	—	+	+	+	—
2.4.2	Битенги, кнехты, киповые планки, клюзы, роульсы, канифас-блоки, буксирные дуги	+	+	+	—	—	—	—	+	+	—
2.5	**Сигнальные мачты**										
2.5.1	Мачты, металлический и деревянный рангоут, несъемные детали	+	+	+	+	—	—	—	—	+	—
2.5.2	Детали съемного стоячего такелажа	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—
2.6	**Устройства и закрытия отверстий в корпусе, надстройках и рубке**										
2.6.1	Иллюминаторы бортовые и палубные, окна рубочные Люки (сходные, световые, вентиляционные) Лацпорты, двери наружные в надстройках и рубках Крышки грузовых люков	**1.** Проверка ТД **2.** Контроль материалов **3.** Наружный осмотр и контроль размеров до и после сварки **4.** Неразрушающий контроль **5.** Проверка: **5.1** кромок уплотнительных буртов и прокладок **5.2** прилегания прокладок и совпадение буртов с серединой уплотнительных прокладок в закрытом состоянии **5.3** глубины вдавливания в задраенном положении **6.** Проверка в действии **7.** Испытание на непроницаемость **7.1** Проверка ТД **7.2** Контроль материалов **7.3** Наружный осмотр и контроль размеров до и после сварки **7.4** Проверка качества пригонки «на краску» **7.5** Проверка в действии **7.6** Испытание на непроницаемость									
2.6.3	Двери в переборках деления судна на отсеки (скользящего типа)										
2.7	**Оборудование помещений**										
2.7.1	Настил, рыбинсы, обшивка	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
2.7.2	Трапы наклонные и вертикальные	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
2.7.3	Ограждение леерное, мостики переходные, фальшборт	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
	3. Противопожарная защита										
3.1.	**Защита конструктивная**										
3.1.1	Переборки, палубы, подволоки противопожарные	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
3.1.2	Двери противопожарные	+	+	+	—	+	—	—	—	+	—
3.1.3	Заслонки противопожарные систем вентиляции	+	+	+	—	—	—	—	—	+	—
3.1.4	Плавкие вставки	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—

4. Спасательные средства

№ п/п	Объекты, процессы, подлежащие наблюдению Регистра	Проверка ТД	Контроль материалов	Наружный осмотр и контроль размеров (в т.ч. до и после сварки)	Неразрушающий контроль	Наружный осмотр и проверка монтажа	Испытания на прочность и непроницаемость корпуса	Испытания на непроницаемость воздушных ящиков	Статические и динамические испытания	Испытания пробной нагрузкой
4.1	Шлюпки спасательные	+	+	+	+	+	+	+	—	—
4.2	Спусковые устройства	+	—	—	—	+	—	—	—	+
4.3	Подвески, стопоры, направляющие шкивы, талрепы	+	+	+	—	—	—	—	—	+
4.4	Лопари шлюпбалок	+	+	+	+	+	—	—	—	+

5. Сигнальные средства

№ п/п	Объекты, процессы, подлежащие наблюдению Регистра	Проверка ТД	Контроль комплектующих изделий	Наружный осмотр	Проверка монтажа	Проверка в действии
5.1	Фонари сигнально-отличительные и сигнально-проблесковые	+	+	+	+	+
5.2	Звуковые сигнальные средства	+	+	+	+	+

6. Грузоподъемные устройства

№ п/п	Объекты, процессы, подлежащие наблюдению Регистра	Проверка ТД	Контроль материалов	Наружный осмотр и контроль размеров (в т.ч. до и после сварки)	Неразрушающий контроль	Испытания на герметичность	Монтаж и размещение	Испытания пробной нагрузкой
6.1	Грузоподъемное устройство в сборе	+	—	—	+	+	+	+
6.2	Металлоконструкции с постоянно установленными несъемными деталями	+	+	+	+	+	+	+
6.3	Несъемные детали (обухи, вертлюги, башмаки, вилки, бугели, врезные шкивы и др.)	+	+	+	+	—	+	+
6.4	Заменяемые детали (блоки, гаки, скобы, вертлюги, треугольные планки)	+	+	+	+	—	+	+
6.5	Такелаж	+	+	+	—	—	+	+

7. Материалы

7.1.	**Поковки из чёрных и цветных металлов**	**1.** Проверка ТД
7.1.1	Корпус судна:	**2.** Контроль материалов и термообработки
	штевни, брусковые кили, кронштейны валопроводов	**3.** Неразрушающий контроль
7.1.2	Рулевое устройство:	**4.** Испытания
	баллеры	**5.** Наружный осмотр, проверка размеров и клеймения
	перо руля	
	поворотные насадки	
	съёмные рудерпосты	
	штыри рулей и поворотных насадок	
7.1.3	Якорное и швартовное устройства:	
	якорные и швартовные цепи, комплектующие их изделия	
	якоря	
7.1.4	Буксирное устройство:	
	буксирные гаки	
	буксирные дуги с деталями их крепления к корпусу	
7.1.5	Рулевые приводы:	
	румпель, сектор главного и вспомогательного приводов	
	вал приводной	
7.1.6	Брашпили, шпили, швартовные и буксирные лебёдки:	
	валы приводные, промежуточные, грузовые	

7.2	**Отливки из чёрных и цветных металлов**	
7.2.1	Корпус судна:	
	штевни, брусковые кили, кронштейны валопроводов	
7.2.2	Рулевое устройство:	
	перо руля	
	поворотные насадки	
7.2.3	Якорное и швартовное устройства:	
	якоря	
	якорные и швартовные цепи, комплектующие их изделия	
7.2.4	Рулевые приводы:	
	румпель, сектор главного и вспомогательного приводов	

[1)]По требованию инспектора РС.
[2)]Для фундаментов под главные механизмы и котлы.
[3)]В предусмотренных случаях.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНСТРУКТИВНОМУ ОФОРМЛЕНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ И УЗЛОВ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ МОРСКИХ СУДОВ

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие рекомендации 9
1.1 Основные положения 9
1.2 Конструкция балок основного и рамного набора 11
1.3 Соединения балок основного и рамного набора 19
1.4 Вырезы в палубах, бортах и продольных переборках 24
1.5 Сварные соединения 30
2 Требования к отдельным конструкциям . 31
2.1 Наружная обшивка 31
2.2 Днищевой набор 34
2.3 Бортовой набор 43
2.4 Палубы 50
2.5 Переборки 58
2.6 Второстепенные переборки (опорные выгородки), шахты, платформы 63
2.7 Надстройки, рубки, фальшборты 64
2.8 Фундаменты 74
2.9 Конструкции в районах интенсивной вибрации 77
3 Учет характера нагружения и уровня напряженности при выборе варианта конструктивного оформления узла 82
3.1 Расчетные зависимости оценки работоспособности узлов пересечения балок судового набора 82
3.2 Эффективные коэффициенты концентрации напряжений в основных узлах корпусных конструкций 83

1 ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1.1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1.1 При проектировании конструкций корпуса необходимо обеспечивать эффективное участие продольных и поперечных связей корпуса в восприятии расчетных нагрузок. Связи должны быть устойчивыми, участки с высокой концентрацией напряжений (жесткие точки, ножевые опоры, разностенность, резкие изменения размеров связей и т.п.), а также места, где возможен слоистый разрыв, следует исключать с помощью конструктивно-технологических мероприятий.

1.1.2 При оценке уровня и характера напряженности отдельных конструкций и узлов корпуса следует руководствоваться рис. 1.1.2, *а*, где указан район действия:

I — наибольших нормальных напряжений при общем изгибе корпуса;

II — наибольших касательных напряжений при общем изгибе корпуса;

III — пониженных напряжений при общем изгибе корпуса;

IV — значительных динамических нагрузок;

V — вибрационных нагрузок.

В зависимости от конкретных условий расположение и протяженность районов могут быть уточнены.

Из расчетного сечения связей исключаются участки (неэффективные зоны) применительно к рис. 1.1.2, *б*.

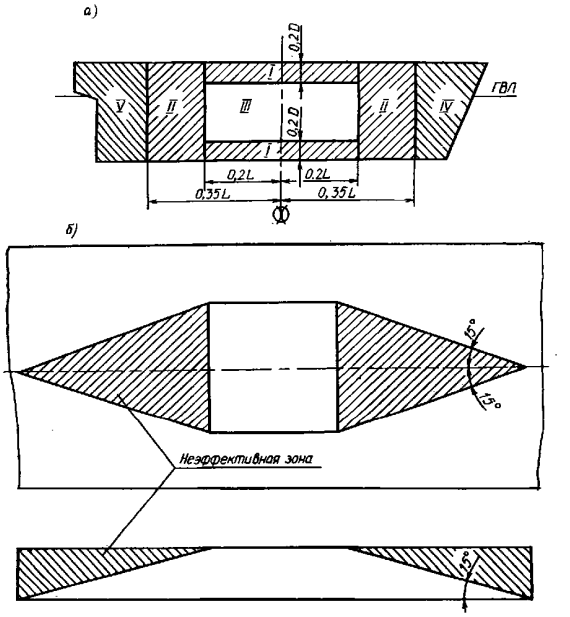


Рис. 1.1.2

1.1.3 Основные продольные связи корпуса (расчетная палуба, днище, второе дно, участки бортов и продольных переборок в районе (*I* — 1.1.2) должны быть непрерывными. При $L > 150$ м или $\eta < 0{,}77$ (η — см. 1.1.4.3 части II «Корпус»

Правил классификации и постройки морских судов[1]) продольные балки в районе *I* должны проходить, не разрезаясь через поперечные связи.

В районе *I* не допускается изменение толщин листов настила (обшивки) и сечений продольных балок, системы набора расчетной палубы, днища, второго дна, а также бортов и продольных переборок на 0,1*D* от расчетной палубы и днища (*D* — высота борта судна).

В остальных районах корпуса изменения толщины листов, формы или размеров сечений продольных балок должны выполняться плавными в соответствии с допускаемыми Правилами изменениями момента сопротивления поперечного сечения корпуса.

Изменение по длине судна толщин листов настила (обшивки), сечений продольных балок и системы набора расчетной палубы, днища, второго дна, а также бортов и продольных переборок на 0,1*D* от расчетной палубы и днища не должно предусматриваться на участках изменения предела текучести стали.

В одном поперечном сечении корпуса при переходе от продольной системы набора к поперечной могут одновременно заканчиваться не более $^1/_3$ продольных балок по палубе или днищу.

1.1.4 Сломы второго дна и расчетной палубы следует располагать на жестких поперечных связях (поперечных переборках, сплошных флорах, рамных бимсах). Сломы продольных переборок должны располагаться на поперечных переборках, а карлингсов, днищевых стрингеров, продольных балок — соответственно на рамных бимсах, поперечных переборках и сплошных флорах.

1.1.5 Переход от одной высоты продольной связи (рамы, балки) к другой должен быть плавным и выполняться на поперечных связях (переборках, рамах) с установкой книц или в виде переходного по высоте участка между поперечными связями.

1.1.6 Разница толщин у стыкуемых в одной плоскости листов не должна превышать 30% толщины более толстого из соединяемых листов или 5 мм, в зависимости от того, что меньше. Указанное не относится к пазам, а также к утолщенным листам, устанавливаемым в углах вырезов грузовых люков, вырезов в бортах, у концов надстроек, под якорными клюзами и т.п.

Во всех случаях кромки более толстого листа должны быть скошены в соответствии со стандартами, а при отсутствии стандартов — по согласованию с Регистром.

1.1.7 В районах окончания продольных связей следует обеспечивать плавное изменение их сечений наряду с другими мероприятиями (см., например, 1.5.1.13), способствующими снижению концентрации напряжений.

1.1.8 Уменьшение высоты продольных балок рамного набора расчетной палубы и днища (карлингсов, вертикального киля и днищевых стрингеров) в местах их окончания должно предусматриваться на длине не менее 1,5 высоты связи. Концы связи должны доводиться до ближайшей поперечной балки и соединяться с ней.

1.1.9 Продольные балки в местах их окончания должны закрепляться кницами на поперечных связях (рис. 1.1.9).

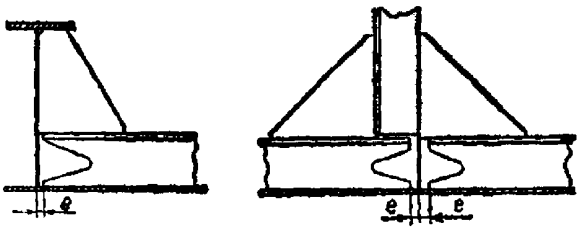


Рис. 1.1.9

1.1.10 Длина *e* не подкрепленного набором участка настила или обшивки (между концом балки и ближайшей связью перпендикулярного к балке направления, в районе вырезов для перетоков и т.п. — см. рис. 1.1.9 и 1.1.10) должна быть возможно меньшей.

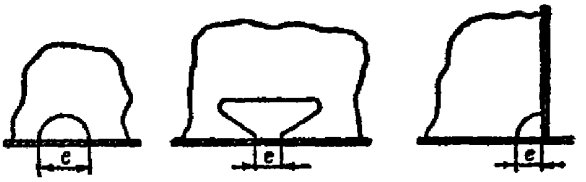


Рис. 1.1.10

1.1.11 На участках окончания привариваемых к корпусу фальшбортов, скуловых килей, привальных брусьев, полос ватервейса и подобных деталей высота их должна постоянно уменьшаться на длине, не меньшей 1,5 высоты этих связей, при минимальном притуплении концов (15 — 20 мм), если не предусматриваются более жесткие требования в соответствующих главах.

1.1.12 В местах прохода балок (книц) через непроницаемые конструкции должны быть предусмотрены ребра жесткости и подобные детали, предотвращающие образование жестких точек у поясьев балок или вершин книц (рис. 1.1.12-1 и 1.1.12-2). Указанное относится к узлам окончания балок у непроницаемых конструкций и у проницаемых конструкций, расположенных в районах интенсивной вибрации.

[1]В дальнейшем — Правила.

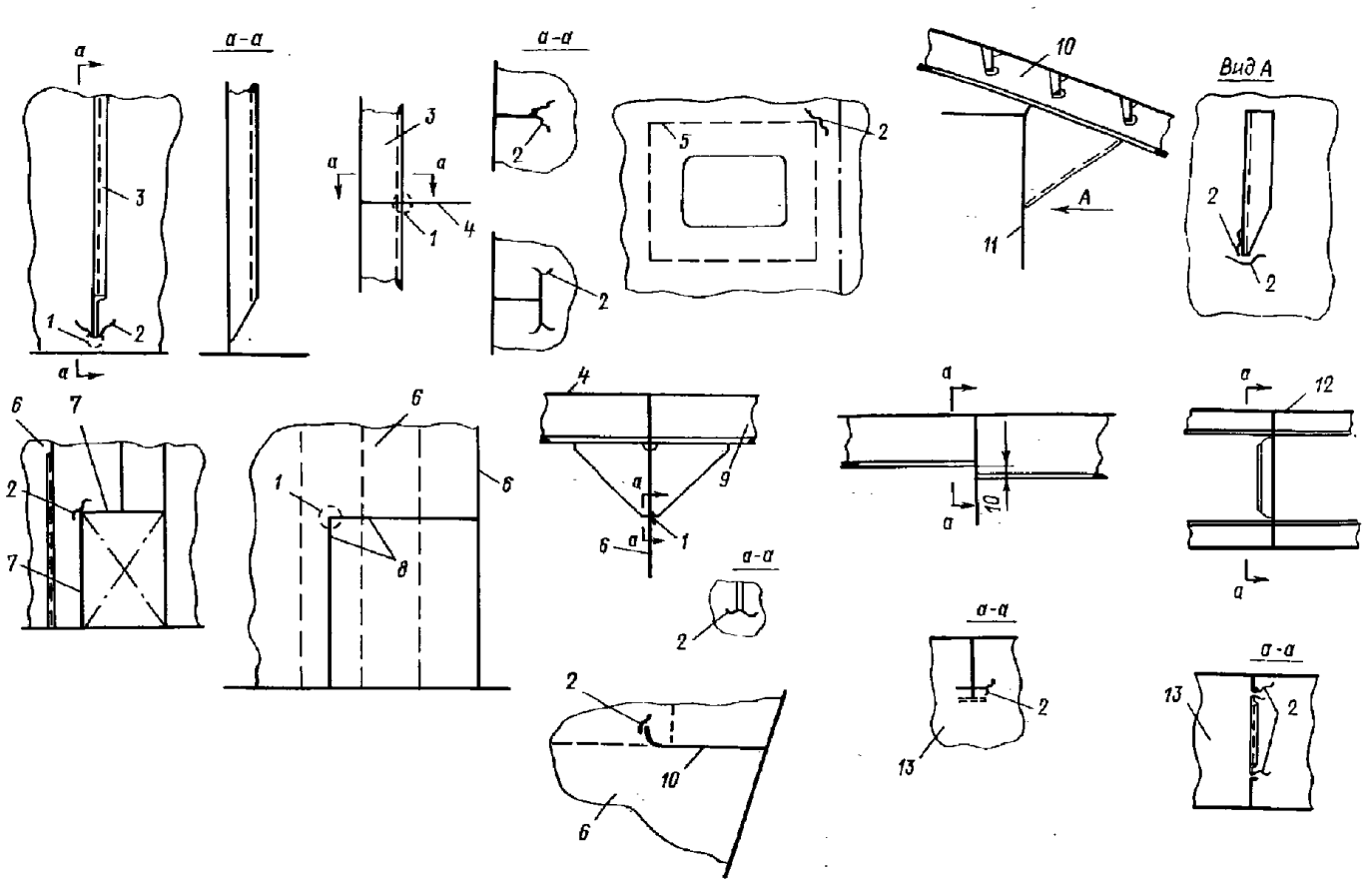


Рис. 1.1.12-1 Жесткие точки:
1 — жесткая точка; 2 — трещина; 3 — стойка (шпангоут); 4 — настил палубы; 5 — стенка кингстонного ящика;
6 — переборка; 7 — стенка коридора; 8 — стенка выгородки; 9 — продольная подпалубная балка;
10 — бортовой стрингер; 11 —стенка цепного ящика; 12 — настил второго дна; 13 — непроницаемый флор

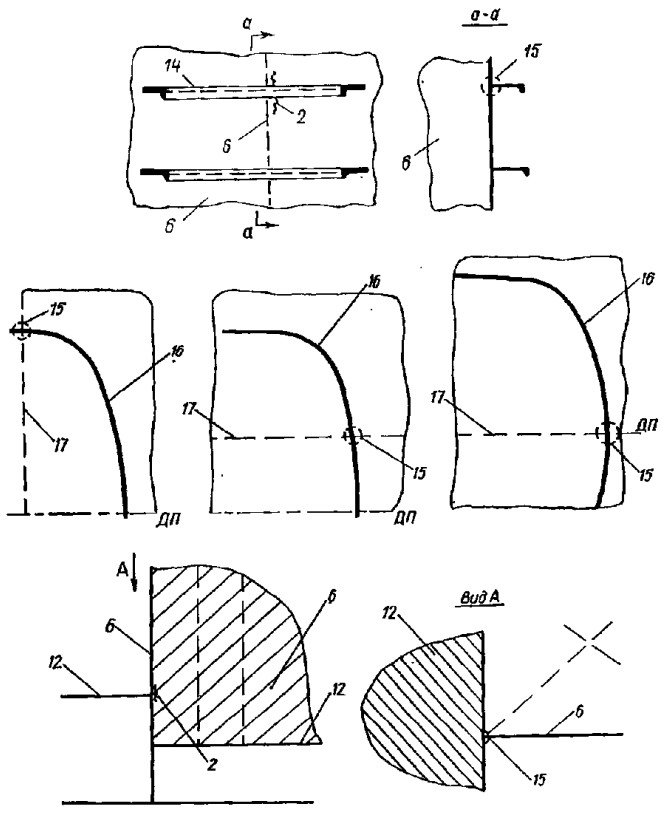


Рис. 1.1.12-2 Ножевые опоры:
2 — трещина; 6 — переборка;
14 — горизонтальная балка переборки; 15 — ножевая опора;
16 — лобовая стенка рубки; 17— переборка под палубой

1.1.13 При точечном опирании стенок конструкций или конструктивных элементов (например, переборок или балок) на конструкции или конструктивные элементы, расположенные в другой плоскости (ножевые опоры), следует предусматривать конструктивные мероприятия с целью изменения точечного характера передачи нагрузки на линейный (рис. 1.1.13).

1.1.14 Все вырезы должны иметь хорошо скругленные углы, гладкие кромки и располагаться вне участков с высокой концентрацией напряжений. Как правило, вырезы должны быть ориентированы большей стороной вдоль балки. Следует учитывать влияние вырезов в стенках рамных балок на устойчивость и прочность балки при изгибе и срезе.

1.2 КОНСТРУКЦИЯ БАЛОК ОСНОВНОГО И РАМНОГО НАБОРА

1.2.1 Соотношения элементов поперечного сечения балки.

1.2.1.1 Соотношения размеров элементов поперечного сечения балки h/s и $b_п/s$ должны

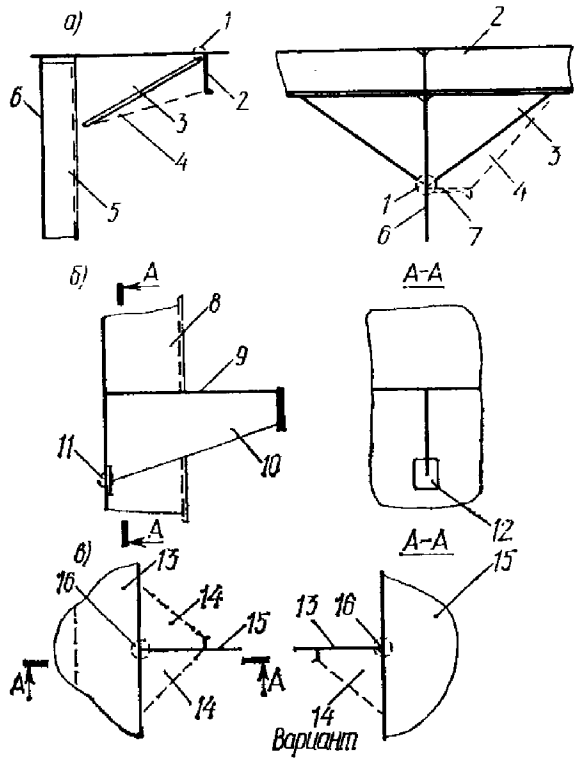


Рис. 1.1.13 Исключение жестких точек (*а*), смягчение жестких точек при ремонте (*б*) и исключение пожевых опор (*b*):
1 — жесткая точка; 2 — продольная подпалубная балка (или бимс); 3 — кница (неправильно); 4 — кница, доведенная до жесткой связи; 5 — шпангоут (стойка переборки); 6 — борт (переборка); 7 — ребро жесткости; 8 — гофрированная переборка; 9 — горизонтальная рама; 10 — кница устойчивости; 11 — жесткая точка; 12 — накладной лист (дублер); 13 — платформа; 14 — разгружающая кница; 15 — продольная переборка; 16 — пожевая опора

обеспечивать устойчивость стенки и пояска (рис. 1.2.1.1).

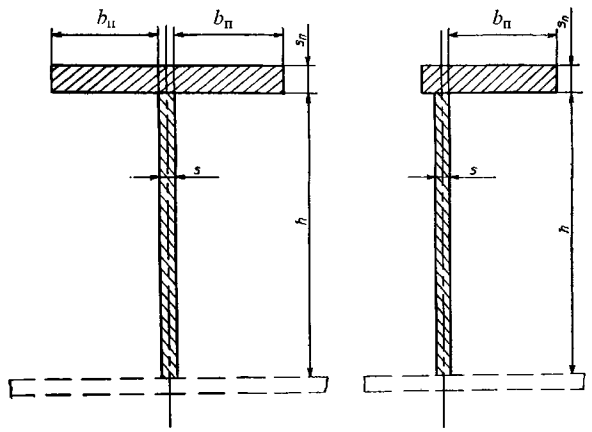


Рис. 1.2.1.1

1.2.1.2 Между толщинами пояска и стенки должно быть, как правило, выдержано соотношение $s_п/s \leqslant 3$. Толщина стенки балки должна приниматься не менее минимальной толщины, предписываемой для конкретной конструкции.

1.2.2 Симметричные и несимметричные профили.

1.2.2.1 Рекомендуется применять балки основного и рамного набора с симметричным профилем поперечного сечения.

1.2.2.2 Балки полосового профиля могут применяться, в частности, в качестве продольного набора верхних расчетных палуб крупнотоннажных судов (сухогрузных с большим раскрытием палуб, навалочников, наливных и т.п.), когда желательно уменьшение толщины листов палубного настила. Балки полосового профиля, обеспечивая требуемые из условий прочности момент сопротивления и устойчивость при общем продольном изгибе корпуса, имеют большую площадь поперечного сечения, чем катаные и сварные балки фасонного профиля. Это позволяет соответственно уменьшить площадь поперечного сечения (т.е. толщину) листов настила палубы. При этом существенно упрощается конструкция узла прохода продольных балок полосового профиля через рамные бимсы и поперечные переборки (рис. 1.2.2.2).

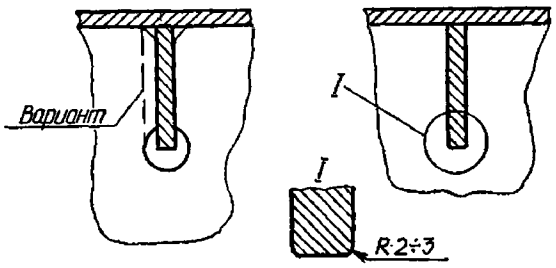


Рис. 1.2.2.2

Чистота свободных кромок полосовых элементов после газовой резки должна отвечать требованиям соответствующих нормативных документов. В противном случае требуется зачистка свободных кромок.

1.2.2.3 Использование симметричных полособульбов ограничивается требованиями к минимальным толщинам стенок балок в цистернах и грузовых танках наливных судов и бортового набора на судах ледового плавания.

1.2.2.4 При использовании несимметричных профилей (в частности тавровых или угольников) следует учитывать их склонность к закручиванию (потере устойчивости плоской формы изгиба), что обусловливает необходимость установки достаточного числа опор, препятствующих закручиванию:

разносящих связей, струн и т.п. (рис. 1.2.2.4, *а* и *б*). Конструкцию (см. рис. 1.2.2.4, *б*) не применяют для непроницаемых конструкций и в районах интенсивной вибрации из-за возможности появления трещин в обшивке у концов книц.

При применении несимметричных тавровых профилей с выступающей стенкой (рис. 1.2.2.4, *в*) свободная кромка стенки должна отвечать требованиям, предъявляемым к свободным кромкам балок полосового профиля (см. 1.2.2.2). Особое внимание следует обращать на качество стыковых швов стенки, выходящих на ее свободную кромку.

Серьезные трудности конструктивно-технологического характера представляет выполнение узла с изменением высоты балки (рис. 1.2.2.4, *г*), где в месте значительной концентрации напряжений от изменения высоты стенки и направления пояска в одном сечении располагаются стык пояска и стык стенки, выходящий на свободную кромку.

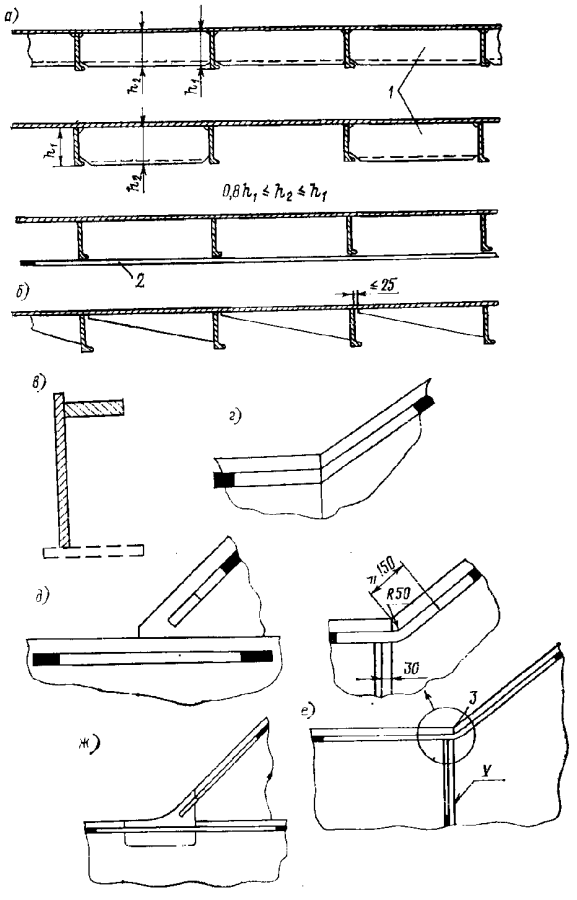


Рис. 1.2.2.4 Подкрепление, препятствующее закручиванию несимметричных профилей, и узлы их соединения:
1 — бракета с фланцем или профиль;
2 — струна (полоса, пруток); 3 — зачистить

Конструкция (рис. 1.2.2.4, *д*) характеризуется высокой концентрацией напряжений в свободной кромке пояска у притупления кницы. В этом месте возможно появление трещин, распространяющихся по стенке балки. Варианты (см. рис. 1.2.2.4, *г* и *д*) не рекомендуются. Для этих узлов рекомендуются конструкции, подобные приведенным на рис. 1.2.2.4, *е* и *ж*.

1.2.3 Подкрепление рамных балок.

1.2.3.1 С целью обеспечения устойчивости при изгибе и сдвиге рамные балки должны быть подкреплены ребрами жесткости и кницами (бракетами). Расположение ребер жесткости по стенке балки (параллельно пояску балки или нормально к нему) и расстояния между ребрами жесткости принимаются с учетом высоты и толщины стенки балки, степени ее напряженности и конструкции соединения с поддерживаемыми основными балками набора (если они имеются).

1.2.3.2 Концы ребер жесткости, нормальных к свободному пояску рамной балки, как правило, не требуется приваривать к нему.

Для районов скругленных угловых соединений поясков рамных балок или изменения высоты балок может быть потребована приварка концов ребер жесткости к свободному пояску балки.

Равным образом концы ребер жесткости могут быть срезаны «на ус» у наружной обшивки, настила палуб и второго дна, обшивки переборок, если не предусматривается соединение концов ребер жесткости с балками основного набора, поддерживаемыми рамной балкой.

1.2.3.3 Для обеспечения устойчивости плоской формы изгиба рамных балок должны устанавливаться кницы (брэкеты) по стенке балки, в дальнейшем именуемые кницами устойчивости (рис. 1.2.3.3, *а*). Кницы устойчивости следует предусматривать, как правило, с одной стороны балки. Для рамных балок несимметричного профиля или устанавливаемых под углом к обшивке более 100° (или, соответственно, меньшим 80°) может быть потребовано уменьшение расстояния между кницами.

Во всяком случае кницы устойчивости следует устанавливать у концов книц, закрепляющих рамные балки, в местах действия сосредоточенных усилий (например, у распорок), в районах скругленных угловых соединений рамных балок или изменения их высоты (рис. 1.2.3.3, *б* — *г*).

1.2.4 Отфланцованные профили.

1.2.4.1 Отфланцованные профили должны иметь соотношения размеров элементов поперечного сечения, указанные в 1.2.1. При этом отношение ширины фланца к его толщине может быть увеличено до $b/s \leqslant 30$, если предусматривается Г-образная форма фланца (рис. 1.2.4.1). Как правило, минимальный внутренний радиус загиба $R \geqslant 3s$.

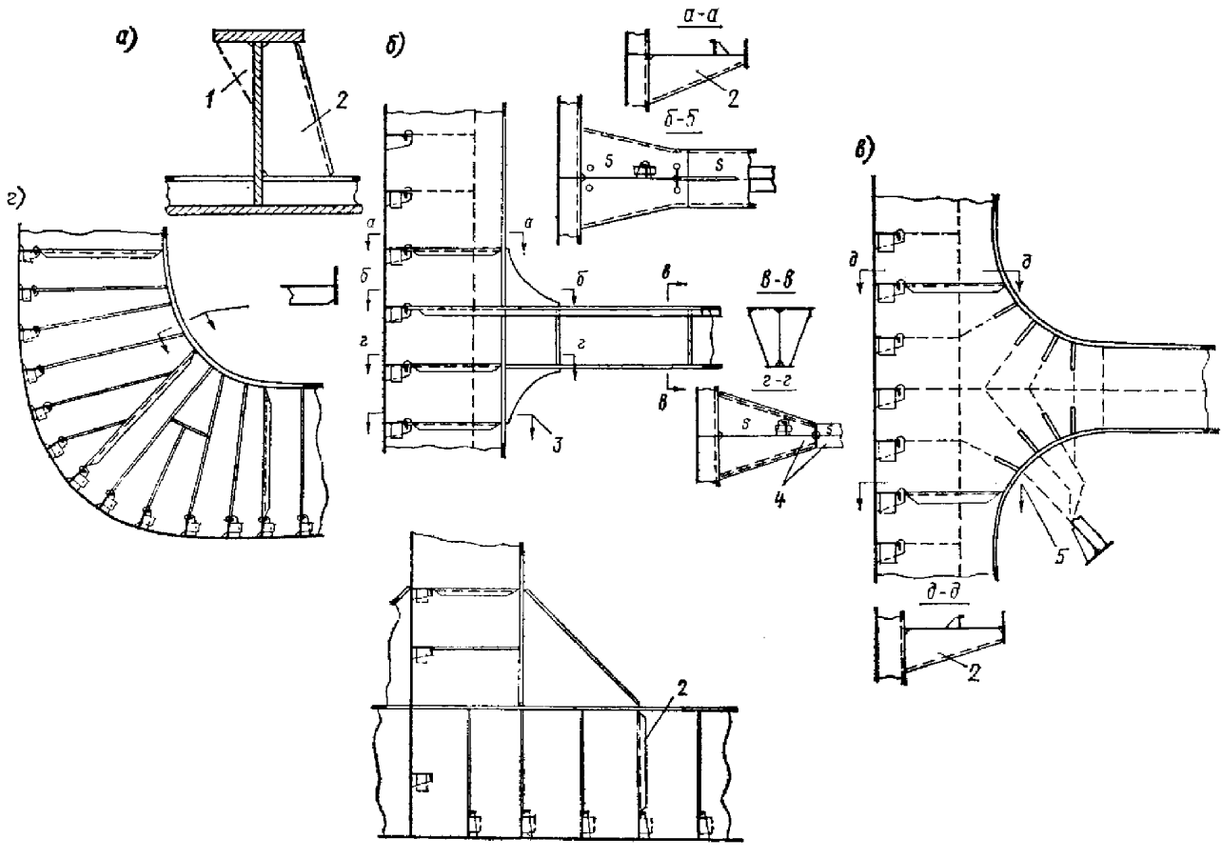


Рис. 1.2.3.3 Установка книц устойчивости:
1 — малая кница; 2— кница устойчивости; 3 — применить по *а* — *а*; 4 — полный провар; 5 — применить по *д* — *д*

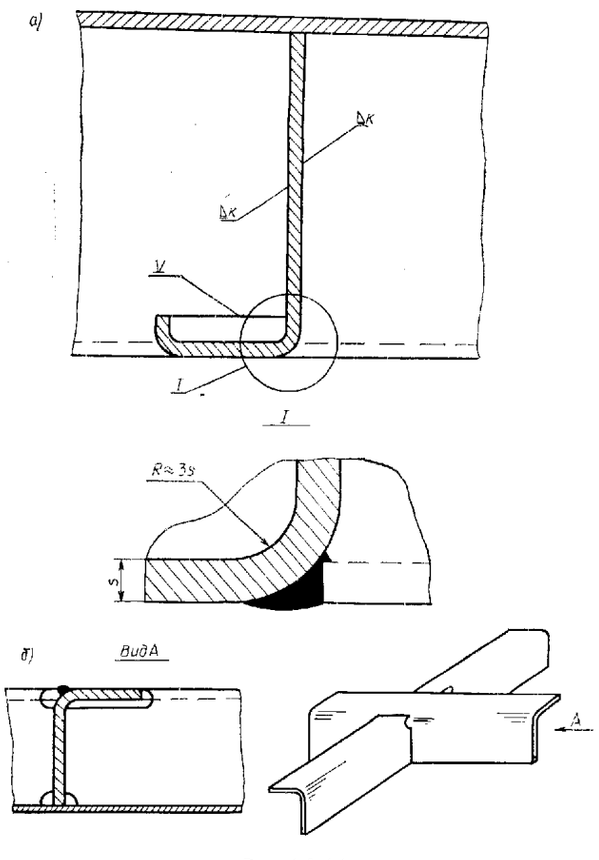


Рис. 1.2.4.1

1.2.4.2 При решении вопроса о применении отфланцованных профилей вместо сварных составных тавровых в корпусных конструкциях необходимо учитывать положения 1.2.4.2.1 — 1.2.4.2.3.

1.2.4.2.1 Отфланцованные профили имеют меньшие значения удельного момента сопротивления $\omega = W^{2/3}/S$ (W — момент сопротивления, S — площадь поперечного сечения профиля), чем сварные составные тавровые профили.

1.2.4.2.2 Отфланцованные профили, равнопрочные в пределах упругих деформаций сварным составным несимметричным профилям, при действии возможных в условиях эксплуатации перегрузок оказываются менее прочными.

1.2.4.2.3 Использование отфланцованных профилей существенно усложняет узлы корпуса. В частности, при соединении находящихся в одной плоскости фланцев балок (например, рамных бимсов с карлингсами при одинаковой их высоте). Как следует из рис. 1.2.4.1, *а* и *б*, надежность такого узла при расчетных нагрузках вызывает сомнения: прочность разрезаемого профиля едва ли восстанавливается в месте приварки его фланца к местам сгиба Г-образного непрерывного профиля, так как выполнение такой конструкции связано с необходимостью высокой точности при подгонке

стенки разрезаемого профиля по форме сгиба фланца непрерывной связи и установкой заделки малого размера. Обеспечить надлежащее качество при выполнении указанных мероприятий затруднительно.

Следует также учитывать наложение при сварке большого объема наплавленного металла на место загиба (т.е. район наклепа) и связанную с этим опасность появления трещин. При закреплении отфланцованных профилей на опорах при помощи книц (рис. 1.2.4.2.3, *а*) надежность соединения ниже, чем в узлах с катаными или сварными составными тавровыми профилями: установка кницы в плоскости стенки (рис. 1.2.4.2.3, *б*) связана с наплавкой при сварке большого количества металла на место загиба (см. выше). Указанное в полной мере относится и к соединениям внахлестку (рис. 1.2.4.2.3, *в*). При установке кницы с отступом от места загиба (т.е. вне плоскости стенки — рис. 1.2.4.2.3, *г*) снижаются жесткость и прочность соединения. Варианты, приведенные на рис. 1.2.4.2.3, *б* и *в*, не рекомендуются.

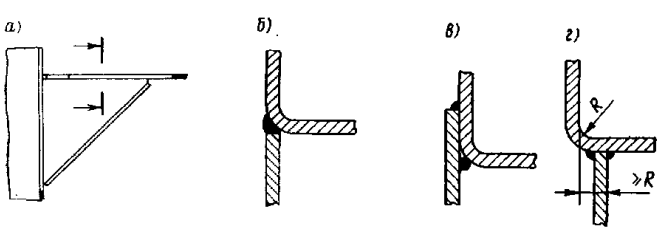


Рис. 1.2.4.2.3

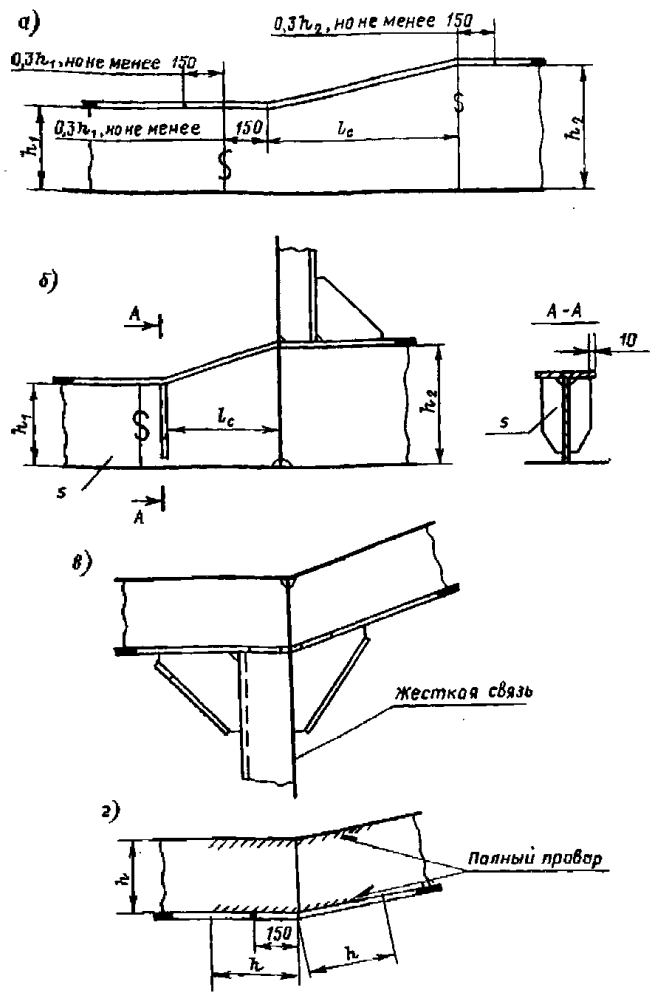


Рис. 1.2.5.2

1.2.5 Конструкции в местах изменения сечения и/или излома нейтральной оси балки.

1.2.5.1 Изменение высоты балки или излом ее нейтральной оси обусловливают концентрацию напряжений. Для снижения уровня концентрации напряжений следует выполнять конструктивные мероприятия, перечисленные в 1.2.5.2 — 1.2.5.7.

1.2.5.2 При различной высоте балок и/или различных размерах поясков должен быть обеспечен плавный переход от одних размеров к другим. Изменение ширины пояска следует выполнять на участке длиной $l_{11} \geqslant 4(b_{112} - b_{111})$, где b_{11} — ширина пояска или бульба (см. рис. 1.2.1.1) каждой из соединяемых балок. Изменение высоты продольных балок должно предусматриваться на участке длиной $l_c \geqslant 4(h_2 - h_1)$ (рис. 1.2.5.2, *а*). Указанная длина может быть уменьшена до $l_c \geqslant 3(h_2 - h_1)$ для балок составного таврового профиля, если у сломов пояска будут установлены ребра жесткости согласно рис. 1.2.5.2, *б*.

Рекомендуется располагать слом пояска на жесткой связи перпендикулярного направления.

Для районов *II* и *III* (см. 1.1.2) и балок поперечного набора по согласованию с Регистром допускается уменьшение длины переходного участка до $l_c \geqslant 2(h_2 - h_1)$ при установке ребер жесткости у сломов пояска согласно рис. 1.2.5.2, *б*.

1.2.5.3 Стыки пояска и стенки должны быть разнесены (рис. 1.2.5.2, *а* и *г*).

1.2.5.4 В районе *I* (см. 1.1.2) при изломе нейтральной оси продольной балки более 5° слом балки следует предусматривать на жесткой связи в виде переборки или рамного бимса (рис. 1.2.5.2, *в*).

1.2.5.5 Излом стенки и пояска балки в плоскости, нормальной к плоскости ее стенки, должен предусматриваться на жестких связях поперечного направления (например, продольных балок — на рамных бимсах и поперечных переборках, шпангоутов — на бортовых стрингерах, платформах, палубах).

Угол слома α, как правило, не должен превышать 15°.

1.2.5.6 Изменение толщины пояска балки должно быть плавным (см. также 1.1.3 и 1.1.6).

1.2.5.7 Изменение высоты или излом нейтральной оси балок не рекомендуется предусматривать у монтажных стыков.

Указанное не относится к случаю, когда монтажный стык расположен у жесткой связи (см., например, рис. 1.2.5.2, *в*).

1.2.6 Вырезы в стенках балок.

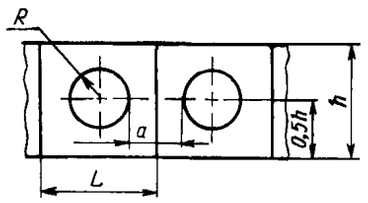
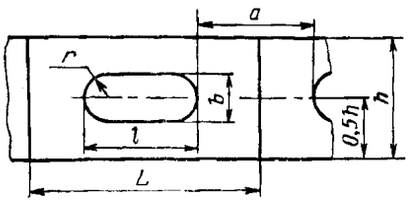
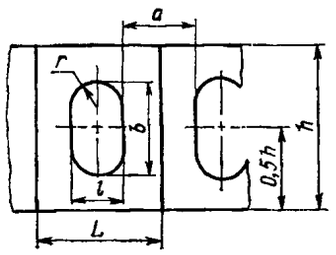
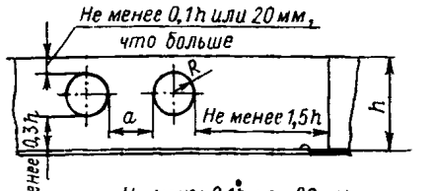
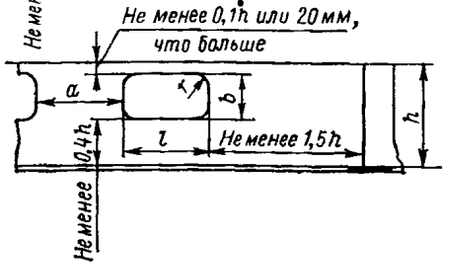
1.2.6.1 Все вырезы в стенках балок основного и рамного набора (для доступа, перетока жидкости и воздуха, прохода сварных швов и балок другого направления, а также трубопроводов, каналов вентиляции и кабельных трасс, облегчающие и т.п.) должны соответствовать требованиям 1.1.13 и располагаться на достаточном удалении от опор балки и мест приложения сосредоточенных усилий (пиллерсов, опор фундаментов и пр.). Вырезы для облегчения и доступа следует располагать в районе нейтральной оси балки. При этом размеры вырезов должны быть минимальными.

Следует учитывать влияние вырезов в стенках рамных балок на устойчивость и прочность этих балок при изгибе и срезе.

1.2.6.2 Форма и максимальные размеры вырезов для облегчения и доступа в балках рамного набора двойного дна, двойного борта, переборок коффердамного типа, вырезов в балках рамного набора одинарного дна, палуб, бортов, переборок для прохода трубопроводов, каналов вентиляции и кабельных трасс должны приниматься в соответствии с табл. 1.2.6.2.

При $0,25 < b/h \leqslant 0,6$ (где b — высота выреза; h — высота стенки балки) вырезы считаются большими.

Таблица 1.2.6.2

Форма и расположение вырезов в стенках	b	t	R или r	a	Область применения
$h/L = 1,0$ 	—	—	Не более $0,25h$	Не менее $0,5h$	В балках набора вне районов, указанных в 1.2.6.3 и 1.2.6.4
$h/L \leqslant 1,0$ 	Не более $0,5h$	Не более $2,0b$	$0,5b$	h	То же
$h/L > 1,0$ 	Не более $0,5h$	Не более $0,8b$	$0,5l$	h	То же
	—	—	Не более $0,25h$	Не менее $2R$	В бимсах, карлингсах, шпангоутах и стойках переборок
	Не более $0,4h$	Не более h	Не менее двух толщин стенки или 20 мм, что больше	Не менее l	То же

1.2.6.3 Должны быть подкреплены и/или компенсированы с целью обеспечения требуемых прочности и устойчивости при изгибе и сдвиге большие вырезы, предусматриваемые в рамных балках:

.1 днищевого набора — в районе $0{,}25l$, от носового перпендикуляра, а также в пределах заштрихованных участков перекрытий (рис. 1.2.6.3.1) вне указанного района;

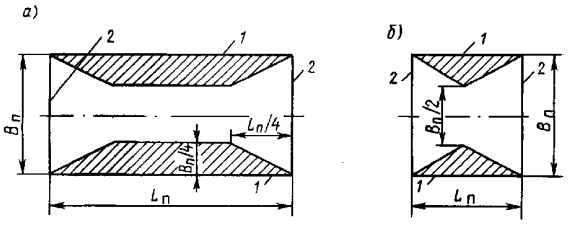


Рис. 1.2.6.3.1 Районы подкрепления и/или компенсации больших вырезов в стенках рамных балок днищевого набора:
$а - L_ц > B_ц$; $б - L_ц \leqslant B_ц$;
$L_ц$, $B_ц$ — длина и ширина перекрытия;
1 — продольная переборка (борт или карлингс);
2 — поперечная переборка (пиллерс)

.2 бортового набора — в районах усилений для плавания во льдах или для швартовки в море, а также бортового набора в других районах на участках длиной 0,25 пролета балки от опор;

.3 набора палуб, поперечных и продольных переборок на участках длиной 0,25 пролета балок от опор.

1.2.6.4 Во всех случаях подкрепление и компенсация больших вырезов в рамных балках необходимы, если вырезы располагаются:

.1 в районе опорных сечений — внутри участка длиной 1,5 высоты балки в каждую сторону от опоры или ближе чем на 0,5 высоты балки от конца кницы, закрепляющей балку;

.2 в районе излома пояска или нейтральной оси балки — на участке длиной, равной высоте балки в каждую сторону от места излома;

.3 в районе установки фундаментов под главные двигатели — во флорах.

1.2.6.5 При выборе размеров и формы вырезов в стенках рамных балок для прохода балок основного набора следует обеспечивать возможно более низкий коэффициент концентрации напряжений в стенке рамной балки без существенного снижения расчетной площади поперечного сечения стенки.

1.2.6.6 Вырезы в рамных балках для прохода балок основного набора должны быть компенсированы установкой заделок (проницаемых соединительных элементов) для передачи усилий от балок основного набора на балки рамного набора:

.1 на участках длиной, равной 1,5 высоты балки в каждую сторону от опоры, но не менее чем до сечения, отстоящего на 0,5 высоты балки от конца кницы, закрепляющей балку;

.2 во флорах (у обшивки у днища) — в районе $0{,}25L$ от носового перпендикуляра;

.3 в рамных шпангоутах и бортовых стрингерах — в районах усилений для плавания во льдах или швартовки в море;

.4 в районе излома пояска или нейтральной оси балки на участке длиной, равной 0,5 высоты балки в каждую сторону от места излома.

Вырезы для прохода основных балок набора при высоте более 500 мм должны быть подкреплены вдоль свободных кромок вырезов.

1.2.6.7 Вырезы круглой формы диаметром $d \leqslant 0{,}1h$ (h — высота стенки рамной балки) могут располагаться в любом сечении по длине балки без установки подкреплений; при этом расстояние между смежными вырезами должно быть не менее диаметра меньшего из вырезов.

1.2.6.8 В наборе цистерн (включая цистерны второго дна и грузовые танки танкеров) должны быть предусмотрены отверстия, обеспечивающие свободный доступ воздуха к воздушным трубам и перетекание жидкости (рис. 1.2.6.8, *а*).

Длина выреза, измеренная по обшивке (настилу), не должна превышать указанной в 1.3.4.5, а высота — 0,25 высоты балки. В продольных балках расчетной палубы и днища указанные вырезы рекомендуется выполнять эллиптической формы с отстоянием от настила или днищевой обшивки на расстояние, достаточное для выполнения автоматической сварки балок с настилом или обшивкой (рис. 1.2.6.8, *б*).

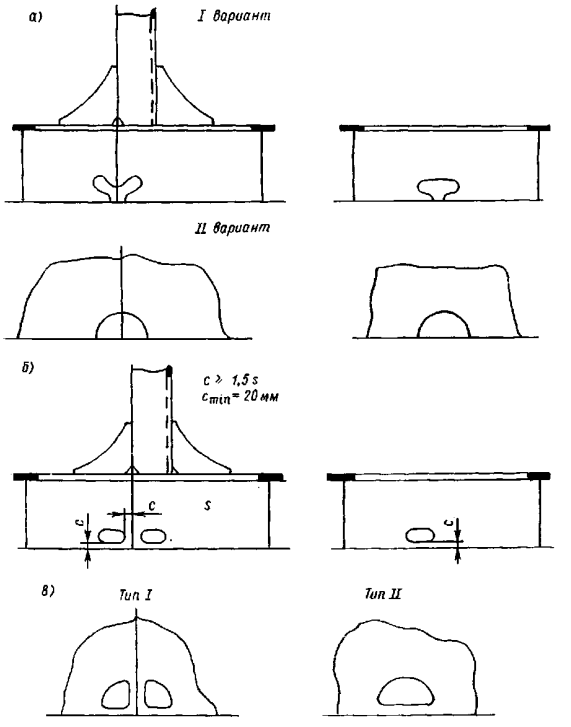


Рис. 1.2.6.8

В районах интенсивной вибрации рекомендуется не доводить вырезы до обшивки (настила), предусматривая вырезы по типам *I* и *II* (рис. 1.2.6.8, *в*).

1.2.6.9 С учетом действующих напряжений может быть потребована частичная или полная компенсация вырезов в стенке рамной балки. Оценку степени ослабления сечения вырезами следует производить с учетом рис. 1.2.6.9. При $a < h/3$ расчетное сечение принимается проходящим через оба выреза.

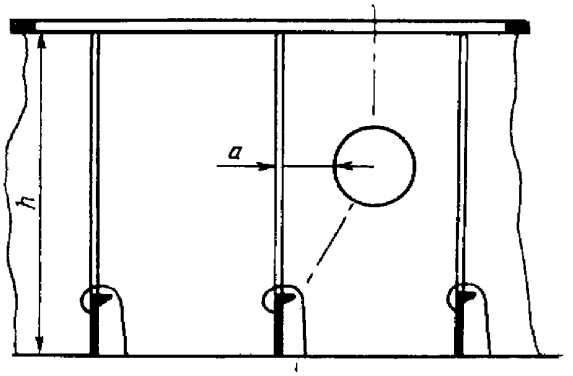


Рис. 1.2.6.9

1.2.6.10 Во всех случаях расстояние между кромками смежных вырезов должно быть не менее высоты (диаметра) меньшего из вырезов или $10s$ (s — толщина стенки балки) в зависимости от того, что больше.

1.2.6.11 Подкрепление вырезов, как правило, выполняется установкой:

.1 пояска, имеющего размеры $10s \times s$ (s — толщина стенки балки) — по кромке выреза;

.2 пояска (комингса), имеющего размеры $10s_1 \times s_1$ ($s_1 \geqslant 1{,}25s$; s — толщина стенки балки) — на расстоянии 20 мм от кромки выреза;

.3 ребер жесткости — на расстоянии не менее толщины стенки балки — от кромок выреза.

Стыки поясков, подкрепляющих вырез, должны располагаться на прямолинейном участке выреза.

Стыковые швы стенок рамных балок следует располагать на расстоянии не менее 100 мм от кромки выреза.

Швы не должны выходить на кромки не подкрепленных пояском вырезов. В противном случае шов у кромки выреза должен быть зачищен.

Концы ребер жесткости должны привариваться к ближайшим ребрам жесткости стенки (см. 1.2.3.1) или доводиться до опорного контура подкрепляемой пластины стенки и могут быть срезаны «на ус», если это допустимо из условий нагружения (отсутствуют значительные гидродинамические нагрузки, интенсивная вибрация). Размеры ребер жесткости должны соответствовать требованиям Правил.

1.2.6.12 Компенсация выреза может выполняться:

.1 увеличением высоты балки в районе выреза (рис. 1.2.6.12.1);

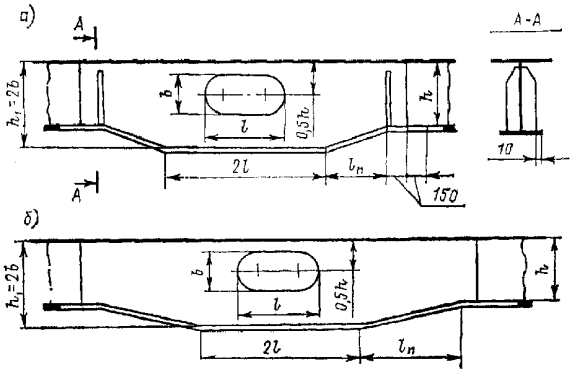


Рис. 1.2.6.12.1

.2 увеличением толщины стенки балки в районе выреза (рис. 1.2.6.12.2);

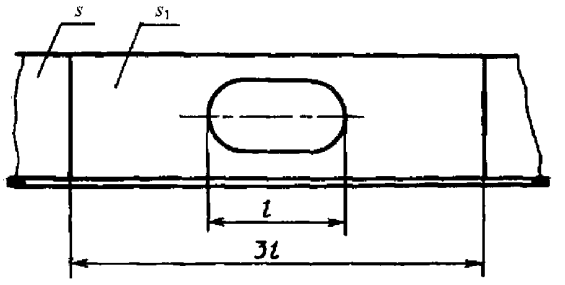


Рис. 1.2.6.12.2

.3 установкой заделок (вырезы для прохода балок основного набора).

1.2.7 Конструктивно-технологические требования.

1.2.7.1 Изменение ширины или толщины пояска балки должно выполняться плавным (см. 1.2.5).

1.2.7.2 Вырезы в свободном пояске балки, как правило, не допускаются.

По специальному согласованию с Регистром могут быть допущены конструкции применительно к рис. 1.2.7.2. При этом $r \geqslant 0{,}1b$; $l_2 \geqslant l_1 + 6b_1$.

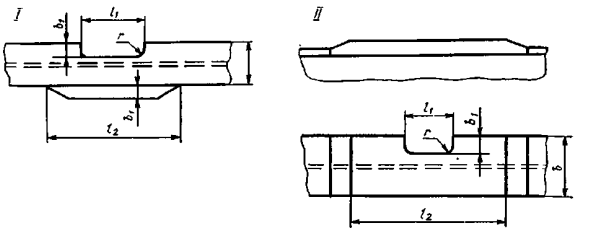


Рис. 1.2.7.2

1.2.7.3 В местах окончания балок набора пояски и/или стенки последних (в зависимости от конструкции узла) следует срезать у концов «на ус» на длине, равной 1,5 ширины пояска или 1,5 высоты

стенки соответственно. При этом на свободном конце следует оставлять нескошенный торцовый участок (притупление), равный для пояска утроенной толщине стенки, а для стенки — 10 — 15 мм.

1.2.7.4 В местах соединения со связями другого направления концы стенок балок набора должны быть срезаны (рис. 1.2.7.4).

Рекомендуется выполнять указанные вырезы по дуге окружности. В районах интенсивной вибрации выполнение вырезов по дуге окружности является обязательным.

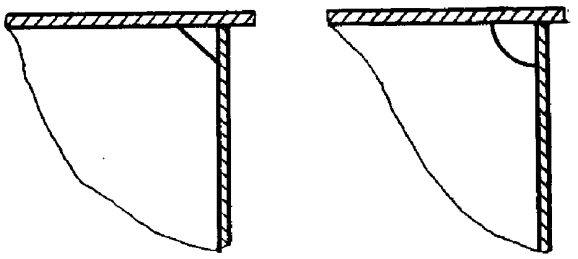


Рис. 1.2.7.4

1.3 СОЕДИНЕНИЯ БАЛОК ОСНОВНОГО И РАМНОГО НАБОРА

1.3.1 Соединения балок основного набора.

1.3.1.1 Соединения балок основного набора должны выполняться в соответствии с Правилами.

1.3.1.2 Для снижения коэффициента концентрации напряжений у концов книц могут быть использованы (например, в районах интенсивной вибрации) кницы со скругленной свободной кромкой или «смягченными» концами (рис. 1.3.1.2). При этом размер кницы с должен быть увеличен по сравнению с предписываемым. Правилами для удовлетворения требования к высоте кницы h.

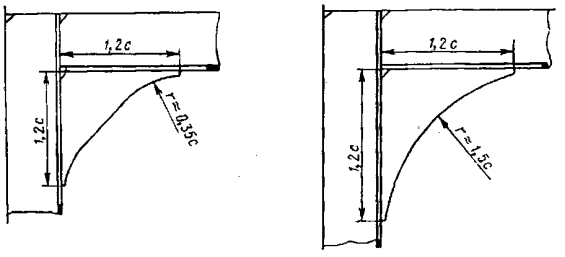


Рис. 1.3.1.2

1.3.1.3 Конструкция и размеры элементов узла соединений продольных балок с поперечными переборками, на которых они разрезаются (см. также 1.1.1.3), выбираются в зависимости от условий нагружения (палуба, борта, днище, продольные переборки) и, в частности, положения балок по длине и высоте корпуса судна.

1.3.1.4 Кницы, соединяющие продольные балки с поперечными переборками, должны устанавливаться с обеих сторон переборки в одной плоскости.

Рекомендуется установка одной непрерывной кницы (рис. 1.3.1.4), вваривaемой в соответствующую прорезь в листе переборки. При этом в районе *I* (см. 1.1.2) торцы продольных балок у судов длиной $L \geqslant 80$ м (см. 1.1.3) следует приваривать к поперечным переборкам.

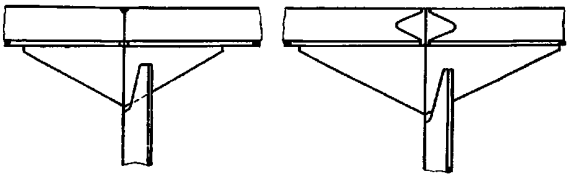


Рис. 1.3.1.4

1.3.1.5 Стыковые соединения балок (пояски и стенки) должны выполняться с обеспечением полного провара по сечению и располагаться (особенно монтажные стыки) в местах, где нормальные напряжения от поперечной нагрузки незначительны.

Рекомендуется располагать стыки балок под кницами, бракстами и подобными конструкциями на расстоянии не менее высоты балки от кромки указанных элементов.

1.3.1.6 Если обеспечение качественной сварки стыков балок (в частности монтажных стыков) затруднительно, может быть допущена конструкция с установкой подкрепляющего элемента (рис. 1.3.1.6). Подкрепляющий элемент может приниматься из профиля или полосы (бруска) при обеспечении в сечении по стыку момента сопротивления не менее чем у балки вне района установки подкрепляющего элемента. Высота элемента должна быть минимальной

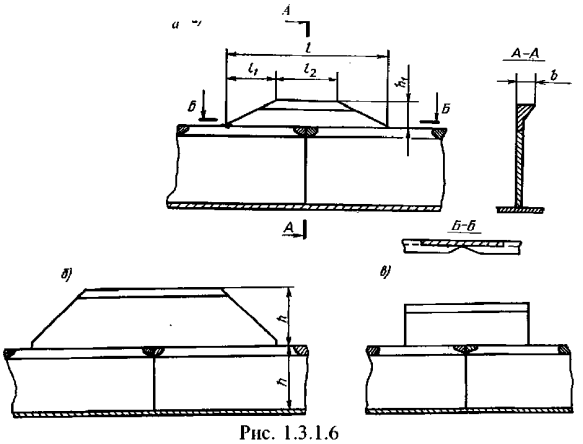


Рис. 1.3.1.6

Усиление стыков балок установки подкрепляющих элементов: *а* — правильно ($l_1 \geqslant 2{,}5h_1$, $l_2 \geqslant 8h$); *б, в* — неправильно

из условия качественного выполнения приварки. В месте стыка пояски (бульбы) соединяемых балок должны быть срезаны по ширине до стенки (стыкуется лишь стенка). Длина подкрепляющего элемента должна быть не менее $l \geqslant 8b + 5h_1$, где b — ширина пояска (бульба) балки; h_1 — высота подкрепляющего элемента.

Высота подкрепляющего элемента у его концов на участке длиной $2{,}5h_1$ должна плавно уменьшаться до притупления, минимально необходимого для обеспечения качественной сварки.

1.3.2 Соединения балок рамного набора.

1.3.2.1 Соединения балок рамного набора следует выполнять встык (рис. 1.3.2.1) (см. также 1.3.2.9).

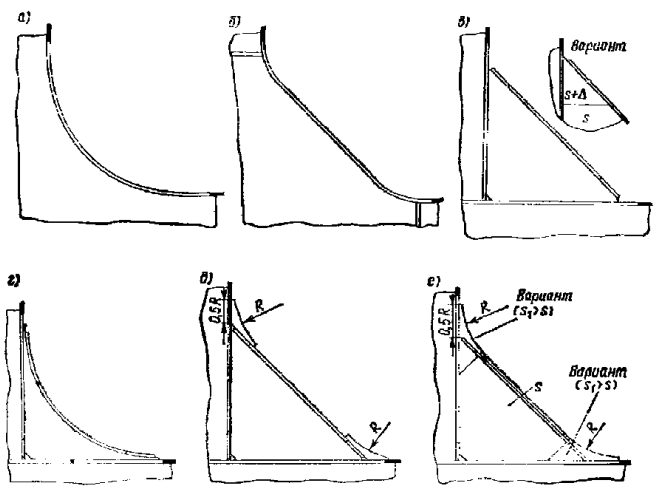


Рис. 1.3.2.1

1.3.2.2 Для книц, соединяющих балки рамного набора, наличие пояска (или фланца) является обязательным.

1.3.2.3 При наличии смягчения концов кницы (см. рис. 1.3.2.1, *е*) размеры кницы должны определяться без учета смягчения ($R \geqslant h$, где h — высота меньшей рамной балки).

1.3.2.4 Если свободные пояски книц переходят в пояски балок рамного набора (см. рис. 1.3.2.1, *а, б*), радиус скругления свободного пояска в варианте (*б*) должен быть не менее $10s_п$ ($s_п$ — толщина пояска).

1.3.2.5 Приставные кницы (см. рис. 1.3.2.1, *в* — *е*) должны иметь толщину не менее толщины более тонкой из соединяемых балок, при этом может быть потребовано местное утолщение книц у их концов (см. рис. 1.3.2.1, *в, е*).

1.3.2.6 По согласованию с Регистром размеры свободного пояска могут быть уменьшены при установке параллельно свободному пояску ребра жесткости.

1.3.2.7 В зависимости от размеров и конфигурации книц должны быть предусмотрены дополнительные подкрепления книц ребрами жесткости и бракетами (рис. 1.3.2.7).

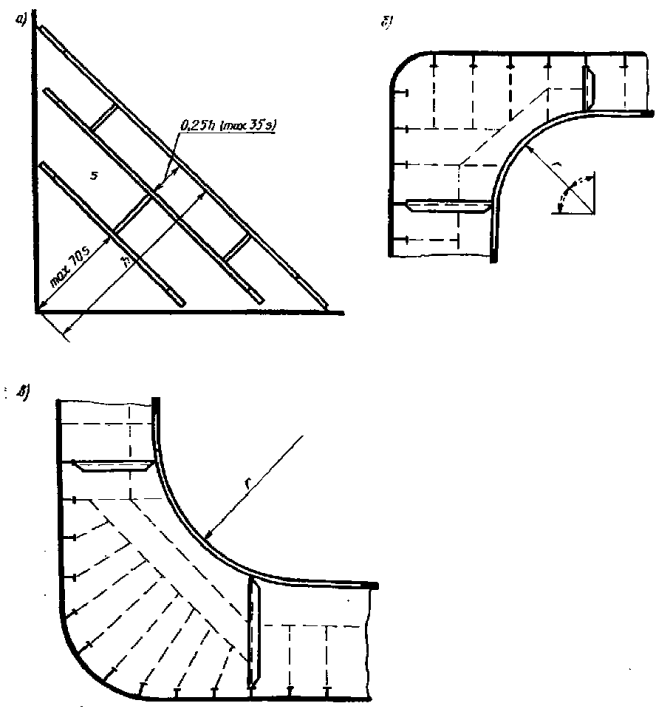


Рис. 1.3.2.7

1.3.2.8 Свободные концы поясков или фланцев книц следует срезать «на ус» на длине, равной, как правило, трем ширинам пояска (считая от стенки кницы) или фланца. Размер притупления должен приниматься не более трех толщин стенки или 40 мм, в зависимости от того, что меньше.

1.3.2.9 Бескничные соединения балок набора допускаются при подтверждении расчетом достаточной прочности соединения при изгибе и срезе. В узле соединения должны быть обеспечены сохранение эффективности свободных поясков соединяемых балок (рис. 1.3.2.9) и высокое качество выполнения работ (отсутствие разностенности, обеспечение провара и плавного вогнутого очертания сварных швов).

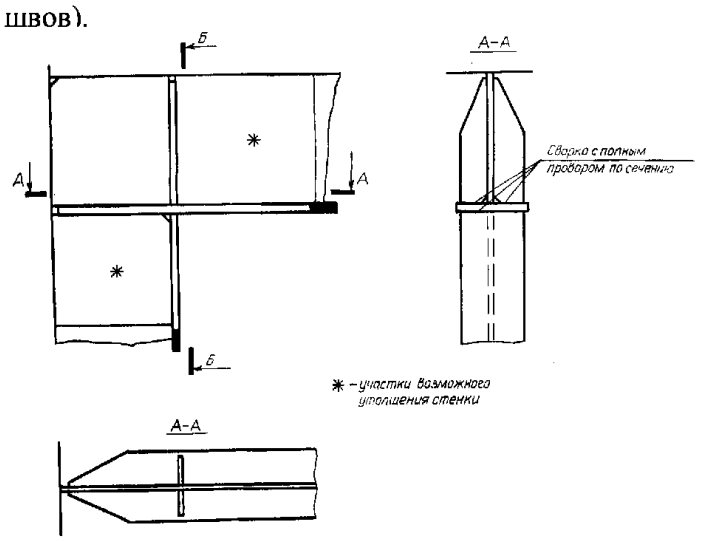


Рис. 1.3.2.9

1.3.2.10 Стыковые соединения расположенных в одной плоскости поясков пересекающихся балок рамного набора следует выполнять применительно к рис. 1.3.2.10. Узел *I* должен применяться в районах интенсивной вибрации (например, в кормовой оконечности), в соединениях рамных бимсов с карлингсами на накатных судах и для расчетной палубы в районе средней части длины судна при $\eta < 0{,}77$.

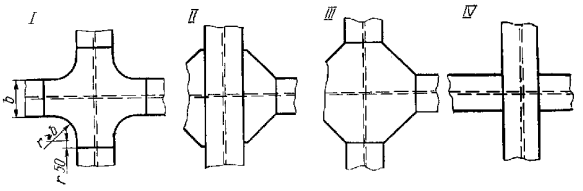


Рис. 1.3.2.10

Рекомендуется применение этого узла для переборок цистерн и танков, а также трюмов, в которые принимается балласт, для одинарного дна в носовой оконечности при осадке носом в балласте, меньшей $0{,}035L$.

Узлы *II* и *III* применяются с целью повышения прочности соединения рамных балок. В частности, узлы *II* и *III* рекомендуются для соединения поясков рамных шпангоутов и бортовых стрингеров на судах с усилениями для плавания во льдах.

В остальных случаях (например, для соединения поясков днищевых стрингеров и флоров, карлингсов и рамных бимсов, рамных шпангоутов и бортовых стрингеров и т.п.) используется узел *IV*.

1.3.3 Требования к соединениям балок, разрезающихся на связях другого направления.

1.3.3.1 Балки, разрезающиеся на связях другого направления, должны находиться в одной плоскости. Несовпадение плоскостей (разностенность) должно быть не более 0,5 толщины разрезаемой балки. Если непрерывность этих балок обеспечивается непосредственной приваркой к связи, на которой они разрезаются, толщина углового шва должна определяться в зависимости от толщины разрезаемой балки или сварка должна выполняться с обеспечением полного провара.

1.3.3.2 При выполнении прорези лишь в пояске (бульбе) балки (стенка балки не разрезается, рис. 1.3.3.2), в случае, когда прорезь в пояске обваривается по периметру угловым швом, необходим расчет прочности соединения с учетом того, что площадь расчетного сечения сварного шва меньше площади поперечного сечения пояска (бульба), а допускаемые напряжения при изгибе (растяжении—сжатии) принимаются для сварного соединения без полного провара ($\tau_{доп} = 0{,}57\sigma_{доп}$).

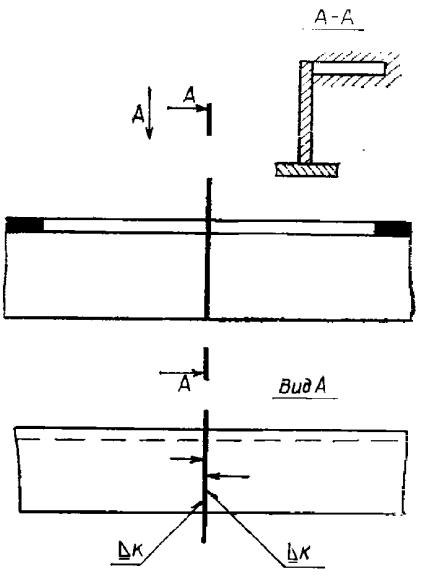


Рис. 1.3.3.2

1.3.3.3 Если толщины соединяемых деталей (например, стенки продольной балки и стенки флора) отличаются более чем в 1,5 раза, толщину углового шва следует определять исходя из конкретных условий нагружения рассматриваемого узла.

1.3.4 Конструкции узлов соединения балок основного набора с поддерживающими их балками рамного набора.

1.3.4.1 Усилия от балок основного набора передаются на балки рамного набора как через соединительные элементы (заделки, ребра жесткости, кницы) или непосредственно через сварной шов при приварке стенки балки к кромке выреза в раме, так и через обшивку (настил). Часть усилия, передаваемая через обшивку на участке выреза, тем больше, чем более податливы указанные соединительные элементы.

Следует стремиться к передаче возможно большей части усилия через соединительные элементы или непосредственно на балку рамного набора.

1.3.4.2 Соединение балок основного набора с поддерживающими их балками рамного набора осуществляется одним из следующих способов (рис. 1.3.4.2):

.1 непосредственной приваркой с одной или двух сторон к кромке выреза в стенке балки рамного набора (рис. 1.3.4.2, *а, б*). При приварке стенки балки с одной стороны рекомендуется устанавливать балки согласно рис. 1.3.4.2, *и*;

.2 через заделки, устанавливаемые с одной или двух сторон стенки балок основного набора (рис. 1.3.4.2, *в, г*). При установке заделок с одной стороны

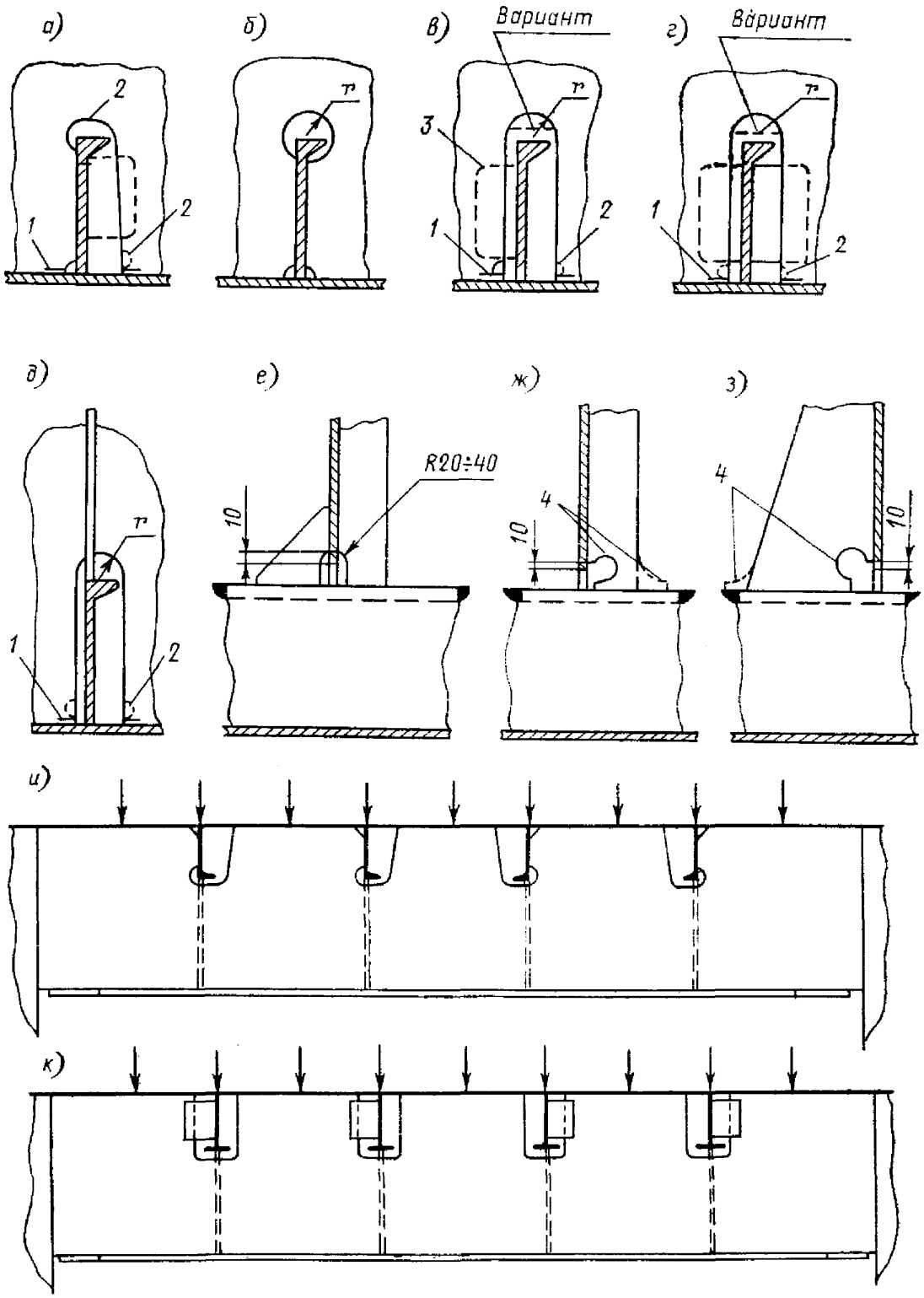


Рис. 1.3.4.2 Узлы соединения балок основного набора с поддерживающими их балками рамного набора:
1— см. 1.3.4.16; 2 — см. 1.3.4.18; 3 — см. 1.3.4.9; 4 — см. 1.3.4.12

стенки балки в узлах со свободным проходом рекомендуется располагать заделки применительно к рис. 1.3.4.2, *к*;

.3 с помощью ребра жесткости и/или кницы, привариваемых к пояску балки основного набора (рис. 1.3.4.2, *д* — *з*);

.4 комбинацией способов 1.3.4.2.1 — 1.3.4.2.3.

1.3.4.3 Площадь поперечного сечения S, см^2, сварных швов, соединяющих стенки балок основного набора с заделками, ребрами жесткости, кницами или непосредственно со стенкой балки рамного набора, должна быть не менее

$$S = N/0{,}85\tau_{доп},$$

где N — усилие, передаваемое балкой основного набора на поддерживающую конструкцию; $\tau_{доп} = 0{,}57\sigma_{доп}$.

Площадь поперечного сечения s сварных швов определяется как сумма произведений толщины углового шва на длину шва каждого участка соединения. Расчетная толщина a угловых швов, как правило, принимается равной $a = 0{,}35s$ (s — меньшая из толщин соединяемых деталей).

Площадь сварных швов, соединяющих ребра и/или кницы с пояском балки, должна быть не менее площади сварных швов, соединяющих заделки со стенкой балки.

1.3.4.4 Радиус скругления углов вырезов следует принимать равным $R \geqslant 0{,}2b$ (b — ширина выреза) или $R \geqslant 20$ мм в зависимости от того, что больше.

1.3.4.5 Ширина выреза должна быть минимально допустимой из условий сборки и, измеренная по обшивке (настилу), не должна превышать $15s$, где s — толщина обшивки (настила).

1.3.4.6 Для симметричных профилей рекомендуется симметричная форма вырезов.

1.3.4.7 Заделки следует, как правило, устанавливать внахлестку (см. рис. 1.3.4.2).

1.3.4.8 Толщину заделки следует принимать, как правило, равной толщине стенки балки рамного набора, а высоту заделки — возможно большей.

1.3.4.9 Рекомендуется скруглять углы заделки (как вариант — скашивать под углом, близким к 45°). Различные формы заделок приведены на рис. 1.3.4.9 ($s_1 \geqslant s$, l = 30...40 мм, $r_1 \geqslant 20$ мм, r_2 = 20...30 мм).

1.3.4.10 В районах действия нагрузок локального характера (от воздействия льда, при швартовках, работе автопогрузчиков, перевозке колесной техники) следует применять заделки применительно к рис. 1.3.4.9, *г* и 1.3.4.17 (вариант *II*).

1.3.4.11 При установке ребер жесткости и/или книц (см. 1.3.4.2.3) следует стремиться к тому, чтобы усилия от балок основного набора передавались на стенку балки рамного набора с минимальным эксцентриситетом (см. рис. 1.3.4.2, *е*).

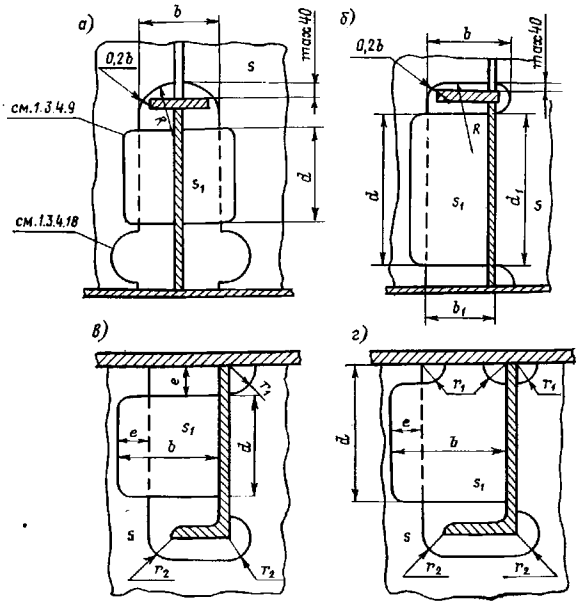


Рис. 1.3.4.9 Формы заделок вырезов для узлов прохода балок симметричного (*а*) и несимметричного (*б* — *г*) профиля

1.3.4.12 В грузовых и балластных танках, в цистернах и в районах интенсивной вибрации соединение с балкой основного набора ребра жесткости или кницы, установленных с одной стороны стенки балки рамного набора, рекомендуется выполнять со смягчением участка перехода (см. рис. 1.3.4.2, *ж, з*) или согласно рис. 1.3.4.2, *е*.

1.3.4.13 Ребра жесткости и кницы, устанавливаемые по стенке балки рамного набора, могут соединяться внахлестку с поддерживаемыми балками основного набора.

1.3.4.14 При непосредственном соединении балок основного набора с поддерживающими их балками рамного набора (см. рис. 1.3.4.2, *а*) радиус скругления выреза у спинки балки основного набора следует принимать возможно меньшим (R_{min} = 20 мм), чтобы обеспечить более равномерную передачу нагрузки от балки основного набора на балку рамного набора.

1.3.4.15 В узлах прохода через непроницаемые конструкции балок основного набора, выполненных из полосового профиля, следует предусматривать скругление свободной кромки полосы и выполнение соответствующего скругления у вершины выреза для прохода полосы (см. 1.2.2.2).

1.3.4.16 На участках длиной не менее 50 мм от кромок вырезов для прохода балок основного набора (см. рис. 1.3.4.2) стенки балок рамного набора должны привариваться к листам обшивки (настила) двусторонним непрерывным швом.

1.3.4.17 Конструкция узла «Глаз краба» (рис. 1.3.4.17) может применяться для соединения со стенками балок рамного набора продольных балок основного набора — вне района *I* (см. рис. 1.1.2, *а*) и

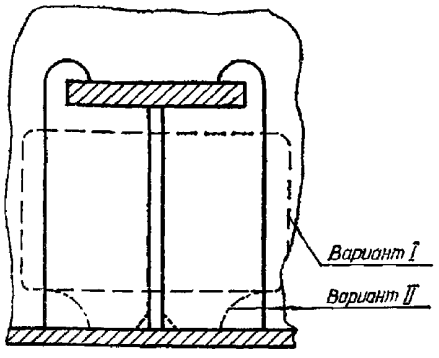


Рис. 1.3.4.17

поперечных балок — вне района интенсивной вибрации.

Целесообразно использование узла «Глаз краба» в конструкциях, воспринимающих значительные нагрузки локального характера (при плавании во льдах, при швартовках и т.п.).

1.3.4.18 С целью повышения работоспособности узла рекомендуется увеличение радиусов скругления углов выреза, смягчение его кромок в местах притыкания к обшивке (настилу) при высоте балок основного набора более 400 мм, а также углов в соединениях заделок со стенкой балки основного набора и кромкой выреза в стенке балки рамного набора (см. также 1.3.4.2).

1.3.4.19 По специальному согласованию с Регистром в слабонагруженных конструкциях допускаются узлы со свободным проходом балок основного набора. В этих узлах отсутствует перевязка (см. 1.3.4.2) балки с поддерживающей ее конструкцией и усиление от балки основного набора передается на балку рамного набора (палубу или переборку) через листы наружной обшивки, обшивки переборки или палубного настила.

В узлах со свободным проходом балок должно быть предусмотрено (табл. 1.3.4.19, рис. 1.3.4.19):

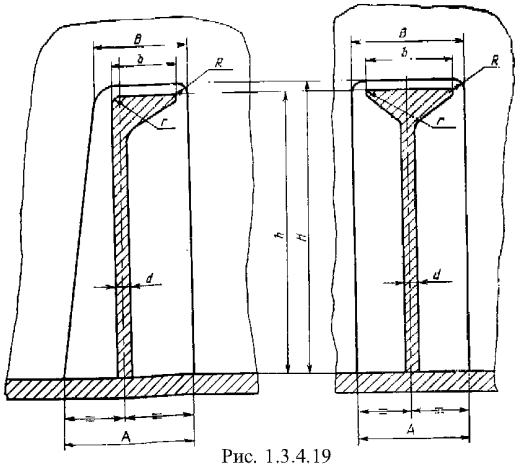


Рис. 1.3.4.19

Таблица 1.3.4.19

Профиль	Параметры профиля					Параметры выреза			
	№ или индекс	*h*	*b*	*d*	*r*	*A*	*H*	*B*	*R*
	10	100	26	6	5	50	105	36	10
	12	120	30	6,5	5	56	125	40	10
	14	140	33	7	6	62	146	45	12
	16	160	36	8	7	68	167	50	14
	18	180	40	9	7	74	187	54	14
	20	200	44	10	8	80	208	60	14
	22	220	48	11	8,5	86	229	66	18
	24	240	52	12	9	92	250	72	19
	1035	100	35	5,5	5	50	105	45	10
	1235	120	37,5	5,5	5	56	125	48	10
	1446	140	45	6	6	62	146	57	12
	1646	160	49	6,5	6,5	68	167	63	14
	1858	180	57	8,5	7	74	187	71	14
	2057	200	60	9,5	8	80	208	76	16
	30812	300	91	12	8	110	312	115	20

.1 симметричное расположение стенки балки основного набора относительно кромок выреза у его основания (т.е. по листу);

.2 приварка балки основного набора к листам двусторонним непрерывным швом на длине не менее двух высот балки в каждую сторону от стенки поддерживающей конструкции;

.3 форма и размеры выреза согласно рис. 1.3.4.19.

1.3.4.20 При проходе балок основного набора через стенки непроницаемых конструкций необходимо исключить возможность соединения между собой отсеков через каналы, образующиеся между стенкой балки и ее пояском или между стенкой балки и обшивкой (настилом). С этой целью в местах прохода через непроницаемые конструкции следует вводить участки сварного шва с полным проплавлением стенки балки (рис. 1.3.4.20, *а*) или выполнять в стенках вырезы с обваркой их кромок (рис. 1.3.4.20, *б*).

Размер *a* определяется радиусом *R*, т.е. $a = f(R)$:

R, мм	30	50	70	100
a, мм	100	100	150	150

1.4 ВЫРЕЗЫ В ПАЛУБАХ, БОРТАХ И ПРОДОЛЬНЫХ ПЕРЕБОРКАХ

1.4.1 Общие указания.

1.4.1.1 При проектировании вырезов в палубах, бортах и продольных переборках (включая продольные переборки и стенки рубок и надстроек) следует обеспечивать снижение уровня концентрации напряжений, возникающей в районах у углов вырезов, и, при необходимости, компенсацию потерянной площади сечения конструкции для сохранения в сечении по вырезу требуемых Правилами момента сопротивления и площади поперечного

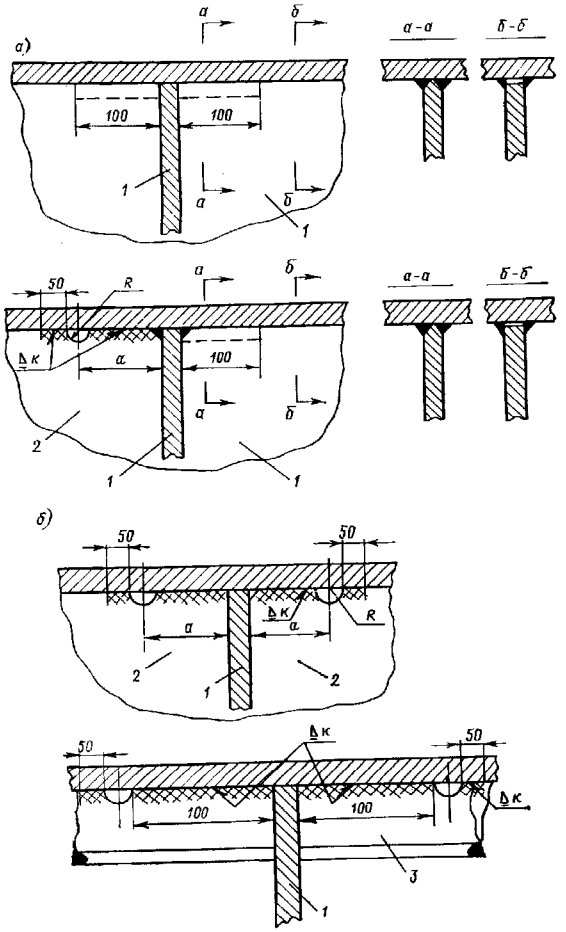


Рис. 1.3.4.20 Перемычки в местах прохода балок основного набора через стенки непроницаемых конструкций:
1 — непроницаемая конструкция; 2 — проницаемая часть;
3 — неразрезная балка

сечения корпуса. С этой целью необходимо учитывать конструктивные особенности судна, расположение связи с вырезом по длине и высоте корпуса судна, ориентацию выреза относительно диаметральной плоскости и мидель-шпангоута, а также других вырезов.

Как правило, выполнение указанных требований достигается рациональной ориентацией выреза относительно поля напряжений, выбором надлежащей формы выреза и установкой дополнительных балок набора или утолщенных (подкрепляющих) листов.

1.4.1.2 Прямоугольные или эллиптические вырезы в палубах, как правило, должны располагаться большей стороной вдоль судна.

Отступление от этого требования является предметом специального рассмотрения Регистром.

1.4.1.3 Вырезы в бортах и продольных переборках могут иметь продольное и поперечное расположение. Прямоугольные или овальные вырезы целесообразно располагать большей стороной вдоль судна.

1.4.1.4 Вырезы следует располагать по возможности так, чтобы не нарушалась непрерывность продольных балок основного и особенно рамного набора.

1.4.1.5 Вырезы разделяются на изолированные и групповые, малые и большие. Групповые, в свою очередь, на регулярные и нерегулярные.

1.4.1.5.1 Вырез считается изолированным, если он удален от других вырезов на расстояние не менее a (рис. 1.4.1.5.1):

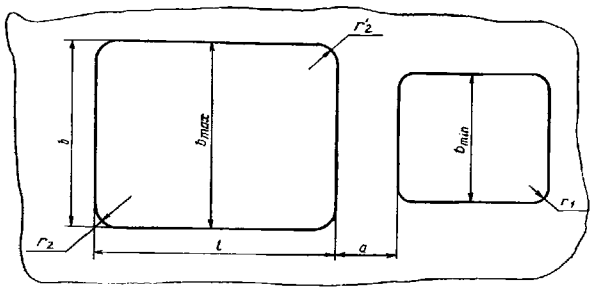


Рис. 1.4.1.5.1

для палубы

$$a \geqslant b\,\frac{b}{l}\left(\frac{2}{\sqrt{b/B}} - 1\right); \qquad (1.4.1.5.1\text{-}1)$$

для бортов и продольных переборок

$$a \geqslant 1{,}5b, \qquad (1.4.1.5.1\text{-}2)$$

где a — расстояние между смежными поперечными кромками соседних вырезов;
b — ширина (высота) большого выреза;
l — длина выреза.

1.4.1.5.2 Групповыми регулярными считаются вырезы одинаковых размеров и форм, одинаково ориентированные по отношению к осям судна и расположенные друг от друга на одинаковых расстояниях a, меньших указанных в формулах (1.4.1.5.1-1) и (1.4.1.5.1-2) для палубы, бортов и продольных переборок соответственно.

1.4.1.5.3 Групповыми нерегулярными считаются вырезы одинаковой формы, одинаково ориентированные по отношению к осям судна, но имеющие неодинаковые размеры и расположенные на различных расстояниях друг от друга (но менее указанных в формулах (1.4.1.5.1-1) и (1.4.1.5.1-2).

1.4.1.6 Малыми считаются для палуб вырезы для вентиляционных каналов, трапов и т.п., при ширине $b < 0{,}15B$, для бортов и продольных переборок — при максимальном размере не более $20s$.

1.4.1.7 Углы прямоугольных вырезов должны быть, как правило, скруглены по дуге окружности.

1.4.1.7.1 Радиус скругления углов вырезов должен быть не менее $0{,}1b$, исключая случаи 1.4.1.7.2 и 1.4.1.7.3.

1.4.1.7.2 Минимальный радиус скругления во всех случаях не должен приниматься менее двух толщин настила (обшивки) в районе выреза или 50 мм, в зависимости от того, что больше.

1.4.1.7.3 Уменьшение радиуса скругления углов вырезов (см. 1.4.1.7.1) возможно при подкреплении углов вварными утолщенными листами, учете влияния смежных вырезов и для палуб, кроме того, при использовании эллиптической формы сопряжения продольных кромок вырезов с поперечными.

1.4.1.8 Использование привариваемых накладных листов для подкрепления углов вырезов не допускается.

1.4.2 Вырезы в палубах.

1.4.2.1 В средней части длины судна число вырезов в палубе должно быть минимальным.

1.4.2.2 Конструкция подкрепления углов вырезов в палубах показана на рис. 1.4.2.2. На участке А, если угол утолщенного листа не совпадает со стыковым швом, $r \geqslant 3s \geqslant 100$ мм. Конструкция этих углов определяется следующими факторами:

.1 напряженностью участка палубы в месте расположения выреза, т.е. положением рассматриваемого участка по длине (район средней части длины судна или вне его) и высоте судна (расчетная палуба, нижележащие палубы), степенью использования прочностных свойств материала ($W_т/W_ф$);

.2 характеристикой выреза (см. 1.4.1.5).

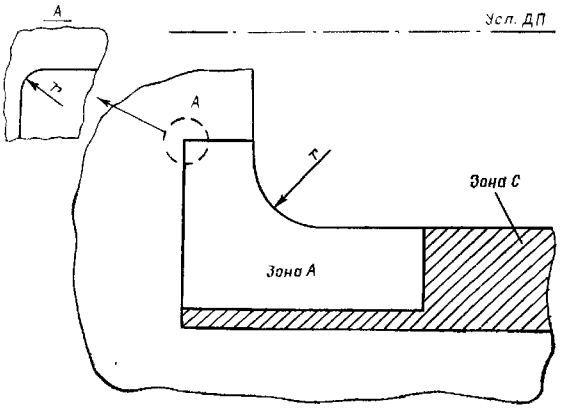


Рис. 1.4.2.2

1.4.2.3 Углы изолированного выреза должны быть скруглены в соответствии с 1.4.1.7. При этом если предусматривается компенсация потерянной площади поперечного сечения палубы, конструкция должна соответствовать также указаниям 1.4.7.

1.4.2.4 Грузовые люки, как правило, относятся к групповым регулярным вырезам (см. 1.4.1.5.2). Конструкция внешних углов крайних вырезов должна выполняться как для углов изолированного выреза.

При различной ширине смежных по длине вырезов (групповые нерегулярные вырезы см. 1.4.1.5.3 и рис. 1.4.1.5.1) радиусы скругления смежных по длине кромок следует принимать равными:

$$r_1 \geqslant 0{,}1\alpha\beta,$$
$$r_2' \geqslant r_2 - (b_{\min}/b_{\max})^2 r_1. \qquad (1.4.2.4)$$

1.4.2.5 Малые вырезы.

1.4.2.5.1 Радиус скругления углов малых вырезов (см. 1.4.1.6) в расчетной палубе в районе средней части длины судна должен быть не менее:

для вырезов, расположенных на расстоянии более $1{,}5b$ (b — ширина большого выреза) от поперечной кромки большого выреза, $r_{\min}$ = 100 мм;

для вырезов, расположенных внутри линии больших вырезов между поперечными кромками последних на расстоянии от диаметральной плоскости не более $0{,}5b - r$ или $0{,}5b - n$ (b — ширина большого выреза, n — размер поперечной полуоси эллипса), $r_{\min}$ = 50 мм;

для вырезов, расположенных внутри линии больших вырезов в нос и в корму от крайних больших вырезов, но не далее $1{,}5b$ от поперечной кромки большего выреза;

для углов, наиболее удаленных от ДП, $r_{\min}$ = 100 мм;

для углов, ближайших к ДП, $r_{\min}$ = 50 мм.

Для районов расчетной палубы вне средней части длины судна и расположенных ниже палуб $r_{\min}$ = 50 мм.

1.4.2.5.2 В расчетной палубе в районе средней части длины судна малые вырезы с поперечным размером $b > 20s$ рекомендуется выполнять эллиптическими с большей осью эллипса, ориентированной вдоль судна.

Для круглых вырезов диаметром более 300 мм следует предусматривать установку по кромкам выреза пояска (см. 1.2.6.11, рис. 1.4.2.5.2).

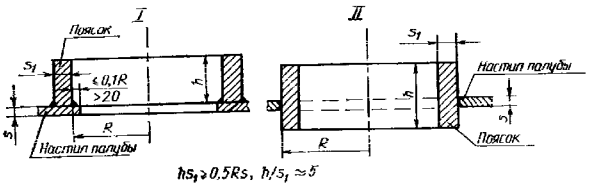


Рис. 1.4.2.5.2

Не допускается размещение любых отверстий у концов книц продольных комингсов и в утолщенных (у концов надстроек) листах палубного стрингера.

1.4.2.6 Конструкция.

1.4.2.6.1 Кромки вырезов, особенно в зоне А (см. рис. 1.4.2.2), должны иметь плавное сопряжение, соответствующее заданной кривой скругления, и гладкую зачищенную поверхность.

В зоне А не допускаются отверстия, приварка монтажных деталей, скоб, рымов и т.п., а также стыковые соединения продольных балок основного и рамного набора, стенок комингсов.

Соединения поясков концевых люковых бимсов или рамных бимсов с пояском карлингса-комингса должны выполняться с обеспечением плавного перехода согласно рис. 1.3.2.10 (вариант *I*).

Как исключение в зоне *A* могут быть допущены малые отверстия для деталей насыщения. При этом расстояние между кромкой отверстия и ближайшим стыковым швом должно быть не менее 0,5 ширины отверстия. Стыки листов палубного настила не должны выходить на продольные кромки выреза в зоне *A*.

1.4.2.6.2 Отстояние стыковых швов поясьев вне зоны *A* от поперечных кромок выреза (см. рис. 1.4.2.2) должно быть не менее r — для скругления по радиусу; $0{,}5m$ — при скруглении по дуге эллипса.

1.4.2.6.3 В зоне *C* допускается размещать лишь малые вырезы, как правило, круглые или эллиптические. По возможности следует избегать вывода сварных швов на продольные кромки вырезов в зоне *C*.

Стыковые швы в районах круглых или эллиптических вырезов следует располагать на участках с минимальными напряжениями (рис. 1.4.2.6.3).

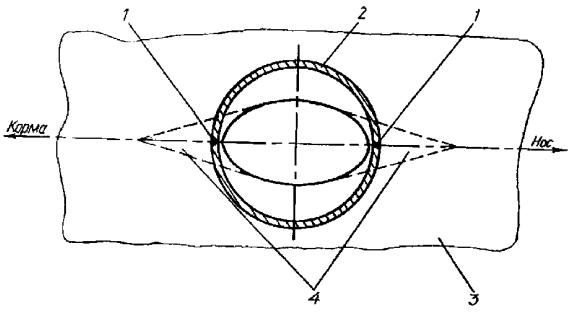


Рис. 1.4.2.6.3 Расположение стыковых швов в районах круглых (эллиптических) вырезов:
1 — стык; 2 — комингс шахты, подкрепляющий поясок;
3 — палуба; 4 — неэффективный участок
(см. рис. 1.1.2, *б* части II «Корпус» Правил)

1.4.2.6.4 Конструкция и качество выполнения углов вырезов грузовых люков неизолированных палуб в охлаждаемых помещениях должны отвечать требованиям к вырезам в расчетной палубе для района средней части длины судна.

1.4.2.6.5 В районах углов вырезов стенки продольных комингсов могут переходить в стенки поперечных комингсов, повторяя форму скругления углов (см. 1.4.2.3).

1.4.2.6.6 Если стенки комингса-карлингса разрезаются на палубе, их приварку к настилу следует выполнять согласно рис. 1.4.2.6.6.

1.4.2.7 Компенсация вырезов.

Компенсация потерянной площади при наличии изолированного выреза (группы вырезов) должна выполняться увеличением толщины листов настила и/или увеличением площади поперечного сечения

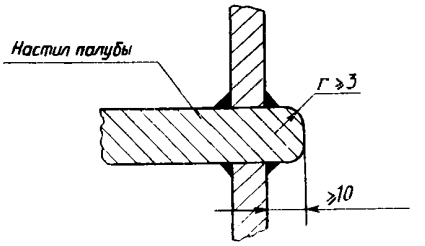


Рис. 1.4.2.6.6

продольных балок основного и рамного набора в районе выреза. Ширина и толщина утолщенных листов, размеры продольных балок и их протяженность определяются необходимой степенью компенсации потерянной площади с учетом размеров неэффективного участка (см. рис. 1.1.2, *б* части II «Корпус» Правил и рис. 1.4.2.7). Конструктивное выполнение компенсации потерянной площади должно также обеспечивать уменьшение концентрации напряжений в районах у углов вырезов (см. 1.4.1.1).

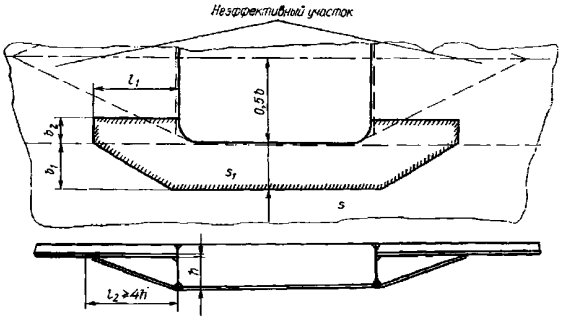


Рис. 1.4.2.7

1.4.2.8 Вырезы при большом раскрытии палуб.

1.4.2.8.1 При ширине выреза b (или Σb — суммарная ширина парных или тройных вырезов грузовых люков), равной или большей $0{,}7B$, скругления углов выреза следует выполнять по радиусу, а размеры зоны *A* должны быть увеличены (рис. 1.4.2.8.1, *а*).

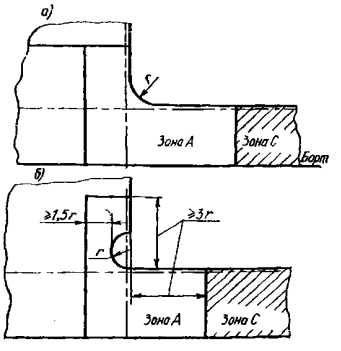


Рис. 1.4.2.8.1

1.4.2.8.2 Допускается применение скруглений углов вырезов, утопленных в палубный настил (перемычку), при условии обеспечения достаточной прочности конструкций, в которых выполняется скругление (см. рис. 1.4.2.8.1, *б*).

1.4.2.8.3 Особое внимание следует обращать на районы сопряжения открытых и закрытых частей корпуса (например, у машинного отделения, в носу и т.п.), где можно ожидать появления больших местных напряжений от скручивания корпуса и изгиба палубного стрингера.

1.4.3 Вырезы в бортах.

1.4.3.1 Углы изолированных прямоугольных вырезов в бортах должны быть скруглены по радиусу величиной:

в районе *I* — $r \geqslant 0{,}1b$;

в районе *II* — $r \geqslant 0{,}15b$ или $r \geqslant 0{,}1l$ в зависимости от того, что больше;

в районе *III* — $r \geqslant 0{,}1b$ или $r \geqslant 0{,}1l$ — в зависимости от того, что больше;

в районах *IV* и *V* $r \geqslant 0{,}1b$ или $r \geqslant 0{,}1l$ — в зависимости от того, что меньше.

Расположение районов см. на рис. 1.1.2, *а* части II «Корпус» Правил.

Во всех случаях $r_{max} \leqslant 0{,}3b$ или $r_{max} \leqslant 0{,}3l$ в зависимости от того, что меньше.

Минимальный радиус скругления $r_{min} = 50$ мм.

1.4.3.2 Радиусы скругления r_1 смежных и r_2 внешних углов групповых регулярных вырезов (рис. 1.4.3.2) следует определять согласно 1.4.3.1 При этом величина r_1 определяется, рассматривая каждый из вырезов как изолированный вырез с размерами l и b, величина r_2 определяется, рассматривая всю группу вырезов как один изолированный вырез с размерами такими же, как у всей группы вырезов (l' и b).

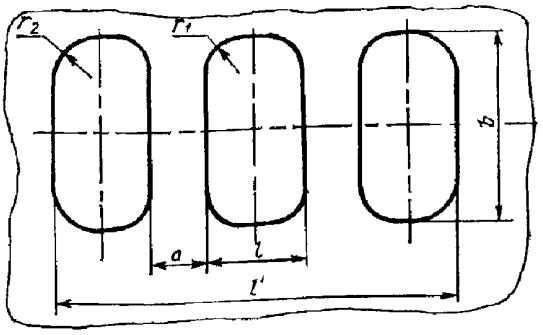


Рис. 1.4.3.2

Если расстояние между смежными кромками вырезов a превышает $0{,}5b$, радиусы скругления внешних углов могут быть определены по формуле

$$r_2' = r_1 + \frac{1{,}5b - a}{b}(r_2 - r_1) . \qquad (1.4.3.2)$$

1.4.3.3 Продольные кромки вырезов в зависимости от района (см. 1.1.2) и отстояния от расчетной палубы следует подкреплять вварными утолщенными листами.

Подкрепления требуются:

для района *I* — при отстоянии кромки выреза от расчетной палубы $c < b$ — у верхней кромки выреза;

для района *II* — при $(b/D) \geqslant 0{,}1$ — у верхней и нижней кромок выреза, при $(b/D) < 0{,}1$ (если $c < b$) — у верхней кромки выреза (D — высота борта).

При $c < 0{,}5b$ конструкция выреза подлежит особому рассмотрению Регистром.

Толщина, размеры и форма подкрепляющих листов показаны на рис. 1.4.3.3.

Для вырезов прямоугольной формы (рис. 1.4.3.3, *а*): $b_1 = (0{,}25...0{,}4)b$; $l_1 = (0{,}35...0{,}6)b$; $b_2 \geqslant b_i + 2r$ или $b_1 = (0{,}25...0{,}4)l$; $l_1 = (0{,}35...0{,}6)l$; $b_2 \geqslant b_1 + 2r$.

Для вырезов круглой и овальной формы (рис. 1.4.3.3, *б*): $b_1 = (0{,}45...0{,}7)R$; $l_1 = (0{,}6...1)R$; $b_2 \geqslant b_1 + 0{,}5R$.

Толщина подкрепляющих листов S_1 равна: $1{,}5s$ при $s < 20$ мм; 30 мм при 20 мм $\leqslant s \leqslant 24$ мм, $1{,}25s$ при $s > 24$ мм.

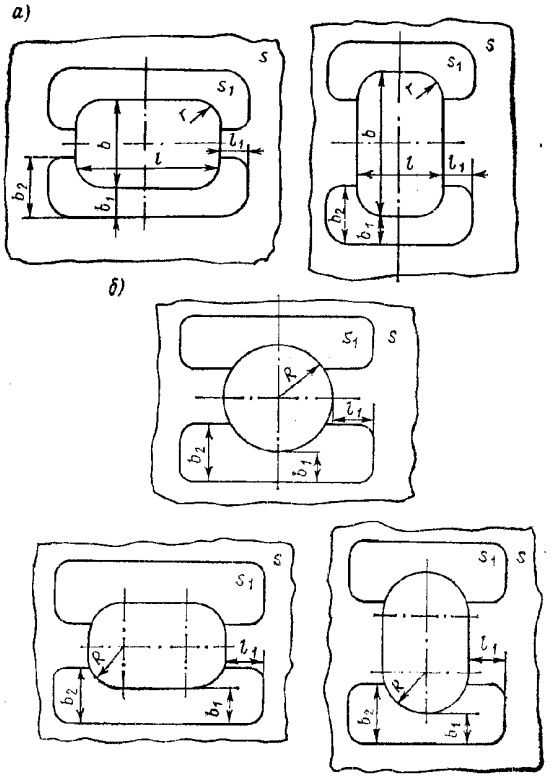


Рис. 1.4.3.3 Подкрепление прямоугольных (*а*), круглых и овальных (*б*) вырезов в бортах утолщенными вварными листами

1.4.3.4 Допускается подкрепление вырезов утолщенными листами по всему периметру выреза.

1.4.3.5 Конструкция подкрепления групповых регулярных вырезов аналогична конструкции подкрепления для изолированных вырезов.

1.4.3.6 В районах *I* и *II* (см. рис. 1.1.2, *а* при $(l/b) \geqslant 2$ и $c < b$, если верхняя кромка выреза находится в пределах ширстрека, требуется, кроме подкрепления ширстрека согласно 1.4.3.3, увеличение толщины палубного стрингера на 20%. Протяженность указанного утолщения палубного стрингера должна быть не менее $1{,}2l$.

1.4.3.7 При ширине палубных вырезов $b \geqslant 0{,}7B$ конструкция вырезов в ширстреке на участке средней части длины судна l (см. 1.2.3 части II «Корпус» Правил) в районах углов вырезов грузовых люков и шахт машинных отделений (рис. 1.4.3.7, *а*), у окончания длинных надстроек (рис. 1.4.3.7, *б*), а также конструкция вырезов в ширстреке и подширстречном поясе в районе $0{,}4L$ от носового перпендикуляра на судах, имеющих значительный развал шпангоутов в носовой оконечности (см. 1.4.5 части II «Корпус» Правил) и скорость (уз.) $v \geqslant 1{,}5L$, являет-ся предметом специального рассмотрения Регистром.

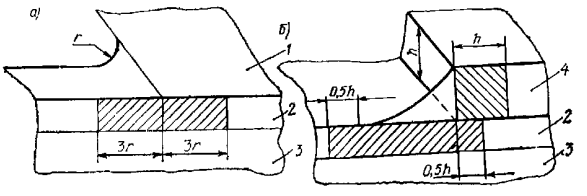


Рис. 1.4.3.7 Особые участки подкреплений вырезов в ширстреке:
1 — палуба; 2 — ширстрек; 3 — борт; 4 — надстройка

1.4.3.8 В листах, подкрепляющих кромки вырезов, как правило, не допускается выполнение малых вырезов.

1.4.3.9 Комингсы и ребра жесткости, устанавливаемые по кромкам вырезов, не следует рассматривать как эквивалент вварных утолщенных листов.

1.4.4 Вырезы в бортовой обшивке надстроек.

1.4.4.1 В районе средней части длины судна вырезы в бортовых стенках длинных надстроек, удлиненных бака и юта должны отвечать требованиям к вырезам в бортах для района *I*, а вырезы в концевых участках бортовых стенок этих надстроек — требованиям для района *II*. Под концевым понимается участок длиной, равной удвоенной высоте надстройки, считая от ее концевой переборки.

Вне района средней части длины судна достаточны лишь скругления углов вырезов.

1.4.4.2 Подкрепление прямоугольных вырезов в бортовых стенках коротких средних надстроек на участках длиной, равной высоте надстройки, считая от ее концевых переборок, должно выполняться установкой утолщенного вварного листа вдоль нижней кромки (рис. 1.4.4.2), где $b_1 = (0{,}25...0{,}4)b$; $b_2 \geqslant b_1 + 2r$; $l_1 = (0{,}35...0{,}6)b$.

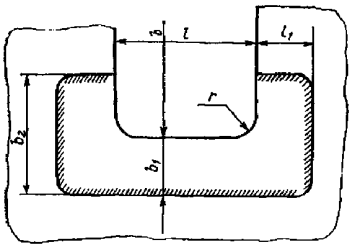


Рис. 1.4.4.2

1.4.4.3 Для прямоугольных вырезов в бортовых стенках короткого бака или юта достаточным является скругление углов по радиусу согласно 1.4.3.1 как для районов *IV* и *V* (см. рис. 1.1.2, *а*).

1.4.5 Вырезы в боковых переборках рубок.

1.4.5.1 Прямоугольные изолированные и групповые регулярные вырезы в боковых стенках длинных рубок, имеющие высоту более 70% высоты стенки рубки, должны подкрепляться утолщенными вварными листами, установленными сверху и снизу выреза для района средней части длины судна и снизу выреза — в остальных районах длины судна (рис. 1.4.5.1).

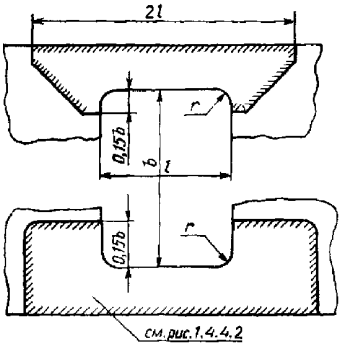


Рис. 1.4.5.1

1.4.5.2 В районе средней части длины судна не допускаются, как правило, любые прямоугольные вырезы в концевых участках боковых стенок длинных рубок на длине, равной высоте рубки, считая от ее концевых переборок.

При необходимости прямоугольных вырезов в указанных районах кроме вварных утолщенных листов сверху и снизу от выреза Регистр может потребовать установку дополнительных подкреплений.

1.4.5.3 Для коротких рубок независимо от их положения по длине судна утолщенные вварные листы (см. рис. 1.4.4.2) могут устанавливаться лишь снизу прямоугольного выреза указанных в 1.4.5.1 размеров. При длине рубки между расширительными

соединениями, меньшей трех ее высот, могут быть предусмотрены лишь скругления углов вырезов.

1.4.6 Вырезы в продольных переборках.

1.4.6.1 Требования к вырезам в продольных переборках длиной не менее шести высот переборки, установленных на втором дне (днище) и/или под расчетной палубой, аналогичны требованиям к вырезам в бортах.

1.4.6.2 Вырезы в продольных переборках, не связанных с расчетной палубой (днищем или двойным дном) и/или имеющих длину менее шести высот переборки, должны выполняться применительно к 1.4.3.1 для районов *IV* и *V* (см. рис. 1.1.2, *а*).

1.4.6.3 Вырезы в продольных переборках надстроек должны выполняться с учетом требований 1.4.6.1 и 1.4.6.2.

1.5 СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

1.5.1 Требования к взаимному расположению и выполнению сварных швов.

1.5.1.1 При проектировании конструкции должен быть обеспечен легкий доступ к сварным соединениям для обеспечения качественного выполнения сварного шва. Сварные швы, как правило, не должны располагаться в глубине острых углов или в тесных местах.

1.5.1.2 Тип сварного соединения и последовательность выполнения сварных швов должны обеспечивать возможно меньшие остаточные напряжения и отсутствие недопустимых деформаций от сварки.

1.5.1.3 При назначении конструкции и размеров сварных соединений необходимо учитывать особенности материала: уменьшение деформационной способности при растягивающих нагрузках, нормальных к плоскости листа, а также в районе изгиба при фланцовке (наклеп).

1.5.1.4 Сварные швы должны располагаться в наименее напряженных сечениях элементов конструкции, по возможности дальше от места резкого изменения сечения связей, вырезов, отфланцовок и т. д.

1.5.1.5 Ширина (мм) вварного листа обшивки (настила) должна быть не менее $12s$ или 300 мм.

Длина стороны или диаметр вваривaемой детали (утолщенные листы, фланцы, крепления) должны быть не менее

$$a = 170 + 3(s - 10),$$

где s — толщина листа обшивки, мм, в который вваривается деталь.

Углы вварного листа обшивки (детали) должны быть скруглены радиусом $r \geqslant 3s$.

1.5.1.6 Кромки вваривaемых деталей не должны располагаться от параллельных сварных швов ближе чем на $5s + 50$ мм при протяженности кромки более $60s$ (s — толщина обшивки в районе вварки).

Расположение швов вваривaемых конструкций и деталей протяженностью менее $60s$ по отношению к стыковым и пазовым швам обшивки не регламентируется.

1.5.1.7 Стыки поясков сварных тавровых балок и балок катаного профиля должны располагаться от концов книц, которыми закрепляются кницы балки, на расстоянии не менее 0,5 высоты балки. Если пояски книц переходят в пояски балок набора, стыки поясков должны быть отнесены от концов книц на расстояние не менее 150 мм.

Разнесение стыков пояска и стенки сварной тавровой балки от места слома ее оси или сечения, в котором начинается изменение высоты балки, является обязательным.

1.5.1.8 Сварные стыки в таких конструкциях, как скуловые кили, привальные брусья, ватервейсы, а также направляющие для люковых закрытий на поясках продольных комингсов грузовых люков, рельсы на железнодорожных паромах или для перемещения тележек в туннельном киле и т.п. должны выполняться с полным проваром по сечению.

1.5.1.9 Если в угловом сварном соединении листовой элемент конструкции толщиной более 18 мм воспринимает усилия (в том числе от остаточных напряжений после сварки), действующие в направлении, нормальном к поверхности листа, должны быть предусмотрены конструктивно-технологические мероприятия для уменьшения вероятности слоистого разрыва (например, для уменьшения поперечного укорочения — выбор формы шва, обеспечивающей возможно меньший объем наплавленного металла и соответствующей последовательности сварки, а также распределение напряжений на больший район поверхности листа благодаря разделке под сварку или соединению друг с другом нескольких элементов, последовательно воспринимающих нагрузку и уменьшающих остаточные напряжения).

1.5.1.10 При выполнении сварных соединений в районе I (см. рис. 1.1.2, *а*) следует обеспечивать плавный переход от основного металла к усилению стыкового шва, а также к угловым швам, соединяющим поперечные связи корпуса с листами настила расчетной палубы и наружной обшивки. При этом рекомендуется предусматривать мероприятия, позволяющие получить плавное вогнутое очертание углового шва. Указанное относится также ко всем сварным соединениям в районах интенсивной вибрации.

1.5.1.11 Приварка различных деталей к основным связям корпуса должна выполняться так, чтобы на

свободных кромках поясков (листов) связей не было надрезов от сварки. С этой целью, в частности, ширина бракет и ребер жесткости в местах приварки к пояскам подкрепляемых рамных балок должна быть по крайней мере на 10 мм меньше ширины поддерживаемого пояска.

1.5.1.12 Если сварка стыковых швов листов обшивки (настила) производится после установки на них балок набора или других проницаемых листовых конструкций, в последних непосредственно над указанными швами должны быть предусмотрены вырезы. Величина вырезов должна обеспечивать качественное выполнение стыкового шва. Радиус вырезов следует принимать не менее большей из величин: $r \geqslant 25$ мм и $r \geqslant 2s$ (s — толщина стенки, мм). В районах интенсивной вибрации предпочтительна форма вырезов применительно к рис. 1.2.6.8, *а* (вариант I), уменьшающая длину неподкрепленного участка листа обшивки (настила).

В районе вырезов (включая вырезы для протока воды и др.) тавровые швы должны выполняться двусторонними по обе стороны от выреза на длине 50 мм.

1.5.1.13 Кромки книц и стенок профилей должны быть обварены вокруг и не иметь открытых кратеров.

1.5.2 Общие указания по выбору типов сварных швов тавровых соединений.

1.5.2.1 Работоспособность сварных тавровых соединений определяется расчетной толщиной и типом углового шва, которые назначаются согласно требованиям Правил в зависимости от условий и характера нагружения конструкции.

1.5.2.2 Двусторонние непрерывные швы, как правило, следует применять для конструкций, испытывающих переменное по величине и/или знаку нагружение (например, для связей района *I* согласно рис. 1.1.2, *а*, участвующих в обеспечении продольной прочности), а также для соединений, которые воспринимают значительные локальные нагрузки.

1.5.2.3 Односторонние и прерывистые швы, а также гребенчатый набор не допускаются в районах интенсивной вибрации, для приварки днищевого и бортового набора к наружной обшивке — в районах воздействия значительных нагрузок при слеминге и ударов волн в носовую оконечность, в районах, где возможны значительные локальные нагрузки (от льда, швартовок в море к судам или морским сооружениям, реакций взаимодействия корпуса и рубок у концов рубок, массы контейнеров, колес автопогрузчиков, трейлеров и другой колесной техники и т.п.).

1.5.3 Общие указания по применению сварки внахлестку, на остающейся подкладке, прорезных швов в шип и пробочных швов.

1.5.3.1 Соединения внахлестку рекомендуется применять в возможно меньшей степени.

Не допускаются соединения внахлестку листов обшивки (настила), рамных (продольных и поперечных) балок (непосредственно или при помощи книц), а также в районах интенсивной вибрации и действия значительных нагрузок локального характера.

Швы нахлесточных соединений, если последние допускаются, следует располагать по возможности параллельно направлению главных усилий.

1.5.3.2 Соединения прорезным швом в шип, пробочными швами или швом на остающейся подкладке допускаются в тех случаях, когда приварка элементов конструкции таврового соединения угловым швом невозможна.

Для районов интенсивной вибрации предпочтительно соединение на остающейся подкладке.

2 ТРЕБОВАНИЯ К ОТДЕЛЬНЫМ КОНСТРУКЦИЯМ

2.1 НАРУЖНАЯ ОБШИВКА

2.1.1 Расположение листов.

Листы наружной обшивки, как правило, должны располагаться вдоль судна. Поперечное расположение листов может быть допущено лишь в районах III, IV и V (см. рис. 1.1.2, *а*). Об изменении толщин по стыкам и пазам см. 1.1.6.

2.1.2 Ширстрек.

2.1.2.1 Верхняя кромка ширстрека в районах *I* и *II* должна быть гладкой, с закругленными углами и свободной от приварок. В указанных районах не допускаются в верхней кромке ширстрека вырезы (например, для шпигатов).

Как исключение по специальному согласованию с Регистром может быть допущена приварка деталей к верхней кромке ширстрека. При этом соединение указанных деталей с верхней кромкой ширстрека должно выполняться с полным проваром и введением продольного переходного элемента, выполненного из той же стали, что и ширстрек. В месте соединения указанного элемента (рис. 2.1.2.1 и рис. 2.8.4.3.3) с ширстреком должна быть обеспечена плавность перехода с удалением притупления и механической обработкой мест окончания. Указанное

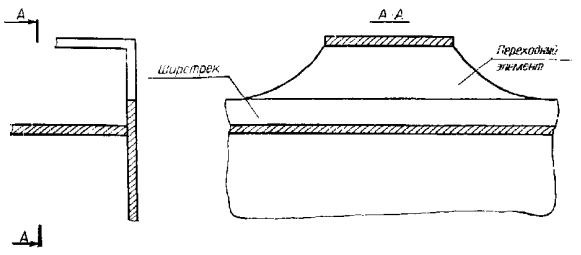


Рис. 2.1.2.1

относится и к районам окончания участков фальшборта, приваренного к ширстреку.

2.1.2.2 Конструкцию соединения ширстрека с палубным стрингером следует выполнять согласно рис. 2.1.2.2, *а, б, в*. При изменении конструкции *в* на конструкцию *а* переходную конусную вставку следует располагать за пределами средней части длины судна, обращая особое внимание на обеспечение качества сварки в месте окончания указанной вставки.

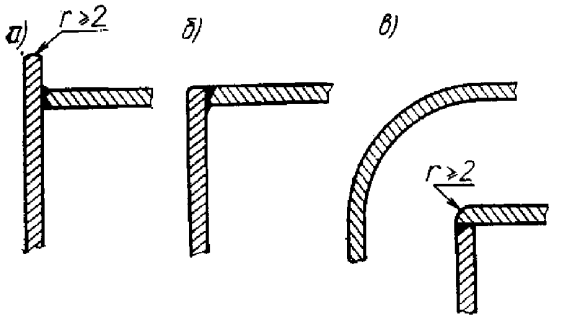


Рис. 2.1.2.2

2.1.2.3 Выполнение вырезов на участке скругленного ширстрека не допускается.

2.1.3 Подкрепления у концов надстроек.

2.1.3.1 Для снижения концентрации напряжений в связях корпуса в районах у концов надстроек продольные стенки надстройки должны быть продлены за ее концевые переборки и плавно по дуге эллипса или окружности сведены на нет к ширстреку (рис. 2.1.3.1) с последующим удалением притупления и механической обработкой места окончания выступающего листа (см. 2.1.2.1).

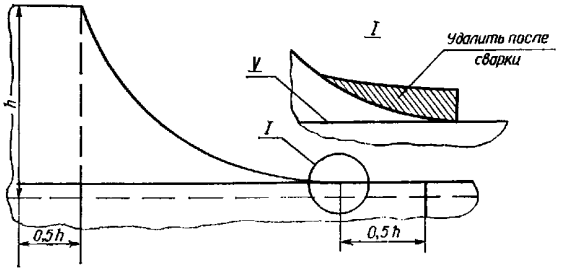


Рис. 2.1.3.1

2.1.3.2 При необходимости утолщения ширстрека в районе у конца надстройки следует обращать внимание на то, чтобы стыки утолщенного листа ширстрека были удалены не менее чем на $0{,}5h$ от концевой переборки надстройки и конца выступающего листа бортовой обшивки надстройки (см. рис. 2.1.3.1).

2.1.4 Вырезы. Местные усиления наружной обшивки.

2.1.4.1 Расстояние между кромками круглых вырезов в ширстреках (для иллюминаторов или других целей) либо отстояние указанных вырезов от верхней кромки ширстрека должно быть не менее 1,5 диаметра (d) выреза (или большего из смежных вырезов). Если $d > 20s$ или $d > 300$ мм (d — диаметр выреза, s — толщина ширстрека), сверху и снизу от выреза должны быть установлены подкрепления в виде утолщенных листов или продольных балок.

Площадь поперечного сечения подкрепления с каждой стороны от выреза должна быть не менее $S = 0{,}35ds$. Подкрепления должны быть протянуты на расстояние не менее $1{,}5d$ в каждую сторону от центра выреза с плавным уменьшением к концам.

2.1.4.2 Вырезы для кингстонных решеток или для других целей должны иметь хорошо скругленные углы $r > 0{,}1b$ или $r > 50$ мм, в зависимости от того, что больше, и располагаться по возможности вне скругления скулы. Вырезы в скуловом поясе или у скулового пояса следует выполнять эллиптической формы, ориентируя большую ось эллипса вдоль судна.

2.1.4.3 В местах усиленного износа (например, под якорными клюзами) следует предусматривать усиление наружной обшивки, как правило, установкой утолщенных вварных листов.

2.1.5 Скуловые кили. Привальные брусья.

2.1.5.1 На судах, эксплуатирующихся во льдах или на мелководье, установка скуловых килей не рекомендуется.

2.1.5.2 Скуловые кили могут быть пластинчатыми или полыми.

При высоте киля более 450 мм рекомендуются полые конструкции с двойными листовыми элементами (рис. 2.1.5.2).

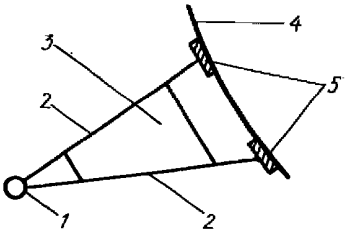


Рис. 2.1.5.2 Полый скуловой киль с двойными листовыми элементами:
1 отделка (пруток или труба); 2 листы стенки киля; 3 поперечная диафрагма; 4 наружная обшивка; 5 — горизонтальная подкладная планка

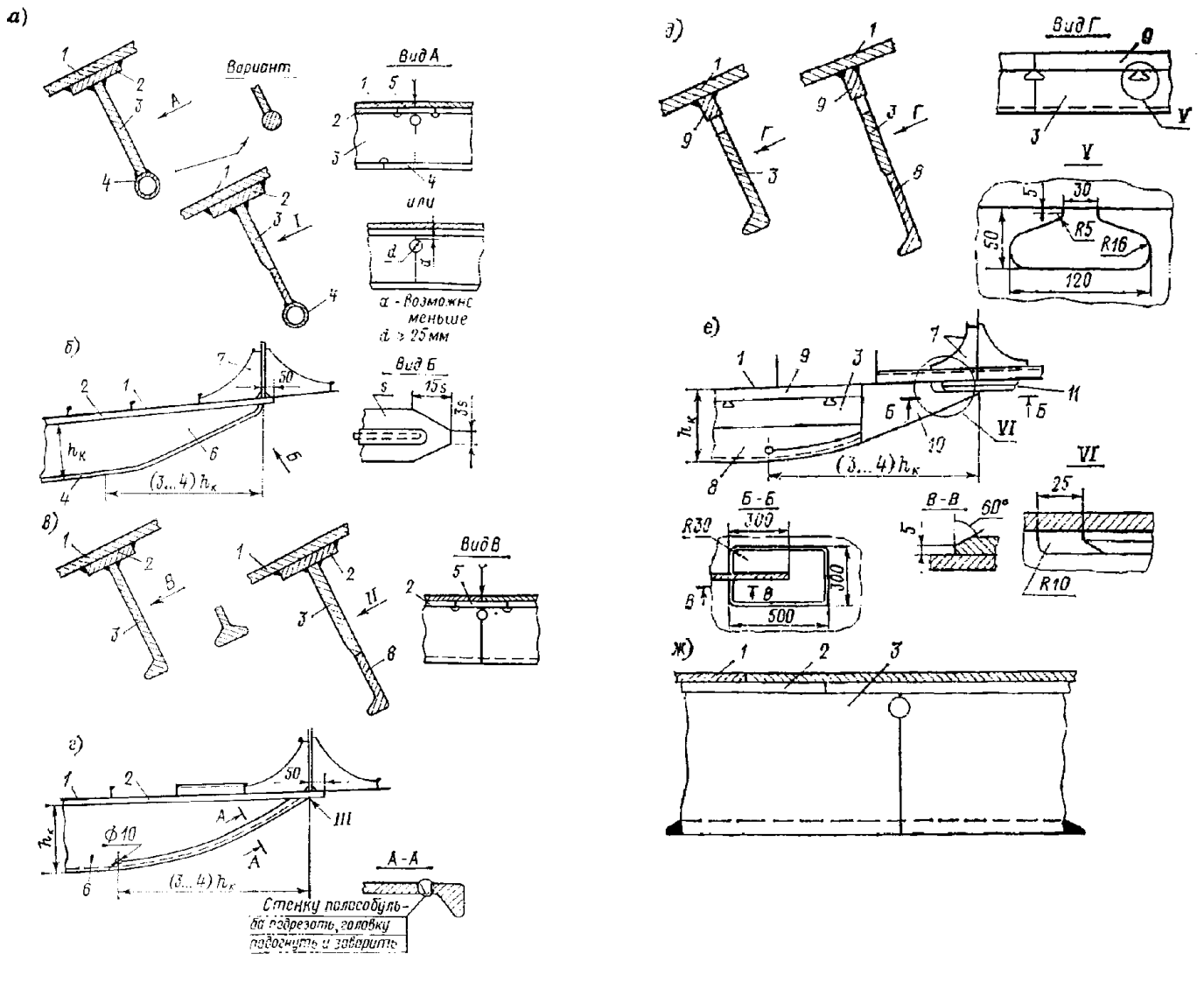


Рис. 2.1.5.7 Конструкции скуловых килей:
1 — наружная обшивка; 2 — горизонтальная, подкладная планка; 3 — лист стенки киля; 4 — отделка — пруток или труба; 5 — забойный участок подкладной планки; 6 — стенка киля; 7 — подкрепляющие кницы; 8 — замыкающий полособульб; 9 — планка; 10 — концевой лист стенки; 11 — подкладной лист;
I — IV — применить вид *А — Г* соответственно требованиям к конструктивному оформлению продольных связей (см. 1.1)

2.1.5.3 При выборе элементов конструкции скулового киля следует принимать во внимание участие скулового киля в общем продольном изгибе корпуса, т.е. листовые элементы киля не должны терять устойчивости при сжатии и должны отвечать требованиям к конструктивному оформлению продольных связей (см. 1.1).

2.1.5.4 Скуловые кили должны быть изготовлены из стали с пределом текучести не менее, чем у листов наружной обшивки, к которым они крепятся. Категория стали для скуловых килей (включая планки) должна приниматься как для обшивки днища с учетом разницы в толщинах.

2.1.5.5 Устойчивость элементов конструкции скулового киля должна быть обеспечена применительно к требованиям, предъявляемым к конструкциям днища.

2.1.5.6 Скуловые кили должны быть, как правило, неразрезными по длине. Если они выполняются из отдельных участков, то конструктивное оформление концов каждого из этих участков должно отвечать требованиям 2.1.5.7.

2.1.5.7 В местах окончания скуловых килей их высота должна уменьшаться на участке длиной не менее трех высот скулового киля.

Вместо подкрепления свободной кромки стенки киля (см. 2.1.5.18) на концевых участках допускается утолщение стенки на длине не менее высоты скулового киля (рис. 2.1.5.7, *е*).

2.1.5.8 Окончание скуловых килей следует предусматривать на поперечных связях корпуса с установкой подкреплений на концах каждого участка (см. рис. 2.1.5.7, *б, г, е*).

2.1.5.9 Конструкция скулового киля должна быть такой, чтобы при повреждениях скулового киля от действия больших поперечных усилий наружная обшивка оставалась неповрежденной.

С этой целью следует предусматривать слабое звено в соединении стенки скулового киля:

с горизонтальной подкладной планкой — путем

надлежащего выбора расчетной высоты сварного шва;

с вертикальной планкой — выполнением ослабляющих вырезов (см. рис. 2.1.5.7, *д*).

2.1.5.10 Толщина планки (см. 2.1.5.9) должна приниматься не менее толщины примыкающей к ней стенки киля. Ширина горизонтальной планки должна быть не более 10 ее толщин. Высота вертикальной планки принимается от 80 до 120 мм.

2.1.5.11 Горизонтальная подкладная планка в районе монтажных стыков наружной обшивки должна быть непрерывной (см. рис. 2.1.5.7, *а, в*).

2.1.5.12 В местах пересечения стыковых швов наружной обшивки горизонтальной подкладной планкой усиления стыковых швов должны быть удалены.

2.1.5.13 Стыковые соединения участков полосы и стенки скулового киля (включая элемент, подкрепляющий свободную кромку стенки) должны выполняться с обеспечением полного провара по сечению.

2.1.5.14 В стыковых соединениях стенки скулового киля рекомендуется выполнять вырезы (см. рис. 2.1.5.7, *а, в*) с целью снижения вероятности появления и распространения трещин.

2.1.5.15 Стыки наружной обшивки, полосы и стенки скулового киля не рекомендуется располагать в одной плоскости (см. рис. 2.1.5.7, *ж*).

2.1.5.16 Соединение планки с наружной обшивкой и стенки скулового киля с планкой должно выполняться непрерывным угловым швом.

2.1.5.17 Стенки пластинчатых килей по высоте могут быть изготовлены из листов одной и разной толщины, полособульба, а также из листов и полособульба (см. также 2.1.5.18).

2.1.5.18 Свободная кромка стенок скуловых килей должна быть подкреплена прутком или полособульбом (см. рис. 2.1.5.7).

2.1.5.19 Размеры и расположение ослабляющих вырезов (см. 2.1.5.9) определяются расчетом; при этом отстояние концевого ослабляющего выреза от конца скулового киля должно быть не более двух высот скулового киля.

2.1.5.20 Вырезы (кроме ослабляющих — см. 2.1.5.9) в стенках скуловых килей в районе средней части судна не допускаются (см. также 2.1.5.14).

2.1.5.21 Скуловые кили не должны располагаться у забортных отверстий.

2.1.5.22 Конструкция привальных брусьев должна учитывать их участие в общем продольном изгибе корпуса (см. 2.1.5.3).

2.1.5.23 Конструкция привальных брусьев должна отвечать требованиям 2.1.5.6, 2.1.5.7 (требование постепенного уменьшения высоты привального бруса), 2.1.5.8.

2.1.5.24 Внутри корпуса в плоскости продольных стенок привального бруса следует устанавливать местные подкрепления в виде ребер жесткости.

Рекомендуется располагать продольные стенки привального бруса в плоскостях палуб, платформ и балок продольного набора.

2.1.5.25 Привальные брусья следует устанавливать на подкладных планках (см. 2.1.5.11, 2.1.5.12 2.1.5.15 и 2.1.5.16).

2.1.5.26 Стыковые соединения участков продольных стенок, а также подкладных планок привальных брусьев должны выполняться с обеспечением полного провара по сечению. Монтажные соединения следует выполнять на остающейся подкладке.

2.2 ДНИЩЕВОЙ НАБОР

2.2.1 Одинарное дно сухогрузных судов.

2.2.1.1 Соединения флоров с вертикальным килем и днищевыми стрингерами (рис. 2.2.1.1) следует выполнять с обеспечением полного провара по стыкам соединений поясков указанных связей (см. также 1.3.2.10).

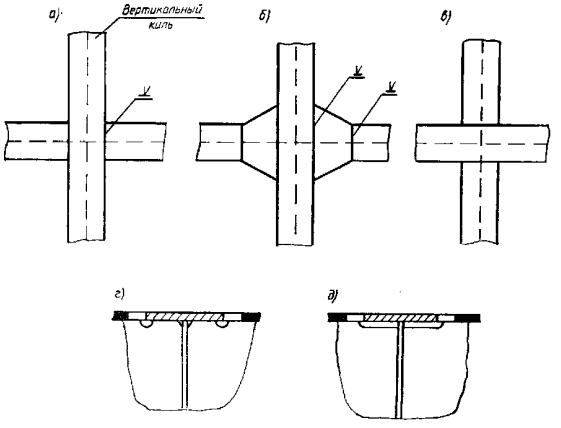


Рис. 2.2.1.1

Вариант *а* может быть использован в конструкциях при $W^{\text{факт}}_{\text{флора}} \geqslant 1{,}5W^{\text{треб}}_{\text{флора}}$. В остальных случаях предпочтительнее (в том числе в районе $0{,}25L$ от носового перпендикуляра и в машинном отделении) вариант *б*. Вариант *в* может быть применен для соединения поясков флоров с поясками разрезного вертикального киля (например, на судах с $L \leqslant 60$ м при расстоянии между поперечными переборками, не менее чем вдвое превышающем ширину судна) и поясками днищевого стрингера.

На рис. 2.2.1.1, *г* и *д* показаны детали конструкции узлов соединения поясков со стенками в вариантах *а* — *в*.

2.2.1.2 При различной высоте флоров, вертикального киля и днищевых стрингеров рекомендуется их соединения выполнять применительно к рис. 2.2.1.2 ($\Delta h \geqslant 250$ мм).

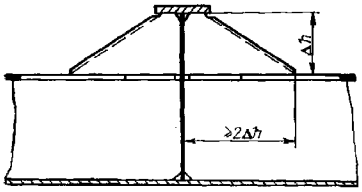


Рис. 2.2.1.2

2.2.1.3 При использовании флоров с отогнутыми фланцами следует обеспечивать сохранение прочности флоров в узлах приварки фланцев к пояску вертикального киля, а также поясков днищевых стрингеров к фланцам флоров, учитывая, в частности, отрицательное влияние наложения сварных швов на место сгиба фланца (см. 1.2.4.2.3).

2.2.1.4 Соединения вертикального киля и днищевых стрингеров с поперечными переборками, а также флоров с продольными переборками следует выполнять применительно к рис. 2.2.1.4 Должны

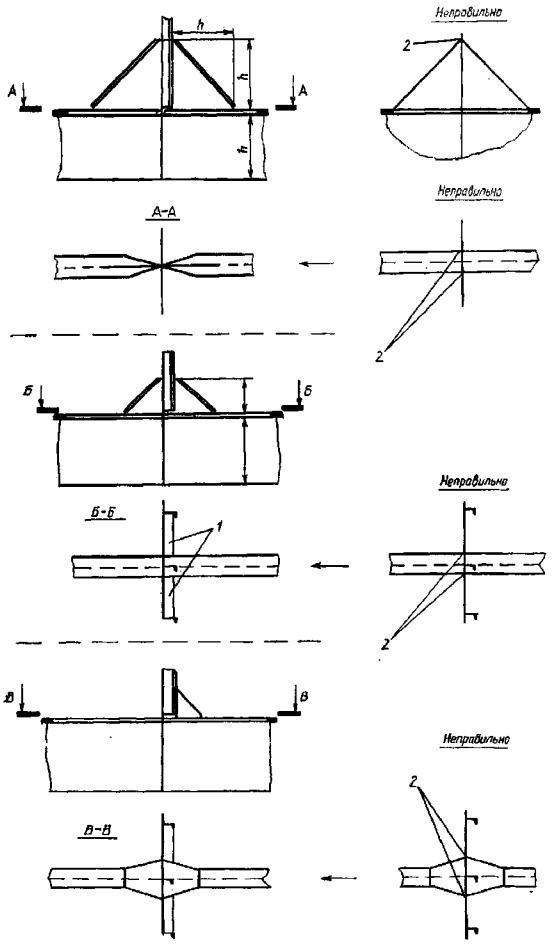


Рис. 2.2.1.4 Соединения вертикального киля и днищевых стрингеров с поперечными переборками, а также флоров с продольными переборками:
1 — полоса (профиль);
2 — жесткие точки в обшивке переборки

быть предусмотрены конструктивные мероприятия с целью исключения жестких точек в обшивке переборки у кромок поясков вертикального киля, днищевых стрингеров и флоров, а также книц, соединяющих вертикальный киль и днищевые стрингеры (или флоры) с переборками (см. рис. 2.2.1.4).

2.2.1.5 В машинном отделении при отсутствии вертикального киля в районе фундамента перевязка продольных балок машинного фундамента и вертикального киля должна выполняться применительно к рис. 2.2.1.5.

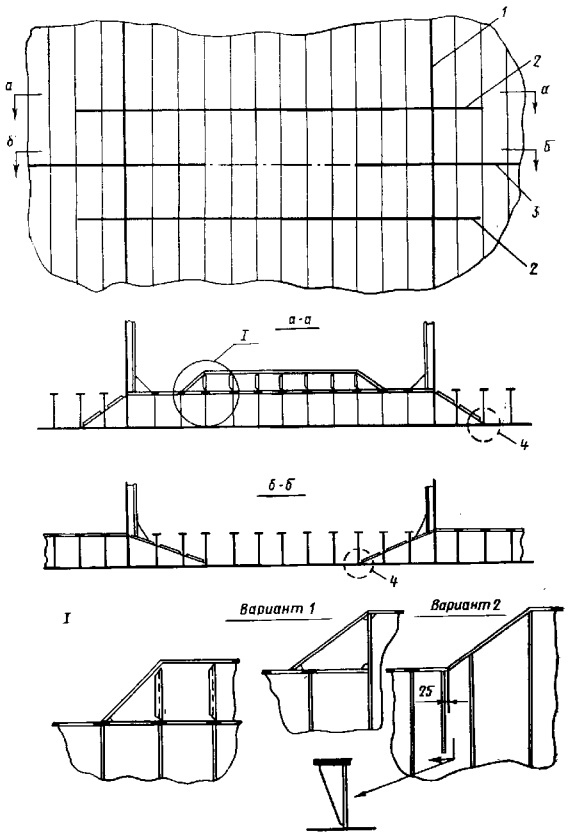


Рис. 2.2.1.5 Перевязка продольных балок машинного фундамента и вертикального киля:
1 — переборка; 2 — продольная балка фундамента;
3 — вертикальный киль;
4 — см. рис. 2.2.3.1.2

2.2.1.6 Конструкция флоров в местах установки главных двигателей должна выполняться применительно к рис. 2.2.1.6.

2.2.2 Одинарное дно наливных судов.

2.2.2.1 При проектировании конструкции балок рамного набора одинарного дна наливных судов следует учитывать также наличие гидродинамических усилий, усилий вибрационнго характера, действующих нормально к плоскостям стенок флоров, вертикального киля, днищевых стрингеров, и участие вертикального киля и днищевых стрингеров как элементов вертикальной рамной конструк-

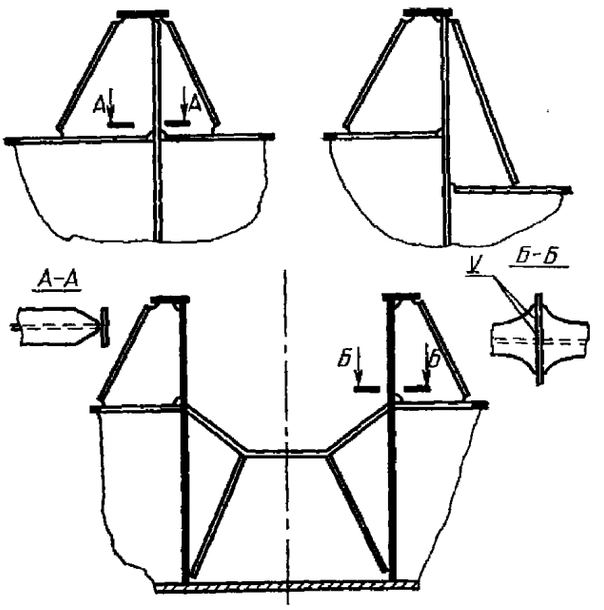


Рис. 2.2.1.6

ции, включающей рамные стойки и карлингсы, в общем продольном изгибе корпуса.

2.2.2.2 Соединения флоров с рамными стойками продольных переборок и рамными шпангоутами рекомендуется выполнять применительно к рис. 2.2.2.2.

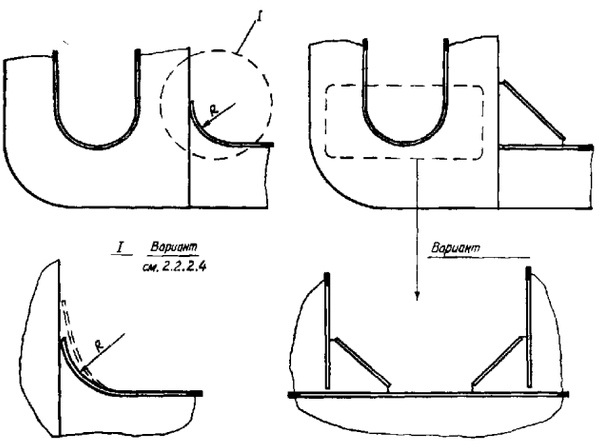


Рис. 2.2.2.2

2.2.2.3 Особое внимание следует обращать на обеспечение устойчивости стенки флора у конца кницы, а также самой кницы.

С этой целью следует предусматривать установку книц устойчивости (см. 1.2.3.3) по стенке флора у конца кницы или в районе изменения направления пояска (если поясок флора переходит в поясок кницы), а также надлежащее подкрепление стенки флора и кницы (см. 1.2.3, 1.3.2.7).

2.2.2.4 Для снижения уровня напряженности у верхнего конца кницы и тем самым уменьшения вероятности образования трещин рекомендуется форма кницы, показанная пунктиром на рис. 2.2.2.2, а также на рис. 1.3.2.1, *е*.

2.2.2.5 Кница, соединяющая флор с рамной стойкой, не должна оканчиваться у района выреза в стенке рамной стойки для прохода горизонтальных балок продольной переборки.

2.2.2.6 Соединения флоров с вертикальным килем следует выполнять в зависимости от соотношения высот этих связей применительно к рис. 2.2.2.6.

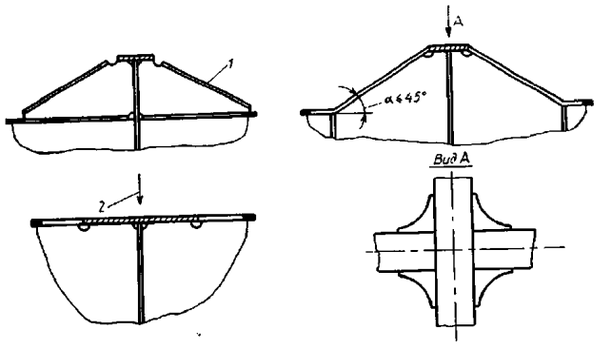


Рис. 2.2.2.6 Соединение флора с вертикальным килем:
1 — см. рис. 2.2.1.2; 2 — см. рис. 1.3.2.10, узел *I*

2.2.2.7 Соединения флоров с днищевыми стрингерами рекомендуется выполнять применительно к рис. 2.2.2.6 с учетом того, что при высоте флоров, большей или равной высоте днищевых стрингеров, последние выполняются разрезными на флорах.

2.2.2.8 Вертикальный киль и днищевые стрингеры соединяются с доковой и рамными стойками поперечных переборок применительно к рис. 2.2.2.2.

2.2.3 Двойное дно.

2.2.3.1 Узлы окончания настила второго дна, вертикального киля, днищевых стрингеров и продольных балок.

2.2.3.1.1 В местах окончания настил второго дна должен постепенно переходить в пояски вертикального киля и днищевых стрингеров одинарного дна, а междудонный лист — в кницу с поясом или флацем по свободной кромке (рис. 2.2.3.1.1).

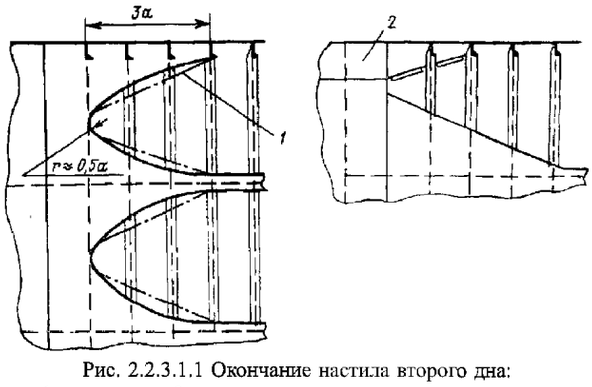


Рис. 2.2.3.1.1 Окончание настила второго дна:
1 — вариант; 2 — при наклонном междудонном листе

2.2.3.1.2 В местах, где вертикальный киль или днищевые стрингеры оканчиваются, следует обеспечивать плавное уменьшение их высоты и закрепление концов на поперечной связи (см. 1.1.8 и рис. 2.2.3.1.2).

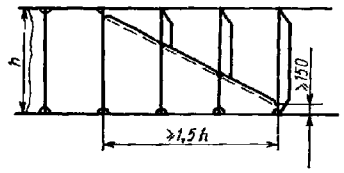


Рис. 2.2.3.1.2

2.2.3.1.3 Окончание продольных балок (см. 1.1.3, 1.1.9, 1.1.10) должно выполняться применительно к рис. 2.2.3.1.3, *а*.

Вне районов *II*, *IV* и *V* (см. рис. 1.1.2, *а*) для конструкций, не испытывающих воздействия значительных нагрузок (например, при слеминге, от колесной техники, наката волн и т.п.), окончание продольных балок может выполняться согласно рис. 2.2.3.1.3, *б*.

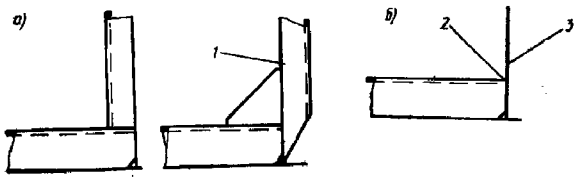


Рис. 2.2.3.1.3 Окончание продольных балок:
1 — вариант; 2 — см. 1.1.12; 3 — проницаемая конструкция

2.2.3.2 Конструкции в местах сломов и уступов второго дна (см. 1.1.4).

2.2.3.2.1 Сломы второго дна следует располагать на поперечной переборке и сплошном флоре согласно рис. 2.2.3.2.1. При этом $l \geqslant 3$ (h_1 h_2).

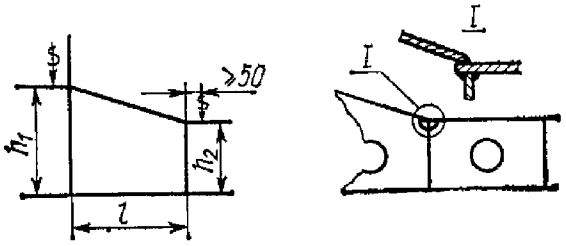


Рис. 2.2.3.2.1

2.2.3.2.2 Уступ второго дна следует располагать, как правило, на поперечной переборке. В месте уступа должен быть предусмотрен перепуск настила второго дна, имеющего меньшую высоту (рис. 2.2.3.2.2). В нос (в корму) от окончания участка перепуска настила второго дна конструкция должна отвечать требованиям 2.2.3.1.1.

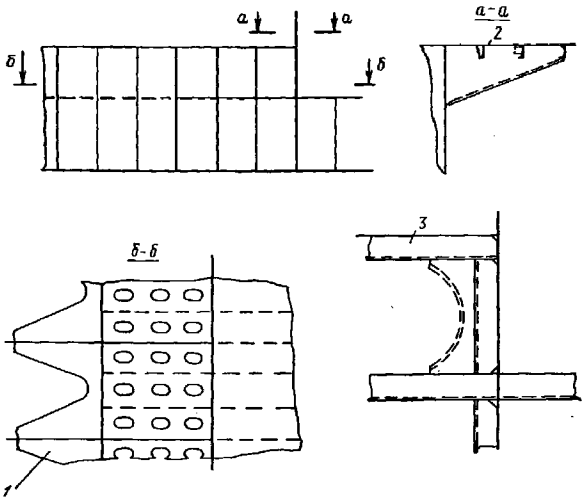


Рис. 2.2.3.2.2 Конструкция в районе уступа второго дна:
1 — см. 2.2.3.1.1; 2 — борт;
3 — продольные балки второго дна в районе уступа

2.2.3.3 Узлы соединения полустрингеров, продольных балок днища и второго дна с непроницаемыми и проницаемыми флорами рекомендуется выполнять применительно к рис. 2.2.3.3.

При установке полустрингеров под вторым дном (например, в машинном отделении) узлы соединения их с флорами должны выполняться применительно к рис. 2.2.3.3, *д*.

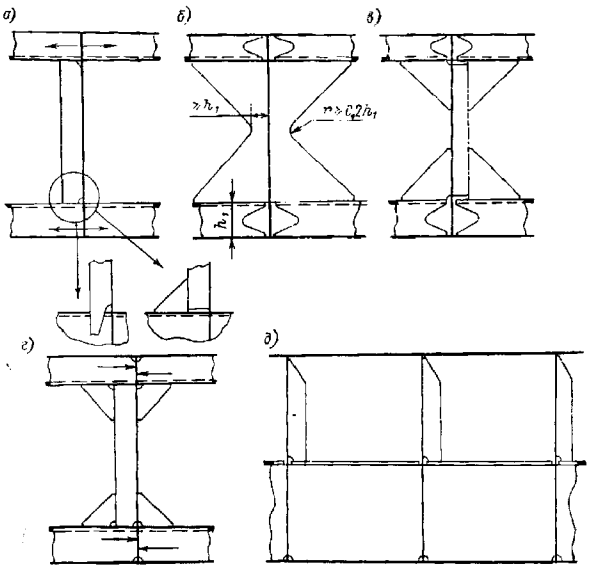


Рис. 2.2.3.3

2.2.3.4 Расположение, размеры и форма вырезов в вертикальном киле, днищевых стрингерах и флорах регламентируются в 1.2.6.

2.2.3.5 Стенки вертикального киля, днищевых стрингеров и флоров подкрепляются установкой вертикальных и/или горизонтальных ребер жесткости.

2.2.3.5.1 Концы ребер жесткости должны быть закреплены (приваркой или при помощи книц — см. 1.1.12) в районах интенсивной вибрации (см. 1.1.2) и по всей длине судна для непроницаемых участков стенок, если пролет ребер жесткости превышает 1.8 м (рис. 2.2.3.5.1).

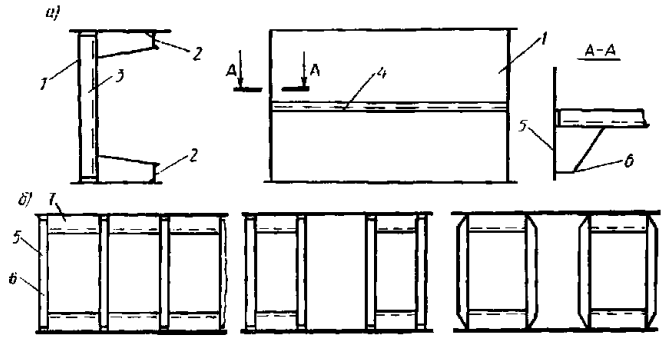


Рис. 2.2.3.5.1 Закрепление концов ребер жесткости по непроницаемым участкам стенок вертикального киля, днищевых стрингеров и флоров и в районах интенсивной вибрации:
а подкрепление стенок вертикального киля и днищевых стрингеров; *б* — подкрепление стенок флоров:
1 — вертикальный киль (днищевой стрингер);
2 — продольные балки днища и второго дна;
3 ребро жесткости; 4 горизонтальное ребро жесткости;
5 флор; 6 ребро жесткости флора; 7 бракета

2.2.3.5.2 При поперечной системе набора двойного дна стенки флоров, как правило, подкрепляются вертикальными ребрами жесткости, срезанными по концам «на ус» (см. также 2.2.3.5.1). При продольной системе набора вертикальные ребра жесткости флоров привариваются к продольным балкам днища и второго дна (см. рис. 2.2.3.3, *а*).

Могут быть также использованы конструкции подкреплений согласно рис. 2.2.3.5.2 Особое внимание при этом должно быть обращено на обеспечение прочности флоров при сдвиге.

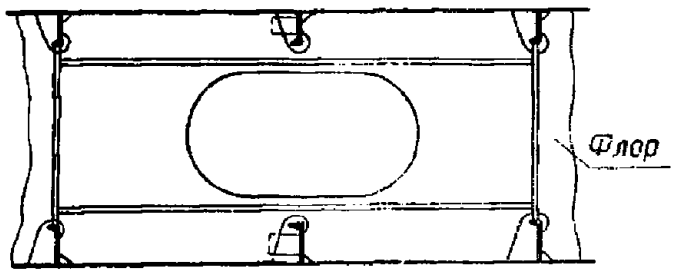


Рис. 2.2.3.5.2

2.2.3.5.3 Подкрепление стенок вертикального киля и днищевых стрингеров выполняется применительно к рис. 2.2.3.5.3.

О конструкции закрепления концов ребер жесткости на непроницаемых участках стенок и в районах интенсивной вибрации см. 2.2.3.5.1.

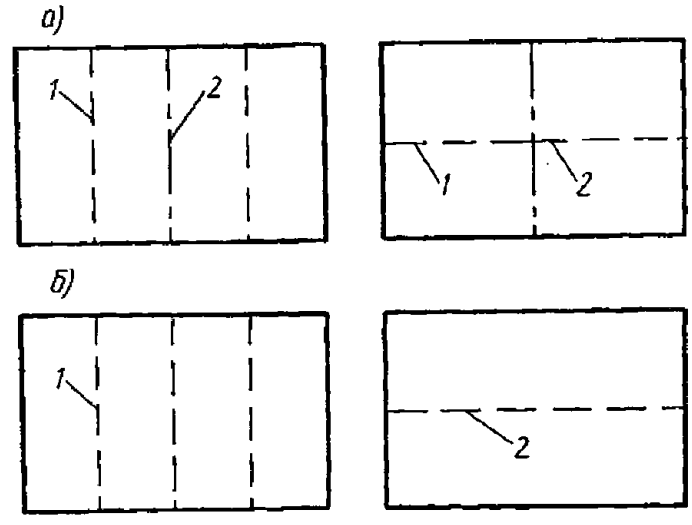


Рис. 2.2.3.5.3 Подкрепление стенок вертикального киля (*а*) и днищевого стрингера (*б*):
1 — ребро жесткости; 2 — бракета

2.2.3.6 Конструкция туннельного киля, туннелей для труб и балластных туннелей должна обеспечивать сохранение прочности флоров на участке между продольными стенками туннельного киля (туннелей) (рис. 2.2.3.6, *а*). С этой целью, в частности, туннели следует располагать посередине между опорами для флоров (борта, продольные переборки, пиллерсы — см. 2.2.3.10), где перерезывающие силы от изгиба флоров минимальны. В противном случае конструкция должна выбираться на основе расчета прочности. При наклонном

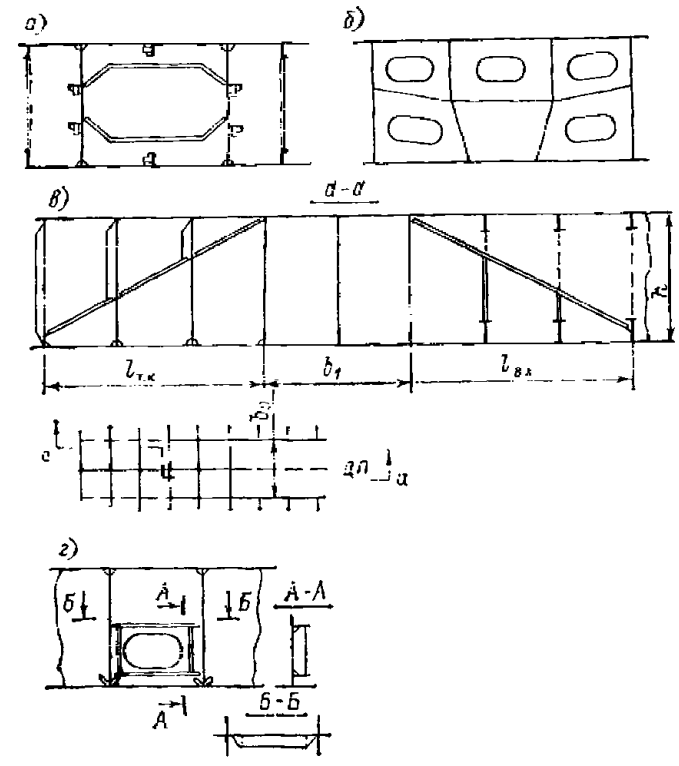


Рис. 2.2.3.6 Конструкции туннельного киля, туннелей для труб и балластных туннелей:
$l_{т.к.}$, $l_{в.к.}$ — длина кницы туннельного и вертикального киля ($1{,}5h \leqslant l_{т.к} \leqslant 3a$; $1{,}5h \leqslant l_{в.к} \leqslant 3a$;);
b_1 длина участка перекроя ($b_0 \leqslant b \leqslant 2a$)

расположении стенок туннеля (рис. 2.2.3.6, *б*) уменьшенное расстояние между стенками позволяет обеспечить прочность и устойчивость горизонтального киля без установки поперечных балок. В указанной конструкции должен быть обеспечен доступ в образующиеся небольшие отсеки двойного дна.

Район перехода вертикального киля в туннельный киль следует выполнить согласно рис. 2.2.3.6, *в*.

Балластные коридоры и коридоры систем, расположенные вне диаметральной плоскости, следует выполнять применительно к рис. 2.2.3.6, *г*.

2.2.3.7 Конструкции кингстонных ящиков и сточных колодцев.

Ребра жесткости по стенкам и крыше кингстонных ящиков, имеющих приспособления для продувания, должны закрепляться при помощи непосредственной приварки или кницами к другим балкам набора (рис. 2.2.3.7). Выбор варианта конструкции узла закрепления определяется нагрузкой (т.е. пролетом ребра жесткости и давлением продувания). Учитывая большие значения нагрузки, обрезка концов ребер жесткости «на ус», как правило, не допускается.

Утолщенные участки стенок флоров, днищевых стрингеров (вертикального киля), образующие стенки сточного колодца, должны быть протянуты ниже дна сточного колодца приблизительно на 50 мм.

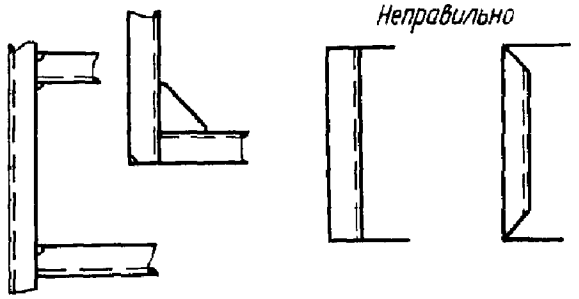


Рис. 2.2.3.7

2.2.3.8 При проектировании конструкции набора двойного дна в районе машинного отделения следует обращать внимание на обеспечение жесткости конструкции двойного дна в целом и в особенности в районе установки главного двигателя, на исключение всякого рода разрывов непрерывности, жестких точек и снижение уровня концентрации напряжений. В частности, число и размеры вырезов для доступа (лазов) должны быть минимальными.

Допустимость вырезов для облегчения, их расположение и размеры являются предметом специального рассмотрения Регистром с учетом уровня напряженности перекрытия двойного дна и характеристик главного двигателя.

Следует обращать внимание на вибрационные характеристики элементов конструкции (пластины, балок) двойного дна.

2.2.3.8.1 Для обеспечения надежной перевязки конструкции фундамента с набором днища необходимо избегать уменьшения высоты двойного дна в нос и в корму от двигателя, а также устройства рецессов или колодцев в носовой или кормовой части машинного отделения. Рецессы приводят к увеличению гибкости флоров, а также к уменьшению их прочности из-за обрыва или существенного уменьшения присоединенного пояска настила второго дна и высоты стенки флора (рис. 2.2.3.8.1).

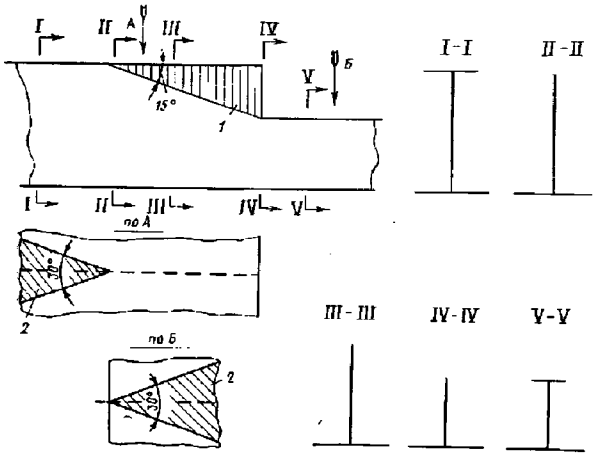


Рис. 2.2.3.8.1 Неэффективные участки флора в районе уступа двойного дна:
1 — неэффективный участок стенки флора (см. рис. 1.1.2, *б*);
2 — присоединенный поясок;
I — I . . . V — V — расчетные сечения с учетом изменения присоединенного пояска

2.2.3.8.2 Если предусматривается местное понижение высоты двойного дна (например, для картера двигателя или гребного вала), следует обеспечивать надежную конструктивную перевязку участков с различной высотой (рис. 2.2.3.8.2).

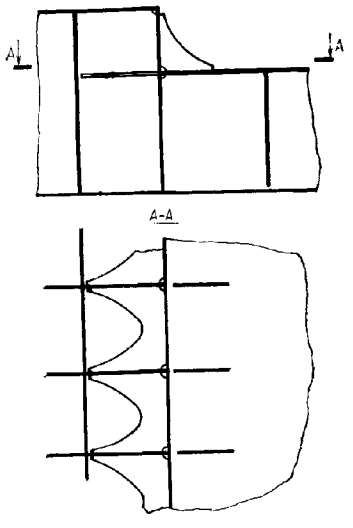


Рис. 2.2.3.8.2

2.2.3.8.3 Предусматриваемые Правилами в плоскости стенок продольных фундаментных балок днищевые стрингеры целесообразно (если они не переходят за пределы машинного отделения в днищевые стрингеры трюмов) протягивать за переборки машинного отделения на 3 — 4 шпации и закреплять на сплошных флорах.

2.2.3.8.4 Рекомендуется установка по концевым переборкам машинного отделения рамных стоек в плоскости днищевых стрингеров, поддерживающих фундаментные балки.

2.2.3.8.5 При кормовом расположении машинного отделения, когда пролет флоров в носовой части машинного отделения превышает длину последнего, рекомендуется устраивать на этом участке цистерны. Продольные стенки этих цистерн могут рассматриваться как дополнительные опоры для длинных флоров. Дополнительными опорами для флоров в носовой части машинного отделения являются и специально предусматриваемые на этом участке добавочные днищевые стрингеры.

2.2.3.8.6 На танкерах и на судах с двойными бортами продольные переборки танков (внутренние борта) рекомендуется протягивать возможно дальше в корму.

2.2.3.8.7 Для повышения вибрационных характеристик может быть рекомендована установка подкреплений у кромок лазов в стенках флоров, днищевых стрингеров и вертикального киля, закрепление концов ребер жесткости при длине их пролета, превышающей 1,5 м, причем расстояние между ребрами жесткости по стенкам флоров не должно превышать 0,9 м.

2.2.3.9 Конструкции в районе подкрепления от слеминга.

2.2.3.9.1 Для повышения прочности и устойчивости флоров в районе 0,25*L* от носового перпендикуляра число вырезов (для доступа, протока жидкости и прохода сварных швов) и их размеры должны быть минимальными.

Вырезы для доступа следует подкреплять пояском по кромке или рамкой из ребер жесткости вокруг выреза.

2.2.3.9.2 При поперечной системе набора по стенкам флоров в местах притыкания полустрингеров должны быть установлены ребра жесткости, протянутые до настила второго дна (см. рис. 2.2.3.3, *д*).

2.2.3.9.3 Узлы прохода балок через флоры, днищевые стрингеры и вертикальный киль (при подкреплении днищевой обшивки промежуточными поперечными балками) следует выполнять применительно к рис. 1.3.4.2, *е*, *ж*, обеспечивая передачу реакции балки и устойчивость стенки поддерживающей конструкции.

Регистр может потребовать установку проницаемых заделок в узлах прохода балок (особенно на скоростных судах с малой осадкой носом) применительно к рис. 1.3.4.2, *а, г*.

2.2.3.9.4 Закрепление концов днищевых балок в местах окончания следует производить при помощи книц или непосредственной приваркой концов. При этом в плоскости балок должна быть предусмотрена установка стоек, ребер жесткости и т.п.

2.2.3.9.5 Недопустима обрезка концов днищевых балок «на ус», поскольку такая конструкция способствует заваливанию балок и, кроме того, у концов балок, срезанных «на ус», возможно появление трещин в сварных швах и отрыв концов балок от обшивки и/или трещин в обшивке.

2.2.3.9.6 При отсутствии второго дна флоры, днищевые стрингеры и вертикальный киль, как правило, должны закрепляться по концам при помощи книц. В частности, при наличии диаметральной переборки (например, в носовом диптанке) кницы по флорам следует устанавливать с обеих сторон переборки. Соединения поясков флоров с поясками вертикального киля, равно как и поясков днищевых стрингеров с поясками флоров, следует выполнять применительно к рис. 2.2.1.1.

2.2.3.9.7 Переборки, являющиеся опорами для днищевого перекрытия, должны иметь стойки, установленные в плоскости балок днищевого набора. Нижние концы этих стоек крепятся при помощи книц. Если эти переборки проницаемые (например, отбойные), вырезы должны располагаться не ближе 1,5 м от настила второго дна (поясков флоров).

О подкреплении вырезов для доступа см. 2.2.3.9.1.

2.2.3.10 Особенности конструкции двойного дна на контейнеровозах, накатных судах, судах для перевозки тяжелых навалочных грузов, на наливных судах.

2.2.3.10.1 Конструкция двойного дна на судах, перевозящих контейнеры, должна учитывать точечный характер передачи нагрузки на двойное дно. Под вертикальными направляющими стойками или угловыми фитингами контейнеров в двойном дне должны быть предусмотрены жесткие связи или установлены подкрепления: балки, кницы или бракеты (рис. 2.2.3.10.1, *а*). Настил второго дна в указанных местах должен быть утолщен или в него должны быть вварены гнезда под угловые фитинги (см. также 1.5.1.5 и 1.5.1.6).

Опирание концов вертикальных направляющих стоек или угловых фитингов контейнеров непосредственно на неподкрепленные набором участки настила второго дна не допускается (рис. 2.2.3.10.1, *б*).

Указанное относится также и к подкреплениям под гнезда для крепления на судах, перевозящих контейнеры и/или колесную технику, а также баржи.

На судах, имеющих двойные борта (продольные переборки), следует учитывать, в дополнение к

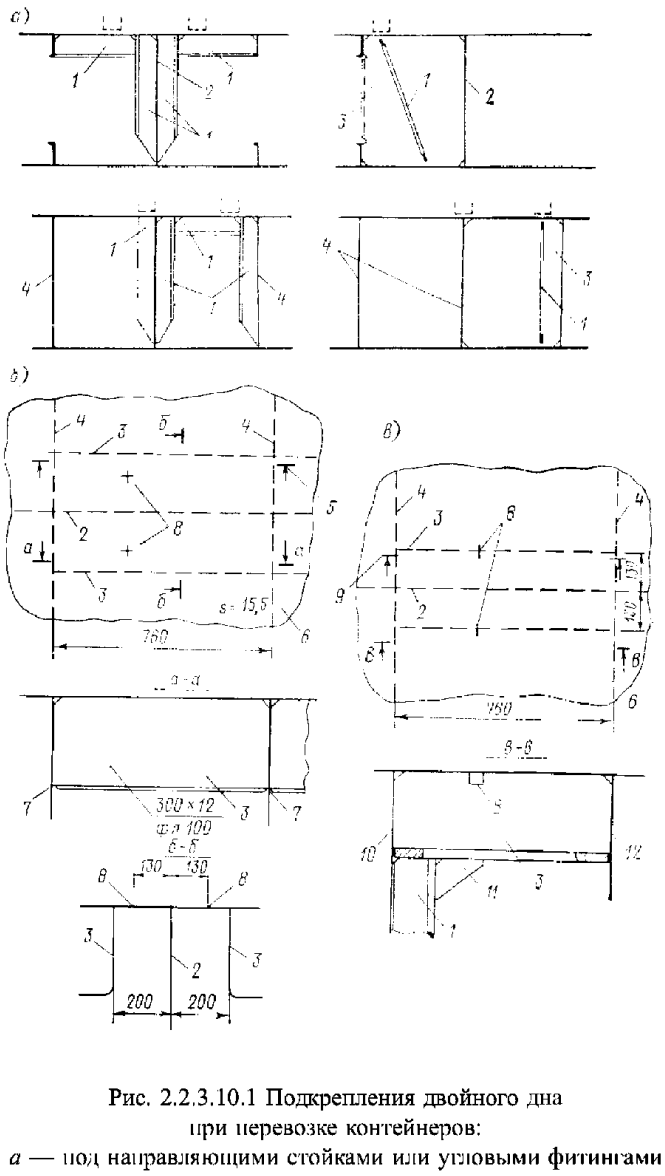


Рис. 2.2.3.10.1 Подкрепления двойного дна при перевозке контейнеров:
а — под направляющими стойками или угловыми фитингами контейнеров; *б* — неправильная конструкция подкреплений; *в* — подкрепление при ремонте;
1 — ребро жесткости; 2 — днищевой стрингер; 3 — бракета; 4 — флор; 5 — применить по а—а; 6 — настил второго дна; 7 — см. 1.1.12; 8 — гнездо; 9 — применить по *в* — *в*; 10 — непроницаемый флор; 11 — кница; 12 — проницаемый флор

перерезывающим силам, также и наличие изгибающих моментов во флорах в сечениях у опор (двойных бортов, продольных переборок), что может привести к необходимости увеличения толщин настила второго дна (и/или днищевой обшивки) на участках у опор.

Указанное относится и к накатным судам, где, кроме двойных бортов (на части высоты или всей высоты борта), имеются дополнительные опоры-пиллерсы. Кроме того, на накатных судах при проектировании конструкций флоров, днищевых стрингеров и вертикального киля следует учитывать наличие перерезывающих сил в районах у опор. На этих участках не допускаются вырезы для доступа и облегчения. По результатам расчета могут потребоваться утолщение стенок и/или установка дополнительных ребер жесткости для повышения устойчивости стенки.

2.2.3.10.2 На судах, перевозящих тяжелые навалочные грузы, соединение настила второго дна с обшивкой наклонной стенки скуловой цистерны следует выполнять применительно к рис. 2.2.3.10.2, *а*.

Продолжение настила второго дна в виде фестонов в скуловой цистерне следует предусматривать при угле подъема указанной стенки, превышающем 30°. Конструкция, изображенная на рис. 2.2.3.10.2, *б*, не допускается, поскольку место слома располагается между опорами (днищевыми стрингерами). В этом случае усилия, действующие в плоскостях настила второго дна и обшивки скуловой цистерны при изгибе поперечной нагрузкой днища и бортов, обусловливают появление в районе слома дополнительного усилия, действующего вне указанных плоскостей, что вызывает постоянную деформацию настила второго дна и, как следствие, появление в нем трещин (см. также 1.2.5.2).

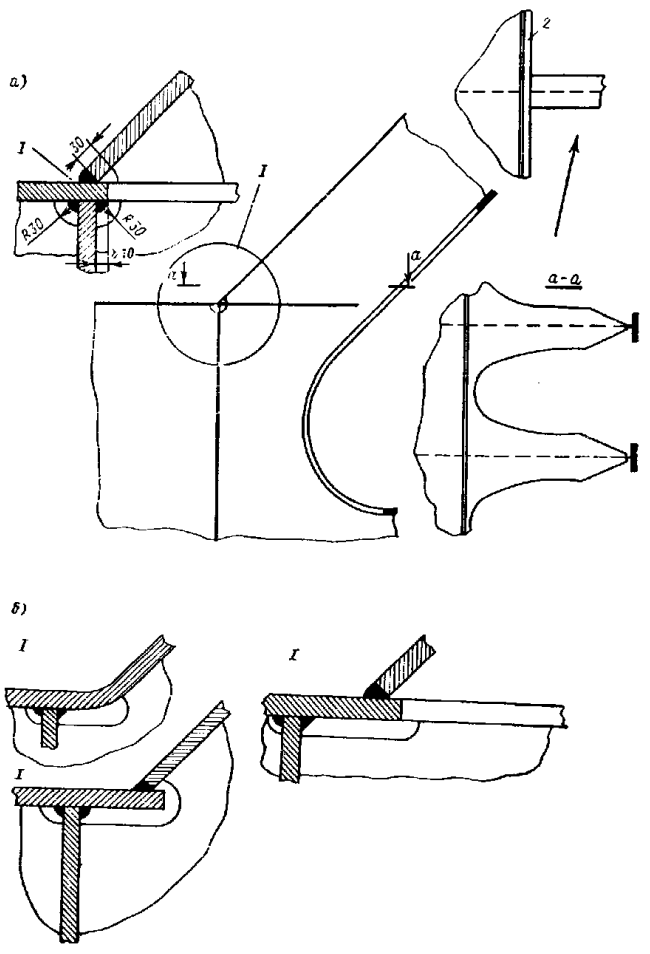


Рис. 2.2.3.10.2 Соединение настила второго дна с обшивкой наклонной стенки скуловой цистерны:
а — правильно; *б* — неправильно;
1 — см. 1.5.1.9; 2 — вариант

2.2.3.10.3 Конструкция соединения двойного дна с двойным бортом должна обеспечивать сохранение поперечной прочности в районе соединения настила второго дна и обшивки внутреннего борта. С этой целью настил второго дна должен проходить, не

разрезаясь, через обшивку внутреннего борта до обшивки наружного борта, а в плоскости внутреннего борта должен быть предусмотрен днищевой стрингер или установлены фестонные кницы (рис. 2.2.3.10.3), либо настил второго дна в междубортовом пространстве заканчивается фестонными кницами, а внутренний борт продолжается до днищевой обшивки как днищевой стрингер.

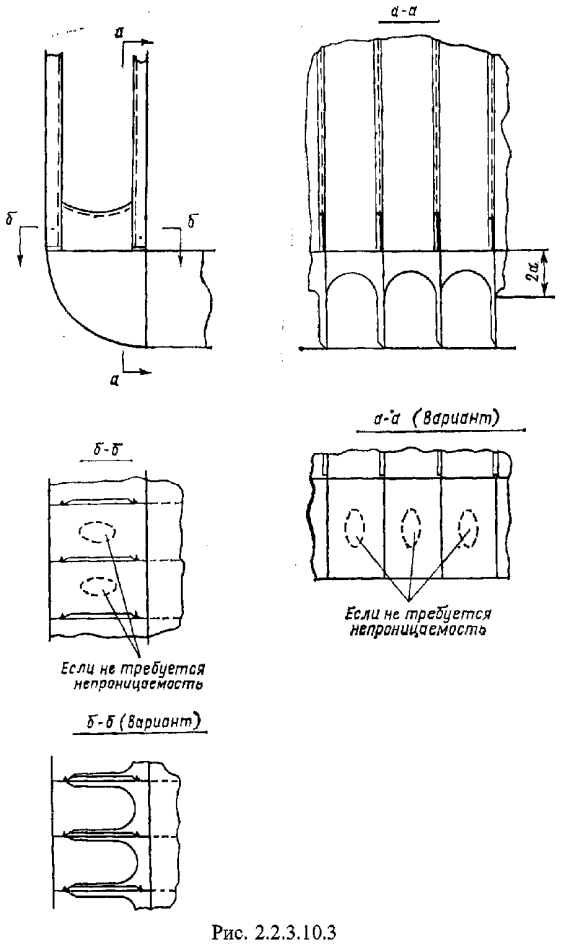


Рис. 2.2.3.10.3

На судах с горизонтальным способом погрузки и выгрузки и судах с широким раскрытием палубы сварные соединения обшивки внутреннего борта с настилом второго дна, флоров в районе двойного борта с настилом второго дна и наружной обшивкой, а также приварку диафрагм двойного борта к настилу второго дна, обшивке внутреннего борта и наружной обшивке на участках длиной не менее 150 мм, считая от второго дна, следует выполнять с полным проваром при плавном вогнутом очертании углового шва.

О профилактике слоистого разрыва см. 1.1.1 и 1.5.1.9.

2.2.3.10.4 Конструкция соединения двойного дна с трапецеидальной опорой, устанавливаемой под поперечными гофрированными переборками с вертикальными гофрами, должна обеспечивать восприятие изгибающего момента и перерезывающей силы, возникающих в опорном сечении переборки, загружаемой тяжелым навалочным грузом. С этой целью под наклонными стенками трапецеидальной опоры следует устанавливать сплошные флоры. В двойном дне в плоскости диафрагм и продольных рамных конструкций внутри трапецеидальной опоры следует предусматривать установку частичных днищевых стрингеров (рис. 2.2.3.10.4).

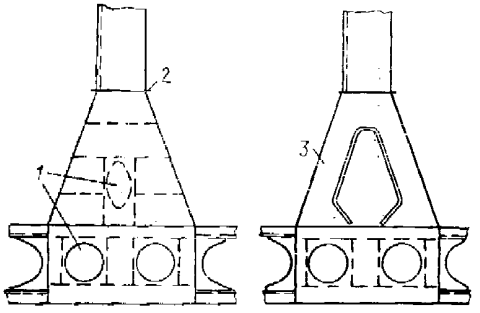


Рис. 2.2.3.10.4 Конструкция соединения трапецеидальной опоры с двойным дном:
1 — размеры лазов минимальные; 2 — см. 1.5.1.9;
3 — см. 1.2.3.1

2.2.3.10.5 Усиления днищевого набора для плавания во льдах предусматривают увеличение в соответствии с требованиями Правил размеров днищевых балок, толщин стенок флоров.

Особое внимание следует обратить на обеспечение устойчивости участков флоров, прилегающих к днищевой обшивке. С этой целью конструкция подкреплений должна выполняться применительно к рис. 2.2.3.10.5.

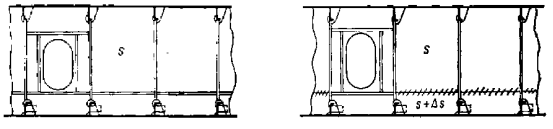


Рис. 2.2.3.10.5

2.2.3.10.6 Усиления для постановки в док предусматриваются в виде подкреплений диаметральной балки днищевого перекрытия — вертикального и горизонтального киля. Этими подкреплениями являются: при поперечной системе набора — флоры, установленные на каждом шпангоуте; при продольной системе набора у судов с двойным дном — флоры и установленные между ними по обеим сторонам вертикального киля на расстоянии не большем 1,2 м бракеты; у наливных судов с одинарным дном — флоры и установленные между ними или флором и поперечной переборкой кницы.

2.3 БОРТОВОЙ НАБОР

2.3.1 Соединения нижних концов шпангоутов с днищевым набором.

2.3.1.1 Прочность узла соединения нижнего конца шпангоута с днищевым набором в конструкции с наклонным междудонным листом обеспечивается при выполнении требований Правил к высоте и толщине скуловой кницы (рис. 2.3.1.1). При высоте скуловой кницы h менее 0,1 пролета шпангоута необходимо соответствующее (см. Правила) увеличение профиля шпангоута, поскольку зона увеличенных значений изгибающего момента у опоры кницей полностью не перекрывается.

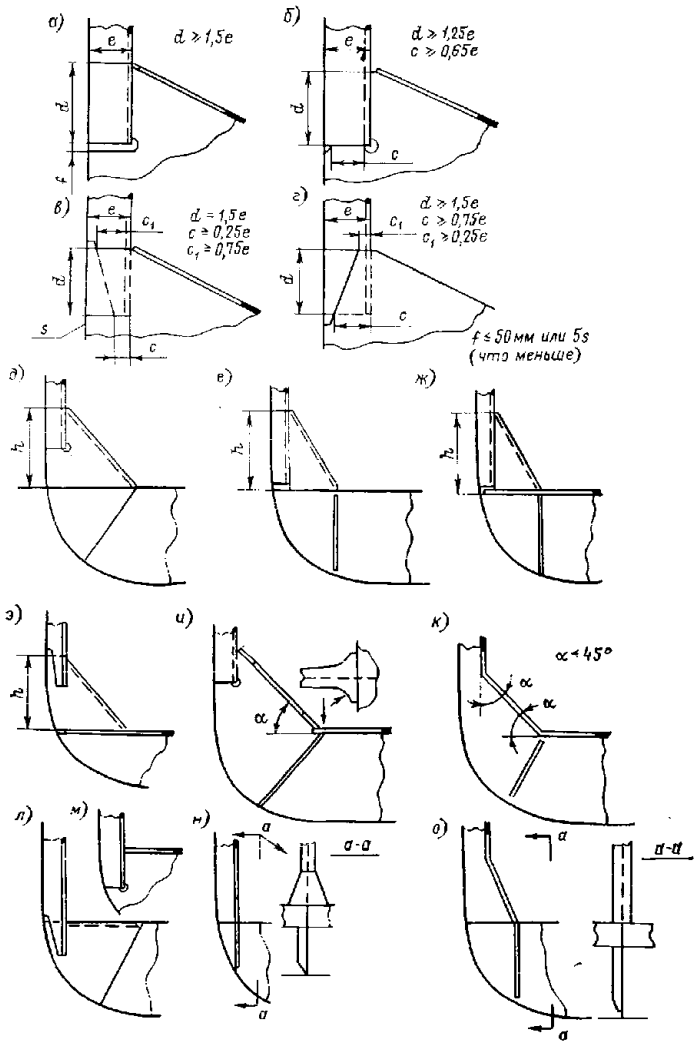


Рис. 2.3.1.1 Соединения нижнего конца шпангоута с днищевым набором

2.3.1.2 Прочность узла соединения нижнего конца шпангоута с флором (при одинарном дне) или с горизонтальным междудонным листом (рис. 2.3.1.2) должна быть обеспечена при действии опорного изгибающего момента $M_{оп}$, принимаемого из расчета прочности или (при определении размеров шпангоутов по Правилам) по формуле

$$M_{оп} = 1{,}44W\sigma_{доп},$$

где W — момент сопротивления, см^3, предписываемый Правилами при наличии скуловой кницы требуемых размеров; $\sigma_{доп} = 0{,}8\sigma_н$; $\sigma_н = 235/\eta$.

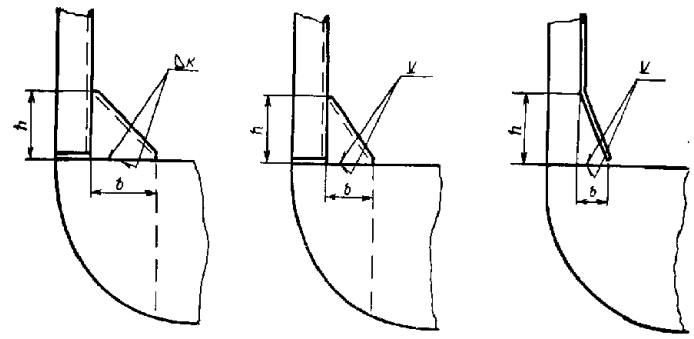


Рис. 2.3.1.2

2.3.1.3 Соединения трюмных шпангоутов с двойным дном при горизонтальном междудонном листе могут выполняться применительно к конструкциям, показанным на рис. 2.3.1.3 Конструкция (см. рис. 2.3.1.3, *б*) применима также для соединения рамного шпангоута.

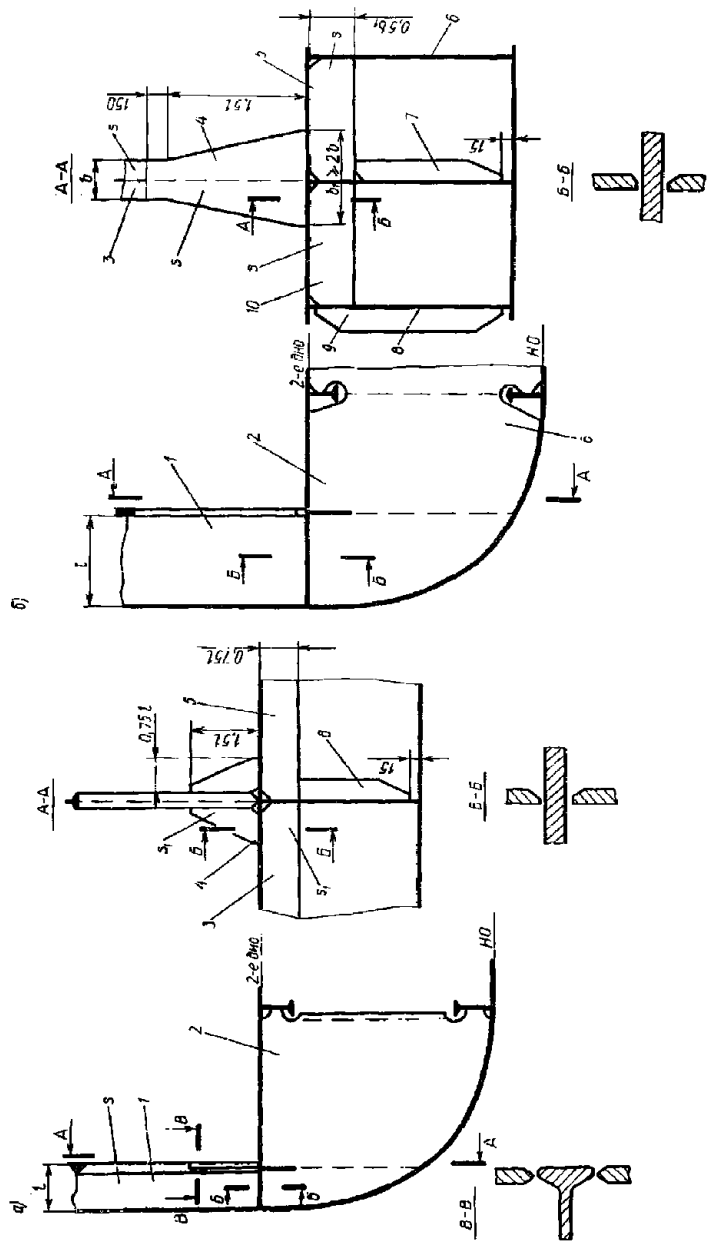


Рис. 2.3.1.3 Варианты соединения трюмных шпангоутов с двойным дном
без скуловых книц при горизонтальном междудонном листе:
а — для шпангоута катаного профиля
(1 — шпангоут; 2 — бракета; 3, 5, 6 — ребра жесткости; 4 — кница); *б* — для шпангоута сварного таврового профиля
(1 — шпангоут; 2 — флор непроницаемый; 3 — поясок шпангоута; 4 — кница; 5, 7—10 — ребра жесткости; 6 — флор проницаемый)

Кницы *4* рассматриваются как уширенные свободные пояски шпангоутов, обеспечивающие необходимое увеличение момента сопротивления профиля на участке действия опорного изгибающего момента. Приведенные на рис. 2.3.1.3 размеры книц являются конструктивно минимальными.

Требуемая ширина кницы определяется в зависимости от типа сварного соединения кницы с настилом второго дна: с полным проваром (сечение по *Б* — *Б*) или без него. При этом высота кницы должна быть не менее 0,1 пролета шпангоута.

Под настилом второго дна в плоскости указанных книц должны быть предусмотрены ребра жесткости. Высота ребер жесткости выбирается не меньше 0,5 принятой ширины или суммарной ширины кницы (см. рис. 2.3.1.3, *а*), а толщина — по толщине кницы. Сварное соединение ребра жесткости с настилом второго дна должно быть таким же, как соединение кницы (книц) с настилом второго дна. Концы ребер жесткости должны быть приварены к стенкам флоров (скуловых бракет). При этом на непроницаемых флорах должны быть предусмотрены мероприятия, исключающие жесткие точки (см., например, ребра жесткости 6 на рис. 2.3.1.3, *а* и *7, 9* — на рис. 2.3.1.3, *б*).

2.3.1.4 Конструкция соединения без скуловой кницы при соответствующем увеличении момента сопротивления шпангоута (см. 2.3.1.1) выполняется применительно к рис. 2.3.1.1, *л, м, н* и рис. 2.3.1.4. При пропускании шпангоута полособульбового или углового профиля через настил второго дна иногда прорезают головку бульба или поясок угольника (см. рис. 2.3.1.4), что приводит к трещинам в шпангоутах и нарушению вследствие этого непроницаемости второго дна. Очевидно, ослабление профиля шпангоута (при обрезке пояска) в опорном сечении недопустимо без соответствующей компенсации (установкой кницы).

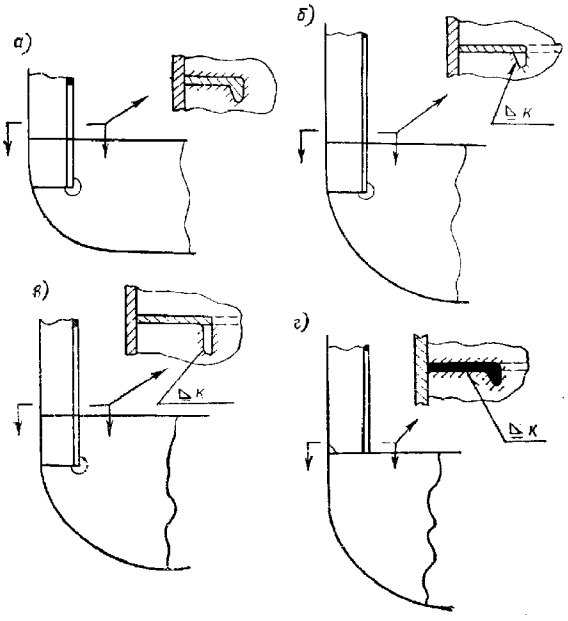


Рис. 2.3.1.4 Бескничные соединения шпангоута с двойным дном: *а* — правильно; *б* — неправильно (площадь сечения бульба или пояска замнется площадью сварного шва, обваривающего профиль по периметру поперечного сечения); *в* — неправильно; *г* — неправильно (бульб обрывается у настила второго дна)

Указанное в полной мере относится и к узлам прохода шпангоутов через нижние палубы.

Конструкций, в которых шпангоут проходит через настил второго дна, следует по возможности избегать, применяя варианты узлов согласно рис. 2.3.1.3.

Конструкция со скуловой кницей, нормальной к плоскости стенки шпангоута (рис. 2.3.1.1, *н*), рассматривается как эквивалентная закреплению шпангоута таврового профиля, поясок которого уширяется по мере приближения к настилу второго дна; при этом следует обращать внимание на обеспечение достаточной площади стенки шпангоута и исключение жестких точек в настиле второго дна и непроницаемых участках флоров (см. рис. 2.3.1.3).

2.3.1.5 Подкрепление скулы и закрепление шпангоутов при продольной системе набора днища следует выполнять, как указано на рис. 2.3.1.5.

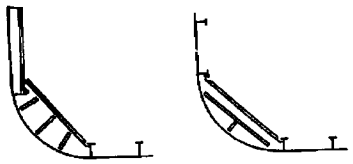


Рис. 2.3.1.5

2.3.2 Соединения шпангоутов с палубами.

2.3.2.1 Соединение концов шпангоутов с верхней палубой выполняется, как правило, применительно к рис. 2.3.2.1.

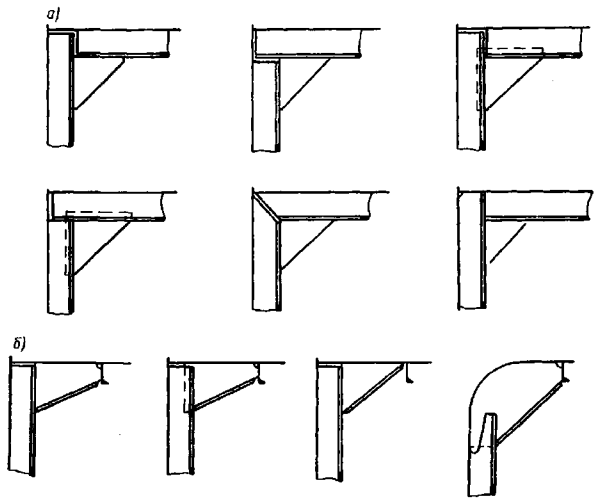


Рис. 2.3.2.1 Соединение концов шпангоутов с верхней палубой при поперечной (*а*) и продольной (*б*) системах набора палубы

Конструкция, согласно рис. 2.3.2.1, *б* с кницей, конец которой не приварен к продольной подпалубной балке, характеризуется жесткой точкой в настиле палубы у конца кницы и может быть допущена лишь в тех случаях, когда при толщине настила палубы не менее 20 мм палуба не является крышей цистерны, в районах борта, не испытывающих действия значительных нагрузок локального характера.

2.3.2.2 Конструкция соединения нижнего конца твиндечного шпангоута с палубой выполняется в зависимости от профиля сечения шпангоута и типа сварного соединения его с нижней палубой (с полным проваром по сечению или без полного провара) применительно к рис. 2.3.2.2 Узлы соединения по вариантам *в* и *г* требуют тщательного совмещения в одной плоскости стыкуемых участков шпангоутов, а также обеспечения качественной сварки (с полным проваром) стыков бульбов (поясков).

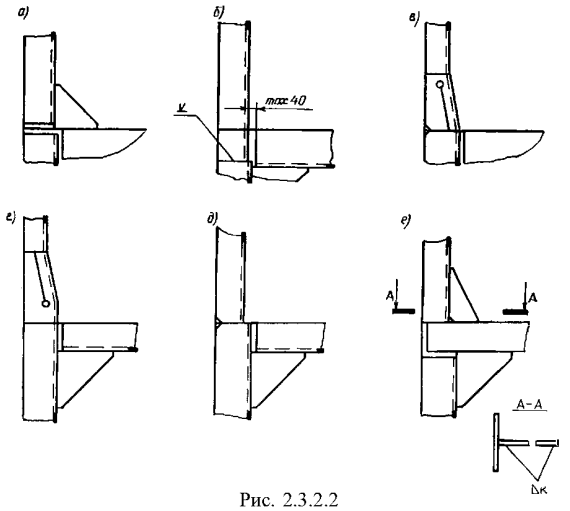


Рис. 2.3.2.2

Последнее относится и к узлу соединения по варианту *г*.

При выполнении конструкции по варианту *д* следует обеспечивать требуемую прочность твиндечного шпангоута в сечении у палубы с учетом изгибающего момента на опоре. В этом случае должно быть учтено уменьшение рабочего сечения шпангоута у палубы вследствие отсутствия бульба (пояска) и приварки торца стенки шпангоута к настилу палубы по периметру угловым швом без полного провара стенки (см. также 2.3.1.2).

Для шпангоута полособульбового профиля конструкция соединения может приниматься применительно к рис. 2.3.2.2, *е*.

Размеры книц определяются исходя из условий прочности в сечении по *А* — *А* (см. рис. 2.3.2.2, *е*):

при полном проваре $W_{шва} \geqslant W_{проф}$;

при отсутствии полного провара $W_{шва} \geqslant 1{,}75W_{проф}$.

Высота кницы должна быть не менее 1,5 ее ширины. При полном проваре следует учитывать потерю площади бульба, что существенно уменьшает расчетный момент сопротивления в сечении по сварному соединению.

Может быть также применена конструкция закрепления нижнего конца шпангоута с использованием кницы, нормальной к плоскости стенки (см. 2.3.1.3).

2.3.2.3 Конструктивные элементы набора палубы (бимсы, кницы и т.п.), установленные под твиндечным шпангоутом в его плоскости, должны привариваться к настилу палубы таким же швом, как твиндечный шпангоут и закрепляющая его кница.

Для шпангоута таврового профиля (или из угольника) и рамного шпангоута конструкция соединения может применяться согласно рис. 2.3.1.3, *б*.

2.3.2.4 В районах действия значительных нагрузок локального характера должны быть предусмотрены дополнительные усилия узла соединения.

2.3.3 Соединения промежуточных шпангоутов с палубами и настилом второго дна. Окончания промежуточных шпангоутов.

2.3.3.1 Промежуточные шпангоуты устанавливаются для местного подкрепления наружной обшивки в районах расположения траловой дуги или усилений при швартовке — на рыболовных судах, в оконечностях корпусов плавучих кранов и в районах усилений для плавания во льдах.

2.3.3.2 Концы промежуточных шпангоутов закрепляются, как правило, на продольных интеркостельных связях, устанавливаемых между шпангоутами, расположенными в плоскости флоров или скуловых бракет.

2.3.3.3 Для исключения жестких точек в настиле у кромок пояска шпангоута (см. рис. 2.3.3.3, *а*) должны быть предусмотрены ребра жесткости или разносящие полосы. Для обеспечения устойчивости палубного настила в местах приварки (прохода) промежуточных шпангоутов и исключения в указанных местах жестких точек (если настил ограничивает цистерну) следует устанавливать ребра жесткости или книпы (см. рис. 2.3.3.3, *б* и *в*).

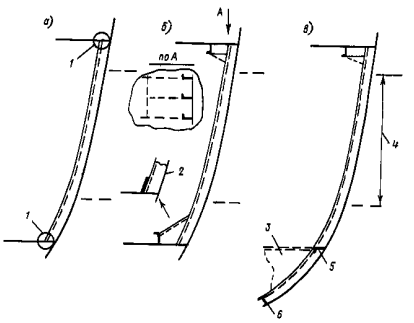


Рис. 2.3.3.3 Закрепление концов промежуточных шпангоутов:
1 — см. 1.1.12; 2 —вариант; 3 — флор одинарного дна;
4 — ледовый пояс; 5 — ребро жесткости в плоскости поясков флоров; 6 — интеркостельное ребро жесткости между флорами

2.3.3.4 Промежуточные шпангоуты должны крепиться к палубам (платформам), применительно к рис. 2.3.3.3, *б*; при этом следует предусматривать исключение жестких точек в местах прохода промежуточных шпангоутов через непроницаемые участки палуб (платформ).

2.3.4 Соединения продольных бортовых балок с поперечными переборками, закрепление концов рамных шпангоутов.

Конструкция соединения продольных бортовых балок с поперечными переборками выполняется с учетом 1.1.12 и 1.3.4.

Закрепление концов рамных шпангоутов выполняется применительно к рис. 2.3.4 в зависимости от типа судна и района его длины.

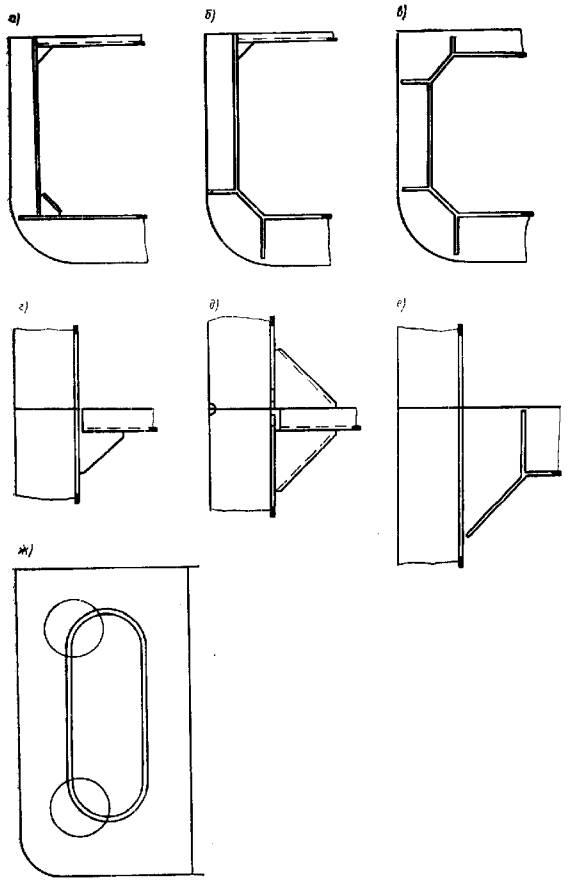


Рис. 2.3.4 Соединения рамных шпангоутов с днищевым набором и палубами:
а — для одинарного и двойного дна; *б, в* — для одинарного дна; *г* — проход неразрезного рамного шпангоута через палубу; *д* — соединение разрезного рамного шпангоута с палубой; *е* — соединение рамного шпангоута наливного судна с днищем и палубой; *ж* — как варианты, см. *а, в*

2.3.5 Соединения бортовых стрингеров с поперечными переборками и рамными шпангоутами.

2.3.5.1 Узлы соединения бортовых стрингеров с поперечными переборками и рамными шпангоутами в машинных отделениях показаны на рис. 2.3.5.1.

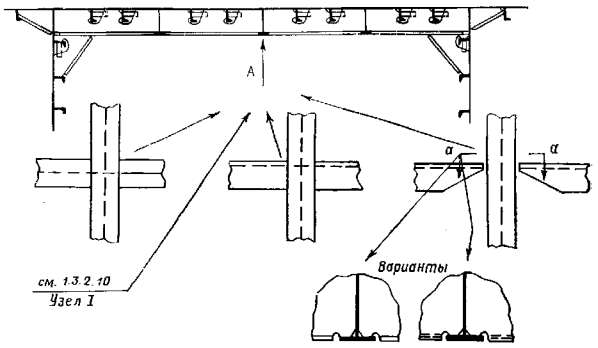


Рис. 2.3.5.1

Конструкция, в которой поясок бортового стрингера не соединяется с поясками рамных шпангоутов, является предметом специального рассмотрения Регистром.

2.3.5.2 На наливных судах соединения бортовых стрингеров с рамными шпангоутами и поперечными переборками выполняются применительно к рис. 2.3.5.2.

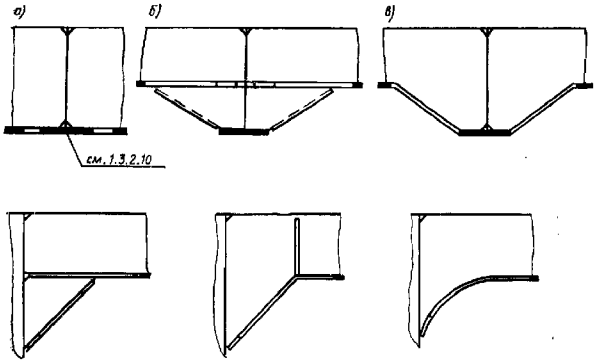


Рис. 2.3.5.2

2.3.5.3 На судах с усилениями для плавания во льдах пояски бортовых стрингеров должны привариваться к пояскам рамных шпангоутов (см. рис. 2.3.5.2, *а* и *в*).

При высоте рамного шпангоута, не менее чем вдвое превышающей высоту бортового стрингера, допускается применение узла, показанного на рис. 2.3.5.2, *б*.

2.3.5.4 Бортовые стрингеры, расположенные в нос и в корму от поперечной переборки, должны находиться в одной плоскости и крепиться к переборке при помощи книц (рис. 2.3.5.4, *а*). Если плоскости не совпадают, стенка стрингера должна быть подогнута применительно к рис. 2.3.5.4, *б*.

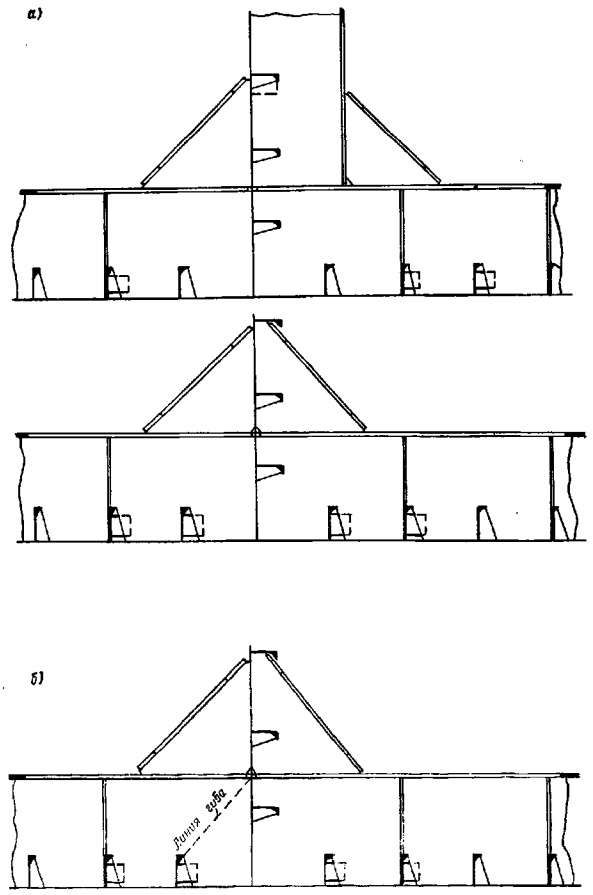


Рис. 2.3.5.4

2.3.5.5 Конструкция окончания бортовых стрингеров на поперечных переборках показана на рис. 2.3.5.5.

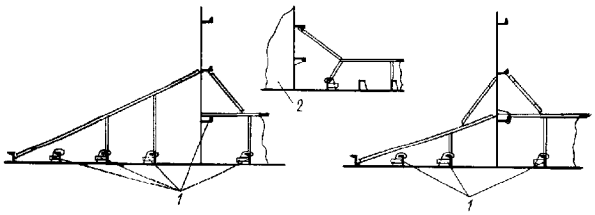


Рис. 2.3.5.5 Окончание бортовых стрингеров:
1 — заделки; 2 — платформа

2.3.6 Разносящие (интеркостельные) бортовые стрингеры.

2.3.6.1 Разносящие бортовые стрингеры выполняются применительно к рис. 2.3.6.1 В тех случаях, когда требуется лишь повышение устойчивости шпангоутов против заваливания, могут быть использованы конструкции, показанные на рис. 1.2.2.4, *а*.



Рис. 2.3.6.1 Разносящие бортовые стингеры:
1 — поясок (полоса);
2 — поясок (бульб с участком стенки полособульба)

2.3.6.2 Соединение разносящих стрингеров с поперечными переборками показано на рис. 2.3.6.2.

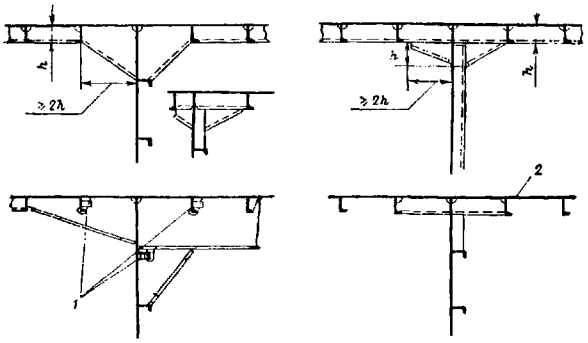


Рис. 2.3.6.2 Соединения стрингеров с поперечными переборками:
1 — заделки; 2 — неправильно

2.3.6.3 Конструкция окончания разносящих бортовых стрингеров показана на рис. 2.3.6.3.



Рис. 2.3.6.3

2.3.7 Особенности конструкции шпангоутов, воспринимающих значительные нагрузки локального характера.

2.3.7.1 Рекомендуется использование для шпангоутов симметричных профилей минимальной высоты при обеспечении требуемых Правилами моментов сопротивления и площадей поперечного сечения шпангоутов.

Толщина стенки шпангоута должна быть достаточной, чтобы обеспечить устойчивость при смятии участков стенки, прилегающих к наружной обшивке.

2.3.7.2 Вырезы в стенках основных и рамных шпангоутов для прохода сварных швов должны быть возможно меньших размеров.

Расположение и размеры прочих вырезов в стенках рамных шпангоутов должны назначаться на основе оценки устойчивости. При необходимости следует предусматривать установку подкрепляющих ребер жесткости.

2.3.7.3 Устойчивость кничных соединений должна быть повышена по сравнению с требуемой для обычных условий эксплуатации.

2.3.8 Узлы соединения шпангоутов с подпалубными и скуловыми цистернами.

На судах для перевозки навалочных грузов закрепление концов шпангоутов у подпалубных и скуловых цистерн рекомендуется выполнять применительно к рис. 2.3.8.

Участок днища подпалубной цистерны, примыкающий к борту, рекомендуется выполнять с

наклоном к диаметральной плоскости. При этом следует иметь в виду, что при наличии слома днище подпалубной цистерны является упругой опорой для шпангоутов. Под действием нагрузки (например, забортной воды) линия слома перемещается примерно по биссектрисе угла между днищем цистерны и плоскостью, нормальной к борту.

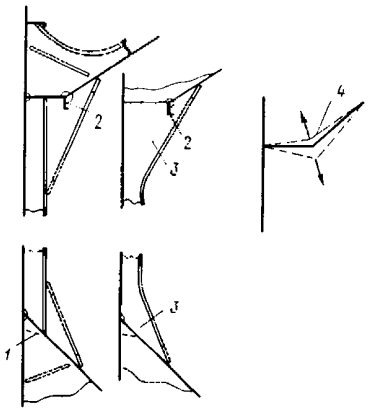


Рис. 2.3.8 Закрепление концов шпангоутов у подпалубных и скуловых цистерн:
1 вариант со сломом;
2 интеркостельная продольная балка;
3 вариант узла соединения;
4 схема работы узла на участке между шпангоутами

Указанное обусловливает необходимость дополнительного подкрепления узла установкой в нижнем углу цистерны усиленных книц в плоскости книц, крепящих шпангоут к днищу цистерны, и между усиленными кницами — интеркостельных продольных балок. Усиленные кницы должны в достаточной мере перекрывать угол цистерны, иметь подкрепленную свободную кромку и, в зависимости от размеров, ребра жесткости.

Конструкция верхнего угла скуловой цистерны должна соответствовать изложенному для подпалубной цистерны.

2.3.9 Конструкция распорок в бортовых танках наливных судов.

2.3.9.1 Распорки, устанавливаемые в бортовых танках, рассчитываются на восприятие сжимающих и растягивающих усилий; при этом распорки загружаются также усилиями от перемещений бортов относительно продольных переборок.

2.3.9.2 Конструкция, приведенная на рис. 2.3.9.2, *а*, обеспечивает эффективное восприятие усилий, в отличие от конструкции, показанной на рис. 2.3.9.2, *б*, с плавным переходом поясков распорки в пояски рамного шпангоута и рамной стойки. В этой конструкции (аналогично конструкции консольных бимсов при малом радиусе скругления пояска консольного бимса в районе перехода в поясок рамного шпангоута) в районах скругленных переходов отмечались трещины у соединений пояска со стенкой, заваливание поясков, рам и распорок и деформации их стенок, что исключало распорки из работы и приводило к перегрузке и разрушению бортового набора. Это обусловливает необходимость дополнительного подкрепления этих районов (см. рис. 1.2.3.3, *в* и *г*).

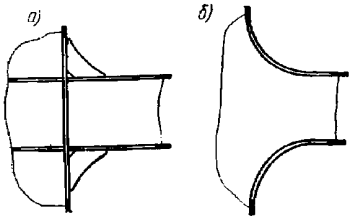


Рис. 2.3.9.2

2.3.10 Особенности конструкций двойного борта.

2.3.10.1 Примеры некоторых конструкций соединения бортового набора двойного борта с верхней палубой и настилом второго дна ВД приведены на рис. 2.3.10.1.

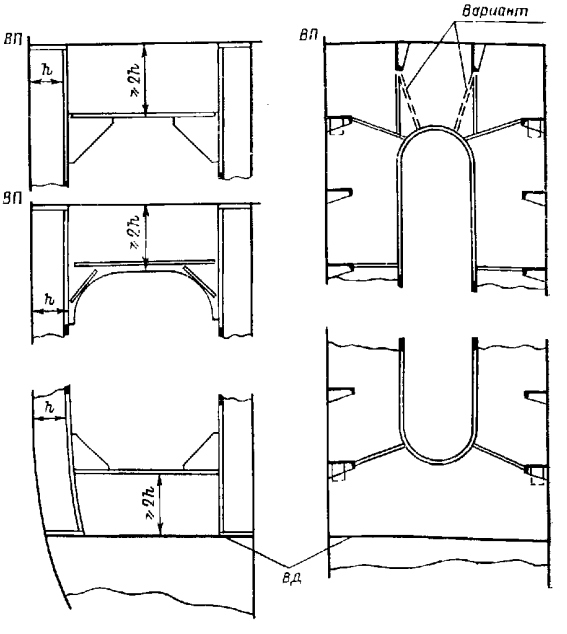


Рис. 2.3.10.1

2.3.10.2 На судах с горизонтальным способом погрузки и выгрузки ро-ро соединения рамных шпангоутов в твиндеке с палубой над двойным бортом выполняются применительно к рис. 2.3.10.2 Как вариант, рамный шпангоут может проходить, не разрезаясь, через палубу.

Допускаются также конструкции, в которых на палубе разрезаются только стенка (поясок непрерывный) или стенка и поясок. Эти конструктивные варианты равнопрочны при выполнении требований к конструктивному оформлению, обеспечивающие прочность в опорном сечении не меньшую, чем в

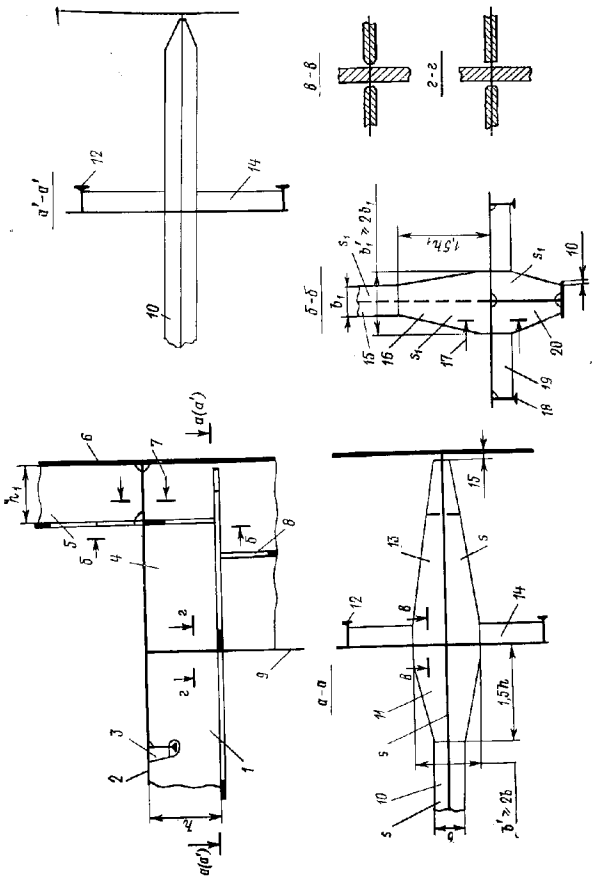


Рис. 2.3.10.2 Соединения рамных шпангоутов в твиндеке с палубой над двойным бортом на судах с горизонтальным способом погрузки и выгрузки:
1 — бимс; 2 — палуба; 3 — заделка; 4 — проницаемая переборка; 5 — шпангоут; 6 — наружная обшивка; 7 — применить по *в* — *в*; 8, 14, 18, 19 — ребра жесткости; 9 — продольная переборка; 10 — поясок бимса; 11, 16 — кницы; 12 — стойка; 13, 20— кронштейны; 15 — поясок шпангоута; 17 — применить по *г* — *г*

пролете. В случае приварки книц *6, 11* и бракет *8, 14* к настилу (обшивке) угловым швом толщиной *a* длина приварки $b' = 1{,}75bs/a$, а толщина бракет $s' = 2a$.

Указанное относится и к узлу соединения рамного бимса с двойным бортом.

2.3.10.3 При наличии двойного борта вместо бортовых стрингеров и горизонтальных рам по внутреннему борту, а также рамных шпангоутов и рамных стоек по внутреннему борту целесообразно устанавливать горизонтальные и вертикальные диафрагмы.

2.3.10.4 С целью уменьшения объема возможных при навалах и столкновениях повреждений рекомендуется подкреплять диафрагмы двойного борта ребрами жесткости.

О конструкции соединения двойного борта с двойным дном см. 2.2.3.10.3.

2.3.11 Особенности конструкции бортового набора в пиках.

2.3.11.1 В форпике и ахтерпике, учитывая расположение балок основного и рамного набора под значительным углом от нормали к наружной обшивке, должны быть приняты конструктивные меры по предотвращению заваливания указанных балок. С этой целью следует предусматривать более частую (в плоскости каждой или каждой второй балки основного набора) установку книц устойчивости (см. 1.2.3.3) по стенкам рамных балок, а в узлах прохода балок основного набора через стенки рамных балок — устанавливать двусторонние заделки (одну заделку, если стенка балки основного набора приварена с одной стороны к кромке выреза в стенке рамной балки). При этом требуемые моменты сопротивления и площади поперечного сечения балок должны быть увеличены, как указано в Правилах, для компенсации установки балок под углом от нормали к наружной обшивке.

2.3.11.2 Распорные бимсы, поддерживающие балки рамного набора, следует проектировать как пиллерсы, воспринимающие сжимающие и растягивающие усилия, обращая особое внимание на конструкцию их закрепления на опорах: у бортов и продольных переборок (см. 2.3.9). Форма сечения распорных бимсов рекомендуется симметричной относительно горизонтальной и вертикальной осей.

2.3.11.3 При конструкции с бортовыми стрингерами и распорными бимсами бортовые стрингеры рекомендуется выполнять с поясом или фланцем по свободной кромке.

На судах с ледовыми усилениями вырезы в бортовых стрингерах для прохода шпангоутов следует заделывать установкой проницаемых заделок (рис. 1.3.4.17, вариант *II*).

2.3.11.4 Бортовые стрингеры форпика должны переходить в носу в брештуки, а за переборкой форпика — в разносящие стрингеры (см. рис. 2.3.6.2, *в*).

Рекомендуется предусматривать на переборке форпика установку горизонтальных рамных балок в плоскостях бортовых стрингеров.

2.3.11.5 При конструкции форпика с бортовыми стрингерами, поддерживаемыми рамными шпангоутами вместо распорных бимсов, или при продольной системе набора особое внимание должно быть обращено на обеспечение прочности и устойчивости рамных шпангоутов при действии касательных напряжений. С этой целью не следует допускать близкого расположения различных вырезов, предусматривая подкрепление или заделку вырезов и установку ребер жесткости, особенно в районах у опор.

2.3.11.6 Рекомендуется установка в пиках платформ с вырезами вместо бортовых стрингеров с распорными бимсами (или рамными шпангоутами).

2.4 ПАЛУБЫ

2.4.1 Сломы и уступы палуб.

2.4.1.1 При общем продольном изгибе корпуса в местах сломов палуб возникают дополнительные усилия (рис. 2.4.1.1), для восприятия которых должны быть предусмотрены поперечные переборки или рамные бимсы, опирающиеся на пиллерсы или продольные переборки.



Рис. 2.4.1.1 Усилия от продольного изгиба корпуса в месте слома палубы:
N — усилие от общего изгиба корпуса;
II — палуба; *R* — дополнительное усилие в месте слома

2.4.1.2 С целью компенсации снижения общей продольной прочности в районе уступа следует предусматривать конструктивные мероприятия, объем которых определяется в зависимости от района расположения уступа по длине и по высоте корпуса.

В районах *I* и *II* (см. 1.1.2) для верхней палубы должны быть выполнены перепуск участков палуб, установка поперечных переборок у концов участков перепуска и продольных диафрагм, соединяющих палубы на участке перепуска, наряду с плавным уменьшением в виде книц ширины выступающих листов ширстрека и палубного стрингера.

Если уступ верхней палубы располагается вне указанных районов, а также для уступов, расположенных ниже палуб, по всей длине судна, необходимы наличие поперечной переборки у уступа и установка книц в плоскости палуб у бортов согласно рис. 2.4.1.2 ($l \geqslant 2b$).

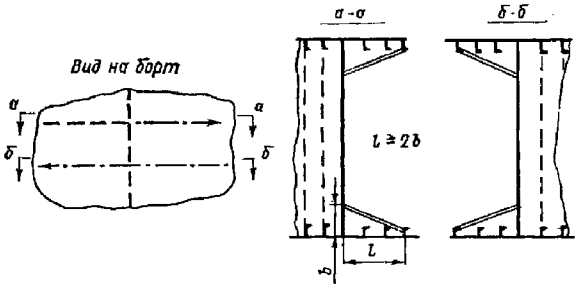


Рис. 2.4.1.2

2.4.2 Соединение продольных подпалубных балок с поперечными переборками должно обеспечивать сохранение эффективной площади поперечного сечения указанных балок.

2.4.3 Соединения бимсов с карлингсами.

2.4.3.1 Соединения бимсов с карлингсами выполняются согласно 1.3.4 применительно к рис. 2.4.3.1.

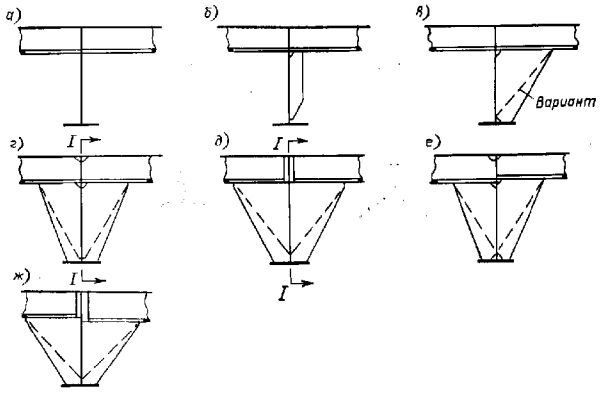


Рис. 2.4.3.1

В соединениях, в которых бимсы разрезаются на стенке карлингса (рис. 2.4.3.1, *г* — *ж*), высота кницы должна приниматься из условия, что в сечении по *I* — *I* $W \geqslant 1{,}75W_{\text{проф}}$. В сечение включаются присоединенный поясок настила палубы и площадь сварного шва (по его расчетной толщине), соединяющего кницу и торец бимса (если он приваривается) со стенкой карлингса.

Если профиль бимса изменяется (рис. 2.4.3.1, *е, ж*), за момент сопротивления профиля $W_{\text{проф}}$ принимается меньшее из значений.

2.4.3.2 Соединение бимсов со стенкой подпалубной части продольных комингсов или машинной шахты может выполняться применительно к рис. 2.4.3.2.

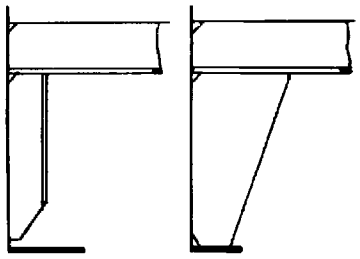


Рис. 2.4.3.2

2.4.3.3 При необходимости уменьшения высоты стенки карлингса (например, на рефрижераторных судах, на судах с горизонтальным способом погрузки и выгрузки, паромах и т.п.) следует при требуемых моменте сопротивления профиля и площади поперечного сечения стенки карлингса обеспечить также относительный упругий прогиб карлингса, не превышающий предписываемого нормативными документами Регистра.

2.4.4 Соединения карлингсов и рамных бимсов с переборками.

2.4.4.1 Соединения карлингсов с поперечными переборками (опорными выгородками) выполняются применительно к рис. 2.4.4.1.

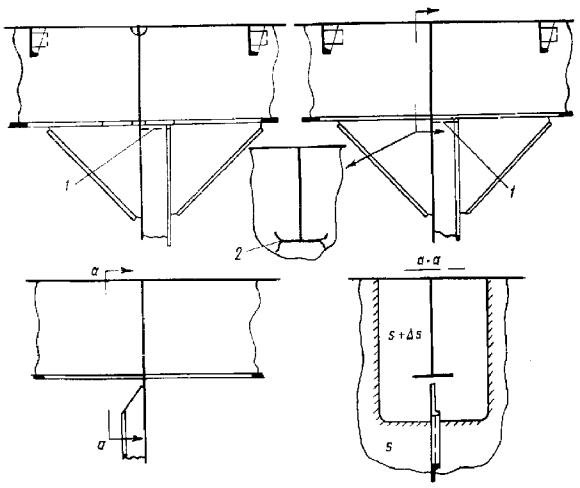


Рис. 2.4.4.1 Соединения карлингсов с поперечными переборками:
1 — вариант; 2 — см. 1.1.12

2.4.4.2 Соединения карлингсов с продольными переборками (опорными выгородками) выполняются применительно к рис. 2.4.4.2.

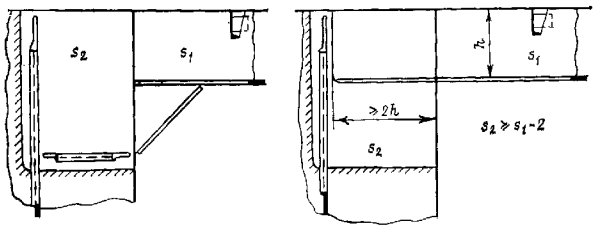


Рис. 2.4.4.2

2.4.4.3 Соединения рамных бимсов с продольными и поперечными переборками (выгородками) выполняются аналогично соединениям карлингсов.

2.4.5 Конструкция карлингсов в местах их окончания.

Окончания карлингсов следует выполнять согласно 1.1.8 применительно к рис. 2.4.5.

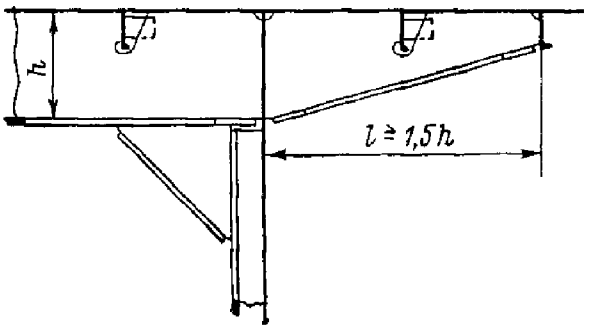


Рис. 2.4.5

2.4.6 Закрепление рамных бимсов на бортах.

2.4.6.1 Рамные бимсы закрепляются на бортах применительно к рис. 2.4.6.1, *а*.

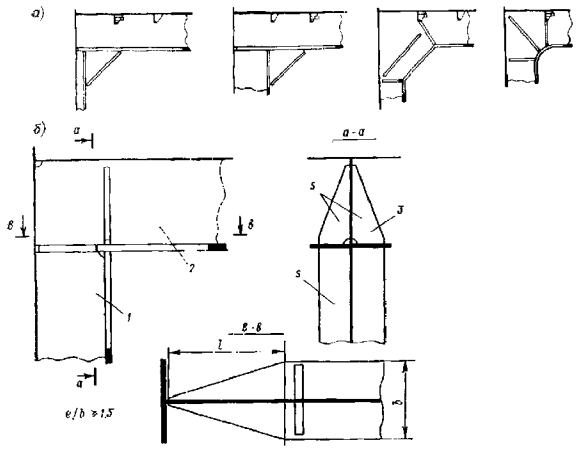


Рис. 2.4.6.1 Соединения рамных бимсов с основными и рамными шпангоутами:
1 — рамный шпангоут; 2 — рамный бимс; 3 — кница

2.4.6.2 На судах с горизонтальным способом погрузки и выгрузки соединение рамного бимса верхней палубы с рамным шпангоутом рекомендуется выполнять с сохранением непрерывности пояска рамного бимса. При этом возможно местное увеличение толщины (и ширины) пояска рамного бимса, а также толщины стенки на участках у бортов. Поясок рамного шпангоута *1* продолжается вверх от пояска рамного бимса *2* в виде двух книц *3*, имеющих толщину пояска (см. рис. 2.4.6.1, *б*).

Соединение рамного бимса промежуточной палубы с двойным бортом может быть выполнено применительно к рис. 2.3.10.2. Если поясок рамного бимса разрезается у внутреннего борта, может быть использована конструкция, показанная в сечении по *а* — *а*; при этом следует обратить внимание на соотношение толщин пояска рамного бимса и обшивки внутреннего борта (см. 1.3.3).

2.4.7 Соединения рамных бимсов с карлингсами.

Соединения рамных бимсов с карлингсами при различных соотношениях их высот рекомендуется выполнять применительно к рис. 2.4.7.

2.4.8 Пиллерсы.

2.4.8.1 Соединения верхних и нижних концов пиллерсов соответственно с карлингсами, рамными бимсами и настилом палуб должны обеспечивать восприятие сжимающих и/или растягивающих усилий от пиллерсов. В зависимости от характера и усилий конструкции соединений выполняются применительно к рис. 2.4.8.1.

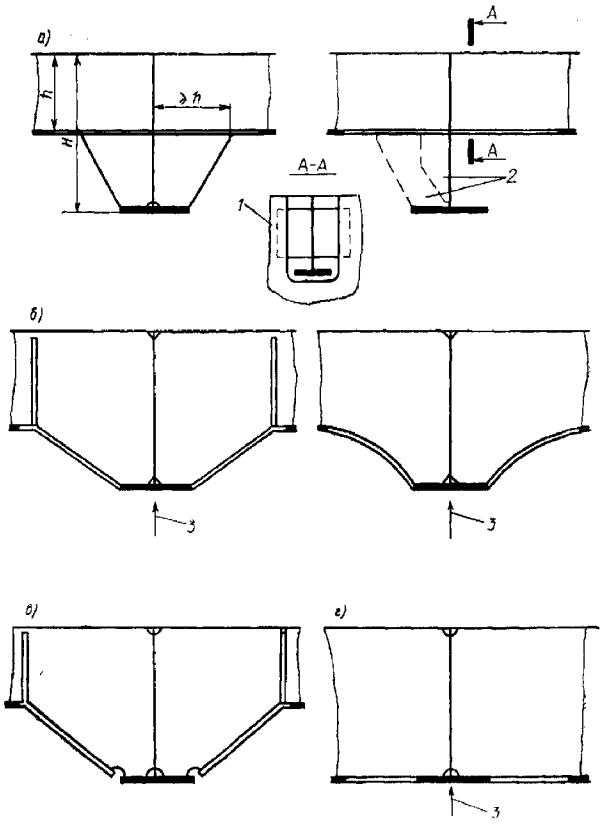


Рис. 2.4.7 Соединения рамных бимсов с карлингсами:
а — $H > 2h$; *б* — $h < H < 2h$; *в* — $h < H < 2h$; *г* — $H = h$;
1 — вариант; 2 — см. 1.2.3; 3 — см. 1.3.2.10 — 1.3.2.12

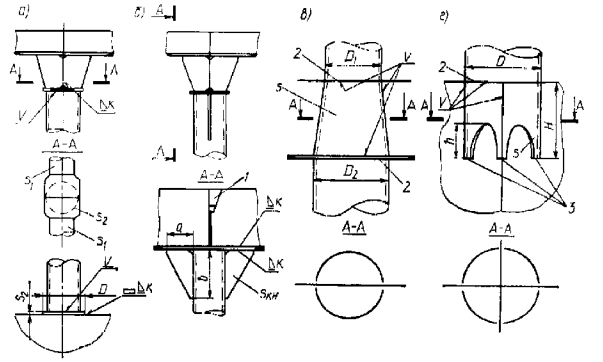


Рис. 2.4.8.1 Конструкции закрепления верхних и нижних концов пиллерсов:
а — бескничное, только при сжимающих усилиях ($s_2 = fP$, где P — нагрузка на пиллерс;
$s_2 \geqslant s_{пил} + 4$; $D = D_{пил} + 6s$);
б — кничное, при сжимающих и растягивающих усилиях ($s_{пил}\sigma_{доп} \leqslant 2a4h_{пва}2\tau_{доп}$; $s_{кн} \approx s_{пил}$; $h/a \geqslant 1{,}5$);
в, г — бескничное при сжимающих и растягивающих усилиях ($s \geqslant s_{max\ пил}$; $H \geqslant D$; $h \approx 0{,}5H$);
1 — заделка; 2 — Δк, при возможности действия растягивающих усилий — сварка с разделкой кромки пиллерса (V);
3 — см. 1.1.12

2.4.8.2 В местах опирания концов пиллерсов следует обеспечивать устойчивость и прочность опорных конструкций (карлингсов, рамных бимсов, переборок, флоров, днищевых стрингеров и вертикального киля) установкой ребер жесткости, книц или местным утолщением стенок.

2.4.8.3 На накатных судах палубы обычно поддерживаются редко расставленными опорами (пиллерсами). Эти опоры, воспринимающие большие усилия от перевозимых на палубах грузов, а также от усилий при деформациях (перекосах) поперечного сечения корпуса, имеют коробчатое сечение. Размеры сечения выбираются так, чтобы стенки опор опирались на основные поперечные и продольные связи днищевого перекрытия и могли быть конструктивно просто соединены с рамами набора палуб. Опоры должны быть устойчивыми, обеспечивая $\sigma_{кр}/\sigma \geqslant 1{,}5$.

Особое внимание следует обратить на обеспечение устойчивости пластин обшивки стенок и подкрепляющих их ребер жесткости.

Выбор типа сварного соединения (с полным проваром или без него) опор с листами настила палуб и второго дна должен производиться из условия обеспечения прочности соединения при действии усилий, которые определяются из расчета поперечной прочности корпуса.

2.4.8.4 Если пиллерсы устанавливаются в помещениях, где возможна усиленная коррозия, а также в отсеках для топлива или жидкого груза, профиль пиллерсов следует принимать открытым, доступным для осмотра и окраски.

2.4.9 Конструкция консольных бимсов и подпалубных цистерн.

2.4.9.1 Консольные бимсы применяются для поддержки продольных и поперечных комингсов грузового люка при продольной и поперечной системах набора палубы. Поскольку консольный бимс является изолированной балкой, потеря устойчивости отдельными его элементами ведет к разрушению консольного бимса в целом и, как следствие, к повреждениям конструкции, для которой консольный бимс служит опорой (т.е. комингсов), и просадке всей палубы.

2.4.9.2 При проектировании конструкции консольных бимсов (рис. 2.4.9.2) необходимо учитывать следующее:

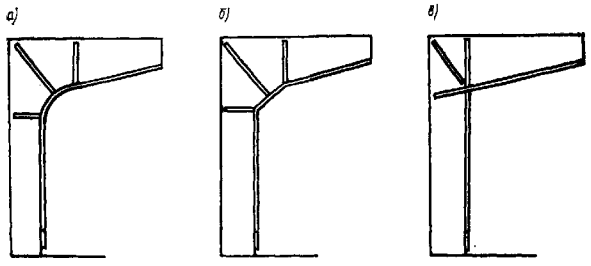


Рис. 2.4.9.2

.1 конструкция, приведенная на рис. 2.4.9.2, *а*, имеет скругленный переход от пояска консольного бимса к пояску рамного шпангоута, что приводило при недостаточных радиусе скругления и подкреплениях пояска и стенки к серьезным повреждениям (см. также 2.3.9 и рис. 1.2.3.3, *в*);

.2 несущая способность конструкции может быть повышена при радиусе скругления не менее максимальной высоты консольного бимса, утолщении стенки на участке соединения консольного бимса с рамным шпангоутом, установке книц, подкрепляющих поясок (и стенку) в районе скругления, и ребер жесткости по стенке в этом же районе;

.3 при выполнении сломов пояска в соединении консольного бимса с рамным шпангоутом (рис. 2.4.9.2, *б*) особое внимание должно быть обращено на подкрепление пояска и стенки на участках у сломов;

.4 в конструкции, согласно рис. 2.4.9.2, *в*, пояски консольных бимсов следует выполнять непрерывными в соединениях с поясками рамных шпангоутов, предусматривая подкрепления стенки в районе соединения консольного бимса и рамного шпангоута.

Во всех случаях должны быть предусмотрены конструктивные мероприятия, препятствующие заваливанию консольных бимсов, имеющих одну стенку.

2.4.9.3 Подпалубные цистерны выполняются применительно к рис. 2.4.9.3 При этом угол наклона α не должен превышать минимального угла естественного откоса перевозимого груза (см. также 2.3.8) и должны соблюдаться следующие соотношения:

$H \geqslant 2{,}5h$; $H_1 \geqslant 2{,}5h_1$; $H_2 \geqslant 2{,}5h_2$; $H_3 \geqslant 2{,}5h_3$; $R \geqslant H$; $r \geqslant h$.

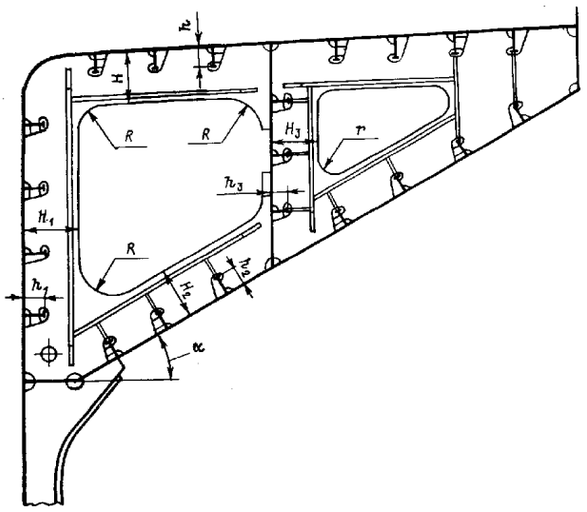


Рис. 2.4.9.3

2.4.10 Конструкция комингсов.

2.4.10.1 Степень участия продольных комингсов верхней палубы в общем изгибе корпуса определяется конструктивным оформлением продольного комингса (разрезной или непрерывный), протяженностью комингсов и расположением по длине судна, степенью раскрытия палубы, наличием опорных конструкций (например, продольных переборок или выгородок, часто поставленных пиллерсов в плоскости стенок продольных комингсов). Например, при установке разрезного продольного комингса достаточной длины (более шести его высот) в плоскости продольной переборки напряжения от общего изгиба корпуса в свободном поясе комингса будут такими же, как у эффективного непрерывного комингса. По мере увеличения степени раскрытия палубы эффективность непрерывного продольного комингса увеличивается.

2.4.10.2 При необходимости уменьшения степени участия продольных комингсов в общем изгибе корпуса рекомендуется не совмещать их в одной плоскости с расположенными под палубой продольными переборками (в том числе продольными стенками подпалубных цистерн).

2.4.10.3 Если для верхней палубы применена сталь повышенной прочности, непрерывные комингсы должны быть выполнены по крайней мере из этой же стали, если из расчета общей прочности не требуется использование стали с более высоким пределом текучести.

У разрезных продольных комингсов, не участвующих эффективно в общем изгибе корпуса, как минимум, концевые участки (рис. 2.4.10.3) должны быть выполнены из стали, использованной для верхней палубы.

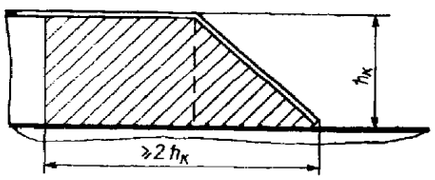


Рис. 2.4.10.3

2.4.10.4 В местах окончания разрезных продольных комингсов следует предусматривать плавное уменьшение их высоты на участке длиной $(0{,}75...1{,}5)h$, считая от поперечного комингса (h — высота комингса). Величина $0{,}75h$ относится к случаю, когда для палубы использована сталь с $R_{eH} \leqslant 315$ МПа, а $1{,}5h$ — сталь с $R_{eH} \leqslant 390$ МПа с линейной интерполяцией между этими величинами. При $R_{eH} \geqslant 315$ МПа концевые участки этих книц на длине не менее 0,15 м должны быть приварены к палубному пастилу с разделкой кромок. Притупления концов книц после приварки должны удаляться для обеспечения плавного сочетания кницы со стенкой расположенного под палубой карлингса (рис. 2.4.10.4).

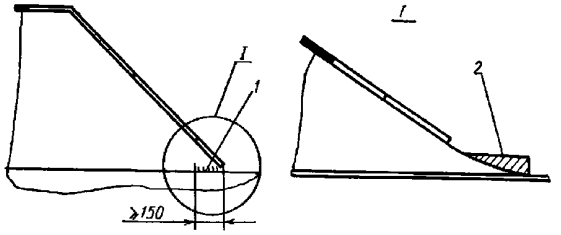


Рис. 2.4.10.4 Удаление притуплений концов книц:
1 — полный провар; 2 — удалить после сварки

Вырезы в стенке кницы должны иметь гладкие кромки. Если кромки выреза подкрепляются поясками, стыки поясков должны быть качественно сварены. Обрыв поясков не допускается.

2.4.10.5 Если продольный комингс загибается по линии скругления угла выреза грузового люка и сваривается встык с поперечным комингсом, следует предусматривать подкрепление стенок комингсов на этом участке и соединение их с настилом палубы посредством сварки с полным проваром (рис. 2.4.10.5). Стык стенок продольного и поперечного комингса должен располагаться на расстоянии от начала скругления в сторону диаметральной плоскости не менее пяти толщин стенки.

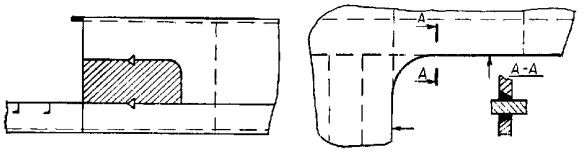


Рис. 2.4.10.5

2.4.10.6 Стенки комингсов должны быть подкреплены ребрами жесткости и вертикальными бракетами, обеспечивающими прочность и устойчивость конструкции как при общем изгибе корпуса, так и при поперечной нагрузке.

Стенки продольных комингсов должны быть подкреплены продольными ребрами жесткости, опирающимися на вертикальные бракеты. К конструкции продольных ребер жесткости непрерывных продольных комингсов предъявляются те же требования, что и к продольным подпалубным балкам.

Прочность вертикальных бракет в опорном сечении (у верхней палубы) следует проверять с учетом сил инерции при бортовой качке от контейнеров или лесного груза, перевозимых на крышках грузовых люков.

Отверстия для пропуска воды в стенках непрерывных комингсов, расположенные в районе между смежными поперечными комингсами, следует выполнять применительно к рис. 2.4.10.6, предусматривая конструктивные мероприятия, обеспечивающие устойчивость стенки комингса и в некоторых случаях настила палубы в районе выреза. При этом $H = 0{,}5A$; $r_1 = (0{,}25...0{,}3)H$.

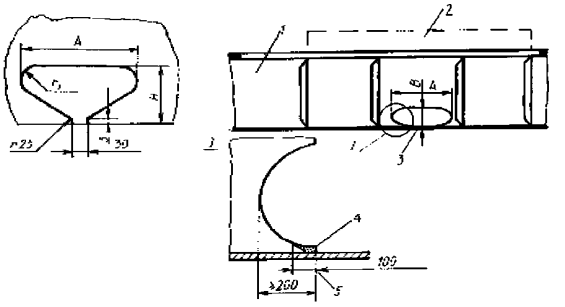


Рис. 2.4.10.6 Отверстия для пропуска воды
в стенках непрерывных комингсов
(в районе между смежными поперечными комингсами):
1 продольный комингс; 2 колодец;
3 эллиптическая форма ($A/B \geqslant 4$, $A_{max} = 1500$);
4 — зачистка после сварки; 5 — полный провар

2.4.10.7 По верхней кромке стенки комингса должен быть установлен поясок, обеспечивающий необходимую для крепления люковых закрытий жидкость.

Для продольных комингсов, эффективно участвующих в общем изгибе корпуса, площадь поперечного сечения пояска (и его устойчивость) определяется из условия обеспечения требуемого момента сопротивления поперечного сечения корпуса судна. При этом изменение ширины и/или толщины свободного пояска должно быть плавным.

Вырезы в поясках комингсов для прохода задраек люкового закрытия рекомендуются овальные, с большей осью, направленной вдоль пояска. Пояски по возможности должны быть свободны от приварки различного рода упоров и подобных деталей люкового закрытия.

Во всех случаях крепление подобных деталей к пояску является предметом специального рассмотрения Регистром.

2.4.10.8 Соединение верхних поясков продольного непрерывного и поперечного комингсов следует выполнять применительно к рис. 1.3.2.10, вариант *I*.

2.4.10.9 Особое внимание должно быть обращено на качественную сварку стыков поясков и стенок продольных комингсов, продольных ребер жесткости, а также стыков направляющих и подобных деталей, устанавливаемых на пояски.

2.4.10.10 Стыки стенок комингсов и настила палубы должны быть разнесены не менее чем на 100 мм.

2.4.11 Окончания непрерывных продольных комингсов.

2.4.11.1 Непрерывные продольные комингсы в местах их окончания следует выполнять применительно к рис. 2.4.10.4 в зависимости от поло-

жения конца комингса по длине судна. При этом концы переходных книц не должны совпадать со стыковыми швами палубного настила.

Концы непрерывных продольных комингсов следует располагать на жестких подпалубных связях (поперечных и/или продольных): рамных бимсах, карлингсах, переборках.

Рекомендуется утолщение палубного настила на участке приварки концевого участка комингса (примерно на 25%) и применение для этого участка стали той же категории, что и для листов настила палубы в углах вырезов грузовых люков.

2.4.11.2 Конструкция соединения непрерывных продольных комингсов в местах их окончания с рубками (надстройками) должна обеспечивать эффективное закрепление комингса в рубке (надстройке).

2.4.11.2.1 Если непрерывные продольные комингсы присоединяются к продольным переборкам надстроек и рубок (в том числе наружным стенкам рубок), то на участке протяженностью не менее высоты первого яруса надстройки (рубки) толщина обшивки продольных переборок по всей их высоте должна быть, как правило, близкой к толщине стенки комингса. Должна быть обеспечена устойчивость листов обшивки переборок при сдвиге. На этом участке следует по возможности избегать выполнения всякого рода вырезов. При наличии вырезов должны быть предусмотрены соответствующие подкрепления с целью уменьшения концентрации напряжений (скругление углов вырезов, установка утолщенных листов).

Поясок продольного комингса должен быть протянут, не разрезаясь, через концевую переборку по продольной переборке с постепенным уменьшением площади поперечного сечения пояска и переходом его в горизонтальное ребро.

2.4.11.2.2 По концевой переборке надстройки (рубки) у кромок свободного пояска комингса для предотвращения образования жестких точек в обшивке переборки должны быть предусмотрены кницы, ребра жесткости и т.п. (см. 1.1.12).

2.4.11.2.3 Для «смягчения» угла между поясом комингса и концевой переборкой на поясках продольных комингсов у концевой переборки устанавливаются вертикальные кницы со скругленной свободной кромкой толщиной, равной толщине стенки комингса, и размерами сторон согласно рис. 2.4.11.2.3, *а* ($b \approx h_k/3$; $h \approx 1{,}5b$; $s = s_k$).

Подкрепление свободной кромки кницы целесообразно осуществлять установкой ребра жесткости. Притупление нижнего конца кницы (у пояска продольного комингса) при $\eta \leqslant 1$ следует удалять (см. 2.4.10.4).

Рекомендуемая форма кницы (см. рис. 2.4.11.2.3, *а*) позволяет вывести верхний конец кницы, имеющий

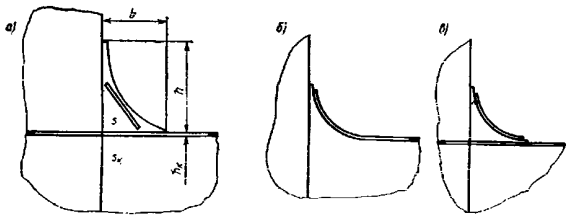


Рис. 2.4.11.2.3

конструктивно-технологическую концентрацию напряжений (притупление и угловой шов), из зоны повышенных напряжений, возникающих в углу между поясом комингса и концевой переборкой.

Кницу, приведенную на рис. 2.4.11.2.3, *б*, не следует применять, так как при этом теряется поясок комингса в сечении у концевой переборки, появляются трещины в соединении пояска кницы с ее стенкой и у конца кницы. Форма кницы (рис. 2.4.11.2.3, *в*) не рекомендуется из-за трещин у концов кницы и в соединении пояска кницы с ее стенкой.

2.4.12 Соединение продольных стенок тронка (ящика) с рубками и надстройками.

Конструкция соединения продольных стенок тронка (ящика) с рубками и надстройками аналогична конструкции соединения стенок непрерывных продольных комингсов. При этом рекомендуется усиливать соединения установкой книц согласно рис. 2.4.12, передающих часть усилий от общего изгиба непосредственно на палубу рубки или надстройки и тем самым разгружающих узел притыкания тронка к концевой переборке.

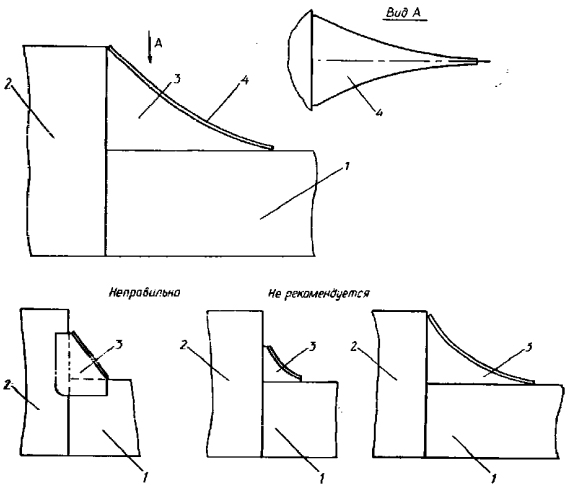


Рис. 2.4.12 Кницы в соединении тронка с надстройками и рубками: 1 — стенка тронка; 2 продольная выгородка надстройки (рубки); 3 — кница; 4 поясок кницы

В соединениях палубы тронка (ящика) с концевыми переборками рубки (надстройки) следует

предусматривать конструктивные мероприятия, обеспечивающие перевязку тронка с конструкциями внутри рубок (надстроек) и исключение жестких точек и ножевых опор (см. 1.1.12) в концевых переборках.

2.4.13 Подкрепления верхних палуб у концов надстроек и рубок.

2.4.13.1 В местах опирания концевых переборок надстроек и рубок на продольные подпалубные (балки, карлингсы, переборки), а боковых переборок рубок — на поперечные подпалубные связи (бимсы, рамные бимсы, переборки) по стенкам указанных связей следует устанавливать кницы или брекеты в плоскости расположенных выше переборок надстроек и рубок (рис. 2.4.13.1). При этом $b \geqslant h$.

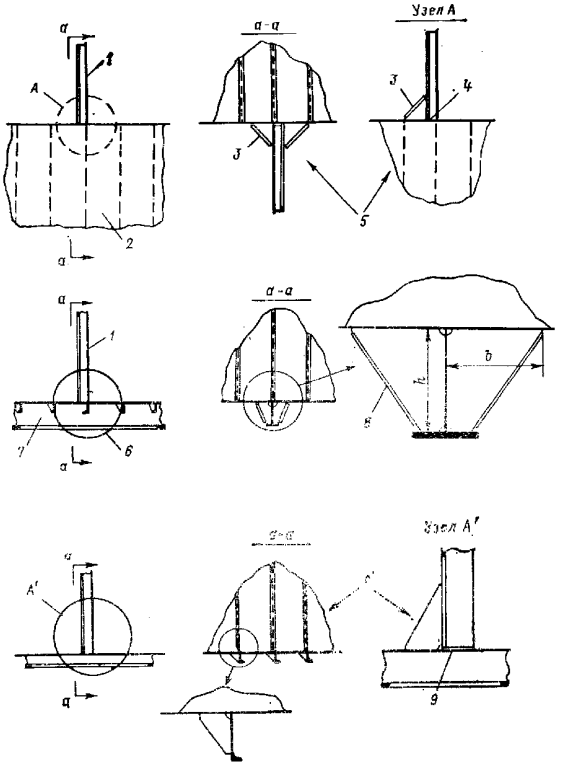


Рис. 2.4.13.1 Устранение ножевых опор в местах опирания концевых переборок надстроек и рубок:
1 — концевая переборка; 2 — переборка (полупереборка); 3 — фланец; 4 — приварка торца; 5 — варианты конструкции; 6 — применить узел *А*; 7 — карлингс (рамный бимс); 8 — поясок или фланец; 9 — рекомендуется приварка торца стойки к настилу

2.4.13.2 Если концевая переборка рубки не совпадает с поперечной переборкой, расположенной под палубой, в плоскости боковых переборок рубки под палубой следует устанавливать короткие карлингсы, протянутые на три шпации в нос и в корму от концевой переборки рубки (рис. 2.4.13.2).

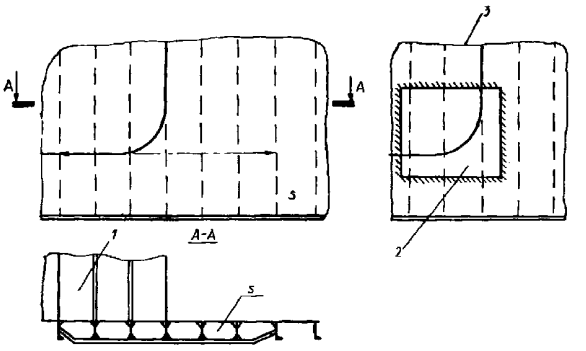


Рис. 2.4.13.2 Подкрепления у концевых переборок рубок:
1 — продольная стенка рубки; 2 — утолщенный вварной лист; 3 — неправильно

2.4.13.3 В местах опирания жестких элементов надпалубных конструкций на неподкрепленные участки настила палубы следует предусматривать установку подкреплений с целью исключения жестких точек (рис. 2.4.13.3).

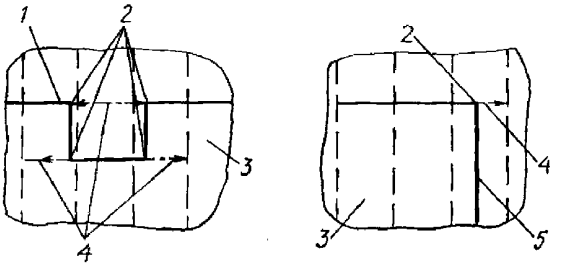


Рис. 2.4.13.3 Установка подкреплений для исключения жестких точек:
1 — стенка рубки; 2— жесткие точки; 3 — настил палубы; 4 — подкрепление; 5 — стенка рубки

2.4.14 Конструкция подкреплений в районах вырезов грузовых люков на верхней палубе судов с большим раскрытием палуб.

2.4.14.1 На судах с большим раскрытием палуб (см. 1.4.2.8) с целью предотвращения деформаций настила палубы на участках между поперечными комингсами грузовых люков следует предусматривать листы промежуточной толщины в местах, где утолщенные листы палубного настила в углах вырезов грузовых люков граничат с относительно тонкими листами настила между люками. При продольной системе набора палубы следует также предусматривать установку поперечных подкрепляющих ребер ПР на каждом шпангоуте (рис. 2.4.14.1). Поперечные комингсы должны быть устойчивы при усилиях, действующих нормально к диаметральной плоскости. При $s_0 > s_1 + 10$ мм имеем $s_2 = 0{,}5(s_0 + s_1)$. Согласно 1.4.2, $a_1 \geqslant 1{,}25r$; $a_2 \geqslant 0{,}15b$.

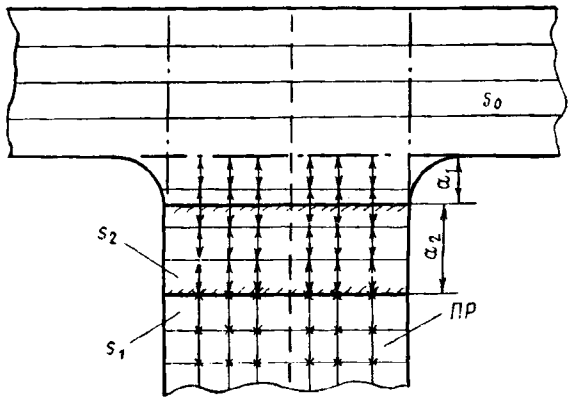


Рис. 2.4.14.1

2.4.14.2 Указания 1.4.2.8 следует выполнять также и для углов вырезов грузовых люков, расположенных в районе 0,2*L* от носового перпендикуляра.

2.4.15 Ватервейсы.

2.4.15.1 Ватервейс, приваренный к настилу палубы, полностью участвует в общем продольном изгибе корпуса. Для уменьшения степени участия в общем изгибе ватервейс должен быть разделен компенсаторами на отдельные участки длиной каждый не более шести высот ватервейса (рис. 2.4.15.1).

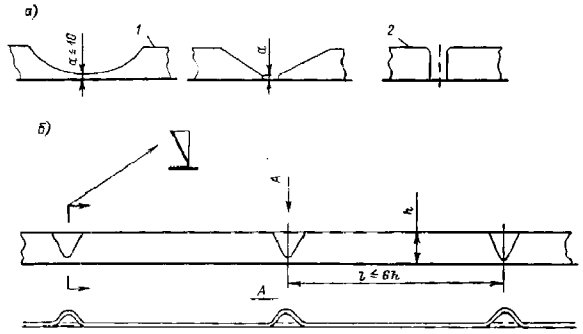


Рис. 2.4.15.1 Узлы конструкции ватервейсов:
а — окончания ватервейса; *б* — компенсаторы;
1 — правильно; 2 — неправильно

В местах окончания ватервейса должно быть предусмотрено плавное уменьшение его высоты (см. 1.1.1.11).

2.4.15.2 Высота ватервейса не должна превышать 16 его толщин.

2.4.15.3 Ватервейсы должны быть изготовлены из стали с пределом текучести не меньшим, чем у листов палубного настила. Категория стали для ватервейсов должна приниматься как для настила палубы при толщине ватервейса.

2.4.15.4 Приварку ватервейса к настилу палубы следует выполнять двусторонним непрерывным швом.

2.4.16 Конструкция открытых палуб в носовой оконечности.

При проектировании конструкции открытых палуб в носовой оконечности, воспринимающих нагрузку от наката волн, особое внимание следует обращать на обеспечение последовательной передачи усилий от открытой палубы на поддерживающие ее опорные конструкции (пиллерсы, переборки, выгородки) по всей высоте борта — до днища, с проверкой прочности и устойчивости стенок рамных балок при срезе. С этой целью рекомендуется избегать расположения пиллерсов в пролетах рамных балок, заделывать вырезы в стенках рам, предусматривать подкрепления выгородок, которые могут воспринимать нагрузку от палуб при накате волн, с тем, чтобы при нагружении палубы выгородки не получали остаточных деформаций.

2.4.17 Подкрепления под фитинги контейнеров и гнезда для крепления оттяжек.

Под угловыми фитингами контейнеров должны быть предусмотрены соответствующие гнезда в настиле палуб и установлены подкрепляющие балки. Указанное относится также к подкреплениям гнезд для крепления оттяжек. Усилия от контейнеров и оттяжек должны передаваться при помощи подкреплений на балки набора и подобные связи.

Ограничиваться установкой утолщенного листа у гнезда недопустимо.

2.4.18 Особенности конструкции палубы накатных судов.

2.4.18.1 Вырезы в палубном стрингере для вентиляционных шахт на судах с горизонтальным способом погрузки и выгрузки должны иметь форму, обеспечивающую минимальную концентрацию напряжений. С этой целью рекомендуется эллиптическая форма выреза (см. рис. 1.4.2.6.3).

2.4.18.2 В зависимости от конструкции выреза форма сечения комингсов вентиляционных шахт принимается круглой или прямоугольной. В последнем случае должны быть предусмотрены конструктивные мероприятия по снижению концентрации напряжений в палубном стрингере (настиле) на участках у концов продольных комингсов шахт (например, соединением продольных стенок с поперечными стенками через скругление по радиусу или эллипсу). Если форма выреза в палубном стрингере и сечения комингса вентиляционной шахты одинаковы и выполнены по окружности, соединение комингса с палубным стрингером рекомендуется выполнять применительно к рис. 1.4.2.5.2. Конструкция по варианту *I* проще в исполнении. При этом кромки вырезов в палубном стрингере должны быть тщательно зачищены и отстоять от стенок комингсов шахты не менее чем на 20 мм. С целью более эффективного подкрепления выреза толщину комингса на участке высотой около 200 — 250 мм,

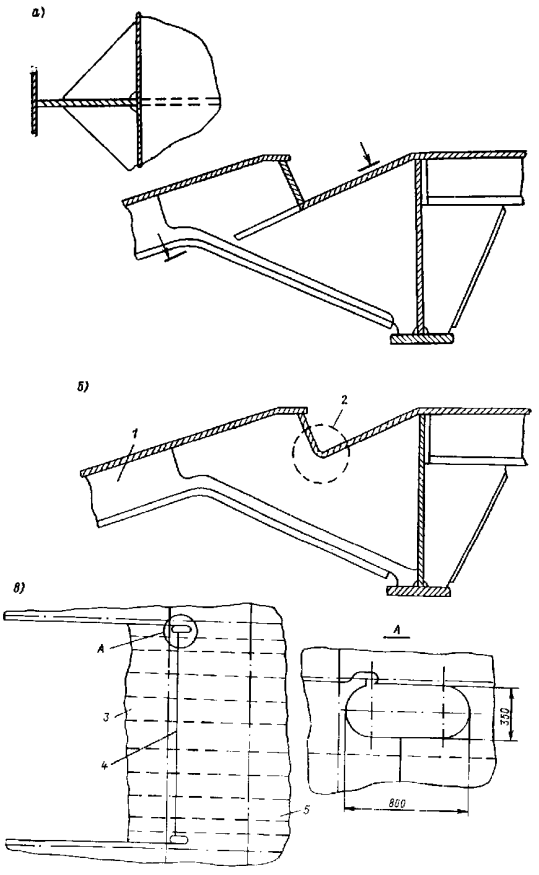


Рис. 2.4.18.3 Узел соединения съездной рампы с палубой (*а*), скругление настила палубы по дуге малого радиуса (*б*) и переход настила верхней палубы (второго дна) в настил наклонного съезда (*в*):
1 — съездная рампа; 2 — участок слома; 3— съезд; 4 — стык листов (сгиб); 5 — палуба

считая от палубы, целесообразно увеличивать по сравнению с толщиной палубного стрингера. Стыки стенки комингса следует располагать в зонах, свободных от напряжений при общем продольном изгибе корпуса (см. рис. 1.4.2.6.3).

2.4.18.3 Узел соединения съездной рампы с палубой следует выполнять с перепуском пояска в месте уступа (рис. 2.4.18.3, *а*). Скругление настила палубы по дуге малого радиуса (рис. 2.4.18.3, *б*) не рекомендуется, поскольку оно уменьшает ширину присоединенного пояска, что резко снижает работоспособность конструкции. Одним из вариантов перехода настила верхней палубы (второго дна) в настил наклонного съезда является конструкция, представленная на рис. 2.4.18.3, *в*.

2.4.18.4 При выполнении выреза в палубе под съездную рампу следует учитывать, что участок палубы между бортом и съездной рампой, являясь опорой для шпангоутов, работает как стенка балки с пролетом, равным длине выреза под рампу.

Указанное следует учитывать при назначении толщин настила палубы на рассматриваемом участке и конструктивном оформлении узлов выреза.

2.5 ПЕРЕБОРКИ

2.5.1 Конструкции окончания продольных переборок.

Главные продольные переборки должны простираться возможно дальше к оконечностям и заканчиваться на поперечных переборках, переходя за ними в днищевые стрингеры и карлингсы верхней палубы при помощи больших книц высотой около $D/3$ и длиной не менее $D/2$ Свободная кромка книц должна быть подкреплена поясом.

В кницах, как правило, не допускаются вырезы для лазов или облегчения (рис. 2.5.1, *а*).

Для гофрированных продольных переборок с горизонтальными гофрами указанные кницы должны также быть гофрированными (рис. 2.5.1, *б*).

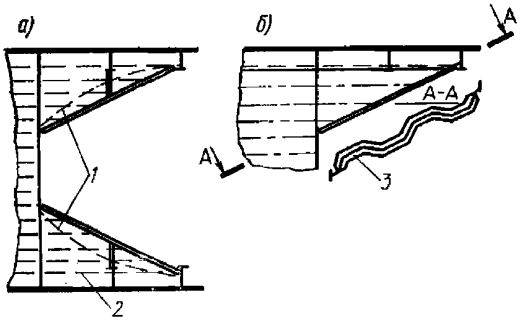


Рис. 2.5.1 Окончания продольных переборок:
1 вариант формы кромки кницы; 2 горизонтальные балки; 3 поясок кницы с гофрированной стенкой

2.5.2 Конструкции закрепления концов балок основного и рамного набора переборок.

2.5.2.1 Балки основного и рамного набора переборок должны крепиться к опорным конструкциям (палубам, настилу второго дна, днищу, бортам, переборкам другого направления), как правило, при помощи книц или (для балок основного набора) непосредственной приваркой торцов балок (см. также 2.5.2.3).

2.5.2.2 В плоскости книц должны быть предусмотрены конструкции (или специально устанавливаемые подкрепления), воспринимающие усилия от закрепления концов балок. В опорных конструкциях, в местах крепления книц или непосредственной приварки концов балок следует выполнять указания 1.1.12.

2.5.2.3 Обрезка концов балок «на ус» допускается лишь для балок основного набора аварийных переборок в случаях, предусмотренных Правилами, а для переборок, ограничивающих цистерны, — при

малых пролетах или напорах; вне районов интенсивной вибрации — по специальному согласованию с Регистром. При этом может быть рассмотрена конструкция согласно рис. 2.5.2.3.

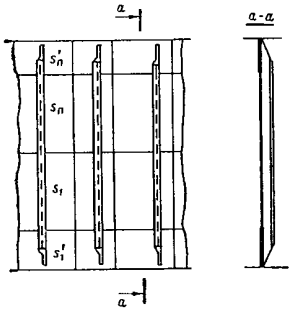


Рис. 2.5.2.3 Конструкция подкрепления обшивки переборок цистерн при обрезке концов балок «на ус»:
$s_1' = s_1+\Delta_1$; $s_п' = s_п+\Delta_2$;
Δ_1, Δ_2 — утолщение поясьев обшивки переборки на концевых участках стоек, срезанных «на ус»

2.5.2.4 Если невозможно обеспечить расположение в одной плоскости балок набора переборок и балок опорных конструкций, следует предусматривать установку дополнительной связи ДС, к которой крепятся концы балок набора переборки. Указанная связь, в свою очередь, закрепляется на балках опорной конструкции (рис. 2.5.2.4).

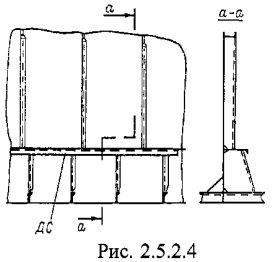


Рис. 2.5.2.4

2.5.3 Узлы прохода балок набора переборок через палубы, платформы и переборки другого направления.

2.5.3.1 Балки набора переборок в местах прохода через опорные конструкции (палубы, платформы и переборки другого направления) могут выполняться непрерывными или разрезными. При этом должны быть предусмотрены конструктивные мероприятия, обеспечивающие передачу на опорные конструкции изгибающих моментов и перерезывающих сил с балок набора переборок (рис. 2.5.3.1).

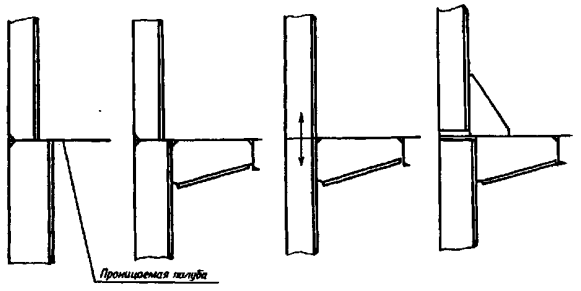


Рис. 2.5.3.1

2.5.3.2 Специфической опорной конструкцией является узел опирания балок набора переборок на платформы (или участки настила второго дна) либо на переборки другого направления, расположенные по другую сторону от обшивки переборки (рис. 2.5.3.2), т.е. ножевая опора НО.

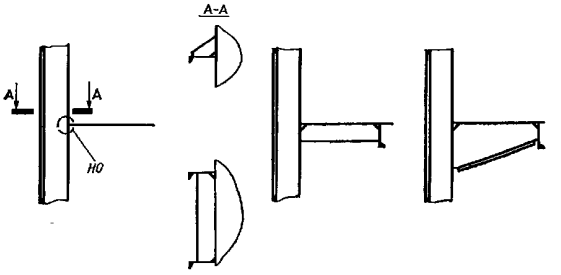


Рис. 2.5.3.2

Для исключения ножевых опор (см. 1.1.12) могут быть установлены кницы или ребра жесткости. При определении размеров стоек последние следует рассматривать как закрепленные сваркой на обоих концах.

2.5.4 Рамные балки гофрированных переборок.

2.5.4.1 Рамные балки, устанавливаемые по гофрированным переборкам перпендикулярно к направлению гофров, имеют, как правило, большие размеры сечения, чем у плоских переборок, при одинаковых моментах сопротивления. Это обусловливается малой площадью присоединенного пояска рамы (т.е. гофрированной обшивки переборки).

2.5.4.2 С целью обеспечения устойчивости рамных балок должны быть предусмотрены ребра жесткости и кницы устойчивости (см. 1.2.3). Концы ребер жесткости, нормальных к пояску, не должны привариваться к обшивке переборки будучи срезанными «на ус». О приварке концов ребер жесткости к свободному пояску рамной балки см. 1.2.3.2.

2.5.4.3 С целью уменьшения концентрации напряжений и повышения устойчивости на участках у внутренних углов гофров по стенкам рамных балок рекомендуется установка ребер жесткости согласно рис. 2.5.4.3.

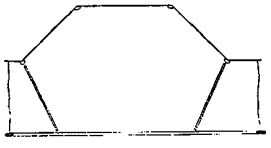


Рис. 2.5.4.3

2.5.4.4 Рамные балки (рис. 2.5.4.4) могут устанавливаться симметрично плоскости гофрированной переборки, что значительно снижает концентрацию напряжений, но менее рационально по весовым характеристикам.

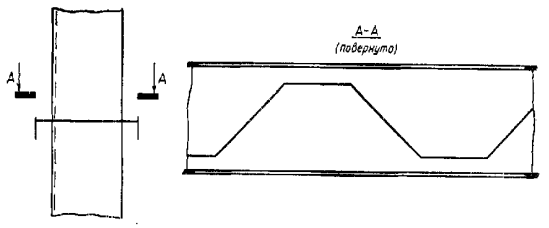


Рис. 2.5.4.4

2.5.4.5 Кницы устойчивости закрепляются на переборке применительно к рис. 2.5.4.5 (Δ — не менее радиуса гиба гофра).

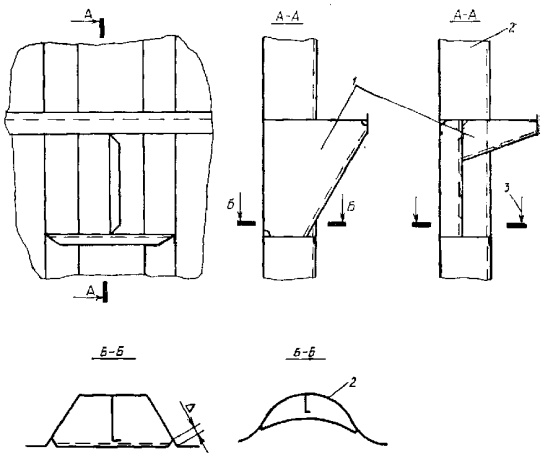


Рис. 2.5.4.5 Закрепление концов книц устойчивости на переборке:
1 — см. 1.2.3.6; 2 — вариант; 3 — применить по *Б—Б*

2.5.4.6 При пролете гофров более 15 м посередине пролета следует устанавливать бракеты (рис. 2.5.4.6 и см. по Б—Б рис. 2.5.4.5).

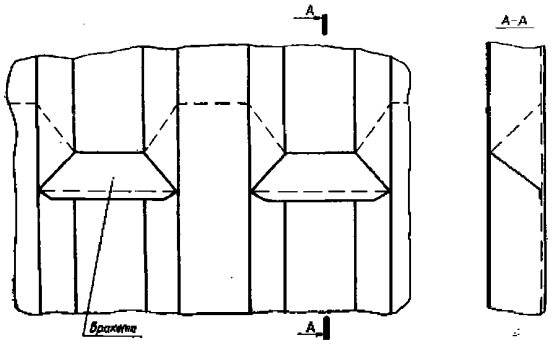


Рис. 2.5.4.6

2.5.5 Вырезы в переборках.

Вырезы в продольных переборках следует выполнять с учетом требований 1.4.1 и 1.4.6. Вырезы в верхнем и нижнем поясьях продольных переборок (см. 1.1.2 и 1.1.3), как правило, не допускаются.

Вырезы в продольных и поперечных отбойных переборках должны, как правило, располагаться вне верхнего и нижнего поясьев.

Расположение и размеры вырезов должны обеспечивать возможно большую жесткость переборок при сдвиге, а также прочность при нагрузках локального характера (от навалов, льда, посадки на мель и т.п.).

При необходимости подкрепления вырезов выбор конструкции подкрепления следует производить применительно к 1.2.6.11.

Вырезы в гофрированных переборках не рекомендуются.

2.5.6 Конструкции пересечения продольных и поперечных гофрированных переборок.

Пересечение поперечных *1* и продольных *2* переборок с горизонтально расположенными гофрами (рис. 2.5.6, *а*) выполняется путем введения в поперечную переборку вертикального плоского участка в виде сварного двутавра, к стенке которого привариваются гофрированные листы продольной переборки, а к пояскам — листы поперечной переборки.

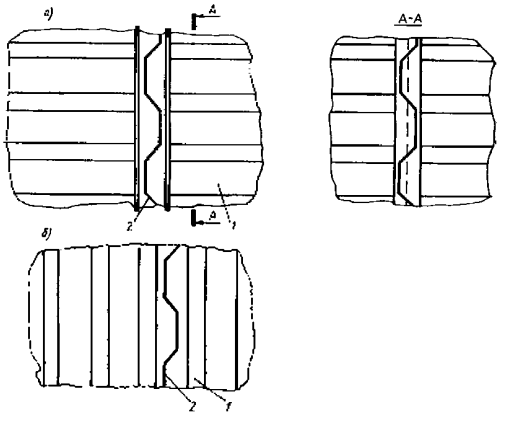


Рис. 2.5.6

Если поперечная переборка *1* имеет вертикальные коробчатые гофры, а продольные переборки *2* горизонтальные (коробчатые или волнистые), вместо сварного двутавра используется плоский участок поперечной переборки (рис. 2.5.6, *б*).

Во всех случаях верхний и нижний поясья продольных переборок (см. 1.1.3) должны выполняться плоскими и не разрезаться на поперечных переборках.

По специальному согласованию с Регистром допускаются разрезные поясья на поперечных переборках при условии обеспечения полного

провара в сварном соединении с плавным вогнутым очертанием сварного шва (см. также 1.5.1.10).

2.5.7 Подкрепление плоских участков гофрированных переборок и переборок судов, эксплуатирующихся во льдах или швартующихся в море.

2.5.7.1 С целью увеличения жесткости гофрированных переборок в направлении, перпендикулярном к направлению гофров, и обеспечения восприятия усилий, передаваемых на переборку со стороны других перекрытий, по кромкам переборок, параллельным направлению гофров, следует предусматривать плоские участки. Ширина такого участка должна быть не менее ширины наибольшей грани гофра для коробчатых гофров и 1,5R — для волнистых.

Если ширина плоского участка превышает указанные величины, должны быть предусмотрены подкрепления в виде стоек и горизонтальных ребер жесткости применительно к требованиям Правил для плоских переборок.

Размеры указанных стоек (ребер) должны соответствовать требованиям Правил к балкам набора соответствующих переборок при надлежащем закреплении концов стоек и ребер. Обрезка «на ус» концов стоек на плоских участках обшивки переборок, расположенных в районах интенсивной вибрации, и переборок цистерн (грузовых танков) не допускается из-за возможности появления трещин в обшивке переборок (рис. 2.5.7.1).

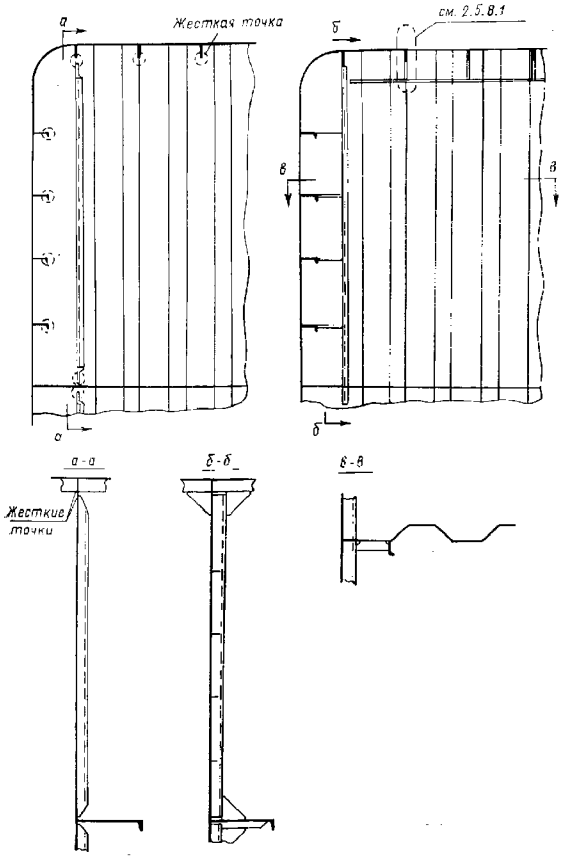


Рис. 2.5.7.1

2.5.7.2 При установке гофрированных переборок с вертикальными гофрами на судах с ледовыми усилениями должны быть предусмотрены примыкающие к бортам плоские участки шириной не менее 0,4 м; при этом момент сопротивления поперечного сечения, включающего плоский участок, присоединенный поясок бортовой обшивки и 0,5 неразвернутой ширины гофра, должен быть не менее требуемого Правилами для рамного шпангоута, имеющего тот же пролет (между палубами или между палубой и двойным дном или днищем), что и рассматриваемый плоский участок переборки, при расстоянии между рамными шпангоутами, равном восьми шпациям.

2.5.7.3 Допускается срезать «на ус» концы горизонтальных ребер, устанавливаемых по бортовым плоским участкам гофрированных переборок с вертикальными гофрами.

Указанное не распространяется на переборки, расположенные в районах интенсивной вибрации, и переборки цистерн (см. 2.5.7.1).

2.5.8 Узлы соединения балок набора с гофрированными переборками.

2.5.8.1 В местах прохода через переборки (или примыкания к ним) основных и рамных балок набора должны быть предусмотрены конструктивные мероприятия, обеспечивающие отсутствие жестких точек в обшивке гофрированных переборок (рис. 2.5.8.1).

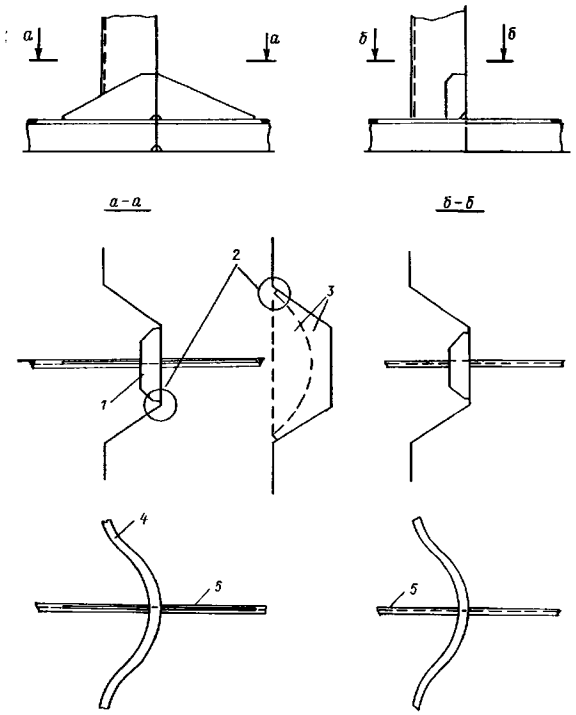


Рис. 2.5.8.1 Проход через гофрированные переборки основных и рамных балок набора:
1 — полоса (планка); 2 — см. рис. 2.5.4.5;
3 — рекомендуемые формы бракет (плапок);
4 — полоса; 5 — варианты для волнистых гофров
(узлы применять для соединений балок
основного набора с гофрированными переборками)

Усилия, передаваемые указанными рамными балками, должны восприниматься соответствующими рамными балками переборок.

2.5.8.2 Всякого рода приварок к местам сгиба гофров следует избегать, чтобы не появились трещины (см. 1.5.1.3 и 1.5.1.4).

2.5.9 Конструкция соединения гофрированных переборок со вторым дном (днищем) и палубой.

2.5.9.1 Соединения гофрированных переборок с опорными конструкциями должны обеспечивать требуемую прочность при действии расчетных нагрузок.

В плоскости прямых (ориентированных поперек судна) граней вертикальных гофров аварийной переборки при небольшой высоте последней под настилом второго дна следует устанавливать ребра жесткости (рис. 2.5.9.1), что обеспечивает передачу усилий с гофров на конструкции двойного дна и исключает жесткие точки в местах опирания гофров на стенки последних.

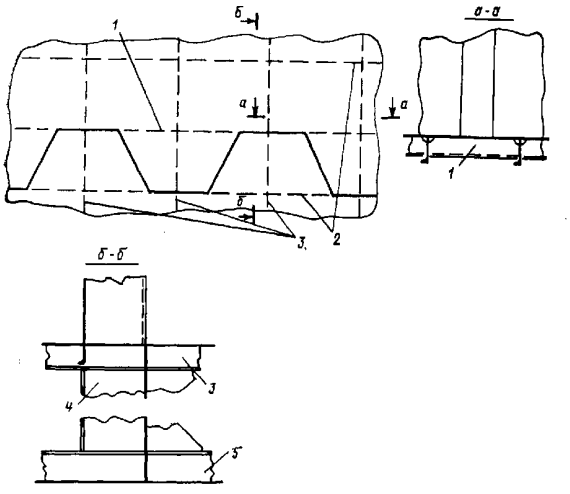


Рис. 2.5.9.1 Подкрепление настила второго дна под гофрированными переборками:
1 — ребро жесткости; 2 — флор;
3 — продольные балки второго дна; 4— бракета;
5 — продольные балки днища

По крайней мере одну из прямых граней гофров рекомендуется устанавливать в одной плоскости с флорами.

Боковые (наклонные) грани трапецеидальных гофров следует располагать так, чтобы исключить их опирание на стенки продольных связей под настилом второго дна и тем самым возникновение жестких точек.

Боковые (ориентированные вдоль судна) грани прямоугольных гофров желательно располагать в одной плоскости с продольными балками второго дна, днищевыми стрингерами и вертикальным килем.

2.5.9.2 При опирании вертикальных гофров непосредственно на днищевую обшивку и/или настил палубы при продольной системе набора днища и/или палубы шаг гофров целесообразно согласовывать с расстоянием между продольными балками днища и/или палубы, чтобы продольные балки пересекали лишь прямые грани гофров. Необходимо предусматривать конструктивные мероприятия (бракеты, ребра жесткости и т.п.) с целью исключения жестких точек в настиле палубы и второго дна (обшивке днища) у углов гофров, непосредственно привариваемых к этим конструкциям.

2.5.9.3 При горизонтальном расположении гофров соединение поперечной переборки с днищем может выполняться согласно рис. 2.5.9.3 (горизонтальная балка опирается на рамные стойки).

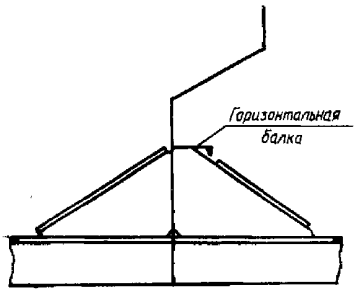


Рис. 2.5.9.3

2.5.10 Конструкции соединения гофрированных переборок судов для навалочных грузов с двойным дном и палубой.

2.5.10.1 Конструкции, непосредственно примыкающие (сверху и снизу) к горизонтальному листу верхней (нижней) трапецеидальной опоры, должны привариваться к нему с обеспечением полного провара по сечению (см. также 1.5.1.9).

2.5.10.2 На судах, перевозящих навалочные грузы, у нижнего основания гофров предусматриваются конструкции, зашивающие впадины гофров у горизонтального листа (рис. 2.5.10.2).

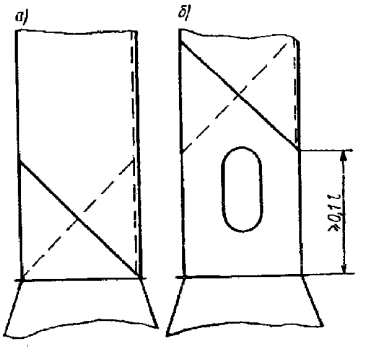


Рис. 2.5.10.2

При выполнении конструкции согласно рис. 2.5.10.2, *а* особое внимание должно быть обращено на обеспечение качественной приварки фальшлистов.

Конструкция согласно рис. 2.5.10.2, *б* позволяет обеспечивать двустороннюю приварку зашивающих листов и значительно увеличить прочность гофрированной переборки в районе у нижней опоры (*l* — пролет гофра).

2.5.11 Конструкции поперечных проницаемых переборок (диафрагм) и поперечных рам в бортовых подпалубных и скуловых цистернах.

В бортовых подпалубных и скуловых цистернах в плоскости прямых (см. 2.5.9.1) граней гофров трюмных поперечных переборок должны быть установлены переборки с вырезами (диафрагмы), если не требуется установка водонепроницаемых переборок. Число отверстий в обшивке переборок (для перетока жидкости и доступа) и их размеры должны быть минимальными.

По согласованию с Регистром может быть допущена вместо одной из указанных переборок с вырезами установка поперечной рамы.

Особое внимание следует обращать на обеспечение прочности рамных балок бортовых подпалубных и скуловых цистерн в местах прохода продольных балок (см. 1.3.4).

2.5.12 Усиление переборок в местах приложения сосредоточенных усилий, действующих в плоскости переборок.

Под переборками надстроек и рубок, пиллерсами, карлингсами, рамными бимсами и в местах прохода (или присоединения) бортовых и днищевых стрингеров, а также вертикального киля и т.п. следует обеспечивать эффективную передачу усилий на обшивку переборки. С этой целью должны устанавливаться вертикальные балки основного или рамного набора, кницы и/или утолщенные листы обшивки переборок (см. также 2.6.2).

2.6 ВТОРОСТЕПЕННЫЕ ПЕРЕБОРКИ (ОПОРНЫЕ ВЫГОРОДКИ), ШАХТЫ, ПЛАТФОРМЫ

2.6.1 Второстепенные переборки (опорные выгородки) и шахты, как правило, воспринимают нагрузку от выше- или нижерасположенных конструкций. При этом опорные выгородки, опираясь на борта, переборки или пиллерсы, могут рассматриваться в пролете между ними как балки, конструктивные элементы которых должны удовлетворять требованиям к прочности и устойчивости.

Если опорные выгородки, подобно шахтам, опираются лишь на часто расположенные под ними жесткие конструкции (переборки, пиллерсы и т.п.) и воспринимают лишь вертикальные усилия в своей плоскости, они должны удовлетворять требованиям к размерам элементов конструкции диаметральных полупереборок.

2.6.2 Размеры стоек переборок принимаются в зависимости от расстояния между стойками, толщины обшивки переборок и пролета стоек. Полагая, что толщина обшивки переборки, как стенки балки (см. 2.6.1), выбрана из условий прочности и устойчивости при изгибе и сдвиге, момент инерции стоек, I, см^4, должен быть не менее определяемого по формуле

$$I = as^3\gamma,$$

где a — расстояние между стойками, м;
s — толщина обшивки переборки, мм;
γ — коэффициент, определяемый в зависимости от отношения высоты переборки h к расстоянию между стойками a:

h/a	2	3	4	5	6	7	8
γ	4	8,3	17,6	27	37	48	59

В местах приложения сосредоточенных усилий (присоединения или прохода балок основного или рамного набора) должна быть обеспечена эффективная передача усилий на обшивку переборки. Следует учитывать, что часть реакции балки воспринимается непосредственно обшивкой переборки через сварной шов, соединяющий стенку балки и кницу (если она устанавливается) с переборкой. Эта часть реакции зависит от устойчивости листов обшивки переборки при сдвиге, допускаемых касательных напряжений, суммарной высоты балки (и кницы) и толщины листов обшивки переборки. Остальная часть реакции передается на стойку, размеры которой определяются из условий прочности и устойчивости при сжатии с учетом изменения сжимающей силы по высоте переборки (условно по прямой линии от максимума у верхнего конца стойки до нуля у нижнего конца).

Уменьшение сжимающей силы по длине стойки обусловливается включением в работу листов обшивки переборки. Таким образом, за счет увеличения размеров книц и/или местного увеличения толщины обшивки переборки в месте присоединения или прохода балки может оказаться ненужным увеличение размеров стоек переборки под карлингсами, рамными бимсами или переборками другого направления.

В зависимости от передаваемого усилия, размеров элементов узла соединения с поддерживаемыми балками набора и района установки переборки узлы закрепления концов стоек переборки и прохода балок основного и рамного набора через переборки выполняются согласно рис. 2.6.2.

2.6.3 Допускается применение в качестве опорных гофрированных выгородок. Элементы конструкции гофрированных опорных выгородок

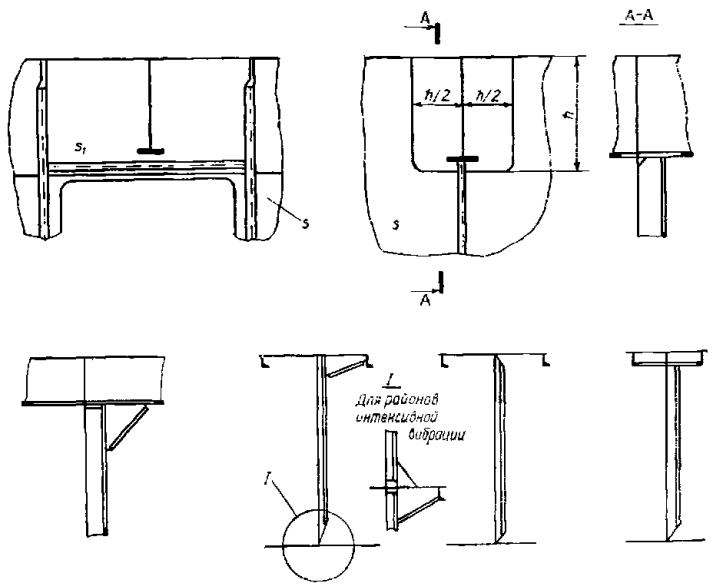


Рис. 2.6.2

принимаются по согласованию с Регистром при подтверждении их равнопрочности плоским выгородкам (см. 2.6.2). Соединение нижней кромки стенок с вертикальными открытыми гофрами с настилом палубы производится непосредственной их приваркой, а крепление к палубе вышележащего яруса при наличии подпалубного набора осуществляется через комингсы (рис. 2.6.3). Толщина комингса принимается не менее толщины гофрированных листов, а высота назначается по конструктивным соображениям (300 — 400 мм).

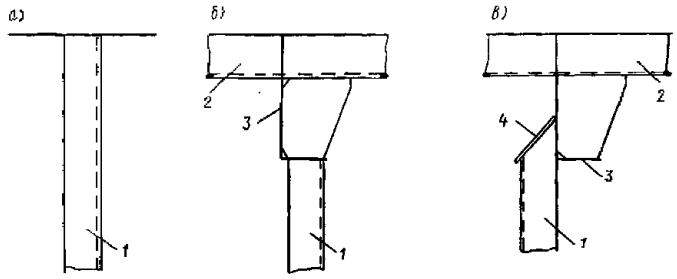


Рис. 2.6.3 Соединение гофрированной выгородки с настилом палубы непосредственное (*а*), с комингсом встык (*б*) и внахлестку (*в*):
1 — гофрированная выгородка; 2 — балка (продольная или поперечная) набора палубы; 3 — комингс; 4 — заглушка

Допустимость применения гофрированных выгородок в районах интенсивной вибрации является предметом специального рассмотрения Регистром.

2.6.4 Конструкции второстепенных переборок и платформ на судах, швартующихся в море или эксплуатирующихся во льдах, должны выполняться с учетом усилий, действующих в плоскости указанных конструкций. С этой целью подкрепления второстепенных переборок (в том числе полупереборок) на участках, примыкающих к бортам в районе усилений, предписываемом Правилами, следует выполнять в объеме, указанном в 2.5.7, а размеры элементов конструкции платформ, расположенных в районе ледового пояса, должны соответствовать требованиям Правил (см. также 1.3.1.8).

2.7 НАДСТРОЙКИ, РУБКИ, ФАЛЬШБОРТЫ

2.7.1 Конструкции надстроек у их концов.

2.7.1.1 Рекомендуемая конструкция выступающего за концевые переборки листа бортовой обшивки надстройки приведена в 2.1.3. Если фальшборт соединяется с бортовой обшивкой надстройки, конструкция выполняется применительно к рис. 2.7.1.1, *а*.

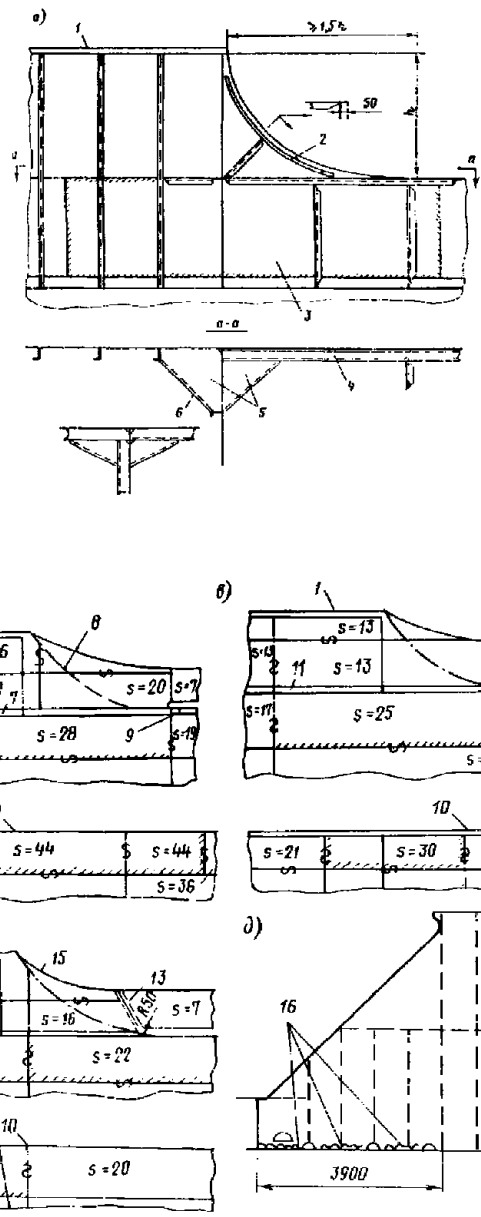


Рис. 2.7.1.1 Конструкции в районе окончания надстройки:
1 — вид на борт; 2 — подкрепляющая полоса; 3 — утолщенный выступающий лист бортовой обшивки надстройки; 4 — планширь; 5 — горизонтальные кницы на уровне планширя; 6 — вариант узла; 7 — вертикальная полоса, приваренная к палубному стрингеру (как полка стрингерного угольника); 8 — рекомендуемая форма скругления при введении подвижного соединения; 9 — трещина в ширстреке; 10 — палуба; 11 — стрингерный угольник; 12 — рекомендуемая форма подвижного соединения с отнесением начала прорези от стыка ширстрека; 13 — подвижное соединение; 14 — прорезь; 15 — рекомендуемая форма подвижного соединения; 16 — трещины

На рис. 2.7.1.1, *б* — *д* приведены примеры неправильного конструктивного оформления узла окончания надстройки. На рис. 2.7.1.1, *б* фальшборт жестко связан со средней надстройкой, но не приварен к ширстреку.

Дефектом конструкции является совмещение начала скругления прорези со стыком утолщенного листа ширстрека. Дефектом конструкции, согласно рис. 2.7.1.1, *в*, является совмещение начала подвижного соединения со стыком утолщенного листа ширстрека при малом радиусе скругления начала прорези и резком обрыве выступающего листа бортовой обшивки надстройки.

Малый радиус скругления в начале подвижного соединения, а также недостаточная протяженность утолщенных листов ширстрека и палубного стрингера являются дефектом конструкции, приведенной на рис. 2.7.1.1, *г*. Причиной трещин в варианте конструкции, согласно рис. 2.7.1.1, *д*, является недостаточная протяженность выступающего листа бортовой обшивки надстройки ($3{,}9/5{,}2 = 0{,}75 \leqslant 1{,}5$) в сочетании с резким его обрывом («притупление» 1100 мм), что обусловливает повышенную концентрацию напряжений при общем изгибе. Наличие вырезов по линии приварки выступающего листа к палубе (продольные стенки надстройки не совпадают с бортами судна) дополнительно ухудшает условия работы конструкции.

2.7.1.2 Вырезы (для штормовых портиков, клюзов и т.п.) в выступающих листах обшивки надстройки, расположенных в районах *I* и *II* (см. 1.1.2), как правило, не допускаются.

2.7.1.3 Полосу, подкрепляющую свободную кромку выступающих листов обшивки надстройки, следует располагать отступя от кромки; при этом должны быть исключены конструктивные и технологические надрезы. При угле между плоскостью палубы надстройки и подкрепляющей полоской менее 60° последнюю с плавным уширением рекомендуется приваривать к настилу палубы (рис. 2.7.1.3).

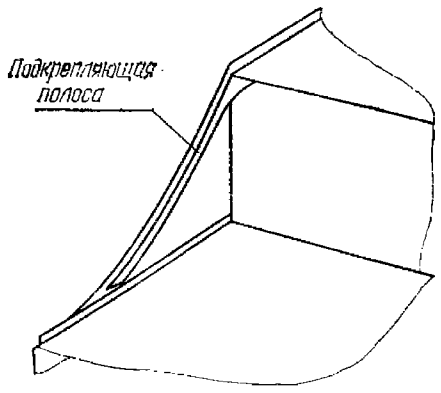


Рис. 2.7.1.3

2.7.1.4 Подвижное соединение выступающего листа бортовой обшивки надстройки с листами фальшборта выполняется применительно к рис. 2.7.1.4.

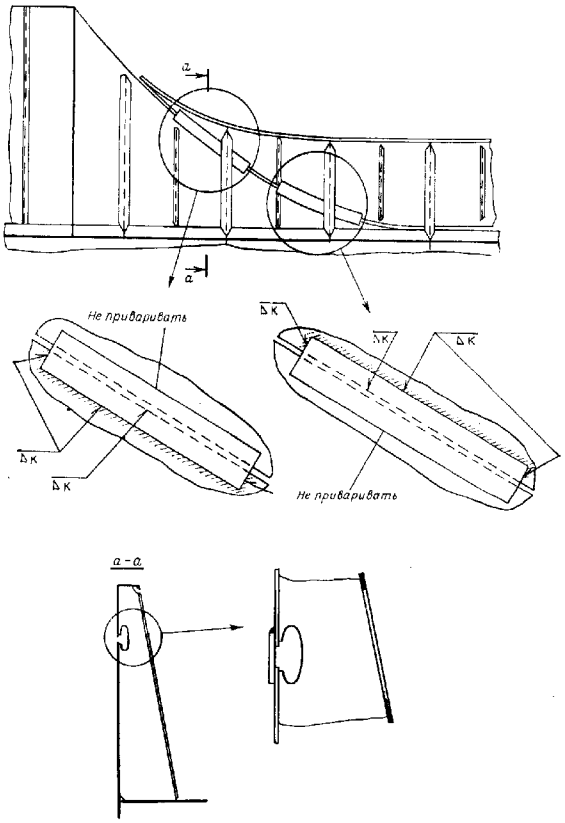


Рис. 2.7.1.4

2.7.1.5 Выступающие листы обшивки надстройки должны быть подкреплены стойками. В районе прорези подвижного соединения в выступающем листе конструкцию стоек рекомендуется выполнять применительно к сечению *а* — *а* рис. 2.7.1.4.

2.7.1.6 О вырезах в продольных стенках надстроек см. 1.4.4.

2.7.2 Конструкция рубок у их концов.

2.7.2.1 Соединение боковых стенок длинных рубок с их концевыми переборками, расположенными в пределах средней части длины судна, следует выполнять в соответствии с 2.12.5.3 части II «Корпус» Правил.

2.7.2.2 Если рубка имеет переменную по длине ширину, а также если палуба рубки является продолжением палубы надстройки, радиус скругления принимается исходя из полной длины рубки или суммарной длины рубки и надстройки.

2.7.2.3 При расположении концевых переборок рубки вне пределов средней части длины судна радиус скругления в соединении боковых стенок рубки с ее концевыми переборками может быть уменьшен вдвое.

2.7.2.4 Если соединение боковых переборок с концевыми переборками рубки выполняется при помощи клепки, радиус скругления следует принимать не менее 0,5 предписываемого для рассматриваемого района при сварном соединении с палубой.

2.7.2.5 При невозможности скругления углов соединения боковых стенок рубок с концевыми переборками Регистром может быть рассмотрена конструкция с установкой книц (рис. 2.7.2.5, *а*) или со срезанными по прямой углами (рис. 2.7.2.5, *б*) при установке утолщенных листов палубного настила на этих участках.

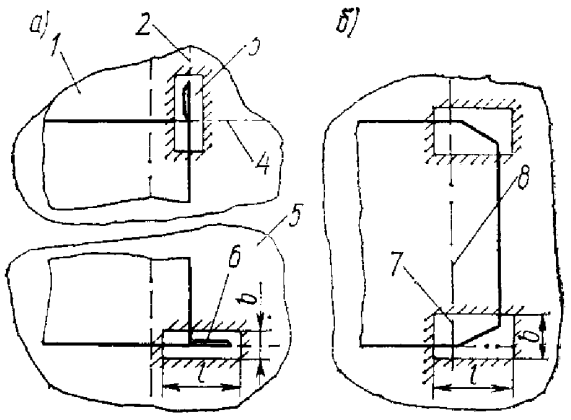


Рис. 2.7.2.5 Соединения боковых стенок рубок с концевыми переборками:
1 — поперечная кница; 2 — местный рамный бимс; 3 — утолщенный лист ($l \approx h/3$, h — высота яруса рубки, $b > a$); 4 — местный карлингс (см. 2.4.13.2); 5 — продольная кница; 6 — кница высотой 1/5. . . 1/3h; 7 — рамная стойка; 8 — поперечная переборка под палубой

2.7.2.6 О вырезах в боковых переборках рубок см. 1.4.5.

2.7.3 Расширительные соединения.

2.7.3.1 Для уменьшения степени участия в общем продольном изгибе корпуса длинные рубки могут быть разделены на короткие участки расширительными (подвижными) соединениями.

2.7.3.2 Расширительные соединения в рубках, продольные стенки которых располагаются над продольными переборками или карлингсами, не допускаются.

2.7.3.3 Введение расширительных соединений неэффективно в тех случаях, когда под рубками располагаются многочисленные переборки и выгородки различных помещений, препятствующие изгибу рубок в направлении, противоположном изгибу корпуса.

2.7.3.4 Устройство расширительных соединений только в стенках рубок при сохранении их палуб непрерывными, равно как разрезание палуб при отсутствии расширительных соединений в стенках, не допускается.

2.7.3.5 В многоярусных рубках расширительные соединения должны предусматриваться во всех без исключения ярусах, располагаясь в одной вертикальной плоскости.

2.7.3.6 Расстояние между расширительными соединениями должно быть не более пяти высот нижнего яруса рубки; при этом расширительные соединения следует располагать на расстоянии не менее высоты рубки от углов больших вырезов в верхней палубе. Если имеются резкие изменения поперечного сечения рубки или сквозные поперечные проходы, расширительные соединения следует располагать в этих сечениях.

2.7.3.7 Конструкция расширительных соединений должна обеспечивать свободное перемещение концов двух смежных участков рубки по отношению друг к другу на величину, определяемую по методике, одобренной Регистром.

2.7.3.8 Конструктивное оформление расширительных соединений в продольных стенках (в том числе продольных переборках) и палубах рубок рекомендуется выполнять применительно к рис. 2.7.3.8; при этом необходимо иметь в виду, что постепенное уменьшение глубины гофра по мере приближения к палубе (рис. 2.7.3.8) обусловливается требованиями технологии выполнения клепаного соединения гофра с полкой угольника и выгиба угольника по необходимому радиусу.

Может быть также применена конструкция с постоянными по высоте гофра его глубине и радиусе гиба.

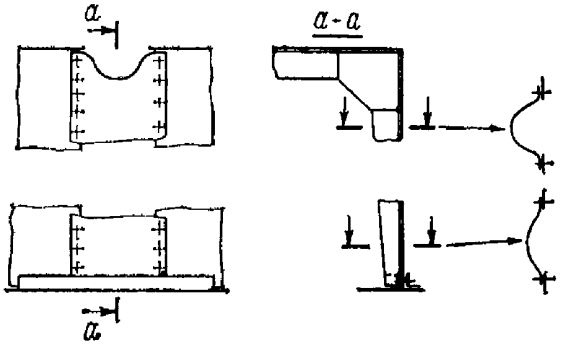


Рис. 2.7.3.8

2.7.3.9 Соединение продольной стенки рубки с гофром выполняется, как правило, при помощи клепки.

Сварное соединение может быть допущено по специальному согласованию с Регистром при близких (разность не более 2 мм) толщинах гофра и обшивки стенки рубки и после анализа условий работы конкретного расширительного соединения.

Нижний конец гофра соединяется с палубой при помощи угольника, который должен приклепываться к гофру и настилу палубы. Клепаное соединение с

палубой является барьерным швом, уменьшающим вероятность перехода трещин на настил палубы при разрушении гофра или его соединении со стенкой рубки.

2.7.3.10 Если требование о минимальном расстоянии между расширительным соединением и ближайшим углом большого выреза в верхней палубе (см. 2.7.3.6) не может быть выполнено, под расширительным соединением должен быть предусмотрен утолщенный вварной лист, толщина и категория стали которого должны соответствовать требованиям к утолщенным листам в углах вырезов грузовых люков. Длина утолщенного листа должна быть не менее высоты соответствующего яруса при ширине листа не менее 0,5 указанной длины.

2.7.3.11 Предпочтительным вариантом расширительного соединения является конструкция, содержащая гофрированную часть стенки надстройки, ограниченную снизу полосой (рис. 2.7.3.11).

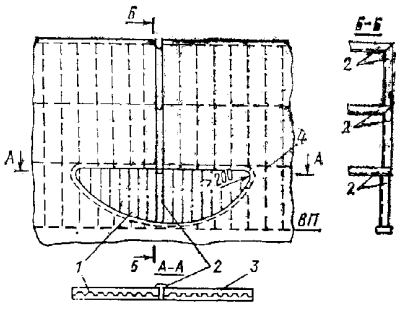


Рис. 2.7.3.11 Конструкция расширительного соединения, включающая гофрированную часть стенки надстройки:
1 — гофрированная часть стенки надстройки; 2 — компенсатор; 3 —полоса; 4 — палуба надстройки

В центральную часть гофрированной стенки встроен компенсатор, нижней частью опирающийся на полосу, а верхней частью соединенный с палубой верхнего яруса надстройки.

2.7.4 Конструкция декоративных стенок.

2.7.4.1 Декоративная наружная стенка рубки — это плоская конструкция, выполненная из листов и подкрепляющих их балок, установленная в плоскости борта и соединяющая обшивку борта со свесом палубы рубки.

Декоративные стенки могут выполняться прочными, увеличивающими степень участия рубки в общем изгибе корпуса, или легкими.

Если рубка участвует в общем изгибе корпуса, распределение усилий взаимодействия с корпусом между боковыми стенками рубки и ее декоративными стенками пропорционально соотношению жесткостей указанных стенок.

2.7.4.2 Прочные декоративные стенки рубки, способной изгибаться в сторону, противоположную изгибу корпуса, препятствуют обратному изгибу рубки и нагружаются значительными вертикальными и горизонтальными усилиями. Легкие декоративные стенки в этом случае не следует соединять с фальшбортом, предусматривая подвижные соединения.

2.7.4.3 Прочные декоративные стенки рубки.

2.7.4.3.1 Толщину листов обшивки прочной декоративной стенки следует принимать не менее требуемой для боковых стенок рубки того же яруса.

2.7.4.3.2 Прочная декоративная стенка нижнего яруса рубки на всем своем протяжении должна переходить в фальшборт, приваренный к ширстреку (рис. 2.7.4.3.2) и имеющий такую же толщину, как декоративная стенка.

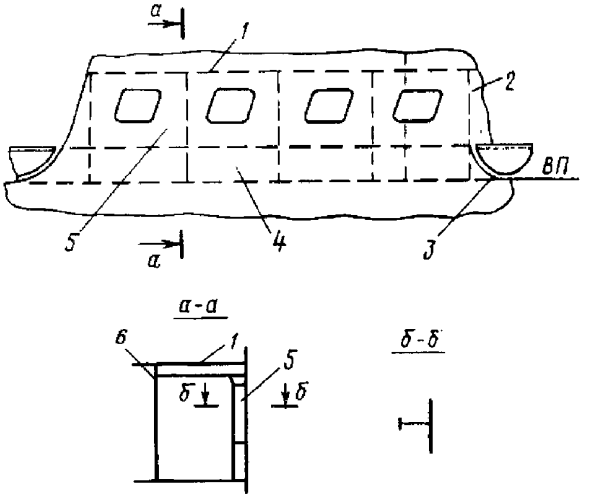


Рис. 2.7.4.3.2 Переход прочной декоративной стенки нижнего яруса рубки в фальшборт:
1 — палуба рубки; 2 — носовая переборка рубки;
3 — подвижное соединение; 4 — фальшборт;
5 — декоративная стенка; 6 — боковая переборка рубки

2.7.4.3.3 Декоративные стенки следует протягивать за концевые переборки рубок (рис. 2.7.4.3.3). Протяженность и конструкция выступающих листов обшивки прочных декоративных стенок принимаются аналогично предписываемым для надстроек (см. 2.1.3 и 2.7.3.3).

Указанное относится к подкреплениям корпуса у концов стенок и к соединению выступающего листа стенки с фальшбортом (см. 2.1.3 и рис. 2.7.1.1).

2.7.4.3.4 Сплошные участки декоративной стенки при ширине этих участков, превышающей шпацию, должны быть подкреплены вертикальными стойками, установленными на каждом шпангоуте. Размеры поперечного сечения этих стоек должны приниматься из условия обеспечения прочности при нагрузках от ударов волн. Устойчивость стоек следует обеспечивать до $\sigma_{кр} = 0{,}8R_{eH}$. Стойки декоративной стенки и фальшборта должны находиться в одной плоскости.

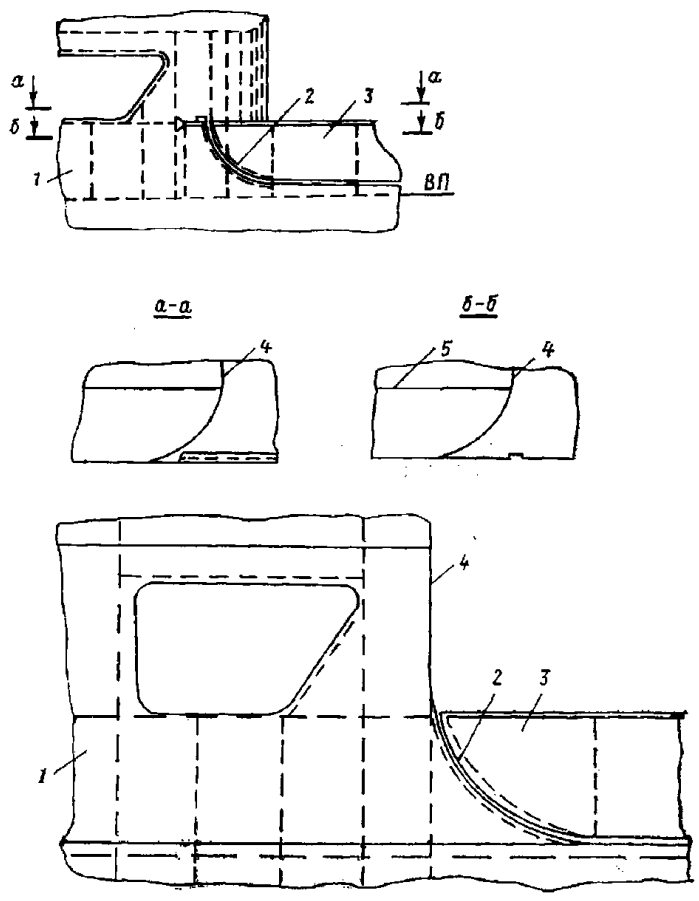


Рис. 2.7.4.3.3 Конструкция перехода выступающего листа обшивки прочных декоративных стенок в фальшборт:
1 — декоративная стенка; 2 — подвижное соединение; 3 — фальшборт; 4 — концевая переборка рубки; 5 боковая переборка рубки

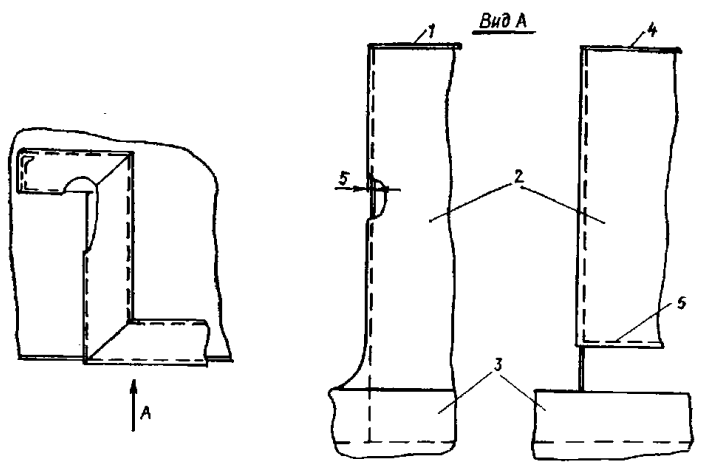


Рис. 2.7.4.3.7 Конструкция соединения ниши для крепления парадного трапа с фальшбортом:
1 — фальшборт, присоединенный к ширстреку; 2 обшивка фальшборта; 3 ширстрек; 4 — фальшборт, отсоединенный от ширстрека; 5 — ребро жесткости

2.7.4.3.5 Длина и высота вырезов в прочных декоративных стенках не должны превышать ширины сплошного участка стенки между вырезами.

2.7.4.3.6 Углы вырезов в прочных декоративных стенках рубок следует скруглять по радиусу $r \geqslant 0{,}2h_1$ (h_1 — высота выреза) и подкреплять полосой, полукруглым или сегментным профилем.

В районах скруглений углов не должны размещаться сварные стыки листов обшивки стенки и подкрепляющих кромку полос или профилей.

2.7.4.3.7 Особое внимание следует обращать на участки расположения ниши для крепления парадного трапа с целью исключения мест с повышенной концентрацией напряжений у концов обшивки ниши и фальшборта (рис. 2.7.4.3.7).

2.7.4.3.8 Объем контроля качества сварки стыков листов на участках у кромок вырезов и подкрепляющих вырезы комингсов должен быть увеличен.

2.7.4.4 Легкие декоративные стенки рубки.

2.7.4.4.1 Толщину листов обшивки легкой декоративной стенки рубок следует принимать не менее толщины листов фальшборта (для однорусных рубок) или листов обшивки рубки вышерасположенного яруса.

2.7.4.4.2 У рубок, способных изгибаться в сторону, противоположную изгибу корпуса, предусматривается отсоединение легкой декоративной стенки от фальшборта или при приварке стенки к фальшборту — отсоединение фальшборта от ширстрека (рис. 2.7.4.4.2).

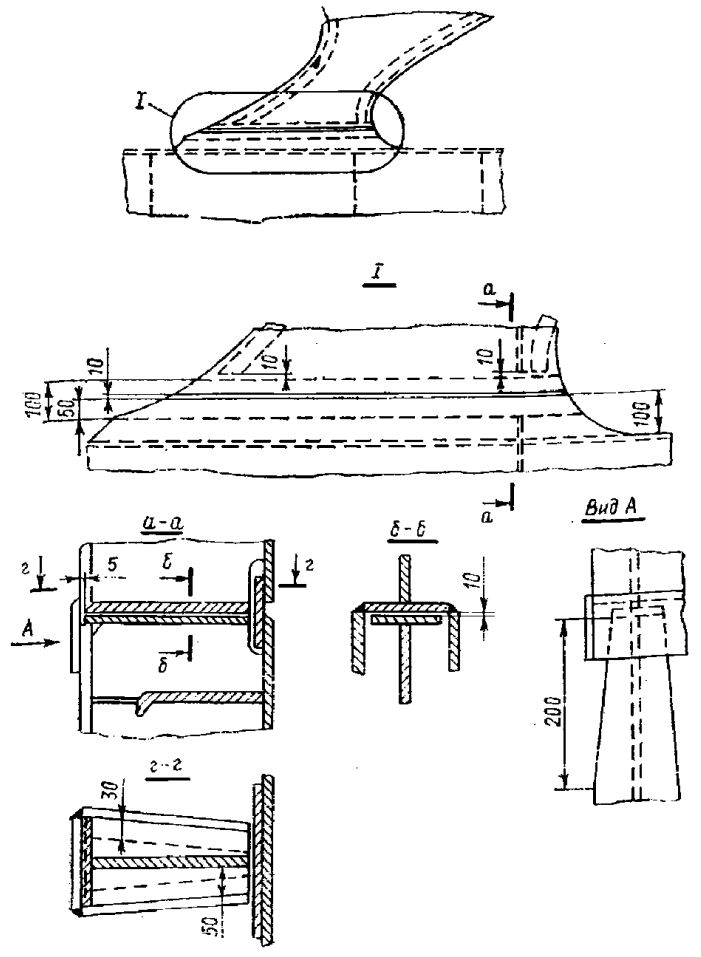


Рис. 2.7.4.4.2

2.7.4.4.3 Конструкция легкой декоративной стенки *1* у концов переборок *3* рубки выполняется применительно к рис. 2.7.4.4.3 (где *2* — фальшборт).

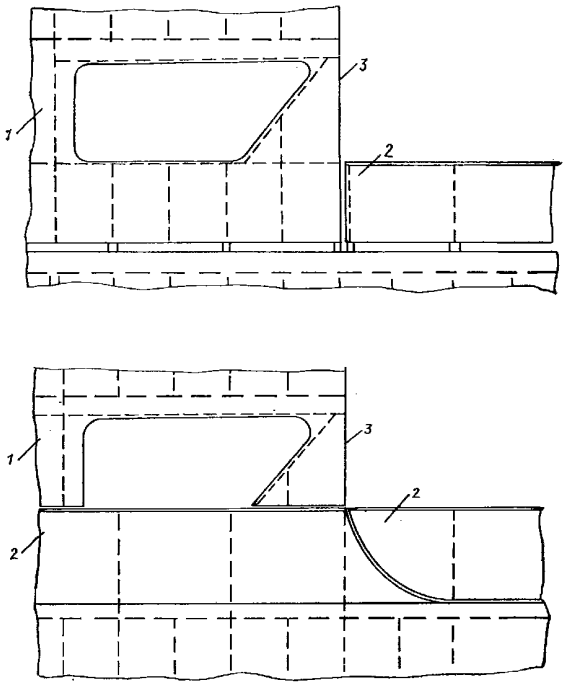


Рис. 2.7.4.4.3

2.7.4.4.4 Длина вырезов в легких декоративных стенках может существенно превышать их высоту и/или ширину сплошных участков стенки.

2.7.4.4.5 Углы вырезов в легкой декоративной стенке должны быть скруглены по радиусу $r \geqslant 0{,}1h_1$ (h_1 — высота выреза).

2.7.4.4.6 Если ширина участка декоративной стенки превышает 30 толщин стенки, вертикальные кромки следует подкреплять ребрами жесткости или пояском.

2.7.5 Рамные шпангоуты и поперечные полупереборки надстроек и рубок.

2.7.5.1 Для обеспечения жесткости надстроек и рубок в целом (например, при бортовой качке) следует устанавливать рамные шпангоуты или поперечные полупереборки в плоскости расположенных ниже поперечных переборок или рамных конструкций на расстоянии не более 10 м. Указанное относится также к концевым переборкам надстроек.

2.7.5.2 Металлические части каютных выгородок могут рассматриваться как заменяющие рамные шпангоуты и полупереборки.

Применение с этой целью гофрированных выгородок не допускается.

Рекомендуется совмещать металлические выгородки по высоте надстройки (рубки) в одной плоскости, выполняя их непрерывными поперек и вдоль судна, с разрывами лишь в местах проходов.

2.7.6 Узлы закрепления концов стоек по стенкам надстроек и рубок.

2.7.6.1 Размеры стоек концевых переборок нижнего яруса надстроек и рубок при закреплении нижних концов стоек кницами согласно рис. 2.7.6.1 могут быть уменьшены в соответствии с указаниями Правил. Концы стоек второго и расположенных выше ярусов могут быть срезаны «на ус».

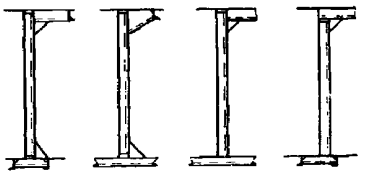


Рис. 2.7.6.1

2.7.6.2 Стойки боковых переборок второго и расположенных выше ярусов могут быть срезаны «на ус» при наличии рамных шпангоутов и/или поперечных полупереборок, установленных на расстояниях, не превышающих указанных в Правилах.

2.7.7 Гофрированные стенки и палубы надстроек, рубок и шахт МО.

2.7.7.1 Наружные стенки и внутренние переборки надстроек, рубок и шахт МО, а также палубы надстроек и рубок могут изготовляться из гофрированных листов с открытыми или закрытыми гофрами трапециевидной или полукруглой формы.

2.7.7.2 Гофры могут располагаться вертикально и горизонтально. Для стенок и палуб коротких надстроек и рубок, а также шахт МО предпочтительно вертикальное (поперечное) расположение гофров, для продольных стенок и палуб длинных надстроек и рубок в средней части длины судна — горизонтальное (продольное), а вне средней части длины судна — вертикальное (поперечное).

2.7.7.3 При горизонтальном расположении гофров по стенкам должны предусматриваться вертикальные стойки, обеспечивающие восприятие вертикальных усилий и являющиеся опорами для гофров. На палубах с этой целью при поперечном расположении гофров предусматриваются соответственно продольные балки, а при продольном — поперечные.

2.7.7.4 Гофры по наружным стенкам и палубам надстроек и рубок совмещаются в одном сечении для образования гофрированных арок.

2.7.7.5 О соединении стенок с вертикальными открытыми гофрами с палубами см. 2.6.3.

2.7.7.6 Применение гофрированных стенок с вертикальным расположением гофров (а также гофрированных палуб) в районах интенсивной вибрации является предметом специального рассмотрения Регистром.

2.7.8 Соединения надстроек и рубок из алюминиевых сплавов со стальной палубой.

2.7.8.1 Соединение стенок надстроек и рубок из алюминиевых сплавов со стальной палубой выполняется клепкой к стальному комингсу высотой 200 — 300 мм, приваренному к палубе. Клепка непроницаемых соединений производится на клею.

2.7.8.2 Соединения конструкций из термически неупрочняемых алюминиевых сплавов толщиной до 12 мм и пределом текучести $R_{eH} \leqslant 210$ МПа со стальными конструкциями могут выполняться сварными с помощью биметаллических вставок.

2.7.8.3 Не допускается применение биметаллических вставок в любых соединениях с ширстреком, а также наружных стенок длинных рубок с палубой.

2.7.8.4 Соединения с палубой наружных стенок коротких рубок, а также внутренних выгородок и других аналогичных по условиям эксплуатации конструкций надстроек и рубок могут выполняться через биметаллические вставки *1*, устанавливаемые на стальном комингсе *2*, высота которого должна быть не менее 150 мм, считая от покрытия палубы (рис. 2.7.8.4, *а*). Конструкция соединения балок набора выполняется аналогично (рис. 2.7.8.4, *б*).

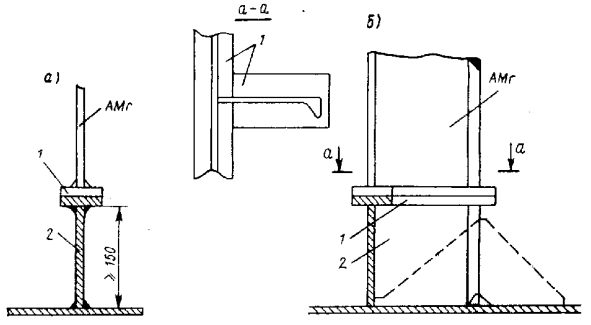


Рис. 2.7.8.4

2.7.8.5 Соединение через биметаллическую вставку, устанавливаемую непосредственно на стальную палубу, допускается лишь для сухих внутренних помещений в надстройках и рубках.

2.7.8.6 Сварное соединение биметаллической вставки с примыкающим элементом конструкции из алюминиевого сплава должно быть равнопрочно сечению указанного элемента.

2.7.8.7 Совмещение в одном сечении клепаного соединения обшивки и сварного соединения набора через биметаллическую полосу (вставку) не допускается.

2.7.9 Фальшборты.

2.7.9.1 Конструкции фальшбортов должны обеспечивать, как правило, возможно меньшее их участие в общем изгибе корпуса при одновременном обеспечении местной прочности (нагрузки от ударов волн и палубного груза).

Степень участия фальшборта в общем изгибе корпуса зависит от конструкции фальшборта с корпусом.

Применяются три основных типа соединения фальшборта с корпусом судна.

2.7.9.1.1 Соединение лишь через стойки при выполнении сплошной прорези между обшивкой фальшборта и ширстреком (палубным стрингером) и подвижных соединений между фальшбортом и бортовой обшивкой надстроек (рис. 2.7.9.1.1).



Рис. 2.7.9.1.1

Фальшборт привлекается к общему изгибу стойками. С целью уменьшения степени участия фальшборта в общем изгибе выполняются дополнительные (к предусматриваемым у надстроек) подвижные соединения; при этом ближайшие к подвижному соединению стойки загружаются наибольшими сдвигающими усилиями.

Эти усилия уменьшаются с увеличением числа подвижных соединений и, следовательно, сокращением протяженности участков фальшборта между ними. Однако при этом существенно ослабляется прочность фальшборта при местных нагрузках. Число подвижных соединений по длине фальшборта, необходимых в дополнение к подвижным соединениям у надстроек, определяется в зависимости от податливости в направлении вдоль судна стоек фальшборта на участке от палубы до нижней кромки обшивки фальшборта и уровня напряжений от общего изгиба в рассматриваемом районе по длине судна. Податливость стоек тем больше, чем меньше момент инерции поперечного сечения стойки (относительно оси, параллельной плоскости ее стенки) на участке от палубы до нижней кромки обшивки фальшборта и чем длиннее этот участок. Поэтому приварка поясков (фланцев) стойки к настилу палубы, как правило, не допускается (см. 2.7.9.5.4).

2.7.9.1.2 Соединение обшивки фальшборта с бортовой обшивкой надстроек при соединении с ширстреком (палубным стрингером) с помощью перемычек (рис. 2.7.9.1.2, *а*) применяется для судов,

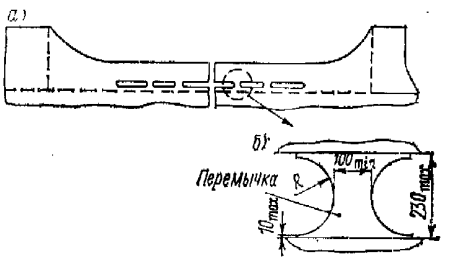


Рис. 2.7.9.1.2

швартующихся в море или перевозящих лес и подобные грузы на верхней палубе. Конструкции характеризуются большей, чем в варианте со сплошной прорезью (см. 2.7.9.1.1), степенью участия в общем изгибе при существенном повышении местной прочности благодаря установке перемычек в плоскости стоек.

Устройство подвижных соединений в фальшборте не допускается.

Необходим увеличенный (по сравнению с конструкцией со сплошной прорезью) объем контроля качества сварки стыковых соединений планширя, листов обшивки фальшборта и подкрепляющих ее горизонтальных ребер жесткости. Равным образом должна быть обеспечена плавность перехода от перемычек к обшивке фальшборта и кромке ширстрека (рис. 2.7.9.1.2, *б*).

2.7.9.1.3 Соединение обшивки фальшборта с ширстреком (палубным стрингером) и бортовой обшивкой надстроек показано на рис. 2.7.9.1.3.

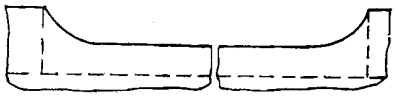


Рис. 2.7.9.1.3

При сварном соединении фальшборт следует рассматривать как связь, эффективно участвующую в общем изгибе корпуса (см. 2.7.9.2.1).

В случае клепаного соединения, учитывая наличие заклепочных швов, являющихся барьером для трещин, которые могут возникнуть в фальшборте при общем изгибе, а также некоторое уменьшение напряжений из-за податливости клепаных соединений, размеры элементов конструкции фальшборта (обшивки, планширя, горизонтальных ребер жесткости) принимаются, как для варианта со сплошной прорезью (см. 2.7.9.1.1).

2.7.9.2 Конструктивный тип фальшборта определяется назначением и длиной судна, а также районом расположения фальшборта по длине судна.

2.7.9.2.1 На судах длиной $L > 60$ м в районе $0{,}6L$ в средней части длины судна обшивка фальшборта, как правило, не должна привариваться к ширстреку (палубному стрингеру) и бортовой обшивке надстроек: между обшивкой фальшборта и ширстреком предусматривается сплошная прорезь.

Отступления от этого требования могут быть допущены для судов, которые не швартуются в море и/или фальшборты которых не воспринимают усилий от палубного груза (например, леса), при условии, что напряжения в планшире фальшборта при общем изгибе корпуса не превысят допускаемых Правилами.

Конструкция фальшборта с обшивкой, приваренной к ширстреку и надстройкам, являющегося в этом случае самым верхним участком стенки поперечного сечения корпуса, является предметом специального рассмотрения Регистром.

Соединение обшивки фальшборта с ширстреком и бортовой обшивкой надстроек при помощи клепки допускается (см. 2.7.9.1.3). В этом случае клепаное соединение должно выполняться однорядным швом при шаге заклепок не менее $4{,}5d$ (d — диаметр заклепки).

2.7.9.2.2 На судах длиной $60 \leqslant L < 80$ м в районе $0{,}6L$ в средней части длины судна обшивка фальшборта может привариваться к ширстреку (палубному стрингеру) и бортовой обшивке надстроек, если уровень напряжений от общего изгиба в планшире фальшборта не превышает 60 МПа.

2.7.9.2.3 При длине судов $L < 60$ м приварка обшивки фальшборта к ширстреку (палубному стрингеру) и бортовой обшивке надстроек допускается по всей длине судна.

2.7.9.2.4 Вне района $0{,}6L$ в средней части длины судна (независимо от его длины) обшивка фальшборта может привариваться к ширстреку (палубному стрингеру) и бортовой обшивке надстройки.

2.7.9.3 Планширь, воспринимающий усилия от общего изгиба корпуса (см. 2.7.9.1) и являющийся одновременно связью, обеспечивающей совместную работу стоек при нагрузках от волн, палубного груза и т.п., должен выполняться с обеспечением качественного провара стыковых соединений. Планширь должен перекрывать обшивку фальшборта приблизительно на 5 мм (см. рис. 2.7.9.4.2).

2.7.9.4 Обшивка фальшборта.

2.7.9.4.1 Ширина сплошной прорези (см. 2.7.9.1.1) должна быть не менее 0,1 высоты фальшборта, но не более 230 мм.

2.7.9.4.2 Горизонтальное ребро жесткости по обшивке фальшборта у сплошной прорези или фланец должны иметь высоту не менее 12 толщин обшивки, но не более 100 мм. Горизонтальное ребро жесткости должно устанавливаться на расстоянии не более 30 мм от кромки фальшборта (рис. 2.7.9.4.2).

2.7.9.4.3 Для увеличения жесткости обшивки фальшборта между стойками *1* могут быть установлены вертикальные ребра жесткости *2* (рис. 2.7.9.4.3).

2.7.9.4.4 При соединении обшивки фальшборта с ширстреком при помощи перемычек (например, на судах, швартующихся в море), конструкция перемычек выполняется применительно к рис. 2.7.9.1.2, *б*.

2.7.9.4.5 При соединении обшивки фальшборта с ширстреком согласно 2.7.9.1.1 и 2.7.9.1.2 радиус скругления углов вырезов в обшивке фальшборта должен приниматься не менее 50 мм.

2.7.9.4.6 При соединении фальшборта с бортовой обшивкой надстроек и ширстреком (палубным

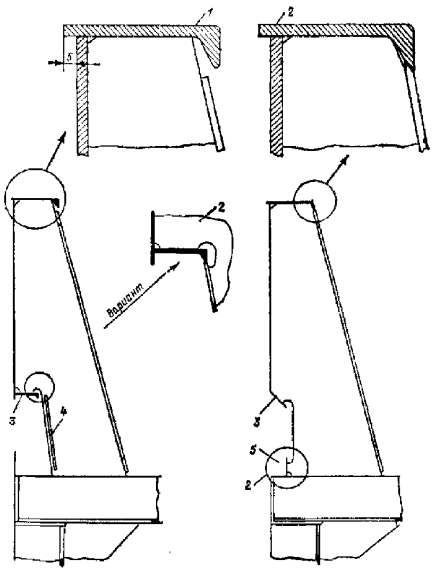


Рис. 2.7.9.4.2 Подкрепление кромки обшивки фальшборта у сплошной прорези:
1 — правильно; 2 — неправильно; 3 — горизонтальное ребро жесткости; 4 — ребро жесткости; 5 — ватервейс

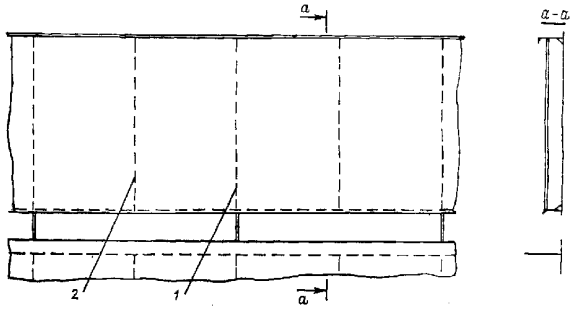


Рис. 2.7.9.4.3

стрингером) согласно 2.7.9.1.2 все вырезы в обшивке фальшборта следует выполнять согласно 1.4.3.1 и 1.4.3.3 при минимальном радиусе скругления углов выреза 100 мм (рис. 2.7.9.4.6), а для района 0,6L средней части длины судов с L > 60 м, кроме того, с учетом 2.1.3.1.

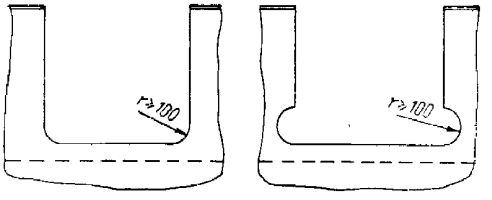


Рис. 2.7.9.4.6

2.7.9.4.7 Конструктивное оформление узлов фальшборта в районе ниши для крепления забортного трапа «по-походному» см. рис. 2.7.4.3.7.

2.7.9.5 Стойки фальшборта.

2.7.9.5.1 Стойки фальшборта рассматриваются как консольные балки, прочность которых при изгибе и срезе от поперечной нагрузки должна быть обеспечена в любом сечении по высоте балки.

2.7.9.5.2 Вырезы в стойках фальшборта следует располагать не ближе чем на 100 мм от нижней кромки обшивки фальшборта.

2.7.9.5.3 Следует обеспечивать возможно большую податливость стоек в направлении вдоль судна. Концы поясков (фланцев) стоек следует, как правило, срезать «на ус» (см. рис. 2.7.9.4.2).

2.7.9.5.4 В местах установки швартовных клюзов, фундаментов под киповые планки, стензелей (для крепления леса на палубе), опирающихся на фальшборт, а также у подвижных соединений предусматриваются усиленные стойки (рис. 2.7.9.5.4). Эти стойки должны иметь увеличенную прочность в плоскости стойки при минимально возможной жесткости в продольном (вдоль судна) направлении. Последнее обусловливает недопустимость, как правило, приварки поясков (фланцев) стойки к настилу палубы в конструкциях со сплошной прорезью (см. 2.7.9.1.1).

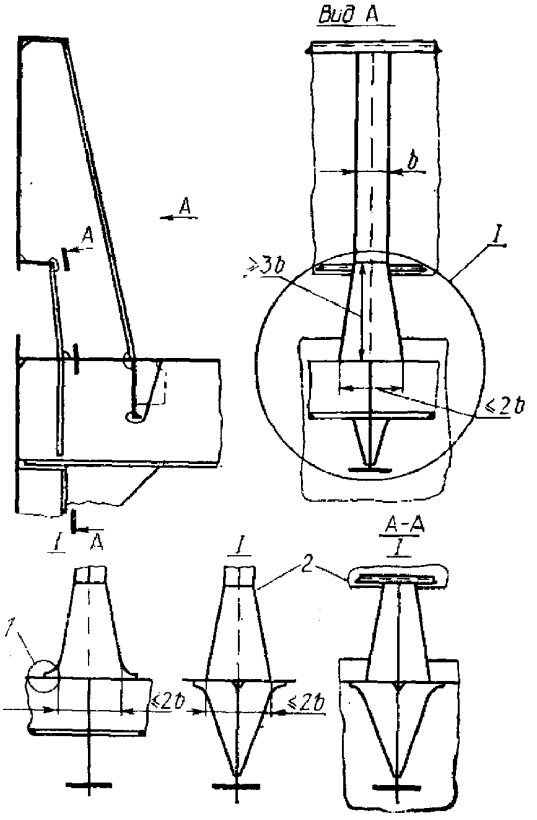


Рис. 2.7.9.5.4 Усиление стойки фальшборта:
1 — для верхней палубы из стали с R_{eH} > 315 МПа;
2 только вне районов интенсивной вибрации или цистерн

В конструкциях согласно 2.7.9.1.2 и 2.7.9.1.3 пояски усиленных стоек привариваются к планширю и палубе. При необходимости ширина поясков у палубы может быть увеличена. В плоскости приварки поясков настил палубы следует подкреплять продольными ребрами жесткости (см. рис. 2.7.9.5.4).

2.7.9.6 Подкрепления фальбортов судов, швартующихся в море.

На судах, швартующихся в море, фальшборты, отсоединенные от ширстрека (см. 2.7.9.1.1), в районах усилений бортов следует устанавливать на расстоянии не менее 120 мм от борта или с наклоном на угол не менее 6° к диаметральной плоскости. Стойки фальшбортов рекомендуется устанавливать на жесткие элементы сварной конструкции или из профильного проката полукруглого или квадратного сечения (рис. 2.7.9.6, *а*). При этом прочность сварного соединения стойки с жестким элементом должна быть меньше, чем сварных швов, соединяющих палубный настил с жестким элементом и подпалубным набором.

Обозначения размеров жестких и податливых элементов приведены на рис. 2.7.9.6, *в*.

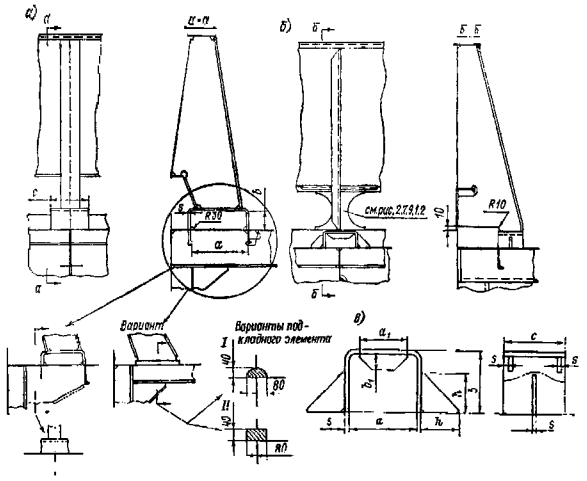


Рис. 2.7.9.6

Рекомендуемые размеры жестких элементов сварной конструкции приведены в табл. 2.7.9.6-1.

Таблица 2.7.9.6-1

a	*b*	*c*	*s*
200	80	140	8
220			
250	100	180	
280			10
320	120		
360		220	
400	140		
450	160		12

Если фальшборт соединен с ширстреком в указанных выше районах, стойки следует устанавливать на податливые элементы (рис. 2.7.9.6, *б*).

Рекомендуемые размеры податливых элементов приведены в табл. 2.7.9.6-2.

Таблица 2.7.9.6-2

a	*b*	*c*	*s*	*h*	b_1	a_1
160	80	80	8	50	30	120
	100	100	10	60		
180	120	120	12	80	40	
	140	140	14	100		

Вырезы в стойках фальшборта, отсоединенного от ширстрека, следует подкреплять полосой или ребрами жесткости.

2.7.10 Переходные мостики.

Переходные мостики танкеров рекомендуется проектировать таким образом, чтобы максимально уменьшить их участие в общем изгибе корпуса судна. Для этого они могут быть разделены на участки длиной 8 — 10 м, расстояние между которыми выбирается так, чтобы исключить соприкосновение кромок при изгибе корпуса на волнении (рис. 2.7.10).

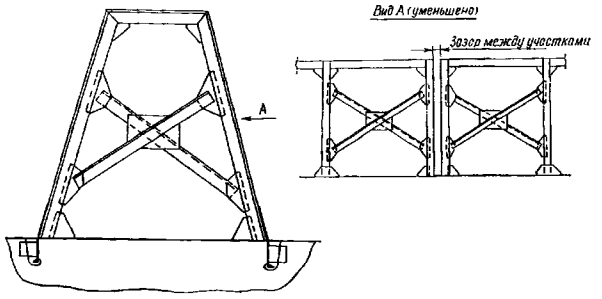


Рис. 2.7.10

2.7.11 Волноломы.

2.7.11.1 Волноломы устанавливаются в носовой части палубы бака или верхней палубы (при отсутствии бака). В плане волноломы располагаются под углом к диаметральной плоскости. Наклон стенки волнолома к палубе (в сторону носа судна) рекомендуется принимать около 60°. Волноломы по длине могут выполняться из плоских участков, соединяемых между собой под углом, а также с плавным переходом от средней по ширине части к боковым стенкам. Последнее рекомендуется для обеспечения лучшей обтекаемости.

2.7.11.2 Стенки волнолома следует подкреплять стойками, устанавливаемыми нормально к плоскости стенки волнолома, и ребрами жесткости.

2.7.11.3 Стойки должны опираться на балки набора палубы. При необходимости следует предусматривать усиление набора палубы. В частности, при опирании стоек на продольные подпалубные балки следует усиливать балки на протяжении всего пролета, в котором стойки опираются на балку. Указанное относится и к бимсам.

2.7.11.4 В местах опирания стенок волнолома на балки набора палубы следует предусматривать конструктивные мероприятия с целью исключения ножевых опор. Концы стоек не должны заканчиваться в поле пластин настила палубы (см. 1.1.12).

2.7.11.5 По свободной кромке стоек должен быть предусмотрен поясок или фланец.

2.7.11.6 Верхняя кромка стенок волнолома должна быть подкреплена ребром жесткости или окантована трубой (прутком). В местах возможного касания тросов следует предусматривать установку наделок скругленной формы. Указанное относится также к кромкам вырезов в стенках для прохода тросов.

2.8 ФУНДАМЕНТЫ

2.8.1 Общие положения.

2.8.1.1 Фундамент должен иметь прочную и жесткую конструкцию, обеспечивающую надежное крепление механизма (машины) или устройства к связям перекрытия и передачу усилий в поперечном и продольном направлениях на жесткие связи корпуса (перекрытия). Основные фундаментные балки, подкрепляющие их бракеты и кницы необходимо совмещать в одной плоскости со связями перекрытия или специально установленными подкреплениями.

2.8.1.2 Конструкция фундаментов должна исключать резонансную вибрацию фундаментов в целом и их элементов на всех спецификационных режимах работы механизмов.

2.8.1.3 При установке фундамента на связи корпуса, участвующие в обеспечении общей прочности и расположенные в районе $0{,}5L$ средней части длины судна, при длине фундамента более трех его высот уменьшение высоты стенок в местах их окончания должно предусматриваться на длине не менее высоты фундамента.

Концы стенок фундаментов, устанавливаемых в средней части длины судна на непрерывные продольные связи расчетной палубы и двойного дна (днища), рекомендуется выполнять согласно рис. 2.8.1.3 при приварке концевых участков на длине не менее 0,15 м с полным проваром.

Элементы конструкции фундамента не должны заканчиваться на неподкрепленных участках настилов (обшивки).

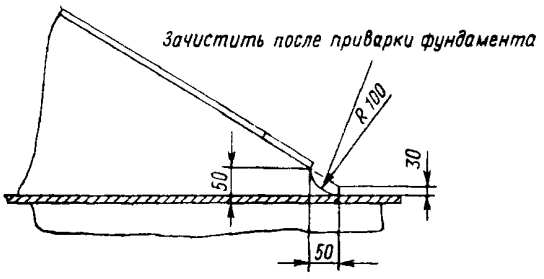


Рис. 2.8.1.3

2.8.1.4 Если фундамент расположен таким образом, что только одна из его вертикальных (наклонных) стенок может быть совмещена с усиленной балкой перекрытия, под второй стенкой должна быть установлена дополнительная усиленная балка. Если установка фундамента на усиленные балки перекрытия невозможна, должны быть предусмотрены дополнительные усиленные балки перекрытия под каждой из стенок фундамента. Эти балки должны быть надежно перевязаны с балками набора и связями опорного контура перекрытия.

Подкрепления корпусных конструкций в районах установки фундаментов должны выполняться в соответствии с требованиями Правил.

2.8.1.5 Конструкция фундамента должна обеспечивать доступ к любому месту опорной поверхности, для чего следует предусмотреть соответствующие вырезы, при необходимости подкрепленные для компенсации снижения прочности и жесткости конструкции. Для стока воды должны быть предусмотрены шпигаты.

2.8.1.6 На судах длиной $L \geqslant 80$ м продольные балки фундаментов большой протяженности (длиной не менее шести высот фундамента), устанавливаемых в средней части длины судна на верхней палубе, должны изготавливаться из стали с тем же пределом текучести, что и настил верхней палубы.

2.8.2 Фундаменты под главные механизмы.

2.8.2.1 Главные механизмы устанавливаются на фундаменты, состоящие из двух стенок, а двигатели большой мощности и среднеоборотные двигатели — на фундаменты из четырех стенок, по две с каждой стороны двигателя (рис. 2.8.2.1, *а*) или непосредственно на настил второго дна (рис. 2.8.2.1, *б* и *в*). Толщины деталей конструкции фундамента определяются в соответствии с Правилами. Выбор типа и конструкции фундамента производится с учетом конструкции рамы главного механизма, а также указаний, содержащихся в технической документации поставщика главного механизма. Толщину наружных стенок фундамента, имеющего по две стенки с каждой стороны двигателя, можно принимать равной толщине бракет и книц. Вырезы в поперечных бракетах четырехстеночного фунда-

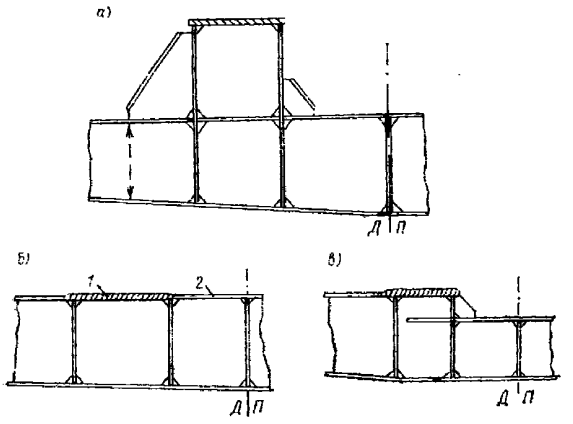


Рис. 2.8.2.1 Установка главных механизмов на фундаменты из четырех стенок (*а*) или непосредственно на настил второго дна (*б, в*): 1 — опорный лист; 2 — настил второго дна

мента, как правило, не допускаются. При затруднениях с размещением болтов рекомендуется выполнять бракеты со сломом или с уступом.

2.8.2.1.1 Стенки фундамента, устанавливаемого на настил второго дна, не имеющего углубления под картер двигателя (рис. 2.8.2.1.1, *а*), как правило, должны соединяться на каждом флоре между собой бракетами, а с наружной стороны — подкрепляться кницами. Если в настиле второго дна имеется углубление под картер, стенки фундамента должны раскрепляться кницами (рис. 2.8.2.1.1, *б*).

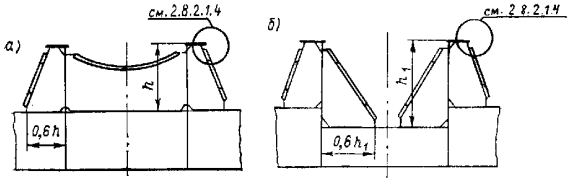


Рис. 2.8.2.1.1

2.8.2.1.2 Ширина книц, устанавливаемых с наружной стороны стенок, должна быть не менее 60% высоты фундамента, а ширина внутренних книц — не менее 60% суммарной высоты фундамента и углубления под картер. Если внутренние бракеты и кницы не могут быть выполнены согласно рис. 2.8.2.1.1, *а* и *б*, следует увеличить ширину наружных книц и уменьшить размеры внутренних книц (см. рис. 2.8.2.1.1, *б*). Кницы должны привариваться к опорным листам (пояскам) фундаментных балок. Ширина всех бракет и книц в месте приварки их к опорному листу должна быть по крайней мере на 10 мм меньше ширины поддерживаемого пояска (опорного листа).

2.8.2.1.3 Свободные кромки бракет и книц, кроме книц, подкрепляющих опорные листы фундамента (см. 2.8.2.2.1), должны быть подкреплены поясками или иметь отогнутый фланец.

2.8.2.1.4 Ширина поясков книц и бракет должна быть равна десяти их толщинам, но не более 120 мм; концы поясков должны быть срезаны «на ус».

Приварка поясков книц и бракет к стенкам и опорным листам фундаментов, а также к настилу перекрытия, как правило, не допускается. Если в наружных стенках четырехстеночного фундамента предусматриваются вырезы, отстояние кромок вырезов от опорных листов (поясков) фундамента должно быть не менее 15 толщин стенки. Для фундаментов среднеоборотных двигателей рекомендуется конструкция со сплошной фестонной полосой по свободной кромке опорного листа согласно рис. 2.8.2.1.4 (ОД — ось двигателя).

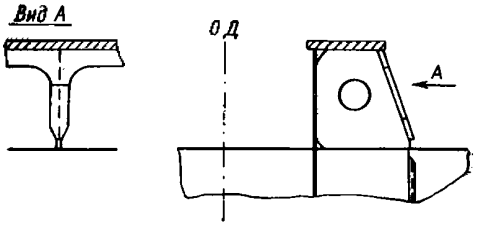


Рис. 2.8.2.1.4

2.8.2.2 Размеры опорных листов (поясков) фундамента должны обеспечивать размещение подкрепляющих их элементов и креплений механизма и быть не менее размеров опорных частей фундаментной рамы механизма.

Размеры приварных платиков при установке на опорные листы фундаментов необходимо принимать такими, чтобы минимальное расстояние от центра болта до кромки платика было не менее двух диаметров болта.

Толщина опорных листов может быть уменьшена на 10 — 15% по сравнению с требуемой, если платики отсутствуют.

2.8.2.2.1 Опорные листы в районе крепежных болтов должны быть подкреплены кницами, установленными между смежными болтами на равном расстоянии от их центров. Концы книц должны отстоять от настила перекрытия на 10 — 20 мм либо привариваться к горизонтальному ребру, установленному вдоль стенки фундамента на достаточном для выема болтов расстоянии от опорного листа. Вертикальный размер книц должен быть не менее удвоенной их ширины.

При наличии четырех опорных стенок установка указанных книц не требуется.

2.8.2.2.2 Стенки фундамента должны располагаться возможно ближе к оси болтов крепления механизма, но не менее чем на 1,5 диаметра болта. Свободные кромки опорного листа (пояска) должны отстоять от оси болта не менее чем на два его диаметра.

2.8.2.2.3 Если крепежные болты попадают на бракеты и кницы, подкрепляющие опорные листы, допускается устанавливать бракеты и кницы наклонно или делать в них вырезы для заводки болтов.

2.8.2.3 При установке двигателя большой мощности на двойнос дно опорные листы фундамента вваривaются непосредственно в настил второго дна (см. рис. 2.8.2.1, *б* и *в*).

2.8.2.4 На судах с двухвальной механической установкой большой мощности конструкция фундамента должна быть усилена. При этом должны учитываться тип и мощность механизма, отношение его высоты к длине и ширине фундамента рамы.

Рекомендуется соединить между собой внутренние стенки фундаментов бракетами с уширенными поясками применительно к конструкциям, показанным на рис. 2.8.2.4.

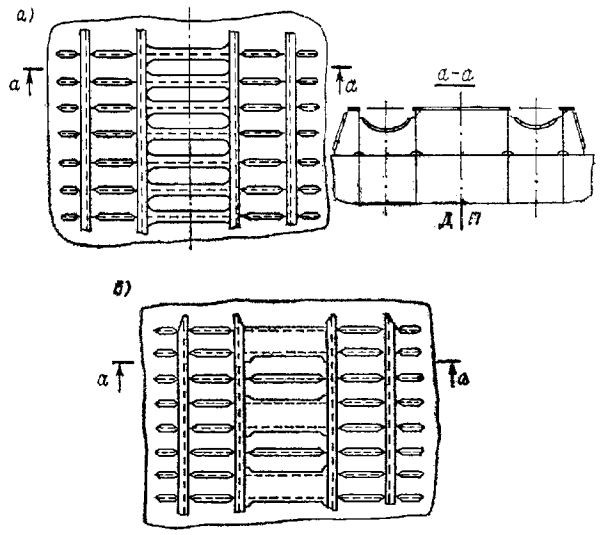


Рис. 2.8.2.4

2.8.2.5 На судах без двойного дна механизмы устанавливаются на фундаменты, расположенные над днищевым набором (см. рис. 2.2.1.6 и 2.8.2.5).

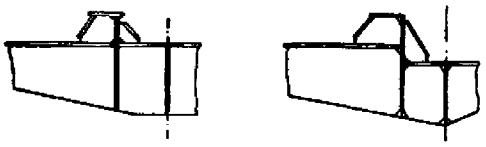


Рис. 2.8.2.5

2.8.3 Фундаменты под котлы, турбоагрегаты, электродвигатели.

2.8.3.1 Фундаменты огнетрубных (цилиндрических) котлов должны иметь не менее двух опор седлообразной формы, расположенных в плоскости флоров. По верхним кромкам листов опор должны привариваться пояски толщиной не менее толщины вертикальных листов.

2.8.3.1.1 Опоры должны перевязываться между собой не менее чем двумя продольными листами, приваренными к опорам и настилу (обшивке) перекрытия. Свободные кромки этих листов должны подкрепляться поясками или фланцами.

2.8.3.1.2 Для предотвращения смещения котла в продольном направлении по его торцам должны предусматриваться упорные кницы, надежно связанные с набором перекрытия, на которые устанавливается котел.

2.8.3.2 Фундаменты под водотрубные котлы должны выполняться в виде широко поставленных фундаментных опор, имеющих длину, необходимую для установки на них двух или трех опор котла, в зависимости от его длины.

2.8.3.2.1 Фундаментные опоры должны состоять из двух продольных вертикальных (или наклонных) листов, перевязанных поперечными бракетами или диафрагмами в плоскости усиленных балок набора, и верхних горизонтальных листов или полос, предназначенных для крепления к ним котельных опор.

2.8.3.2.2 При проектировании фундаментов под котлы необходимо учитывать эффект теплового расширения элементов конструкции фундамента от работы котла.

2.8.3.3 Фундаменты под турбоагрегаты и гребные электродвигатели должны выполняться в виде отдельных опор, состоящих из взаимно перевязанных продольных и поперечных вертикальных листов и бракет, совмещаемых в одной плоскости со стрингерами и флорами.

Если совмещение продольных листов фундаментов со стрингерами в одной плоскости невозможно, должны быть поставлены дополнительные стрингеры и полустрингеры под продольными листами фундаментов.

2.8.3.3.1 В зависимости от конструкции и расположения механизмов допускается располагать бракеты и отдельные листы опор наклонно по отношению к стрингерам и флорам.

2.8.3.3.2 По верхней кромке продольных и поперечных листов опор фундамента электродвигателей и турбозубчатых агрегатов должны устанавливаться горизонтальные полосы (пояски) или сплошной горизонтальный лист, предназначенные для крепления к ним опор механизмов. Вертикальные листы должны подкрепляться ребрами жесткости высотой не менее 60 мм, поставленными на расстоянии друг от друга не более 75 толщин этих листов.

2.8.4 Фундаменты под палубные, грузовые, вспомогательные и другие механизмы (устройства).

2.8.4.1 При установке механизма (устройства) на палубный настил без специального фундамента может потребоваться увеличение толщины настила в месте установки в зависимости от типа и конструкции механизма (устройства).

2.8.4.2 Если фундамент устанавливается на жесткие связи перекрытия корпуса, эти связи должны быть при необходимости подкреплены. В месте установки фундамента набор перекрытия соединяется с настилом непрерывными двусторонними швами.

2.8.4.3 При установке фундаментов на расчетной палубе судов длиной $L \geqslant 60$ м в районе $0{,}5L$ средней части длины судна требуется учитывать следующее:

2.8.4.3.1 Фундамент должен опираться преимущественно на поперечные связи корпуса или крепиться к связям, не участвующим в общем продольном изгибе.

2.8.4.3.2 Продольные несущие элементы (при наличии их у фундаментов), привариваемые к настилу палубы или скругленному ширстреку, должны быть конструктивно согласованы с продольным набором или подкреплениями и иметь плавное изменение сечения в плоскости совмещения продольных связей перекрытия и элементов фундамента.

2.8.4.3.3 У фундаментов *1* под роульсы и киповые планки, соединяемых с верхней кромкой ширстрека (с полным проваром), должен предусматриваться продольный переходный элемент *2* (рис. 2.8.4.3.3), выполненный из стали с тем же пределом текучести, что и ширстрек *3*. В месте соединения указанного элемента с ширстреком должна быть обеспечена плавность перехода с удалением притупления и механической обработкой мест окончания.

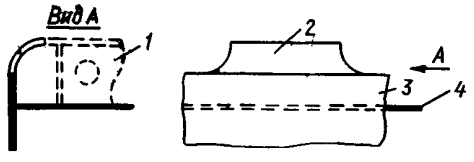


Рис. 2.8.4.3.3

Допустимость крепления фундамента к верхней кромке ширстрека и конструкция соединения в каждом случае являются предметом специального рассмотрения Регистром.

2.8.4.3.4 Должен быть обеспечен доступ для осмотра палубы *4* под фундаментом *1* (см. рис. 2.8.4.3.3).

По согласованию с Регистром в отдельных случаях допускается выполнять конструкцию фундамента герметичной, с заполнением внутренней полости нейтральным материалом с хорошей адгезией.

2.8.4.4 Фундаменты на расчетной палубе судов длиной $40 \leqslant L < 60$ м, расположенные в районе $0{,}5L$ средней части длины судна, могут выполняться только с учетом требований 2.8.4.3.3.

2.8.4.5 Фундаменты на расчетной палубе, расположенные вне района $0{,}5L$ средней части длины судна, рекомендуется выполнять с доступом для осмотра настила палубы.

2.8.4.6 Конструкции подвесных фундаментов, если они предусматриваются изготовителем вспомогательного механизма, являются предметом специального рассмотрения Регистром.

2.8.4.7 Если фундаменты, устанавливаемые на палубах, платформах или переборках, испытывают переменные по величине (знаку) нагрузки от закрепляемых на них механизмов (агрегатов) либо расположены в районах интенсивной вибрации или являются непроницаемыми, должны быть предусмотрены конструктивные мероприятия, исключающие жесткие точки в местах окончания элементов конструкции фундаментов в поле пластины настила (обшивки) и ножевые опоры в местах опирания указанных элементов на балки набора другого направления.

2.9 КОНСТРУКЦИИ В РАЙОНАХ ИНТЕНСИВНОЙ ВИБРАЦИИ

2.9.1 Общие положения.

2.9.1.1 Повышение надежности конструкций корпуса в районах интенсивной вибрации обеспечивается как изменением характера и значений возмущающих сил, так и, как правило, увеличением жесткости конструкций наряду с мерами по обеспечению вибропоглощения и виброизоляции.

2.9.1.2 Увеличение жесткости конструкций может быть обеспечено следующими конструктивными мероприятиями:

.1 устройством возможно большего числа поперечных полупереборок в машинном отделении судна и в помещениях над ним. Указанные полупереборки (а также переборки) на различных палубах должны располагаться непосредственно друг над другом и, во всяком случае, над рамными шпангоутами машинного отделения. Рекомендуется рамные шпангоуты заменять полупереборками;

.2 расположением внутренних стальных переборок (выгородок) в надстройках и рубках (для санузлов, камбузов, кают и прочих помещений) друг над другом таким образом, чтобы эти переборки в возможно большей степени поддерживали друг друга;

.3 уменьшением расчетных пролетов балок подпалубного набора, установкой переборок или усиленных подпалубных связей в надстройках и твиндеках с целью увеличения жесткости палубных перекрытий.

Если участки палуб между жесткими опорами (бортами, переборками) имеют значительную площадь (например, на железнодорожных паромах,

на судах с горизонтальным способом погрузки и выгрузки), следует обеспечивать не только требуемые из условий прочности моменты сопротивления рамных бимсов и карлингсов, но и моменты инерции, обусловленные требованиями к жесткости перекрытия.

Тяжелое оборудование (станки, пульты управления и т.п.) в районах интенсивной вибрации должно иметь соответствующие крепления к палубе или должно быть спроектировано так, чтобы оно само являлось подкреплениями палуб или отдельных пластин.

Установка оборудования на не подкрепленные набором участки пластин не допускается;

.4 перевязкой конструкций корпуса в машинном отделении с конструкциями, расположенными в нос и в корму от него;

.5 установкой дополнительных рамных и усиленных балок. Рамные конструкции по возможности должны образовывать кольцевые рамы.

2.9.1.3 В районах интенсивной вибрации рекомендуется увеличивать жесткость балок и пластин. Это достигается уменьшением пролетов балок и пластин, а для балок — увеличением их высоты. При одинаковом моменте сопротивления предпочтительной является балка, имеющая больший момент инерции.

2.9.1.4 Улучшение вибрационных характеристик конструкции в ряде случаев может быть достигнуто путем попарной перевязки рядом расположенных балок набора (рис. 2.9.1.4).

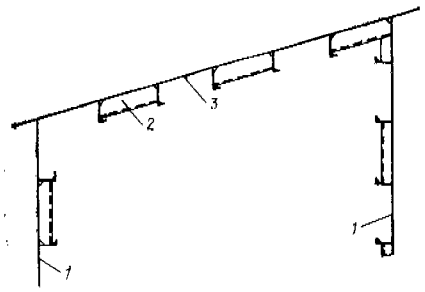


Рис. 2.9.1.4 Попарная перевязка рядом расположенных балок набора:
1 — переборка; 2 — бракета с флацем или профиль; 3 — борт

2.9.1.5 При необходимости увеличения жесткости рамных балок в направлении, перпендикулярном к плоскости их стенки, могут быть выполнены попарная перевязка бракетами соседних рамных балок (рис. 2.9.1.5, *а*), установка дополнительных книц устойчивости (рис. 2.9.1.5, *б*) или книц согласно рис. 2.9.1.5, *в*. При наибольшей высоте рамной балки кницы целесообразно довести до свободного пояска и приварить к нему.

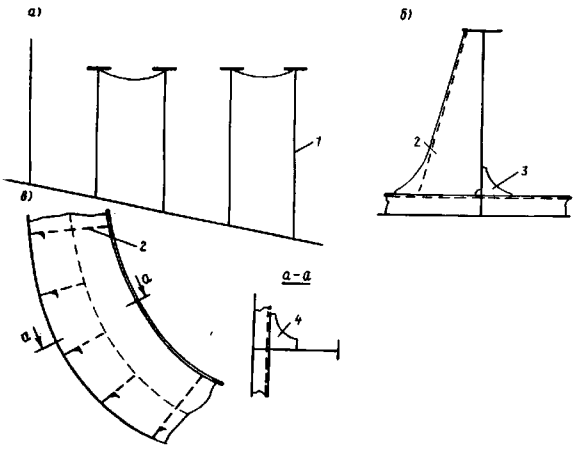


Рис. 2.9.1.5 Увеличение жесткости рамных балок в направлении, перпендикулярном к плоскости их стенки:
1 — флор; 2— кница устойчивости; 3 — смягчающая кница; 4 — кница

Кницы должны иметь плавное соединение с балками основного набора (рис. 2.9.1.5, *б, в*). Подобные подкрепления рекомендуются, в частности, для предотвращения образования трещин в стенках рамных связей непосредственно над сварным швом, соединяющим их с обшивкой (настилом).

2.9.1.6 При появлении трещин в листах обшивки (настила) вдоль опорного контура эффективной является установка дополнительных (промежуточных) балок (ребер жесткости), уменьшающих пролет пластины (рис. 2.9.1.6, *а* и *б*), или соотношение сторон опорного контура пластины (рис. 2.9.1.6, *в*), или устройство дополнительных опор для балок основного набора (рис. 2.9.1.6, *г*), что увеличивает

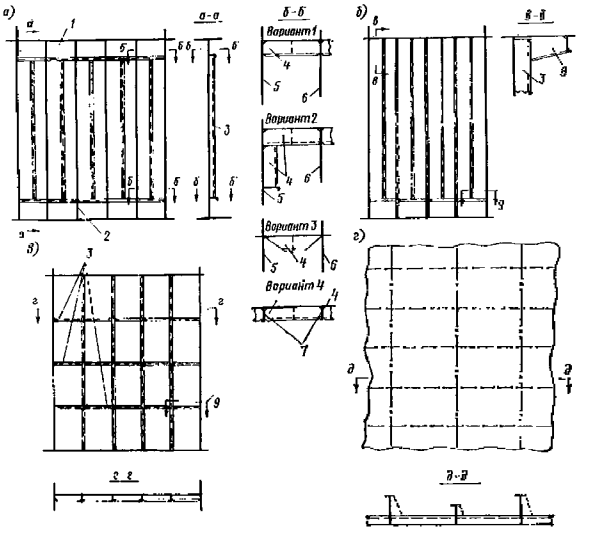


Рис. 2.9.1.6 Подкрепления листов обшивки (пастила):
1 — продольная переборка; 2 — флор; 3 — дополнительная (промежуточная) балка набора; 4 — ребро жесткости; 5 — переборка; 6 — флор; 7 — балка набора; 8 — бракета; 9 — применить по *б* *б*

жесткость последних и при этом несколько улучшает вибрационные характеристики пластин обшивки (настила).

В конструкциях с установкой дополнительных (промежуточных) балок набора выбор конструкции узла закрепления концов указанных балок следует производить с учетом возможных последствий для цельности (и особенно — непроницаемости) конструкции неустраненных (из-за затруднений конструктивно-технологического характера) жестких точек и ножевых опор, создаваемых этими узлами. В частности, в вариантах по *б* — *б* (см. рис. 2.9.1.6) вариант *1* может быть использован, когда продольная переборка непроницаемая, а поперечная переборка и флоры проницаемые (жесткие точки — у кромок ребер жесткости). Вариант *2* применяется, когда продольная и поперечная переборки непроницаемые (жесткие точки в стенках флоров у кромок ребер жесткости), а вариант *3* (самый простой) — когда продольная переборка проницаемая (жесткие точки в обшивке переборки у концов ребер жесткости).

2.9.1.7 Особое внимание следует обращать на исключение всякого рода жестких точек и ножевых опор в непроницаемых и проницаемых конструкциях. Угловые швы тавровых соединений должны быть двусторонними непрерывными (см. также 1.5.2.2).

Применение прерывистых шахматных швов для приварки бортового и палубного набора в районе машинного отделения является предметом специального рассмотрения Регистром.

2.9.1.8 Концы балок и пиллерсов следует закреплять кницами (рис. 2.9.1.8).

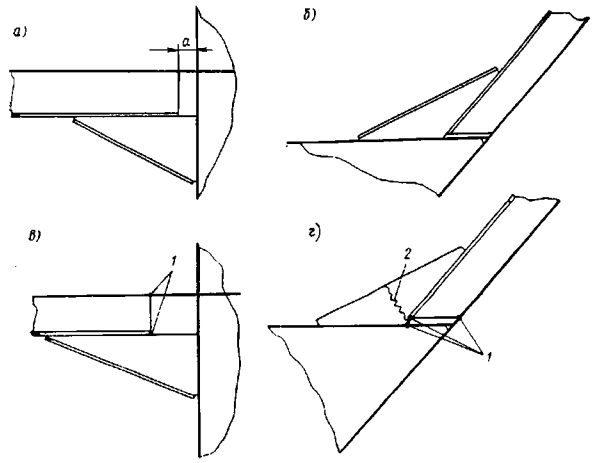


Рис. 2.9.1.8 Закрепление кницами концов балок и пиллерсов:
а — правильно (зазор минимальный, $0 \leqslant a \leqslant 40$ мм);
б — правильно (кница имеет требуемые прочность и устойчивость); *в* — неправильно (большой зазор);
г —неправильно (лежачая кница с неподкрепленной кромкой);
1 — места возможного появления трещин;
2 — характер трещины в книце

Рекомендуется применение книц со скругленной свободной кромкой (см. 1.3.1.2).

Соединения внахлестку, как правило, не допускаются.

2.9.1.9 Размеры вырезов (включая вырезы для перетоков и пропуска сварных швов) и их число должны быть минимальными (см. также 1.2.6.8 и рис. 1.2.6.8, *б* и *в*).

2.9.1.10 Крепление опор различного рода механизмов, устройств и оборудования следует предусматривать только к балкам набора.

Крепление к пластинам обшивки или настила не допускается.

2.9.2 Кормовая оконечность.

2.9.2.1 Вследствие гибкости, обусловленной уменьшением вертикального и горизонтального моментов инерции сечений корпуса, а также близости источников возмущающих сил (гребной винт и, при расположении машинного отделения в корме, также и главный двигатель) динамические характеристики кормовой оконечности оказывают большое влияние на уровень вибрации всего судна.

2.9.2.2 Свес кормовой оконечности (консоль), расположенный над винтом и рулем, должен быть возможно меньшим с целью уменьшения массы консоли и увеличения жесткости конструкции.

2.9.2.3 Увеличение вертикального и горизонтального моментов инерции сечений кормовой оконечности может быть достигнуто увеличением толщины ее наружной обшивки (включая обшивку юта) до значений, предписываемых Правилами для средней части длины судна, а также установкой продольных переборок, рамных шпангоутов, платформ, бортовых стрингеров, образующих с горизонтальными рамами поперечных и продольных переборок замкнутые рамы, а также совмещением в одной плоскости карлингсов и днищевых стрингеров, перевязанных друг с другом раскосами или часто поставленными пиллерсами.

2.9.2.4 Наибольшая интенсивность повреждений от вибрации отмечается в ахтерпике. Трещины образуются у концов книц и срезанных «на ус» балок и ребер жесткости, в том числе коротких ребер жесткости, устанавливаемых для обеспечения устойчивости, а также, если не предусмотрены конструктивные мероприятия для исключения жестких точек, в местах прохода балок через поддерживающие их конструкции (переборки, платформы, рамы), по стыковым швам поясков рам, включая соединения пересекающихся рам одинаковой высоты.

2.9.2.5 В ахтерпике следует устанавливать по крайней мере одну продольную отбойную переборку (см. также выше) в диаметральной плоскости.

2.9.2.6 При пролете ребер жесткости более 2,5 м может быть рекомендована установка перемычек,

попарно перевязывающих ребра жесткости (см. рис. 2.9.1.4).

2.9.2.7 Концы балок набора и ребер жесткости, как правило, должны закрепляться кницами (см. рис. 2.2.3.5.1 и 2.5.2.4).

2.9.2.8 Повышение жесткости флоров, расположенных в районе гребного винта, обеспечивается утолщением стенок флоров и установкой дополнительных подкреплений — ребер жесткости и бракет.

2.9.2.9 Если расстояние между бортом и продольной переборкой (днищевым стрингером) или продольными переборками (днищевыми стрингерами), измеренное по пояску флора, превышает 2,5 м, целесообразна установка между флорами продольных бракет или балок, привариваемых к пояскам флоров (рис. 2.9.2.9). Указанные конструкции повышают жесткость флоров в продольном направлении.

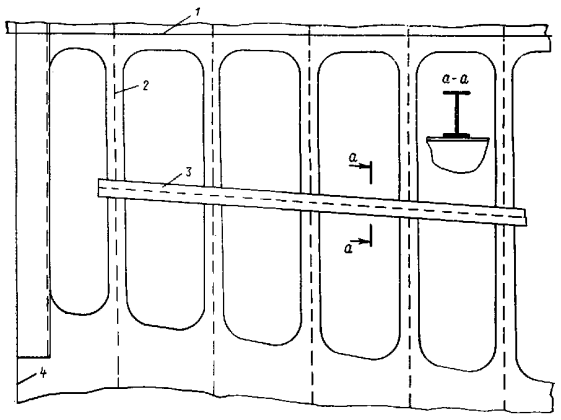


Рис. 2.9.2.9 Увеличение жесткости флоров в направлении вдоль судна:
1 — продольная переборка; 2 — поясок флора; 3 — продольная балка; 4 — поперечная переборка

2.9.2.10 При одинаковой высоте флоров и днищевых стрингеров узлы соединения их поясков следует выполнять применительно к варианту *1* рис. 1.3.2.10.

2.9.2.11 Пояски флоров и рамных бимсов должны срезаться «на ус» в местах соединения указанных рамных балок с продольными переборками с целью исключения возможности появления трещин в обшивке переборок у кромок привариваемых поясков (см. рис. 2.2.1.4). При этом стойки переборок должны крепиться к пояскам флоров и рамных бимсов (а также бимсов) кницами, установленными с обеих сторон переборки (рис. 2.9.2.11).

Указанное относится и к узлам соединения карлингсов и днищевых стрингеров с поперечными переборками, а также флоров с днищевыми стрингерами при различной их высоте (см. рис. 2.2.2.6, *а*).

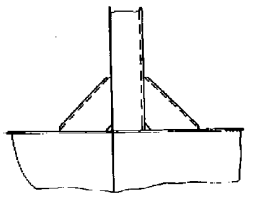


Рис. 2.9.2.11

2.9.2.12 Особое внимание в конструкции отбойных переборок (аналогично — платформ с вырезами) следует обращать на участки, примыкающие к смежным конструкциям, и на состояние кромок вырезов. Указанные участки должны иметь ограниченные размеры (с целью повышения жесткости) и закрепление на опорном контуре без жестких точек и ножевых опор. Размеры пластин с вырезами следует ограничивать установкой дополнительных ребер жесткости РЖ (рис. 2.9.2.12). Кромки вырезов должны быть гладкими, свободными от всякого рода надрезов. В некоторых случаях целесообразно подкрепление вырезов (см. 1.2.6.11).

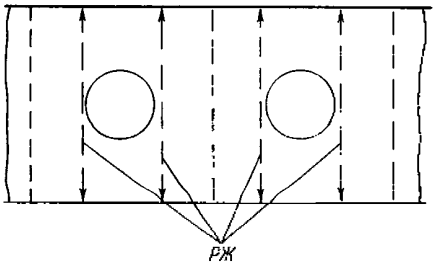


Рис. 2.9.2.12

2.9.2.13 При локальном увеличении шпации по сравнению с принятой для соседних участков следует предусматривать соответствующее утолщение листов наружной обшивки или установку подкреплений.

Конструкция подкреплений не должна создавать жестких точкек в листах обшивки (настила).

2.9.3 Машинное отделение.

2.9.3.1 Снижение вибрации, возбуждаемой двигателем, может быть достигнуто увеличением жесткости системы «двигатель — фундамент — двойное дно». Необходимо также обратить внимание на конструкцию соединения фундамента с полупереборками, крепление двигателя и т.п. Весьма желательна установка нескольких полупереборок по длине фундамента главного двигателя.

2.9.3.2 Переборки и пиллерсы под шахтой машинного отделения следует располагать точно друг под другом. Пиллерсы не должны опираться на недостаточно жесткие конструкции (например, в пролете рамных бимсов), поскольку такие системы могут иметь низкие частоты собственных колебаний. Вместо рамных балок, поддерживаемых пиллерсами, в кормовой части судна и в районах надстроек

рекомендуется устанавливать полупереборки. Полупереборки также должны устанавливаться в одной плоскости.

2.9.3.3 Следует избегать уменьшения высоты двойного дна в нос и в корму от двигателя, а также устройства рецессов или колодцев в носовой или кормовой части машинного отделения.

2.9.3.4 Всякого рода уступы и каналы в двойном дне способствуют снижению прочности и жесткости флоров и стрингеров из-за обрыва или существенного уменьшения ширины присоединенного пояска настила второго дна или обшивки днища (см. рис. 2.2.3.8.1).

2.9.3.5 Не рекомендуется устанавливать фундаменты различных вспомогательных механизмов на платформах, поддерживаемых только рамными бимсами и карлингсами. При невозможности выполнения указанной рекомендации необходимо предусматривать жесткие опоры в виде пиллерсов, частичных переборок или больших книц (брекет).

2.9.3.6 Для уменьшения вибрации фундаментов главных двигателей может быть использована конструкция с приподнятым вторым дном. При этом уступ в двойном дне следует протягивать от переборки до переборки.

2.9.3.7 При кормовом расположении машинного отделения, когда пролет флоров в носовой части машинного отделения превышает расстояние между поперечными переборками, целесообразно устраивать на этом участке цистерны, продольные стенки которых будут являться дополнительными опорами для длинных флоров. С этой целью может быть рекомендована также установка дополнительных днищевых стрингеров в носовой части машинного отделения.

2.9.3.8 На концевых переборках машинного отделения рекомендуется устанавливать рамные стойки в плоскости днищевых стрингеров, поддерживающих продольные фундаментные балки. Рамные стойки следует протягивать до ближайшей платформы машинного отделения, обладающей надлежащей жесткостью в горизонтальной плоскости.

2.9.3.9 Существенное увеличение жесткости отсека машинного отделения при кормовом его расположении обеспечивается при протягивании возможно дальше в корму продольных переборок грузовых трюмов (танков).

2.9.3.10 Если двигатель раскрепляется распорками, на уровне присоединения их к бортам следует устраивать жесткие платформы.

Распорки и платформы должны располагаться в одной плоскости.

2.9.3.11 При поперечной системе набора двойного дна закрепление концов ребер жесткости проницаемых флоров в машинном отделении предусматривается в зависимости от высоты двойного дна, типа и мощности энергетической установки, т.е. ожидаемого уровня вибрации.

Расстояние между ребрами жесткости проницаемых флоров рекомендуется принимать не более 0,9 м.

2.9.3.12 Размеры и число всех вырезов во флорах и днищевых стрингерах машинного отделения должны быть минимальными.

2.9.4 Надстройки и рубки.

2.9.4.1 Для надстройки[1] в целом необходимо обеспечить достаточную жесткость по отношению к сдвигу в продольном и поперечном направлениях, а также к изгибу в вертикальной плоскости.

2.9.4.2 Повышение частоты свободных колебаний надстроек может быть достигнуто при возможно более жестком соединении надстройки с корпусом, а также отдельных ее ярусов друг с другом, что обеспечивается при надлежащем соединении наружных стенок надстройки и ее внутренних переборок, а также стенок шахты машинного отделения с переборками корпуса и переборками жилых помещений, расположенных в одной плоскости с переборками надстроек, а также между собой по высоте надстройки.

2.9.4.3 Высота надстройки должна быть возможно меньшей, а длина — не менее ее ширины. Высокие рубки могут оказаться подверженными вибрации в поперечном и продольном направлениях, что потребует дополнительных подкреплений корпуса и связанного с ними усложнения конструкции.

2.9.4.4 Носовая переборка надстройки должна, как правило, располагаться в плоскости поперечной переборки корпуса. Если носовая переборка предусматривается криволинейной в плане, перевязка с поперечной переборкой корпуса выполняется при помощи бракет (рис. 2.9.4.4). При этом следует

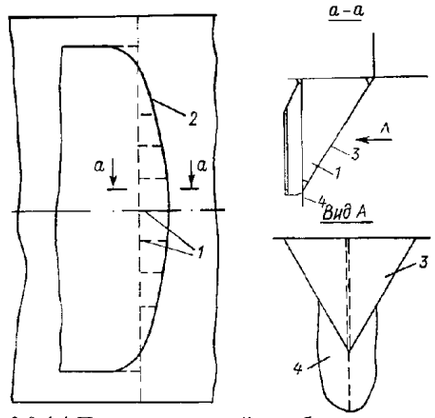


Рис. 2.9.4.4 Перевязка носовой переборки надстройки с поперечной переборкой корпуса:
1, 3 — бракеты; 2 — носовая переборка;
4 — поперечная переборка

[1]Далее в настоящем разделе под настройками понимаются также и рубки.

обратить внимание на исключение ножевых опор и жестких точек.

2.9.4.5 При установке концевой переборки надстройки не в плоскости, расположенной ниже поперечной переборки корпуса, увеличиваются амплитуды вертикальных колебаний участков надстройки по ее длине. Ограничение указанных перемещений может быть достигнуто установкой под носовой переборкой надстройки полупереборок и пиллерсов, рассчитанных на восприятие соответствующих усилий и надежно перевязанных с корпусом и надстройкой.

2.9.4.6 Если кормовая переборка надстройки по высоте выполнена уступами, под кормовую переборку каждого яруса следует устанавливать внутри надстройки пиллерсы или, что рациональнее, стальные внутренние переборки помещений.

2.9.4.7 Не следует располагать пиллерсы на рамных бимсах или карлингсах, даже если они рассчитаны на эту дополнительную нагрузку, поскольку указанные рамные балки не могут быть жесткими опорами для пиллерсов.

Как исключение, такая конструкция может быть допущена Регистром на основании результатов рассмотрения вибрационных характеристик конструкции.

2.9.4.8 Боковые стенки надстроек и внутренние продольные переборки обеспечивают сопротивление надстройки сдвигу в направлении вдоль судна, поэтому следует избегать выполнения в них всякого рода уступов, разрывов и больших вырезов.

При наличии уступов необходимо увеличение жесткости подпалубных конструкций с целью восприятия вертикальных усилий, действующих в районе уступа, а большие вырезы в боковых стенках должны быть подкреплены.

Соединение боковых стенок с расположенными ниже конструкциями должно быть возможно более жестким, как это предписывается для концевых переборок.

2.9.4.9 Вибрация отдельных конструкций надстроек может быть уменьшена при выполнении следующих рекомендаций:

.1 использовать стальные внутренние переборки в качестве опорных конструкций, располагая их в плоскостях переборок и пиллерсов машинного отделения;

.2 с целью уменьшения прогибов конструкции избегать больших неподкрепленных участков палуб (т.е. больших пролетов балок), а для конструкций, воспринимающих значительные нагрузки, — консольных балок.

2.9.5 Рамные балки в цистернах и танках.

2.9.5.1 Повреждения от вибрации рамных балок в цистернах и грузовых танках вызываются в основном колебаниями стенок и поясков этих балок в плоскости, нормальной к плоскости стенки.

С целью уменьшения повреждаемости указанных рамных балок рекомендуется усиливать соединение ребер жесткости рам с поддерживаемыми рамными балками основного набора (см. рис. 1.3.4.2, *е*), уменьшать расстояния между кницами устойчивости (см. 1.2.3.3), приваривать концы ребер жесткости к пояскам рамных балок (см. 1.2.3.2).

2.9.5.2 Кницы устойчивости следует приваривать к пояскам рам, уменьшая тем самым пролет пояска между опорами, а нижние концы книц выполнять с плавным переходом к пояскам балок основного набора (см. рис. 2.9.1.5, *б*). Концы ребер жесткости следует закреплять на смежных конструкциях.

3 УЧЕТ ХАРАКТЕРА НАГРУЖЕНИЯ И УРОВНЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ПРИ ВЫБОРЕ ВАРИАНТА КОНСТРУКТИВНОГО ОФОРМЛЕНИЯ УЗЛА

3.1 РАСЧЕТНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УЗЛОВ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ БАЛОК СУДОВОГО НАБОРА

3.1.1 Все расчетные напряжения в приводимых зависимостях определяются как номинальные, т.е. на основе стержневой идеализации балочных элементов конструкций. При этом нормальные напряжения определяются применительно к тому пояску балки, в котором при рассматриваемом конструктивном оформлении узла наиболее вероятны усталостные повреждения (обычно для свободного пояска). Касательные напряжения определяются как отношение перерезывающей силы к площади сечения стенки балки с учетом ее уменьшения за счет вырезов.

Суммарные расчетные нормальные напряжения

$$\sigma_\Sigma = \sigma_a + \gamma\sigma_{ст}^p , \qquad (3.1.1\text{-}1)$$

где σ_a — амплитудные значения нормальных напряжений от переменных во времени (волновых) эксплуатационных нагрузок с обеспеченностью 10^{-5};

γ = 0,7 (если напряжения $\sigma_{ст}^p$ растягивающие);
0,5 (если напряжения $\sigma_{ст}^p$ сжимающие);

$\sigma_{ст}^p$ — расчетные значения нормальных напряжений от наибольших практически постоянных или медленно изменяющихся во времени статических нагрузок (здесь и ниже значения $\sigma_{ст}^p$ рассматриваются по абсолютной величине без учета знака).

Суммарные расчетные касательные напряжения

$$\tau_\Sigma = \tau_a + 0{,}7\tau_{ст} , \qquad (3.1.1\text{-}2)$$

где τ_a, $\tau_{ст}$ — составляющие касательных напряжений, соответствующие по смыслу аналогичным составляющим нормальных напряжений в формуле (3.1.1-1).

Порядок определения указанных составляющих напряжений регламентируется нормативными документами Регистра.

3.1.2 Приемлемость конструктивного оформления узла, подверженного циклическому нагружению, устанавливается проверкой по условию

$$\alpha_э^y \bar{\sigma}_\Sigma \leqslant 0{,}7 K_L K_э \left\{1 + \frac{1}{2\gamma}\left[1 - \frac{1}{2}(\tilde{\sigma}_{ст}^a)^{1,5}\right]\tilde{\sigma}_{ст}^p\right\}, \qquad (3.1.2)$$

где $\alpha_э^y$ — эффективный коэффициент концентрации напряжений в узле, принятый по табл. 3.2 либо полученный на основе непосредственных испытаний узла на усталость;

$\bar{\sigma}_\Sigma$ — относительные (в долях предела текучести стали R_{eH}) расчетные нормальные напряжения в сечении по рассматриваемому узлу;

$K_L = f(L) = 1 + 0{,}06(L/100)^{1,5}$;

$K_э = f(R_{eH}) = \dfrac{1}{1 + 0{,}5(R_{eH}/235 - 1)^{1,5}}$;

$\bar{\sigma}_{ст}^a = \sigma_{ст}^a/\sigma_\Sigma$ — относительная (в долях σ_Σ) амплитудная составляющая статических напряжений, равная полуразности наибольших и наименьших возможных напряжений $\sigma_{ст}$ в процессе эксплуатации конструкции с учетом правила знаков (плюс для растягивающих и минус для сжимающих напряжений);

$\bar{\sigma}_{ст}^p = \sigma_{ст}^p/\sigma_\Sigma$ — относительная величина $\sigma_{ст}^p$.

Проверка условия (3.1.2) выполняется применительно к растягивающим напряжениям $\sigma_{ст}^p$. При сжимающих напряжениях дополнительная проверка указанного условия требуется лишь в случаях, когда эти напряжения более чем в 1,5 раза превышают по абсолютной величине наибольшие возможные растягивающие напряжения $\sigma_{ст}^p$.

3.1.3 В районе технологических вырезов в стенках перекрестных балок для пропуска балок главного направления достаточность размеров сечений, стенок, ослабленных вырезами, на восприятие повышенных и переменных во времени перерезывающих сил определяется условием

$$\alpha_э^в \bar{\tau}_\Sigma < 0{,}7 K_L K_э \left\{1 + 0{,}7\left[1 - (\tilde{\tau}_{ст}^a)^{1,5}\right]\tilde{\tau}_{ст}^p\right\}, \qquad (3.1.3)$$

где $\alpha_э^в$ — эффективный коэффициент концентрации у выреза, определяемый экспериментально подобно значениям $\alpha_э^y$ или (в первом приближении) по выражению $\alpha_э^в = 2(1 - 0{,}5H/H_п)\,(A/5\delta)^{05}$;

H, $H_п$ — высота выреза и стенки перекрестной связи;

A, δ — ширина выреза в месте приварки стенки к обшивке и толщина обшивки в районе выреза. Соотношение параметров A и δ должно отвечать условию $A/\delta \geqslant 5$. При $A/\delta < 5$ следует принимать $A/\delta = 5$;

$\bar{\tau}_\Sigma = \tau_\Sigma/(0{,}57R_{eH})$;

K_L, $K_э$ — см. 3.1.2;

$\tilde{\tau}_{ст}^a$, $\tilde{\tau}_{ст}^p$ — параметры статических компонентов касательных напряжений, определяемые аналогично подобным параметрам $\tilde{\sigma}_{ст}^a$ и $\tilde{\sigma}_{ст}^p$, способ нахождения которых указан выше.

3.2 ЭФФЕКТИВНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ В ОСНОВНЫХ УЗЛАХ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

3.2.1 В табл. 3.2.1 приведены эффективные коэффициенты концентрации напряжений в основных узлах корпусных конструкций. В графе 1 дается название соединяемых связей, в графе 2 — код узла, позволяющий произвести выбор оптимального конструктивного решения на основе характерных признаков. Структура кода следующая.

Первый индекс — характеристика интенсивности нагружения связей, в качестве которой принимаются опорные реакции конструкции (ОРК). Предусматриваются три категории узлов: *I* — ОРК не превышает 0,6 допускаемых значений; *II* — ОРК не превышает 0,9 допускаемых значений; *III* — ОРК более 0,9 допускаемых значений.

ОРК и их допускаемые значения определяются расчетами местной прочности.

Второй индекс связан с расположением узла в корпусе и обозначается цифрой, определяющей конструктивную зону корпуса (включая надстройки): 1—днище и второе дно; 2 — борта и наружные стенки надстроек; 3 — палубы; 4 — переборки; 5 — платформы, второстепенные переборки, переборки надстроек, выгородки.

Если узел используется в нескольких зонах корпуса, в круглых скобках указывается группа цифр, соответствующая этим зонам.

Третий индекс указывает на наличие в узле связей, участвующих в общем изгибе. По этому признаку узлы подразделяются на две группы: О — узлы связей, участвующих в общей прочности; М — узлы связей, обеспечивающих только местную прочность.

В графе 3 при наличии вариантов узла указан вариант исполнения.

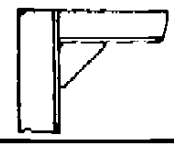
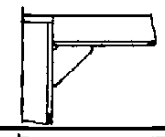
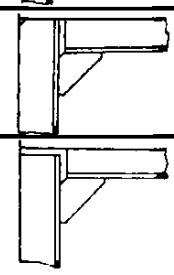
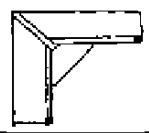
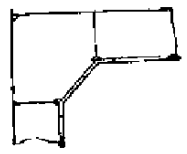
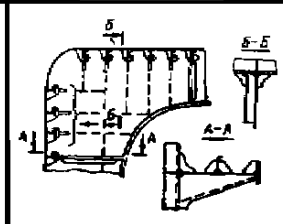
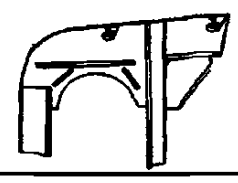
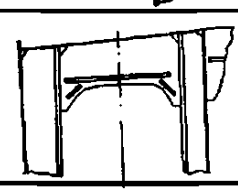
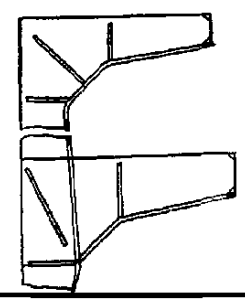
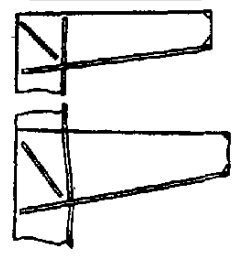
В графе 4 приведен схематический эскиз узла.

В графе 5 приведены эффективные коэффициенты концентрации. Для узлов, у которых этот коэффициент близок к единице или меньше, в графе стоит прочерк. В этих случаях работоспособность узла при эксплуатационных переменных нагрузках обеспечена и выполнять расчетную проверку по формулам 3.1 не требуется.

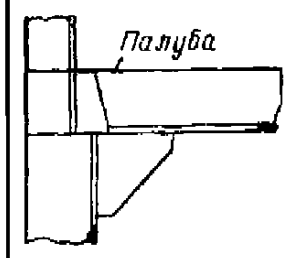
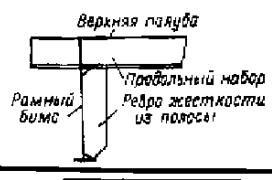
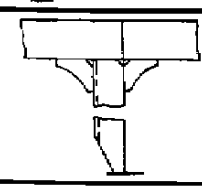
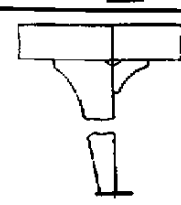
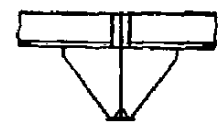
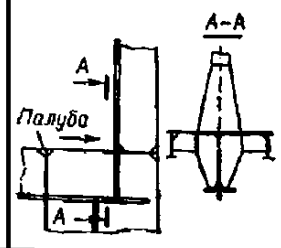
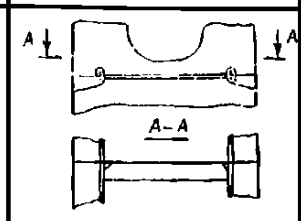
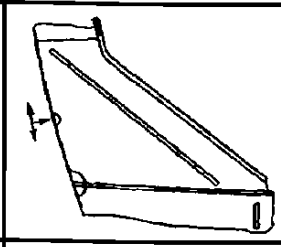
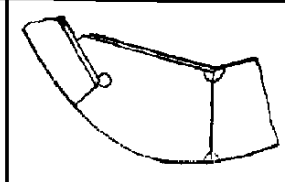
В примечаниях даны особенности нагружения или конструирования узла.

Таблица 3.2.1

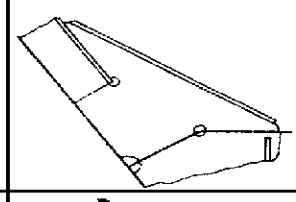
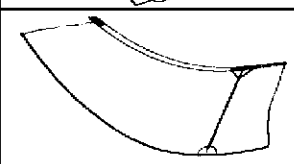
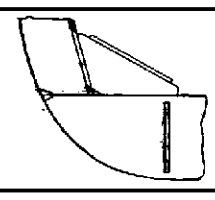
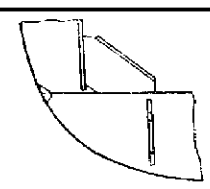
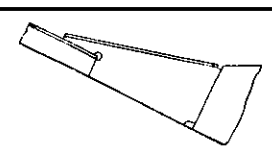
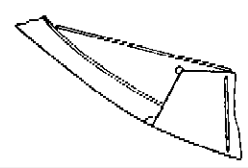
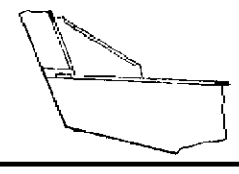
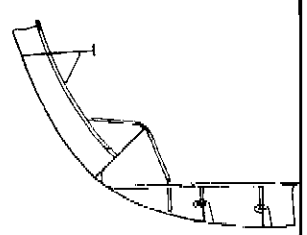
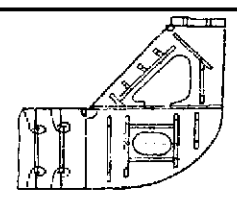
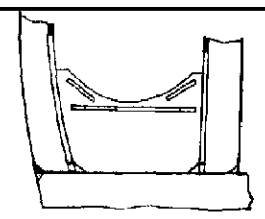
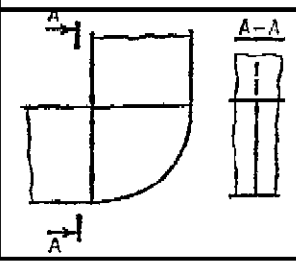
Основные узлы корпусных конструкций

Соединяемые связи	Обозначение (код) узла	Вариант исполнения	Эскиз узла	Эффективный коэффициент концентрации
1. Соединение шпангоута и бимса	*II* (2; 3) М	*а*		1,6
		б		1,7
		в		1,7
		г		3
		д		3
		е		2,5
	III (2; 3) М	*ж*		1,6
2. Соединение набора бортов и верхней палубы в районе двойного борта	*II* (2; 3; 4) М	*а*		1,7
		б		1,7
3. Соединение рамного шпангоута и консольного бимса	*II* (2; 3) МС	*а*		1,7
		б		1,5

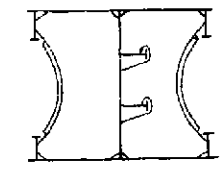
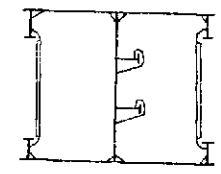
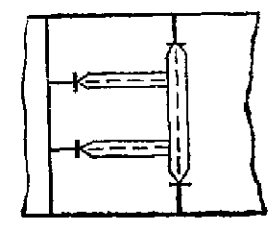
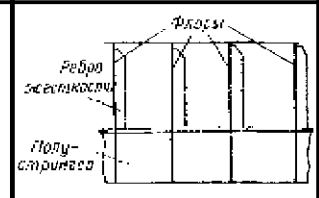
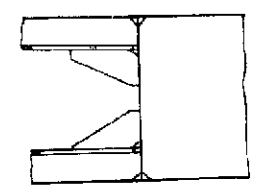
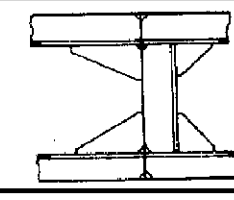
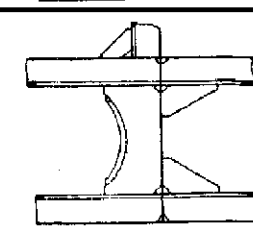
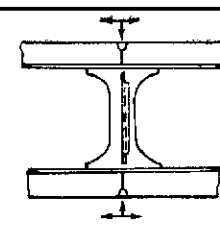
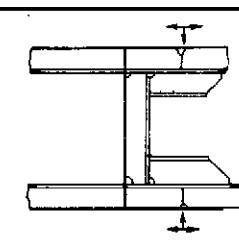
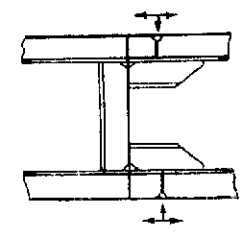
Продолжение табл. 3.2.1

Соединяемые связи	Обозначение (код) узла	Вариант исполнения	Эскиз узла	Эффективный коэффициент концентрации
4. Соединение шпангоута и бимса в районе перехода шпангоута от меньшего профиля к большему	*II* (2; 3; 4) М			1,7
5. Соединение продольных балок ВП к рамным бимсам	*III* (3) О	*а*		1,5
		б		1,7
		в		1,8
6. Соединение продольных балок ВП с рамным бимсом	*III* (3) О			3
7. Бескничное соединение в районе бортовой цистерны	*II* (2; 3; 4) М			1,7
8. Ребро жесткости диафрагмы бортовой цистерны	*I* (4) М			1,5
9. Соединение шпангоута с двойным дном	*II* (1; 2) М	*а*		1,5
		б		2,5

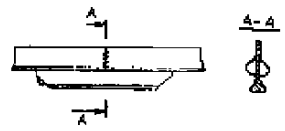
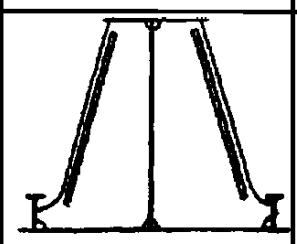
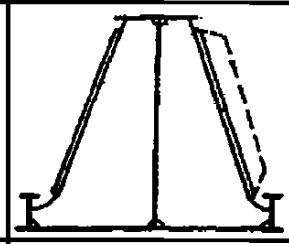
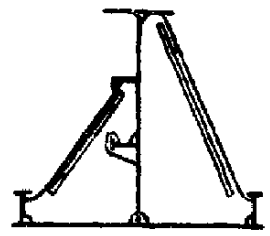
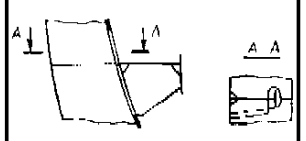
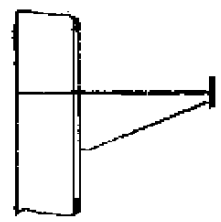
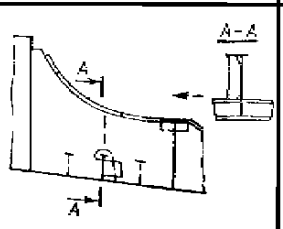
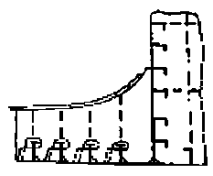
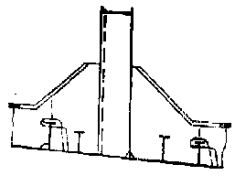
Продолжение табл. 3.2.1

Соединяемые связи	Обозначение (код) узла	Вариант исполнения	Эскиз узла	Эффективный коэффициент концентрации
		в		1,7
		г		1,5
		д		1,7
		е		1,7
10. Соединение шпангоута с двойным дном	*II* (1; 2; 5) М	*а*		1,7
		б		1,8
11. Соединение шпангоута с флором	*II* (1; 2) М	*а*		1,8
		б		1,8
12. Соединение шпангоута с бортовыми стрингерами и флором в районе ледовых усилений	*II* (1; 2) М			3
13. Подкрепление диафрагмы скуловой цистерны	*II* (1; 2) М			1,8
14. Соединение поперечного набора бортовой цистерны с двойным дном	*II* (1; 2; 4) М			1,8
15. Соединение двойного борта с двойным дном	*II* (1; 2) М			1,5

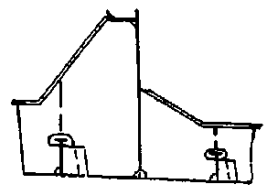
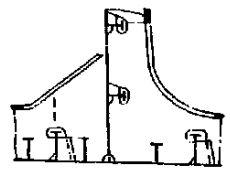
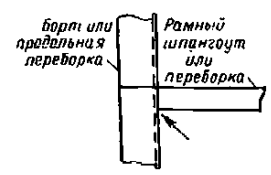
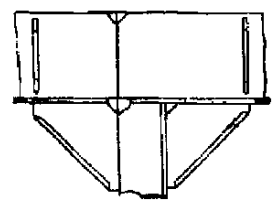
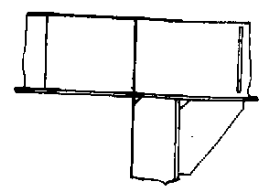
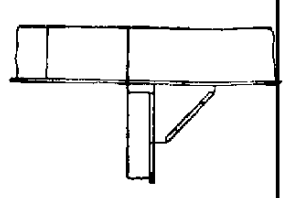
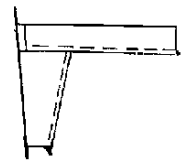
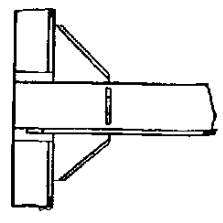
Продолжение табл. 3.2.1

Соединяемые связи	Обозначение (код) узла	Вариант исполнения	Эскиз узла	Эффективный коэффициент концентрации
16. Брекеты вертикального киля	*I* (1) М	$а^1$		1,3
		б		1,3
17. Соединение продольных ребер вертикального киля с непроницаемым флором	*I* (1) М			1,5
18. Соединение полустрингера с флором	*II* (1) О			1,5
19. Соединение продольных балок набора двойного дна со стенками продольных связей	*I* (1) О	*а*		1,6
		б		1,7
		в		1,7
20. Подкрепление монтажных стыков продольных балок набора двойного дна	*II* (1) О	$а^2$		1,5
		$б^2$		1,7
		$в^3$		1,7

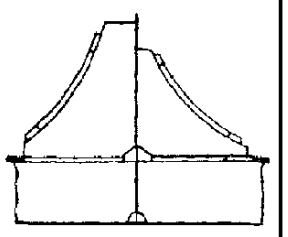
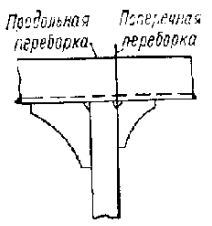
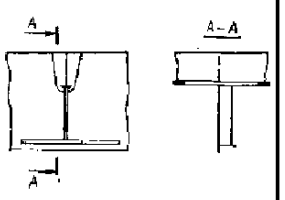
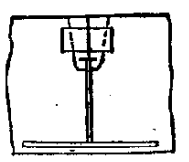
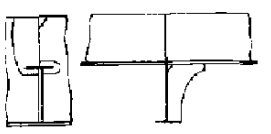
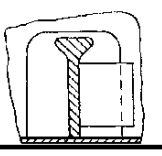
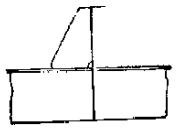
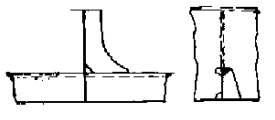
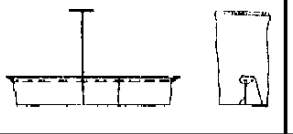
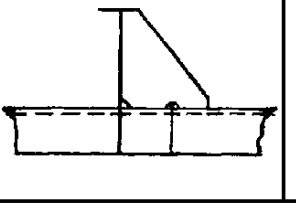
Продолжение табл. 3.2.1

Соединяемые связи	Обозначение (код) узла	Вариант исполнения	Эскиз узла	Эффективный коэффициент концентрации
21. Подкрепление монтажных стыков продольного катаного набора ВП	*II* (1; 3) О			1,7
22. Подкрепление вертикального киля между флорами	*I* (1) М	*а*		—
		б		—
		в		—
23. Соединение бортового стрингера со шпангоутом	*II* (2) О	*а*		1,8
		б		2
24. Соединение бортового стрингера с платформой	*I* (2; 5) О	*а*		—
		б		1,5
25. Соединение бортового стрингера с поперечной переборкой	*II* (2; 4) О	*а*		2

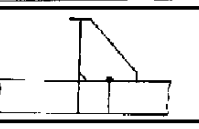
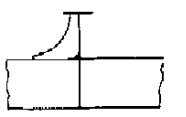
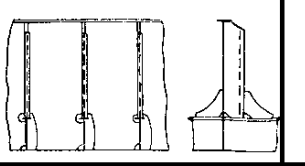
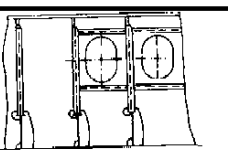
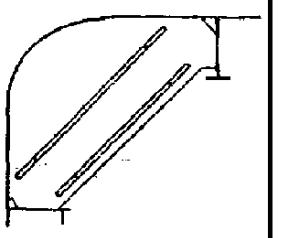
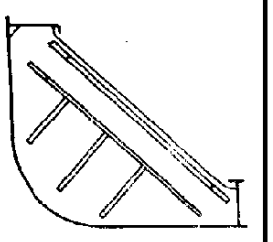
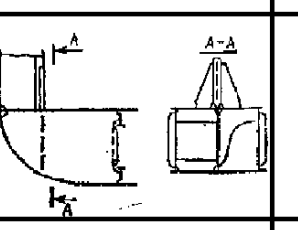
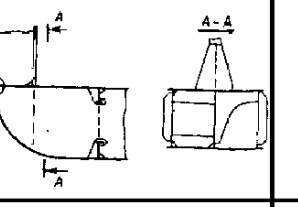
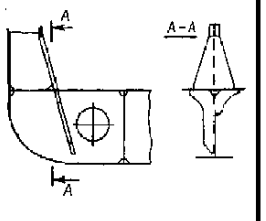
Продолжение табл. 3.2.1

Соединяемые связи	Обозначение (код) узла	Вариант исполнения	Эскиз узла	Эффективный коэффициент концентрации
		б		1,8
		в		1,7
26. Пересечение продольного набора бортов и продольных переборок с рамными связями или поперечными переборками	*II* (2; 4) О			1,6
27. Соединение карлинга со стойкой переборки	*II* (3; 4) О	*а*		1,7
		б		2
		в		1,6
28. Крепление горизонтальных балок переборок	*I* (4) М			—
29. Соединение стойки переборки с платформой	*I* (4; 5) М			—

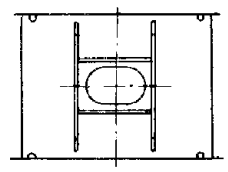
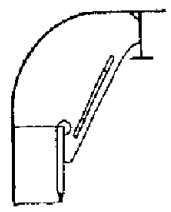
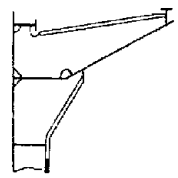
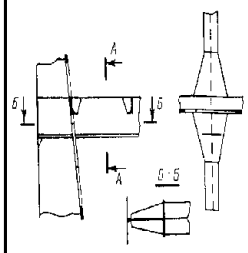
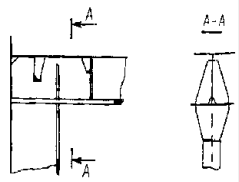
Продолжение табл. 3.2.1

Соединяемые связи	Обозначение (код) узла	Вариант исполнения	Эскиз узла	Эффективный коэффициент концентрации
30. Соединение продольной днищевой балки с поперечной гофрированной переборкой	*II* (1; 4) О			—
31. Соединение горизонтальных балок продольной и поперечной переборок	*II* (4) О			1,7
32. Уширенный вырез без заделки[4]	*I* (1; 3; 4) О			1,5
33. Вырез с заделкой внахлестку	*I* (1; 3; 4) О			1,7
34. Заделка для симметричных полособульбов в проницаемых конструкциях	*I* (1; 3; 4) О			1,3
35. Узел пересечения продольной балки с рамной связью	*I* (1; 3; 4) О	*а*		1,6
		б		1,6
		в		1,7
		г		2
		д		1,8

Продолжение табл. 3.2.1

Соединяемые связи	Обозначение (код) узла	Вариант исполнения	Эскиз узла	Эффективный коэффициент концентрации
		е		1,6
		ж		2
		з		—
		и		1,7
36. Узел пересечения продольных балок с поперечной связью	*II* (1; 3) О	*а*		1,6
		б		—
37. Соединение борта с палубой при продольной системе набора	*II* (2; 3) О			
38. Скуловая бракета при продольной системе набора борта и днища	*II* (1; 2) О			—
39. Бесконечное соединение шпангоута с двойным дном	*II* (1; 2) М	*а*		—
		б		— —
		в[5]		—

Окончание табл. 3.2.1

Соединяемые связи	Обозначение (код) узла	Вариант исполнения	Эскиз узла	Эффективный коэффициент концентрации
40. Подкрепление днищевого стрингера при продольной системе набора	*II* (1) О			—
41. Соединение шпангоута с продольной балкой ВП	*I* (2; 3) О			—
42. Крепление верхнего конца шпангоута в районе подпалубной цистерны	*II* (2; 3) М			—
43. Бескничное соединение шпангоута и бимса	*II* (2; 3) М	*а*		—
		б		—

[1]При продольном нагружении.

[2]Вне района флоров.

[3]В районе флоров.

[4]Приводимые значения $\alpha_э$ для узлов пересечения балок (пп. 32 — 35) относятся к продольным напряжениям от общего изгиба.

[5]Допускается вне районов интенсивной вибрации и цилиндрической вставки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ИНСТРУКЦИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ, ОБНОВЛЕНИЮ И РЕМОНТУ КОРПУСОВ МОРСКИХ СУДОВ

СОДЕРЖАНИЕ

1 **Назначение** 90
1.1 Область распространения 90
1.2 Определения 90
2 Указания по определению технического состояния корпуса 93
2.1 Общие положения 93
2.2 Конструкции с износами 94
2.3 Конструкции с деформациями 96
2.4 Конструкции с трещинами и разрывами. . . 97
3 Дефектация корпуса 98
3.1 Общие положения 98
3.2 Конструкции с износами 98
3.3 Конструкции с деформациями 101
3.4 Конструкции с трещинами и разрывами. . . 103
4 Нормативы для корпуса с дефектами . 103
4.1 Общие положения 103
4.2 Конструкции с износами 104
4.3 Конструкции с деформациями 109
4.4 Конструкции с трещинами 110
4.5 Конструкции с интенсивным износом и прогрессирующими деформациями. . . 110
5 Указания и рекомендации по ремонту корпуса 111
5.1 Общие положения 111
5.2 Конструкции с износами 112
5.3 Конструкции с деформациями 115
5.4 Конструкции с трещинами и разрывами 118
6 Указания по обновлению корпуса . . . 119
6.1 Общие положения 119
6.2 Заявка на обновление корпуса 120
6.3 Указания по определению технического состояния корпуса 120
6.4 Дефектация корпуса 120
6.5 Нормативы для конструкций с износами . 120
6.6 Указания и рекомендации по ремонту корпуса 122
6.7 Удостоверение об обновлении корпуса . 122
Приложение 1. Оценка размеров связей поперечной водонепроницаемой переборки с вертикальными гофрами между грузовыми трюмами № 1 и 2, допустимой загрузки грузового трюма № 1 и аварийной остойчивости на существующих навалочных судах с учетом возможности затопления грузового трюма № 1, а также сроки выполнения перечисленных проверок 123
Приложение 2. Формы регистрации замеров параметров корпуса с дефектами 142
Приложение 3. Рекомендации по измерению параметра f'_{300} при обмерах вмятин 157
Приложение 4. Форма заявки на выполнение обновления корпуса судна . 158
Приложение 5. Перечень документов, рекомендуемых к использованию при ремонте корпуса 159

1 НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

1.1.1 Настоящая Инструкция по определению технического состояния, обновлению и ремонту корпусов морских судов[1] устанавливает положения по определению технического состояния, обновлению и рекомендации по ремонту корпусов водоизмещающих судов в эксплуатации, находящихся под наблюдением Регистра.

Положения Инструкции распространяются на корпуса, надстройки и рубки судов из сталей и, если не отмечено особо, на надстройки и рубки из алюминиевых сплавов.

Для судов, назначение, размеры и конструкция которых не соответствуют области распространения Правил классификации и постройки морских судов[2], применение Инструкции является предметом специального рассмотрения Регистром.

1.1.2 Положения Инструкции установлены из условия обеспечения безопасной эксплуатации корпуса судна в течение 5 лет между очередными освидетельствованиями.

1.1.3 Инструкция дополняет основной текст Правил классификационных освидетельствований судов[3] и Руководства по техническому наблюдению за судами в эксплуатации[4].

1.1.4 Применение Инструкции обязательно при определении технического состояния и выполнении обновления корпуса судна.

1.1.5 Применение Инструкции рекомендуется при выполнении ремонта корпуса судна.

1.1.6 Положения Инструкции распространяются на следующие дефекты в конструкциях корпуса:

износы;

остаточные деформации;

трещины.

1.1.6.1 В Инструкции регламентируются следующие виды износов:

общий износ;

местный износ;

язвенный износ.

В Инструкции регламентируются следующие разновидности местного износа:

износ пятнами;

линейный износ;

канавочный износ.

1.1.6.2 В Инструкции регламентируются следующие виды остаточных деформаций:

бухтины;

гофрировки;

вмятины;

выпучины.

1.1.6.3 Положения Инструкции применимы к усталостным трещинам и разрывам.

1.1.7 В отдельных случаях, при наличии согласованных с Регистром обоснований, допускаются отступления от положений Инструкции.

1.2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.2.1 В Инструкции приняты следующие определения.

Балка набора — балка основного или рамного набора.

Бухтина — остаточный прогиб отдельного участка листа между балками набора (см. рис. 1.2.1-1).

Вмятина — остаточный прогиб листа или его участка совместно с балками набора (см. рис. 1.2.1-1).

Выпучина — остаточный прогиб участка стенки балки набора или участка подкрепляющего листового элемента в районе вмятины (см. рис. 1.2.1-1).

Гофрировка — остаточные прогибы нескольких смежных участков листа между балками набора (см. рис. 1.2.1-1).

Дефект — изменение размеров, формы или нарушение целостности элемента корпуса в процессе эксплуатации судна.

Дефектация — освидетельствование элементов корпуса для установления видов дефектов в них, сопровождающееся инструментальным определением и регистрацией численных параметров дефектов.

Деформация остаточная — изменение первоначальной формы элемента корпуса в процессе эксплуатации судна вследствие перегрузок или износов.

Износ — уменьшение толщины элемента корпуса в процессе эксплуатации судна вследствие коррозии и/или истирания.

Износ канавочный — уменьшение толщины листа или балки набора в виде канавки (см. рис. 1.2.1-2).

Износ линейный — уменьшение толщины листа на узкой полосе вдоль линий приварки балок набора (см. рис. 1.2.1-2).

Износ местный — повышенное уменьшение толщины отдельных участков элемента корпуса в виде износа канавочного, линейного и износа пятнами.

Износ общий — примерно одинаковое уменьшение толщины всего элемента корпуса (см. рис. 1.2.1-2).

Износ пятнами — повышенное уменьшение толщины листа в отдельных ячейках или участка стенки балки набора (см. рис. 1.2.1-2).

[1] В дальнейшем — Инструкция.
[2] В дальнейшем — Правила постройки.
[3] В дальнейшем — Правила освидетельствования.
[4] В дальнейшем — Руководство.

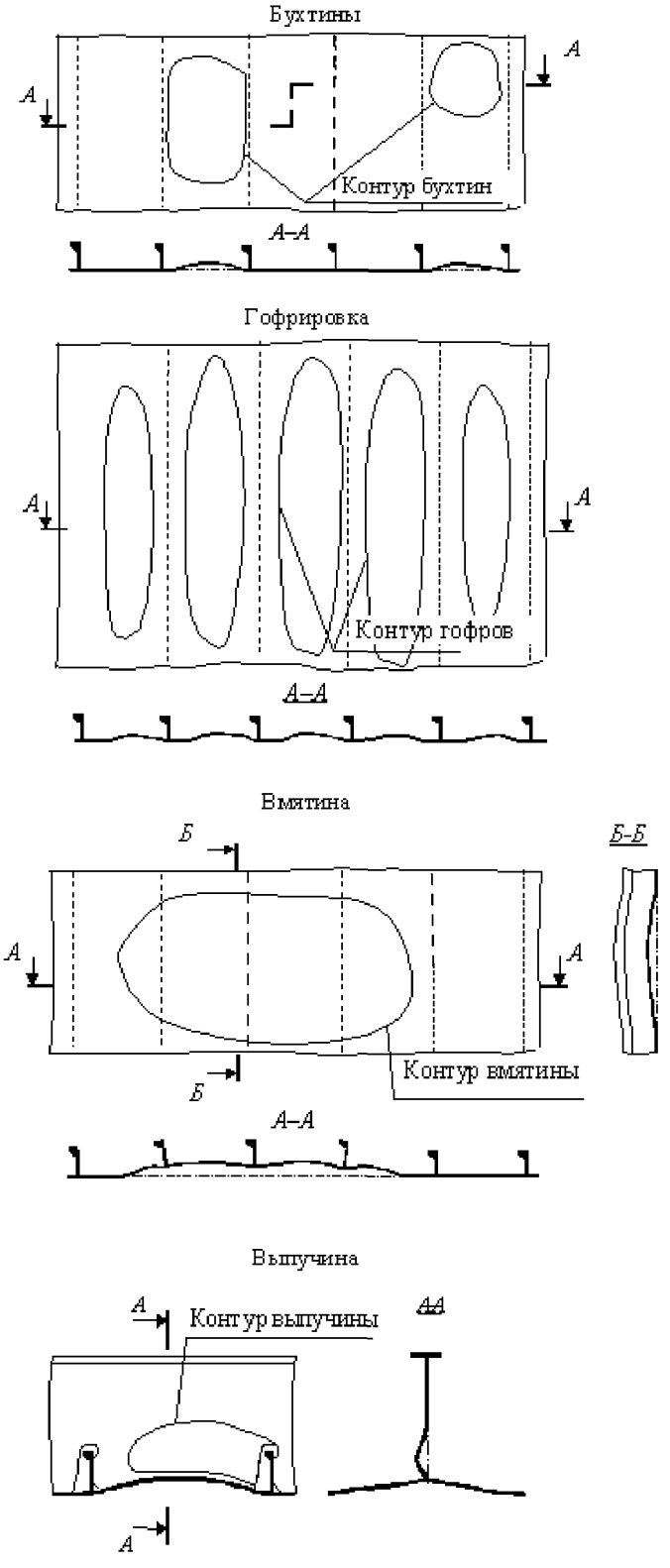


Рис. 1.2.1-1 Виды остаточных деформаций

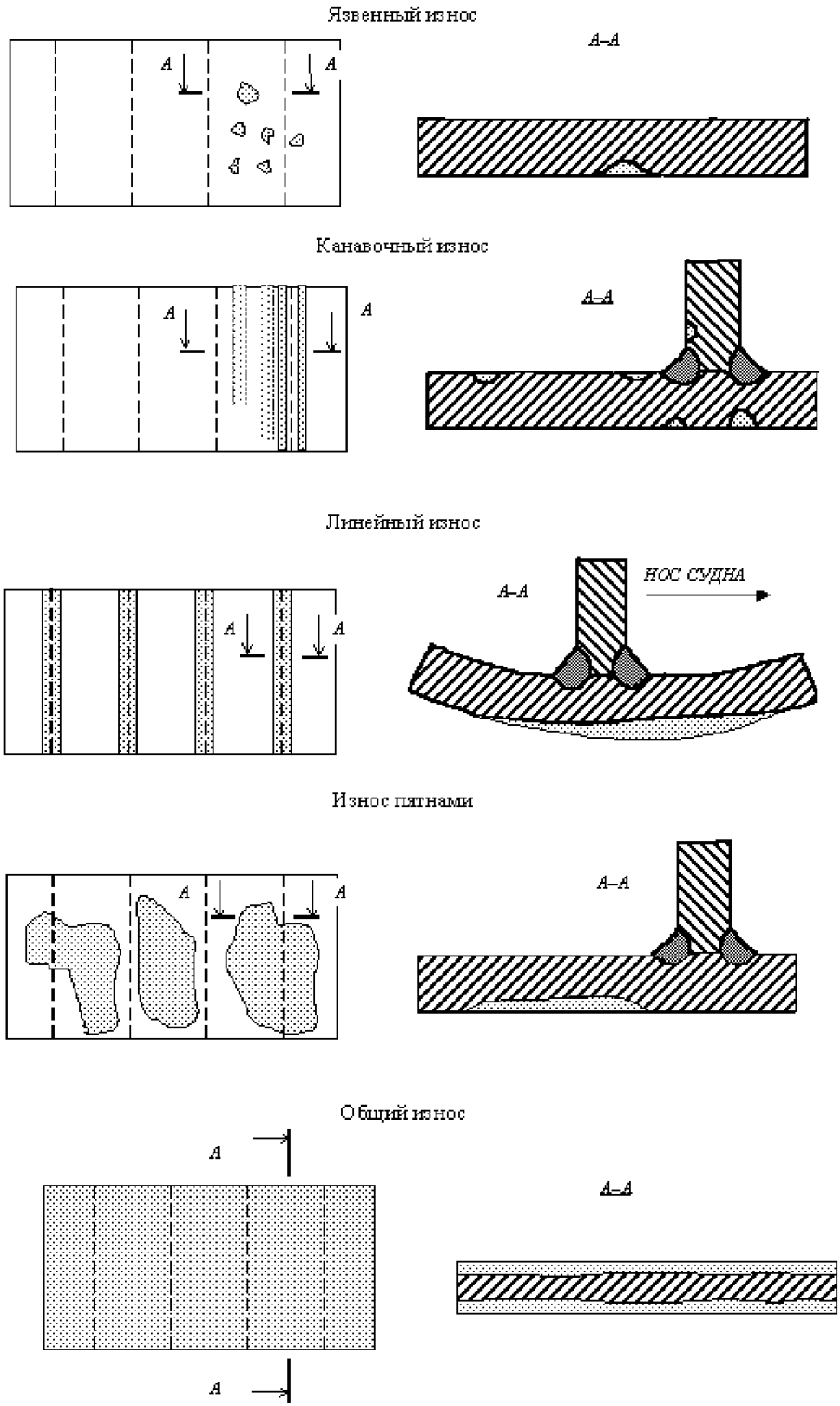


Рис. 1.2.1-2 Виды износов

Износ язвенный — повышенное локальное уменьшение толщины элемента корпуса в виде отдельных питтингов, раковин и т.п. (см. рис. 1.2.1-2).

Лист — ограниченный сварными швами элемент наружной обшивки, обшивки внутреннего борта, переборки, настила палубы, второго дна и платформ.

Листы однородные — листы настила палуб между бортом и линией больших вырезов, второго дна, обшивки днища, включая скулу, наружного и внутреннего бортов, продольных переборок и непрерывных продольных комингсов в средней части судна.

Повреждение — дефект, параметры которого не удовлетворяют нормативам.

Подкрепление местное — ребро жесткости, кница, бракета, обеспечивающее прочность, жесткость, устойчивость ячейки листа, стенки рамной балки, а также стойка в двойном дне, двойном борте, цистерне и т.п.

Разрыв — нарушение целостности элемента корпуса в процессе эксплуатации судна вследствие исчерпания запаса пластичности материала.

Район усиления — район корпуса судна, в котором правилами постройки регламентируются дополнительные усиления конструкций для плавания во льдах, при швартовках в море и для восприятия экстремальных гидродинамических нагрузок.

Средство измерения — техническое средство, предназначенное для замера параметров дефектов и имеющее нормированные метрологические свойства.

Сталь повышенной прочности — сталь с пределом текучести более 235 МПа.

Стрелка прогиба — расстояние от точки поверхности в неповрежденном состоянии до точки той же поверхности в деформированном состоянии в перпендикулярной плоскости.

Толщина остаточная — толщина элемента корпуса, полученная на основании замеров.

Толщина построечная — первоначальная толщина элемента корпуса, указанная на отчетных чертежах корпуса судна.

Толщина требуемая — толщина элемента корпуса, требуемая вновь изданными правилами постройки для нового судна.

Трещина — нарушение целостности элемента корпуса в процессе эксплуатации судна вследствие усталости материала.

Элемент корпуса — лист, балка набора, сварной шов, заклепочное соединение, соединительный элемент, местное подкрепление.

Элемент соединительный — кница, бракета, заделка, накладная планка и т.п., обеспечивающая соединение балок набора в корпусе.

Ячейка листа (листовой элемент) — участок листа, ограниченный смежными балками набора, примыкающими листами, конструкциями.

1.2.2 Определения, не упомянутые в настоящей главе, приводятся в Правилах постройки и Правилах освидетельствований.

2 УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСА

2.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1.1 Настоящий раздел регламентирует определение технического состояния корпуса и его элементов в зависимости от обнаруженных дефектов во время освидетельствования судна.

2.1.2 Техническое состояние корпуса — совокупность параметров, определяющих прочность, жесткость, непроницаемость корпуса и изменяющихся вследствие возникновения и развития дефектов в процессе эксплуатации судна.

2.1.3 Техническое состояние корпуса устанавливается по результатам сопоставления величин параметров его элементов с дефектами, определенными по результатам дефектации в соответствии с разд. 3, с нормативами, определенными по разд. 4. Устанавливаются следующие виды технического состояния корпуса судна:

.1 «ГОДЕН» — для корпуса судна, численные параметры элементов которого удовлетворяют в совокупности нормативам, определенным для существующего класса судна;

.2 «ГОДЕН С ОГРАНИЧЕНИЯМИ» — для корпуса судна, численные параметры элементов которого удовлетворяют в совокупности нормативам, определенным для ограниченных по сравнению с существующим классом условий эксплуатации и периодичности освидетельствований судна;

.3 «НЕ ГОДЕН» — для корпуса судна, численные параметры элементов которого не удовлетворяют нормативам, определенным для существующего класса или ограниченным по сравнению с ним условиями эксплуатации и периодичностью освидетельствований судна.

Элементы корпуса, не удовлетворяющие нормативам, подлежат ремонту. При выполнении ремонта корпуса рекомендуется руководствоваться положениями разд. 5.

2.1.4 Определение технического состояния корпуса судна производится периодически в сроки и объемах, определенных Правилами освидетельствований.

2.1.5 Для определения вида технического состояния корпуса необходимо проверить следующие элементы на выполнение условий, содержащихся в 2.2 — 2.4:

листы;

балки набора;

сварные швы;

заклепочные соединения;

соединительные элементы;

местные подкрепления.

Для судов длиной 65 м и более необходимо также проверить поперечное сечение корпуса на соответствие положениям указанных глав.

Условия 2.2 — 2.4 сформулированы для видов технического состояния «ГОДЕН» и «ГОДЕН С ОГРАНИЧЕНИЯМИ» в зависимости от нормативов, установленных в соответствии с разд. 4.

2.1.6 Результаты оценки технического состояния корпуса должны быть оформлены судовладельцем в виде отчета, принятого к сведению Регистром. В отчете должна содержаться следующая информация:

общие данные о судне;

результаты проверки продольной прочности корпуса для судов длиной 65 м и более в необходимых случаях;

таблица элементов корпуса, которая должна содержать построечные толщины, в необходимых случаях толщины, требуемые вновь изданными правилами постройки, коэффициенты для определения допускаемых остаточных толщин при общем и местном износах и величины этих толщин, остаточные толщины при общем и местном износах по результатам дефектации корпуса, а также заключение о необходимости ремонта и методы его выполнения;

сведения о язвенном износе элементов корпуса, износе сварных швов и заклепочных соединений, соединительных элементов и местных подкреплений, а также о нормативных величинах их остаточных толщин и заключение о необходимости ремонта и методах его выполнения;

сведения об остаточных деформациях элементов корпуса, нормативных величинах параметров деформаций, заключение о необходимости ремонта и методах его выполнения;

сведения о трещинах в элементах корпуса и методах их ремонта.

В комментариях к таблицам указываются:

номера отчетных чертежей, в соответствии с которыми в таблицах приведены построечные толщины элементов корпуса;

номер (если имеется) и наименование документа (если имеется — см. также 4.1.10), название организации, его выпустившей, в соответствии с которым в таблице приведены нормативы для элементов корпуса с дефектами, а также дата и номер письма Регистра о его согласовании;

номер (если имеется) и наименование отчета в соответствии с 3.1.7, название организации, его выпустившей, в соответствии с которым в таблицах приведены параметры элементов корпуса с дефектами, а также дату его согласования Регистром;

заключение о техническом состоянии корпуса судна;

место и дата ремонта корпуса в случае его выполнения.

Таблицы должны быть приняты к сведению Регистром с постановкой соответствующего штампа на титульном листе. С целью упрощения подготовки отчетной документации и избежания повторений допускаются различные комбинации таблиц. При любом оформлении документация должна содержать всю указанную выше информацию.

В необходимых случаях, а при обновлении корпуса обязательно, к отчету должны быть приложены следующие документы или их копии:

пояснительная записка с расчетами продольной прочности корпуса для судов длиной 65 м и более;

набор элементов корпуса по правилам постройки;

отчет о дефектации элементов корпуса;

основные конструктивные чертежи и теоретический чертеж;

сведения о максимальных значениях изгибающих моментов и перерезывающих сил при прогибе и перегибе корпуса судна из инструкции по загрузке, и максимальные и минимальные осадки судна носом и кормой из информации об остойчивости.

2.1.7 Техническое состояние корпуса должно быть зафиксировано инспекцией Регистра в акте освидетельствования корпуса по форме 6.3.7 или 6.3.12. Акт оформляется в соответствии с установленной в Регистре процедурой.

2.1.8 Каждое выявленное в корпусе повреждение должно быть оформлено инспекцией Регистра Извещением по форме 6.3.64 (EWS) за исключением повреждений, возникших вследствие неграмотной эксплуатации, погрузоразгрузочных операций, посадок на мель, столкновений и т.п.

2.1.9 Комплект отчетных документов по техническому состоянию корпуса судна, требуемых Инструкцией и Правилами освидетельствований, должен храниться на судне, у судовладельца и в инспекции Регистра, на учете которой находится судно.

2.2 КОНСТРУКЦИИ С ИЗНОСАМИ

2.2.1 Характеристики поперечного сечения корпуса.

2.2.1.1 На судах длиной 65 м и более, имеющих неизменный класс Регистра с постройки, характеристики поперечного сечения корпуса подлежат проверке в случае, если:

остаточная площадь расчетной палубы вне линии люковых вырезов с непрерывным продольным комингсом или обшивка днища со скулой с подкрепляющим продольным набором или без него в средней части судна, а также вне ее при изменении конструкции или материала составляет менее 90% построечной площади.

На переклассифицированных судах длиной 65 м и более характеристики поперечного сечения их корпусов подлежат проверке в случае наличия износов.

2.2.1.2 Поперечное сечение корпуса в средней части судна, а также вне ее при изменении конструкции или материала должно удовлетворять условию

$$W'_{\text{п(дн)}} \geqslant [W_{\text{п(дн)}}], \qquad (2.2.1.2)$$

где $W'_{\text{п(дн)}}$ — остаточный момент сопротивления поперечного сечения корпуса, определяемый в соответствии с 3.2.2.1 — 3.2.2.3;

$[W_{\text{п(дн)}}]$ — допускаемый остаточный момент сопротивления поперечного сечения корпуса, определяемый в соответствии с 4.2.1.1.

2.2.1.3 Для переклассифицированных судов, имеющих в символе класса знаки ограничения района плавания **ПСП**, **ШСП**, **Ш**, дополнительно должно выполняться условие

$$W''_{\text{п(дн)}} \geqslant [W^{\text{п}}_{\text{п(дн)}}], \qquad (2.2.1.3)$$

где $W''_{\text{п(дн)}}$ — остаточный предельный момент сопротивления поперечного сечения корпуса, определяемый в соответствии с 3.2.2.4 и 3.3.2.2;

$[W^{\text{п}}_{\text{п(дн)}}]$ — допускаемый остаточный предельный момент сопротивления поперечного сечения корпуса, определяемый в соответствии с 4.2.1.2.

2.2.1.4 Для навалочных судов с одинарными бортами и судов, имеющих бортовые двери и лацпорты, дополнительно должно выполняться условие

$$S'_{\text{б(пер)}} \geqslant [S_{\text{б(пер)}}], \qquad (2.2.1.4)$$

где $S'_{\text{б(пер)}}$ — остаточная толщина обшивки борта, внутреннего борта, продольных переборок, определяемая в соответствии с 3.2.2.5;

$[S_{\text{б(пер)}}]$ — допускаемая остаточная толщина обшивки борта, внутреннего борта, продольных переборок, определяемая в соответствии с 4.2.1.3.

2.2.2 Листы.

2.2.2.1 При общем износе лист должен удовлетворять условию

$$S'_1 \geqslant [S_1], \qquad (2.2.2.1)$$

где S'_1— средняя остаточная толщина листа, определяемая в соответствии с 3.2.3.1;

$[S_1]$ — допускаемая остаточная толщина листа, определяемая в соответствии с 4.2.2.1.

2.2.2.2 При местном износе участок листа должен удовлетворять условию

$$S'_3 \geqslant [S_3], \qquad (2.2.2.2)$$

где S'_3 — средняя остаточная толщина участка листа, определяемая в соответствии с 3.2.3.2;

$[S_3]$ — допускаемая остаточная толщина участка листа, определяемая в соответствии с 4.2.2.2.

2.2.2.3 При язвенном износе лист должен удовлетворять условию

$$S'_4 \geqslant [S_4], \qquad (2.2.2.3)$$

где S'_4 — остаточная толщина листа в язвине, определяемая в соответствии с 3.2.3.3;

$[S_4]$ — допускаемая остаточная толщина листа в язвине, определяемая в соответствии с 4.2.2.3.

2.2.3 Балки набора.

2.2.3.1 При общем износе поперечное сечение балки набора должно удовлетворять условиям:

$$W'_1 \geqslant [W_1],$$

$$F'_1 \geqslant [F_1], \qquad (2.2.3.1)$$

$$S'_1 \geqslant [S_1],$$

где W'_1, F'_1, S'_1 — остаточные момент сопротивления поперечного сечения с присоединенным пояском, площадь поперечного сечения стенки и средняя толщина стенки балки набора, определяемые в соответствии с 3.2.4.1;

$[W_1]$, $[F_1]$, $[S_1]$ — допускаемые остаточные момент сопротивления поперечного сечения, площадь поперечного сечения стенки, толщина стенки балки набора, определяемые в соответствии с 4.2.3.1 — 4.2.3.3.

Проверке по формуле (2.2.3.1) подлежат только те характеристики поперечного сечения балок набора, которые регламентируются правилами постройки.

При оценке допускаемых износов должны быть определены такие допускаемые остаточные толщины $[S_1]$ балки набора с учетом размеров ее профиля, при которых выполняются условия (2.2.3.1).

2.2.3.2 При местном износе участок элемента балки набора должен удовлетворять условию

$$S'_3 \geqslant [S_3], \qquad (2.2.3.2)$$

где S'_3 — средняя остаточная толщина участка элемента балки набора, определяемая в соответствии с 3.2.4.2;

$[S_3]$ — допускаемая остаточная толщина участка элемента балки набора, определяемая в соответствии с 4.2.3.4.

2.2.3.3 При язвенном износе элемент балки набора должен удовлетворять условию

$$S'_4 \geqslant [S_4], \qquad (2.2.3.3)$$

где S'_4 — остаточная толщина элемента балки набора в язвине, определяемая в соответствии с 3.2.4.3;

$[S_4]$ — допускаемая остаточная толщина элемента балки набора в язвине, определяемая в соответствии с 4.2.3.5.

Настоящее положение применимо только к балкам набора, обеспечивающим непроницаемость конструкций, например, непроницаемый флор, стрингер, балки, являющиеся верхними опорами гофрированных поперечных непроницаемых переборок и т.п.

2.2.4 Сварные швы и заклепочные соединения.

2.2.4.1 При износе на протяжении свыше 0,3 м сварные швы, состояние которых устанавливается по 3.2.5.1, должны удовлетворять положениям 4.2.4.1.

2.2.4.2 При износе на протяжении от 0,1 до 0,3 м сварные швы должны удовлетворять условию

$$S_3' \geqslant [S_3'], \qquad (2.2.4.2)$$

где S_3' — средняя остаточная толщина сварного шва, определяемая в соответствии с 3.2.5.2;

$[S_3']$ — допускаемая остаточная толщина сварного шва, определяемая в соответствии с 4.2.4.2.

2.2.4.3 При износе на протяжении до 0,1 м сварные швы должны удовлетворять условию

$$S_4' \geqslant [S_4], \qquad (2.2.4.3)$$

где S_4' — остаточная толщина сварного шва, определяемая в соответствии с 3.2.5.3;

$[S_4]$ — допускаемая остаточная толщина сварного шва, определяемая в соответствии с 4.2.4.3.

2.2.4.4 Изношенные заклепочные соединения, состояние которых устанавливается по 3.2.5.4, должны удовлетворять положениям 4.2.4.4. Соединения должны быть непроницаемыми в конструкциях, для которых это требуется.

2.2.5 Соединительные элементы и местные подкрепления.

2.2.5.1 При общем износе соединительные элементы, состояние которых устанавливается по 3.2.6, должны удовлетворять соответствующим положениям Инструкции для подкрепляемых ими балок набора.

Местный и язвенный износы соединительных элементов не регламентируются.

2.2.5.2 При общем износе местные подкрепления должны удовлетворять условию

$$S_1' \geqslant [S_1], \qquad (2.2.5.2)$$

где S_1' — средняя остаточная толщина местного подкрепления, определяемая в соответствии с 3.2.6;

$[S_1]$ — допускаемая остаточная толщина местного подкрепления, определяемая в соответствии с 4.2.5.

Местный и язвенный износы местных подкреплений не регламентируются.

2.2.6 Отдельные конструкции корпуса.

Элементы поперечной водонепроницаемой переборки с вертикальными гофрами между грузовыми трюмами №1 и 2 и двойного дна грузового трюма №1 на навалочных судах длиной 150 м и более, перевозящих навалочный груз плотностью 1,78 т/м^3 и более, должны удовлетворять требованиям разд. 1 и 2 приложения 1 к Инструкции. Проверки навалочных судов на соответствие упомянутым требованиям должны выполняться совместно с проверкой их аварийной остойчивости на соответствие требованиям 3.2 приложения 1 к Инструкции в сроки, установленные в 3.1 приложения 1. Выполнение указанных требований является одновременным выполнением требований правил XII/4 и XII/6 Конвенции СОЛАС-74.

2.3 КОНСТРУКЦИИ С ДЕФОРМАЦИЯМИ

2.3.1 Характеристики поперечного сечения корпуса.

2.3.1.1 Расчетная палуба, днище с остаточными деформациями в поперечном сечении корпуса в средней части судна длиной 65 м и более, а также вне средней части при изменении конструкции или материала должны удовлетворять условию

$$\sum_{i=1}^{n} l_{i_{b(d)}} \leqslant \left[\sum_{i=1}^{n} l_{i_{b(d)}}\right], \qquad (2.3.1.1)$$

где $l_{i_{b(d)}}$ — протяженность i-ой бухтины, гофра, вмятины в поперечном сечении палубы, днища;

$\sum_{i=1}^{n} l_{i_{b(d)}}$ — суммарная протяженность бухтин, гофров и вмятин в поперечном сечении палубы, днища, определяемая в соответствии с 3.3.2.1;

$\left[\sum_{i=1}^{n} l_{i_{b(d)}}\right]$ — допускаемая суммарная протяженность бухтин, гофров и вмятин в поперечном сечении палубы, днища, определяемая в соответствии с 4.3.1.

2.3.1.2 Деформации в продольном непрерывном комингсе не допускаются в средней части судна длиной 65 м и более.

2.3.1.3 Для переклассифицированных судов длиной 65 м и более, имеющих в символе класса знаки ограничения района плавания **IICП**, **IIICП**, **III**, а также судов, у которых днище или расчетная палуба имеют поперечную систему набора, дополнительно должно выполняться условие (2.2.1.3) при наличии бухтин, гофров, вмятин в поперечном сечении палубы вне линии люковых вырезов, днища в средней части длины судна.

2.3.2 Бухтины и гофрировки.

2.3.2.1 Конструкции с бухтинами или гофрировками с максимальными стрелками прогиба 25 мм и менее или 1/20 шпации, в зависимости от того, что меньше, не требуют дальнейших измерений, оценки и ремонта.

Допускается по согласованию с Регистром оставлять отдельные бухтины и гофрировки с максимальными стрелками прогиба более 25 мм до ближайшего промежуточного или очередного освидетельствования.

2.3.2.2 Конструкции с бухтинами, исключая палубный стрингер, ширстрек и обшивку днища в средней части судна, при осмотре с обеих сторон могут не замеряться и не ремонтироваться при отсутствии трещин и разрывов.

2.3.2.3 Конструкции с бухтинами при осмотре с одной стороны, а также расчетная палуба вне линии люковых вырезов, ширстрек и обшивка днища с бухтинами в средней части судна должны удовлетворять условию

$$f'/b' \leqslant [F/b], \qquad (2.3.2.3)$$

где f' — максимальная стрелка прогиба бухтины, определяемая в соответствии с 3.3.3.1;

b' — минимальный размер бухтины в плане, определяемый в соответствии с 3.3.3.2;

$[f/b]$ — допускаемая относительная стрелка прогиба, определяемая в соответствии с 4.3.2.1.

2.3.2.4 Конструкции с гофрировкой должны удовлетворять условию

$$f/a \leqslant [f/a], \qquad (2.3.2.4)$$

где f — максимальная стрелка прогиба гофра, определяемая в соответствии с 3.3.3.3;

a — расстояние между балками набора, определяемая в соответствии с 3.3.3.4;

$[f/a]$ — допускаемая относительная стрелка прогиба, определяемая в соответствии с 4.3.2.2.

2.3.3 Вмятины и выпучины.

2.3.3.1 Конструкции с вмятиной с максимальной стрелкой прогиба балки набора 25 мм и менее не требуют дальнейших измерений, оценки и ремонта.

Допускается по согласованию с Регистром оставлять отдельные вмятины с максимальной стрелкой прогиба балки набора более 25 мм до ближайшего промежуточного или очередного освидетельствования.

2.3.3.2 В средней части судна в днище и расчетной палубе, а также в ширстреке допускаются единичные плавные вмятины, наибольший размер в плане которых не превышает пяти шпаций, а отношение максимальной остаточной стрелки прогиба балки набора к наименьшему размеру вмятины не превышает 1/20.

2.3.3.3 Балки набора при отсутствии выпучины должны одновременно удовлетворять условиям:

$$\begin{aligned} f'/l' &\leqslant [f/l], \\ d'/\mathrm{h} &\leqslant [d/h], \\ f'/c' &\leqslant [f/c], \end{aligned} \qquad (2.3.3.3\text{-}1)$$

где f' — максимальная стрелка прогиба балки набора, определяемая в соответствии с 3.3.4.2;

l' — длина деформированного участка балки набора, определяемая в соответствии с 3.3.4.2;

d' — отклонение стенки балки набора от первоначального положения, определяемое в соответствии с 3.3.4.3;

h — высота балки набора, определяемая в соответствии с 3.3.4.4;

c' — отстояние сечения балки набора с максимальной стрелкой прогиба от ее ближайшей недеформированной опоры, определяемое в соответствии с 3.3.4.5;

$[f/l]$ — допускаемая относительная стрелка прогиба балки набора, определяемая в соответствии с 4.3.3.1;

$[d/h]$ — допускаемое относительное отклонение стенки балки набора, определяемое в соответствии с 4.3.3.1;

$[f/c]$ — допускаемое относительное положение максимума стрелки прогиба балки набора, определяемое в соответствии с 4.3.3.1.

Последнее условие в (2.3.3.3-1) может не проверяться в следующих случаях:

балка набора деформирована вместе с опорой;

участок конструкции с вмятиной не доходит до опоры;

в районе вмятины деформированы подряд менее пяти балок набора.

Балки набора, у которых относительная стрелка прогиба находится в пределах

$$[f/l] < f'/l' < 1{,}5[f/l], \qquad (2.3.3.3\text{-}2)$$

дополнительно должны удовлетворять условию

$$f_{300} \leqslant [f_{300}], \qquad (2.3.3.3\text{-}3)$$

где f_{300} — стрелка прогиба балки набора на базе 300 мм, определяемая в соответствии с 3.3.4.6;

$[f_{300}]$ — допускаемая стрелка прогиба балки набора на базе 300 мм, определяемая в соответствии с 4.3.3.1.

2.3.3.4 Балки набора и листовые элементы при наличии выпучины должны удовлетворять условию

$$f'/l' \leqslant [f/l], \qquad (2.3.3.4)$$

где f' — максимальная стрелка прогиба деформированного участка стенки балки набора, листового элемента, определяемая в соответствии с 3.3.4.7;

l' — длина деформированного участка стенки балки набора, листового элемента, определяемая в соответствии с 3.3.4.7;

$[f/l]$ — допускаемая относительная стрелка прогиба участка стенки балки набора, листового элемента, определяемая в соответствии с 4.3.3.2.

2.3.3.5 В балках набора и листовых элементах с выпучинами трещины и разрывы не допускаются.

2.3.4 Сварные швы, заклепочные соединения, соединительные элементы и местные подкрепления.

2.3.4.1 Сварные швы и заклепочные соединения конструкций с остаточными деформациями должны удовлетворять соответствующим положениям Инструкции для этих конструкций. Заклепочные соединения должны быть непроницаемыми в конструкциях, для которых это требуется.

2.3.4.2 В соединительных элементах (кницах) и в местных подкреплениях остаточные деформации регламентируются на основании опыта наблюдения.

2.4 КОНСТРУКЦИИ С ТРЕЩИНАМИ И РАЗРЫВАМИ

2.4.1 Трещины и разрывы в элементах корпуса, как правило, не допускаются.

2.4.2 Трещины и разрывы не допускаются ни при каких обстоятельствах в следующих элементах корпуса:

участвующих в обеспечении продольной прочности;

обеспечивающих непроницаемость;

в районе переменной ватерлинии и ледового пояса;

в районах, подверженных действию слеминга и вибрации;

в танках и цистернах, которые согласно инструкции по загрузке могут заполняться не полностью;

в трюмах, в которых могут перевозиться тяжелые насыпные грузы, а также, в которых погрузочно-разгрузочные операции могут выполняться с помощью грейферов;

в поясках балок поперечного рамного набора;

в стенках балок набора и листовых элементах с выпучинами;

в сварных швах упомянутых выше конструкций;

в заклепочных соединениях, воспринимающих усилия от продольного изгиба корпуса.

2.4.3 Ветвящиеся и прогрессирующие (растущие) трещины в элементах корпуса не допускаются.

2.4.4 Трещины и разрывы, обнаруженные в перечисленных в 2.4.2 элементах корпуса, а также трещины, упомянутые в 2.4.3, подлежат устранению.

2.4.5 В отдельных случаях по согласованию с Регистром допускается оставлять до ближайшего планового ремонта судна единичные трещины в следующих, не упомянутых в 2.4.2, элементах корпуса при последующих ежегодных освидетельствованиях:

на кромках вырезов листов и стенок балок рамного набора для прохода балок основного набора, для облегчения конструкций, обеспечивающих доступ в конструкции, для перетока жидкости;

сварных швах и заклепочных соединениях;

в соединительных элементах корпуса (кницах);

в местных подкреплениях.

Элементы корпуса с трещинами должны удовлетворять условию

$$\lambda' \leqslant [\lambda], \qquad (2.4.5)$$

где λ' — длина трещины, определяемая в соответствии с 3.4.2;

$[\lambda]$ — допускаемая длина трещины, определяемая в соответствии с 4.4.1.

3 ДЕФЕКТАЦИЯ КОРПУСА

3.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1.1 Настоящий раздел регламентирует дефектацию корпуса для определения его технического состояния в соответствии с положениями разд. 2.

3.1.2 Положения настоящего раздела регламентируют порядок замеров параметров элементов корпуса с дефектами, обнаруженными во время их осмотров или освидетельствований.

3.1.3 Сроки и объем дефектации корпуса регламентируются Правилами освидетельствований.

Сроки и объем дефектации могут быть уточнены Регистром в зависимости от технического состояния судна.

3.1.4 Дефектация корпуса может выполняться либо на судоремонтном заводе, либо в процессе эксплуатации судна организациями или группами, признанными Регистром.

3.1.5 Корпус должен быть подготовлен судовладельцем для дефектации: изоляция и зашивка вскрыты и демонтированы, продукты коррозии удалены с замеряемых поверхностей, подготовлены леса и другие средства для доступа к замеряемым конструкциям, танки дегазированы и т.д.

3.1.6 Метрологические свойства применяемых средств измерений должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов, согласованных Регистром.

3.1.7 Результаты дефектации корпуса должны быть оформлены в виде отчета совместно с чертежами корпусных конструкций и соответствующих таблиц в объеме, определенном в 3.2 — 3.4. Формы таблиц приведены в приложении 2 к Инструкции.

Чертежы и таблицы должны быть с подписью и штампом инспектора Регистра. Экземпляры отчета дефектации корпуса должны быть переданы в Регистр, а также храниться на судне и у судовладельца.

Одновременно рекомендуется представлять в Регистр результаты дефектации корпуса на дискетах для ПЭВМ.

3.2 КОНСТРУКЦИИ С ИЗНОСАМИ[1]

3.2.1 Обследование конструкций.

3.2.1.1 Состояние конструкций корпуса с износами характеризуется остаточными толщинами, которые определяются на основании замеров.

3.2.1.2 Вид износа элемента корпуса устанавливается визуально при освидетельствовании судна, исходя из опыта технического наблюдения, а также на основании выборочных замеров остаточных толщин.

3.2.1.3 Остаточные толщины элементов корпуса должны, как правило, определяться методами неразрушающего контроля. Допускается измерение остаточных толщин проводить толщиномером, штангенциркулем, микрометром или другими одобренными средствами измерений.

Точность измерений толщин элементов корпуса должна быть не менее 0,1 мм.

Измерения глубины язвин выполняются с помощью глубиномера, индикатора часового типа или иными подобными приборами с точностью не менее 0,1 мм.

[1] На навалочных, нефтенавалочных, нефтеналивных судах и химовозах при назначении точек замеров необходимо руководствоваться требованиями части III «Дополнительные освидетельствования судов в зависимости от их назначения и материала корпуса» Правил освидетельствований.

3.2.1.4 Результаты измерений должны быть оформлены в виде таблиц, приведенных в 2.1 приложения 2, или рекомендованных резолюцией ИМО А.744(18), а также чертежей растяжки наружной обшивки, планов палуб, второго дна, переборок с указанием замеров на листах, балках набора, сварных швах.

Рекомендуется таблицы представлять в Регистр на дискетах для ПЭВМ.

Результаты замеров толщин элементов корпуса с местным и язвенным износом, сварных швов, а также обследования заклепочных соединений представляются в произвольной форме.

3.2.1.5 Обследование изношенных элементов корпуса выполняется с учетом особенностей эксплуатации конструкции, а также исходя из опыта технического наблюдения.

3.2.2 Характеристики поперечного сечения корпуса.

3.2.2.1 Для определения остаточного момента сопротивления поперечного сечения корпуса для палубы, днища $W'_{\text{п(дн)}}$ выбираются наиболее конструктивно ослабленные и наиболее изношенные сечения с учетом выполненного ремонта. Вычисление остаточного момента сопротивления поперечного сечения корпуса $W'_{\text{п(дн)}}$ выполняется при средних остаточных толщинах связей S'_1 в пределах выбранного кольцевого сечения корпуса протяженностью, ограниченной длиной одного листа вдоль судна.

При вычислении остаточного момента сопротивления поперечного сечения корпуса остаточные толщины связей, среднегодовой износ которых $u_{\text{ф}S}$, мм/год, превышает среднегодовой износ из правил постройки $u_{\text{ср}}$, мм/год, и объем которых удовлетворяет условию 4.1.5.2, должны быть уменьшены на величину $\Delta S_{\text{ф}}$, мм, определяемую по формуле

$$\Delta S_{\text{ф}} = \tau(u_{\text{ф}S} - u_{\text{ср}}), \qquad (3.2.2.1\text{-}1)$$

$$u_{\text{ф}S} = (S'_0 - S'_1)/T, \qquad (3.2.2.1\text{-}2)$$

где S'_1 — средняя остаточная толщина элемента корпуса, мм, определенная при настоящем освидетельствовании в соответствии с 3.2;

S'_0 — первоначальная толщина элемента корпуса, мм;

$\tau \leqslant 5$ — срок, годы, до следующего установленного освидетельствования/осмотра элемента корпуса;

T — срок эксплуатации, годы, элемента корпуса от даты его установки на судне.

3.2.2.2 Вычисление остаточного момента сопротивления поперечного сечения корпуса $W'_{\text{п(дн)}}$ должно выполняться в соответствии с правилами постройки на действие регламентируемых изгибающих моментов при прогибе и перегибе судна. Обязателен учет редуцирования сжатых связей. Сжатые продольные балки набора подлежат проверке на устойчивость. Критические напряжения определяются в соответствии с Правилами постройки при остаточных толщинах связей.

3.2.2.3 Допускается определение остаточного момента сопротивления поперечного сечения корпуса $W'_{\text{п(дн)}}$ экспериментально путем проведения специальных испытаний судна по согласованной с Регистром программе.

3.2.2.4 Вычисление остаточного предельного момента сопротивления поперечного сечения корпуса $W''_{\text{п(дн)}}$ должно выполняться в соответствии с требованиями Норм прочности морских судов Регистра.

3.2.2.5 Средняя остаточная толщина обшивки наружного борта, внутреннего борта и продольной переборки $S'_{\text{б(пер)}}$ для конструктивно наиболее ослабленного и изношенного сечения в районах, регламентируемых Правилами постройки, определяется по формуле

$$S'_{\text{б(пер)}} = \sum_{i=1}^{n} S'_{1i} b_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} b_i, \qquad (3.2.2.5)$$

где S'_{1i} — средняя остаточная толщина i-го листа обшивки наружного борта, внутреннего борта, продольной переборки, мм. Средняя остаточная толщина i-го листа, среднегодовой износ которого $u_{\text{ф}S}$, мм/год, превышает среднегодовой износ из Правил освидетельствований $u_{\text{ср}}$, мм/год, и объем которых удовлетворяет условию 4.1.5.2, должна быть уменьшена на величину $\Delta S_{\text{ф}}$, мм, определяемую по формуле (3.2.2.1-1);

b_i — ширина i-го листа, мм;

n — число листов.

3.2.3 Листы.

3.2.3.1 При общем износе средняя остаточная толщина листа S'_1, мм определяется как среднее арифметическое замеров остаточных толщин в точках, расположенных равномерно по поверхности листа. При этом замеры остаточных толщин в точках, расположенных в местах линейного, канавочного износов, а также в отдельных глубоких язвинах не следует учитывать.

Число точек замеров остаточных толщин на листе устанавливается из расчета не менее одной на каждые 5 м^2 площади его поверхности.

Если максимальная разность замеренных толщин в точках на листе с построечной толщиной до 16 мм превышает 2 мм, а свыше 16 мм — 3 мм, то число точек замеров на участке листа с минимальной остаточной толщиной должно быть увеличено по 3.2.3.2 как для участка листа с износом пятнами.

Если на части листа выделен участок с износами пятнами, то его средняя остаточная толщина S'_3 используется как остаточная толщина в одной точке замера при определении толщины S'_1.

3.2.3.2 При местном износе средняя остаточная толщина участка листа S'_3, мм, определяется на основании замеров в точках, расположенных в пределах изношенного участка листа:

при износе пятнами и линейном износе участка листа как среднее арифметическое замеров в точках остаточных толщин;

при канавочном износе по формуле

$$S_3' = S_1' - (h_1 + h_2), \qquad (3.2.3.2)$$

где S_1' — средняя остаточная толщина листа, мм, определяемая в соответствии с 3.2.3.1;

h_1 и h_2 — глубина канавки/канавок, мм, соответственно с лицевой и обратной поверхностей листа.

Точки замеров должны быть расположены равномерно по изношенному участку листа. Число точек замеров остаточных толщин должно быть не менее следующего:

при износе листа пятнами — трех равномерно расположенных в ячейке листа;

при линейном износе листа — трех в полосе на расстоянии не ближе 10 мм и не далее 20 мм в сторону наибольшего износа от подкрепляющей балки набора. При поперечной системе набора, как правило, наиболее изнашиваемой будет сторона, расположенная в сторону носа судна от подкрепляющей балки набора;

при канавочном износе листа — одной на каждые 0,3 м длины канавки.

3.2.3.3 При язвенном износе остаточная толщина листа S_4', мм определяется на основании замеров износов в язвинах в пределах ячейки листа по формуле

$$S_4' = S_1' - h_4, \qquad (3.2.3.3)$$

где S_1' — средняя остаточная толщина листа, определяемая в соответствии с 3.2.3.1, мм;

h_4 — максимальный износ из замеренных в язвинах относительно поверхности участка листа, мм.

Число язвин, подлежащих замерам, определяется в каждом случае по результатам их визуального осмотра. Если выделить отдельно расположенные язвины затруднительно, измерение наибольших износов в язвинах следует проводить относительно рейки длиной 300 — 400 мм, свободно приложенной к зачищенной от продуктов коррозии поверхности листа.

3.2.4 Балки набора.

3.2.4.1 При общем износе остаточный момент сопротивления поперечного сечения балки набора W_1', см^3, с присоединенным пояском, определяемым по правилам постройки, площадь поперечного сечения стенки балки набора F_1', см^2, и средняя остаточная толщина элемента балки набора S_1', мм, определяются по результатам замеров остаточных толщин в точках на их стенках и поясках, выполненных в одном сечении наиболее изношенной балки набора.

Замеры остаточных толщин элементов балки набора выполняются в наиболее изношенных сечениях у опор и в середине пролета.

Число точек замеров остаточных толщин стенки и пояска балки набора устанавливается не менее:

для составной балки набора — двух по ширине пояска и двух по высоте стенки. Результаты замеров осредняются раздельно по пояску и стенке;

для балки набора из уголкового катаного профиля — одной по пояску и одной по стенке;

для балки набора из полособульбового катаного профиля — одной по стенке.

Замеры остаточных толщин элементов балки набора должны быть выполнены в следующих точках:

по стенке — у основания в районе сварного шва, соединяющего балку с подкрепляемым листом и, если требуется, на 2/3 высоты стенки от основания;

по пояску — на кромке/кромках.

3.2.4.2 При местном износе средняя остаточная толщина участка элемента балки набора S_3', мм, определяется по результатам замеров остаточных толщин в точках на ее стенке или пояске, выполненных в наиболее изношенном ее сечении.

Протяженность изношенного участка и наиболее ослабленное сечение балки набора на длине ее пролета определяется визуально либо на основании выборочных замеров остаточных толщин ее элементов.

Средняя остаточная толщина участка элемента балки набора, а также число и расположение точек замеров остаточных толщин на ее пояске или стенке определяются:

при износе пятнами — в соответствии с 3.2.4.1;

при канавочном износе — в соответствии с 3.2.3.2.

3.2.4.3 При язвенном износе остаточная толщина элемента балки набора S_4', мм, и число точек замеров определяются по 3.2.3.3.

3.2.5 Сварные швы и заклепочные соединения.

3.2.5.1 Оценка величины и равномерности износа стыковых швов на протяжении свыше 0,3 м производится путем их сопоставления с поверхностью соединяемых листов, угловых швов — на основании замеров их катетов.

Число точек замеров износов в сварном шве устанавливается, исходя из опыта технического наблюдения.

3.2.5.2 При износе сварного шва на протяжении от 0,1 до 0,3 м его средняя остаточная толщина S_3', мм, определяется по 3.2.3.2 как разность между остаточной толщиной листа вблизи изношенного шва и глубиной канавки/канавок.

3.2.5.3 При износе сварного шва на протяжении до 0,1 м его остаточная толщина S_4', мм, определяется в соответствии с 3.2.3.3 как для элемента корпуса с язвенным износом.

3.2.5.4 Износ заклепочных соединений определяется на основании осмотра, обстукивания, выборочных замеров заклепок и кромок листов, испытаний на непроницаемость тех конструкций, для которых это требуется.

3.2.6 Соединительные элементы и местные подкрепления.

При износе соединительных элементов и местных подкреплений средняя остаточная толщина

S'_1, мм, определяется как среднее арифметическое замеров остаточных толщин в точках, расположенных равномерно по поверхности элемента или подкрепления.

Число точек замеров остаточных толщин на элементе или подкреплении устанавливается, исходя из опыта технического наблюдения.

При существенно неравномерном износе элемента или подкрепления число точек замеров остаточных толщин следует увеличить в районе повышенного износа, исходя из опыта технического наблюдения.

3.3 КОНСТРУКЦИИ С ДЕФОРМАЦИЯМИ

3.3.1 Обследование конструкций.

3.3.1.1 Состояние конструкций корпуса с деформациями характеризуется максимальными остаточными стрелками прогибов и размерами деформированных участков конструкции в плане.

3.3.1.2 Вид деформации элементов корпуса устанавливается визуально при освидетельствовании судна, исходя из опыта технического наблюдения. В отдельных случаях для установления вида деформации могут потребоваться дополнительные замеры остаточных стрелок прогиба подкрепляющих балок набора.

3.3.1.3 Измерение параметров деформаций производится по отношению к первоначальной недеформированной поверхности стандартным измерительным инструментом: линейкой, штангенциркулем с глубиномером, индикатором часового типа и т.п.

Точность измерения размеров деформированных участков конструкции в плане должна быть не менее 100 мм, максимальных стрелок прогиба — не менее 1 мм, стрелок прогиба на базе 300 мм — не менее 0,1 мм.

3.3.1.4 Результаты измерений должны быть оформлены в виде таблиц, приведенных в 2.2 приложения 2 к Инструкции, а также чертежей растяжки наружной обшивки, планов палуб, второго дна, переборок с указанием вида деформации, замеров стрелок прогиба и других нормируемых параметров деформаций элементов корпуса.

Рекомендуется таблицы представлять в Регистр на дискетах для ПЭВМ.

3.3.1.5 Обследование элементов корпуса с деформациями выполняется с учетом особенностей эксплуатации конструкций и опыта технического наблюдения.

3.3.2 Характеристики поперечного сечения корпуса.

3.3.2.1 Для определения суммарной протяженности бухтин, гофров и вмятин $\sum_{i=1}^{n} l_{i_{b(d)}}$, м, выбирается наиболее ослабленное поперечное сечение корпуса в средней части судна протяженностью не более 5 шпаций в районе с наибольшим числом деформаций в расчетной палубе, днище.

Суммированию подлежат размеры деформаций $l_{i_{b(d)}}$, м, отдельно для палубы вне линии люковых вырезов и днища, включая скулу, в выбранном поперечном сечении судна, независимо от величин их стрелок прогиба.

В случае подкрепления элементов корпуса с деформациями в соответствии с 5.3.2 эти деформации могут не засчитываться в суммарную протяженность бухтин, гофров и вмятин.

3.3.2.2 Вычисление остаточного предельного момента сопротивления поперечного сечения корпуса $W''_{\text{п(дн)}}$ должно выполняться по методикам, согласованным с Регистром, при прогибе и перегибе судна. Обязателен учет редуцирования сжатых, а также деформированных сжатых и растянутых элементов корпуса. Расчет $W''_{\text{п(дн)}}$ подлежит специальному рассмотрению Регистром.

3.3.3 Бухтины и гофрировки.

3.3.3.1 Максимальная стрелка прогиба бухтины или гофра f', мм, измеряется относительно балок набора. Схема выполнения замеров f' приведена на рис. 3.3.3.1.

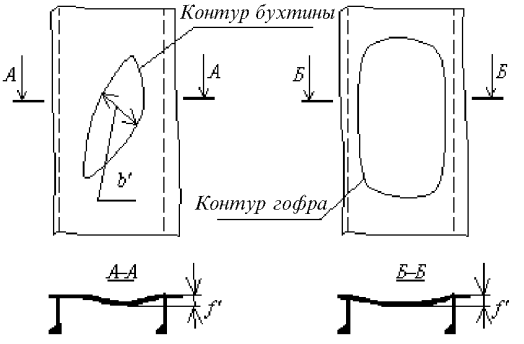


Рис. 3.3.3.1 Измерение параметров бухтины и гофра

3.3.3.2 Минимальный размер бухтины в плане b', мм, измеряется в месте максимального прогиба. Схема выполнения замеров b' приведена на рис. 3.3.3.1.

3.3.3.3 Максимальная стрелка прогиба гофра f', мм, определяется как наибольшая из замеренных в каждом гофре.

3.3.3.4 Расстояние между балками основного набора a, мм, определяется по конструктивному чертежу или измеряется в конструкции.

3.3.4 Вмятины.

3.3.4.1 В конструкции с вмятиной, у которой деформировано подряд до 10 балок основного набора, измерения должны выполняться на каждой

балке, при деформированных от 10 до 15 балок измерения допускается выполнять через одну балку, при деформированных 15 и более балок — через две балки, включая балку с наибольшей стрелкой прогиба f'.

В случае выполнения всех условий (2.3.3.3-1) для балки набора с максимальной стрелкой прогиба допускается остальные балки набора во вмятине не измерять.

3.3.4.2 Максимальная стрелка прогиба f', мм, и длина l', мм, деформированного участка балки набора измеряются в ее плоскости. Схемы выполнения замеров f' и l' приведены на рис. 3.3.4.2 *а*.

3.3.4.3 Отклонение стенки балки набора d', мм, от первоначального положения измеряется на уровне свободного пояска в месте, где это отклонение максимально. Схема выполнения замера d' приведена на рис. 3.3.4.2 *а*.

3.3.4.4 Высота балки набора h, мм, определяется по конструктивному чертежу или измеряется в конструкции.

3.3.4.5 Отстояние сечения балки набора c', мм, с максимальной стрелкой прогиба от ее ближайшей недеформированной опоры измеряется в ее плоскости. При измерении величины c' опорами для балки основного набора являются перпендикулярно расположенные балки рамного набора, палубы, платформы, переборки и т.д. Схема выполнения замеров c' приведена на рис. 3.3.4.2 *а*.

3.3.4.6 Стрелка прогиба балки набора на базе 300 мм f'_{300}, мм, измеряется в районе максимальной стрелки прогиба f'. Рекомендации по измерению параметра f_{300} приведены в приложении 3. Схема выполнения замеров f_{300} показана на рис. 3.3.4.2 *а*.

3.3.4.7 Максимальная стрелка прогиба f' , мм, и длина деформированного участка l', мм, балки набора и листовых элементов измеряются в их плоскости. Схемы выполнения замеров f' и l' приведены на рис. 3.3.4.2 *б*.

3.3.5 Соединительные элементы и местные подкрепления.

Обследование соединительных элементов и местных подкреплений, а также необходимость и правила замеров параметров деформаций в них устанавливаются, исходя из опыта технического наблюдения.

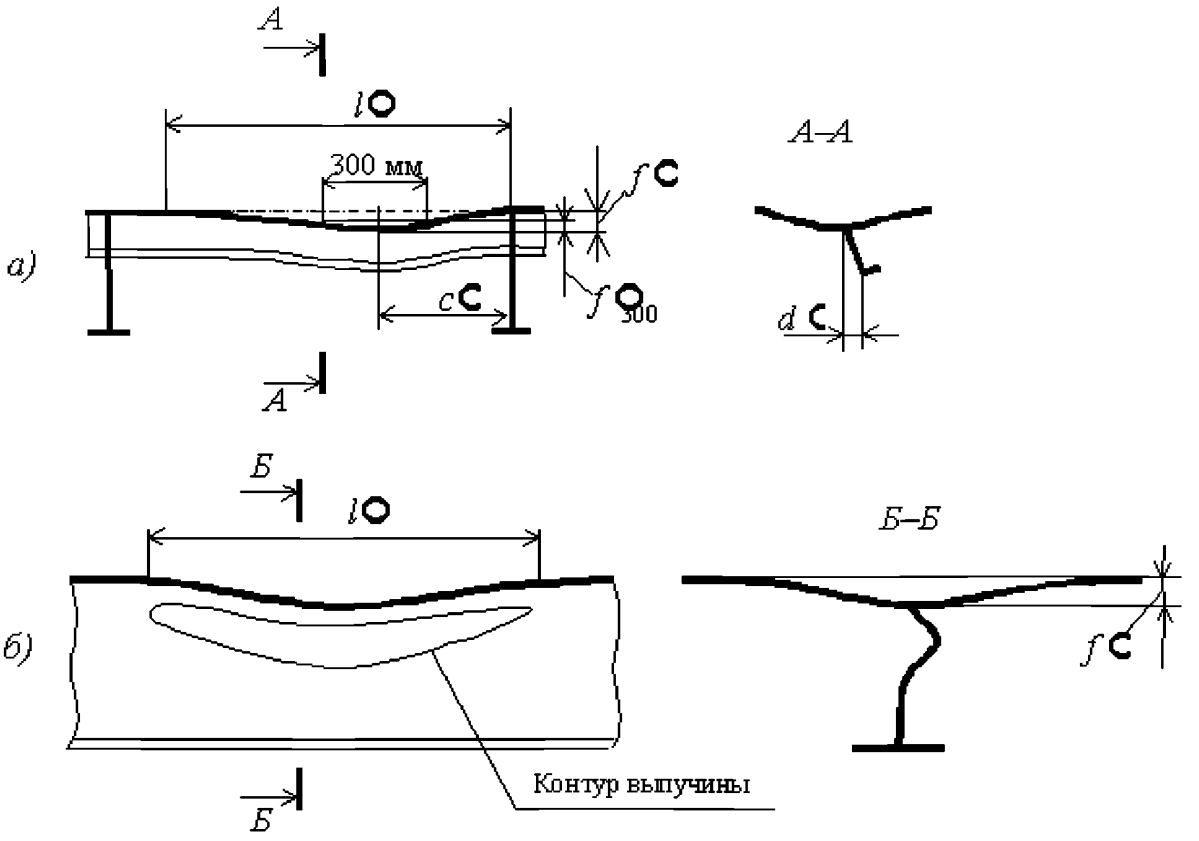


Рис. 3.3.4.2 Измерение параметров вмятин:
а — для балок основного набора; *б* — для балок рамного набора и листовых элементов

3.4 КОНСТРУКЦИИ С ТРЕЩИНАМИ И РАЗРЫВАМИ

3.4.1 Обследование конструкций.

3.4.1.1 Состояние конструкций корпуса с трещинами и разрывами характеризуется их видом, расположением в конструкции, длиной, площадью, направлением и раскрытием, которые определяются на основании замеров.

3.4.1.2 Вид трещины и разрыва устанавливается визуально при освидетельствовании корпуса на основании опыта технического наблюдения.

3.4.1.3 Трещины и разрывы в элементах корпуса могут быть обнаружены осмотром, испытаниями, а также с помощью следующих методов:

радиографического;

ультразвукового;

магнитопорошкового;

цветной дефектоскопии;

водоэмульсионных жидкостей, керосина с мелом и др.

3.4.1.4 Измерение параметров трещины и разрыва проводится на поверхности поврежденного элемента корпуса с помощью штангенциркуля, линейки или другого измерительного инструмента, обеспечивающего точность измерений не менее 5 мм.

3.4.1.5 Результаты измерений трещин должны быть оформлены в виде таблиц, приведенных в 2.3 приложения 2, а также чертежей или эскизов конструкции с трещиной и с указанием ее длины, раскрытия и направления.

Результаты измерений разрывов могут быть оформлены в произвольной форме.

Рекомендуется таблицы представлять в Регистр на дискетах для ПЭВМ.

3.4.1.6 Обследование элементов корпуса с трещинами и разрывами выполняется с учетом особенностей эксплуатации конструкций и опыта технического наблюдения.

3.4.2 Измерение параметров трещин.

Длина трещины λ', мм, в элементе корпуса измеряется по кратчайшему расстоянию между ее началом и концом. Конец трещины определяется визуально с добавлением 10 мм.

Раскрытие трещины t', мм, определяется максимальным расстоянием между ее кромками. Направление трещины в элементе определяется углом α, град., между линией, соединяющей начало и конец трещины, и диаметральной или основной плоскостью судна.

4 НОРМАТИВЫ ДЛЯ КОРПУСА С ДЕФЕКТАМИ

4.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1.1 Настоящий раздел регламентирует нормативы для элементов корпуса с дефектами для определения его технического состояния в соответствии с положениями разд. 2.

4.1.2 Нормативы настоящего раздела регламентируют техническое состояние элементов корпуса, соответствующее видам «ГОДЕН» и «ГОДЕН С ОГРАНИЧЕНИЯМИ» по 2.1.

4.1.3 Нормативы для вида технического состояния «ГОДЕН» определяются исходя из действующего класса Регистра и 5-летней периодичности очередных освидетельствований.

Для получения оценки технического состояния корпуса «ГОДЕН» в случае неудовлетворения какому-либо нормативу по заявке судовладельца может быть рассмотрена возможность соответствующего изменения класса Регистра и назначения судна.

4.1.4 Нормативы для вида технического состояния «ГОДЕН С ОГРАНИЧЕНИЯМИ» определяются для судна при ограничении условий эксплуатации и/или сокращении срока между освидетельствованиями с целью обеспечения необходимой безопасности судна в существующем техническом состоянии его корпуса или снижения объемов ремонта.

4.1.4.1 Ограничения спецификационных условий эксплуатации судна следует назначать, исходя из существующего технического состояния корпуса и намерений судовладельца в отношении последующей эксплуатации судна. Введение эксплуатационных ограничений повлечет изменение соответствующих требований Правил постройки к размерам и характеристикам элементов корпуса.

Ограничения спецификационных условий эксплуатации судна могут состоять в следующем:

районе плавания;

условиях погоды и сезоне эксплуатации (интенсивности волнения, силе ветра);

скорости хода и мощности главной энергетической установки;

виде перевозимого груза;

распределении и величине загрузки судна (специальном распределении перевозимого груза и

балласта, увеличении надводного борта и минимальной осадки носом);

способе и режиме погрузки — выгрузки груза;

условиях плавания во льдах;

условиях швартовки в море (по погоде, по районам корпуса судна, к которым разрешена швартовка).

Допускается применение комбинаций приведенных ограничений, а также других ограничений по согласованию с Регистром.

4.1.4.2 Сокращение срока менее 5 лет между освидетельствованиями до ближайшего ремонта, списания судна позволяет смягчить нормативы для элементов корпуса. На суда возрастом 30 лет и более настоящее положение не распространяется.

4.1.4.3 Для получения оценки технического состояния корпуса «ГОДЕН С ОГРАНИЧЕНИЯМИ» по заявке судовладельца также может быть рассмотрена возможность соответствующего изменения класса Регистра и назначения судна.

4.1.5 Нормативы для всех судов могут определяться по 4.2.1 — 4.2.5, 4.3 и 4.4.

4.1.5.1 Нормативы могут быть уточнены на основании опыта эксплуатации судов и расчетных обоснований по согласованию с Регистром.

4.1.5.2 Нормативы для однородных элементов или срок следующего освидетельствования корпуса судна с параметрами дефектов, превысившими 75% допускаемых величин[1], должны быть уточнены по 4.5 в следующих случаях:

среднегодовые износы более 25% однородных элементов превышают приведенные в правилах постройки;

параметры деформаций в элементах корпуса прогрессируют (увеличиваются) в процессе обычной эксплуатации судна.

4.1.5.3 Положения 4.2.1 — 4.2.3 позволяют разработать нормативы для элементов корпуса с износами с учетом особенностей конструкций корпуса и условий эксплуатации судна.

Нормативы определяются от размеров элементов корпуса, требуемых вновь изданными правилами постройки для нового корпуса без учета сокращенного проектного срока эксплуатации судна и наличия антикоррозионной защиты. При несоответствии размеров отдельных элементов требованиям Правил постройки или отсутствии в них требований к некоторым элементам нормативы являются предметом специального рассмотрения Регистром.

4.1.5.4 Использование Правил постройки предшествующих лет издания и определение нормативов для отдельных элементов корпуса от построечных размеров подлежат согласованию с Главным управлением Регистра.

4.1.6 Нормативы для элементов корпуса с износами судов, имеющих неизменный класс Регистра с постройки, могут определяться во время дефектации корпуса по 4.2.6 от построечных размеров его элементов при отсутствии нормативов, рассчитанных с использованием Правил постройки по 4.2.1 — 4.2.3.

4.1.7 Нормативы для элементов корпуса с износами переклассифицированных судов должны определяться по 4.2.1 — 4.2.3 с учетом 4.1.5.3. Определение нормативов по 4.2.6 не допускается.

4.1.8 Нормативы для элементов корпуса с износами судов с продолжительностью последующей эксплуатации менее 5 лет могут определяться с учетом 4.2.7.

4.1.9 Одновременное применение нормативов для элементов корпуса с износами, определенных по 4.2.1 — 4.2.3 и 4.2.6, не допускается для однородных элементов отсека корпуса.

4.1.10 Нормативы для элементов корпуса судна с дефектами должны быть оформлены в виде принятого к сведению Регистром документа.

4.2 КОНСТРУКЦИИ С ИЗНОСАМИ

4.2.1 Характеристики поперечного сечения корпуса.

4.2.1.1 Допускаемый остаточный момент сопротивления поперечного сечения корпуса для палубы, днища $[W_{п(дн)}]$, см^3, определяется по формуле

$$[W_{п(дн)}] = kW_{d(b)}, \qquad (4.2.1.1\text{-}1)$$

где $W_{d(b)}$ — момент сопротивления поперечного сечения корпуса для палубы, днища, см^3, требуемый Правилами постройки для нового судна;

k — коэффициент, равный следующим величинам:

для судов неограниченного района плавания и судов, имеющих в символе класса знаки ограничения районов плавания I, II:

$$k = 0{,}65 + 0{,}0012L, \qquad (4.2.1.1\text{-}2)$$

где L — расчетная длина судна, м;

для судов, имеющих в символе класса знаки ограничения района плавания IICП, IIICП, III:

$$k = 0{,}70 + 0{,}0012L, \text{ но не менее } 0{,}8. \qquad (4.2.1.1\text{-}3)$$

Во всех случаях величину коэффициента k не следует принимать более 0,90.

Для судов с палубой и надпалубными непрерывными продольными связями, включая ящик и непрерывные продольные комингсы, изготовленные из материалов с разными пределами текучести, допускаемый остаточный момент сопротивления поперечного сечения корпуса для палубы $[W_п]$, см^3, должен быть увеличен умножением на коэффициент k_1, определяемый по формуле

[1] Под допускаемым износом элемента корпуса понимается разность между его построечной и допускаемой остаточной толщиной.

$$k_1 = \frac{\eta_п}{\eta_к} \cdot \frac{z_п}{z_к}, \text{ но не менее 1,} \qquad (4.2.1.1\text{-}4)$$

где $\eta_п$ — коэффициент использования механических свойств стали для палубы, определяемый Правилами постройки;
$\eta_к$ — коэффициент использования механических свойств стали для надпалубных непрерывных продольных связей, определяемый Правилами постройки;
$z_п$ — отстояние расчетной палубы от нейтральной оси поперечного сечения корпуса, м;
$z_к$ — отстояние верхнего пояска надпалубных непрерывных продольных связей от нейтральной оси поперечного сечения корпуса, м.

Для судов длиной 200 м и более допускаемый остаточный момент сопротивления поперечного сечения корпуса для палубы, днища $[W_{п(дн)}]$, см^3, дополнительно должен удовлетворять условию

$$[W_{п(дн)}] \geqslant 0{,}9 W_{min}, \qquad (4.2.1.1\text{-}5)$$

где W_{min} — минимальный момент сопротивления поперечного сечения корпуса, см^3, требуемый Правилами постройки.

4.2.1.2 Допускаемый остаточный предельный момент сопротивления поперечного сечения корпуса для палубы, днища $[W^{Д}_{п(дн)}]$, см^3, определяется по формуле

$$[W^{Д}_{п(дн)}] = 1{,}1 \frac{|0{,}92 M_W + M_{SW}|}{\sigma_n} 10^3, \qquad (4.2.1.2)$$

где M_W, M_{SW} — изгибающие моменты, кНм, определяемые Правилами постройки;
σ_n — нормативный предел текучести материала палубы (днища), МПа, определяемый Правилами постройки.

4.2.1.3 Допускаемая остаточная толщина обшивки борта, внутреннего борта, непрерывной продольной переборки $[S_{б(пер)}]$, мм, определяется по формуле

$$[S_{б(пер)}] = k S_{s(l)}, \qquad (4.2.1.3)$$

где k — коэффициент, определяемый в соответствии с 4.2.1.1;
$S_{s(l)}$ — толщина обшивки борта, внутреннего борта и продольной переборки, мм, требуемая Правилами постройки.

4.2.2 Листы.

4.2.2.1 При общем износе допускаемая остаточная толщина листа $[S_1]$, мм, определяется по формуле

$$[S_1] = m_1 (S - \Delta S), \qquad (4.2.2.1\text{-}1)$$

где m_1 — коэффициент, принимаемый по табл. 4.2.2.1-1;
S — толщина листа, мм, требуемая Правилами постройки;
ΔS — надбавка на износ, мм, определяемая Правилами постройки. Для наружной обшивки в районах усилений (кроме ледовых) величина ΔS принимается по табл. 4.2.2.1-2. Для наружной обшивки в районах ледовых усилений величина ΔS определяется по Правилам постройки.

Допускаемая остаточная толщина листа $[S_1]$, мм, дополнительно должна удовлетворять условию

$$[S_1] \geqslant m_2 S_{min}, \text{ но не менее } 0{,}5 S_0, \qquad (4.2.2.1\text{-}2)$$

где m_2 — коэффициент, принимаемый по табл. 4.2.2.1-1;
S_{min} — минимальная толщина листа, мм, требуемая Правилами постройки;
S_0 — построечная толщина листа, мм.

Указанные в табл. 4.2.2.1-1 коэффициенты m_1 и m_2 применяются для судов длиной 90 м и более; для судов длиной 65 м и менее коэффициенты m_1 и m_2 принимаются одинаковыми по всей длине судна и равными их значениям для оконечностей; для промежуточных длин судов значения m_1 и m_2 определяются линейной интерполяцией.

Разность допускаемых остаточных толщин $[S_1]$ двух рядом расположенных листов не должна превышать 3 мм.

4.2.2.2 При местном износе допускаемая остаточная толщина участка листа $[S_3]$, мм, определяется по формуле

$$[S_3] = 0{,}85 [S_1], \qquad (4.2.2.2)$$

где $[S_1]$ — см. 4.2.2.1.

Для участка листа с канавочным износом протяженностью 100 мм и менее $[S_3]$ следует принимать как для листа с язвенным износом по 4.2.2.3.

4.2.2.3 При язвенном износе допускаемая остаточная толщина листа $[S_4]$, мм, определяется по формуле

$$[S_4] = 0{,}3 S_0, \text{ но не менее 3 мм,} \qquad (4.2.2.3)$$

где S_0 — см. 4.2.2.1.

4.2.3 Балки набора.

4.2.3.1 Допускаемый остаточный момент сопротивления поперечного сечения балки набора $[W_1]$, см^3, определяется по формуле

$$[W_1] = nW, \qquad (4.2.3.1)$$

где W — момент сопротивления поперечного сечения балки набора, см^3, требуемый Правилами постройки;
n — коэффициент, принимаемый равным:
0,80 — для балок основного и рамного набора в районах усилений;
0,75 — для продольных балок основного набора расчетной палубы, ширстрека, верхнего и нижнего поясьев внутреннего борта и продольных переборок, подпалубных и скуловых цистерн, второго дна и днища в средней части длины судна, а также всех балок рамного набора;
0,70 — для остальных балок набора;
0,65 — для коробчатых гофров.

4.2.3.2 Допускаемая остаточная площадь поперечного сечения стенки балки набора $[F_1]$, см^2, определяется по формуле

$$[F_1] = nF, \qquad (4.2.3.2)$$

где F — площадь поперечного сечения стенки балки набора, см^2, требуемая Правилами постройки;
n — коэффициент, принимаемый в соответствии с 4.2.3.1.

4.2.3.3 При общем износе допускаемая остаточная толщина элемента балки набора $[S_1]$, мм, определяется по формуле

$$[S_1] = nS, \qquad (4.2.3.3\text{-}1)$$

где n — коэффициент, принимаемый в соответствии с 4.2.3.1;
S — толщина элемента балки набора, мм, требуемая Правилами постройки.

Допускаемая остаточная толщина элемента балки набора $[S_1]$, мм, дополнительно должна удовлетворять условию

Таблица 4.2.2.1-1

Коэффициенты m_1, m_2 и m_0 для листов

№ п/п	Элементы корпуса	Район по длине судна	Суда группы I[1]		Суда группы II[1]		Суда групп I и II[1]
			m_1	m_2	m_1	m_2	m_0
1	**Палубы и платформы**						
1.1	Верхняя расчетная палуба[2], непрерывный продольный комингс	средняя часть оконечности	0,85 0,75	0,75 0,65	0,80 0,75	0,70 0,65	0,80 0,70
1.2	Вторая непрерывная палуба, расположенная выше $0{,}75D$ от основной плоскости[2]	средняя часть оконечности	0,80 0,75	0,65 0,60	—	—	0,80 0,70
1.3	Другие палубы и платформы	—	0,75	0,65	—	—	0,70
2	**Борта**						
2.1	Ширстрек	средняя часть оконечности	0,85 0,75	0,75 0,65	0,80 0,75	0,70 0,65	0,80 0,70
2.2	Наружный борт: в поясе переменных ватерлиний вне пояса переменных ватерлиний	 по всей длине средняя часть оконечности	 0,75 0,80 0,75	 0,65 0,70 0,60	 0,75 0,80 0,75	 0,65 0,70 0,60	 0,70 0,70 0,70
2.3	Внутренний борт: верхний пояс средний пояс нижний пояс	 средняя часть оконечности по всей длине средняя часть оконечности	 0,80 0,75 0,75 0,80 0,75	 0,70 0,60 0,65 0,65 0,60	 0,80 0,75 0,75 0,80 0,75	 0,70 0,60 0,65 0,65 0,60	 0,80 0,70 0,70 0,80 0,70
3	**Днище**						
3.1	Горизонтальный киль	средняя часть оконечности	0,85 0,75	0,75 0,65	0,85 0,75	0,75 0,65	0,80 0,70
3.2	Днище со скулой	средняя часть оконечности	0,85 0,75	0,75 0,65	0,80 0,75	0,70 0,60	0,80 0,70
4	**Второе дно**						
4.1	Второе дно	по всей длине	0,80	0,65	0,80	0,65	0,80
5	**Переборки**						
5.1	Переборка форпика	—	0,80	0,65	0,80	0,65	0,80
5.2	Поперечные переборки, переборки коффердамов: верхний пояс средний пояс нижний пояс	 — 	 0,75 0,75 0,80	 0,60 0,60 0,65	 0,85 0,75 0,80	 0,60 0,60 0,65	 0,70 0,70 0.70
5.3	Продольные переборки: верхний пояс средний пояс нижний пояс	 средняя часть оконечности по всей длине средняя часть оконечности	 — 	 — 	 0,85 0,75 0,75 0,80 0,75	 0,70 0,60 0,65 0,65 0,60	 0,80 0,70 0,70 0,80 0,70
5.4	Отбойные переборки	—	—	—	0,75	0,65	0,70
6	**Цистерны**						
6.1	Цистерны и коффердамы двойного дна и двойного борта	—	0,85	0,75	0,85	0,75	0,70
6.2	Подпалубные и скуловые цистерны	средняя часть оконечности	— —	— —	0,85 0,80	0,70 0,70	0,80 0,70
6.3	Другие цистерны	—	0,80	0,60	0,80	0,60	0,70

Продолжение табл. 4.2.2.1-1

№ п/п	Элементы корпуса	Район по длине судна	Суда группы I[1]		Суда группы II[1]		Суда групп I и II[1]
			m_1	m_2	m_1	m_2	m_0
7	**Надстройки и рубки[3]**						
7.1	Борт надстройки	—	0,80	0,60	0,80	0,60	0,70
7.2	Концевые переборки надстройки и рубки и боковые стенки рубки	—	0,80	0,70	0,80	0,70	0,70
7.3	Палуба надстройки и рубки	—	0,80	0,60	0,80	0,60	0,70
8	**Районы усилений**						
8.1	Ледовые усиления	район А район В район С	1,0 0,90 0,90	—	1,00 0,90 0,90	—	0,80 0,80 0,80
8.2	Усиления судов, швартующихся в море	— —	0,85 0,75	—	0,85 0,75	—	0,80 0,80
8.3	Усиления в районах воздействия экстремальных гидродинамических давлений	—	0,70	—	0,70	—	0,70
9	**Прочие элементы корпуса**						
	Прочие элементы корпуса			0,55			

[1]Группы судов определены в соответствии с Правилами постройки:
I — сухогрузные суда и аналогичные им по условиям эксплуатации;
II — наливные суда, суда для навалочных грузов, комбинированные суда и аналогичные им по условиям эксплуатации.
[2]Требования в средней части судна относятся к участкам палуб между бортом и линией больших вырезов. К участкам палуб между большими вырезами должны применяться требования к указанной палубе в оконечностях. Для верхней палубы в средней части судов ограниченного района плавания III СП $m_2 = 0,65$.
[3]Для обшивки и настила надстройки и рубки из алюминиевых сплавов $m_1 = m_2 = 0,80$.

Таблица 4.2.2.1-2

Значения ΔS для наружной обшивки в районе усилений

№ п/п	Наименование усилений	ΔS, мм
1	Усиления судов, швартующихся в море: при бортовом тралении в остальных случаях	 3,0 2,0
2	Усиления в районах воздействия экстремальных гидродинамических давлений	**0**

$$[S_1] \geqslant 0,65 S_{min}, \text{ но не менее } 0,5 S_0, \qquad (4.2.3.3\text{-}2)$$

где S_{min} — минимальная толщина элемента балки набора, мм, требуемая Правилами постройки;
S_0 — построечная толщина элемента балки набора, мм.

Для коробчатого гофра дополнительно должно быть выполнено условие

$$[S_1] \geqslant 12,5 b/\sqrt{\eta}\ , \qquad (4.2.3.3\text{-}3)$$

где b — ширина коробчатого гофра, м, в плоскости, параллельной плоскости переборки;
η — коэффициент использования механических свойств стали коробчатого гофра, определяемый Правилами постройки.

4.2.3.4 При местном износе допускаемая остаточная толщина участка элемента балки набора $[S_3]$, мм, определяется по формуле

$$[S_3] = 0,85[S_1], \qquad (4.2.3.4)$$

где $[S_1]$ — см. 4.2.3.3.

4.2.3.5 При язвенном износе допускаемая остаточная толщина элемента балки набора $[S_4]$, мм, определяется по формуле (4.2.2.3).

4.2.4 Сварные швы и заклепочные соединения.

4.2.4.1 При износе сварного шва на протяжении свыше 0,3 м допускаемые износы устанавливаются следующими:

для стыковых швов — не ниже поверхности элемента корпуса с меньшей толщиной в соединении;

для угловых швов — уменьшение калибра на 1 мм или на 20% в зависимости от того, что меньше.

4.2.4.2 При износе сварного шва на протяжении от 0,1 до 0,3 м его допускаемая остаточная толщина $[S_3]$, мм, определяется по формуле (4.2.2.2).

4.2.4.3 При износе сварного шва на протяжении до 0,1 м его допускаемая остаточная толщина $[S_4]$, мм, определяется по формуле (4.2.2.3).

4.2.4.4 Допускаемые износы заклепочных соединений устанавливаются следующими:

для плоских и полукруглых головок — не более 0,2 диаметра стержня заклепки;

для потайных и полупотайных головок — в глубину не более 0,1 диаметра стержня заклепки; при обнаружении мелкой зенковки и наличии пороков клепки, что устанавливается выборочной засверловкой заклепок, допускаемая глубина износа потайной головки должна быть уменьшена до 0,05 диаметра заклепки;

расстояние от центра заклепок крайнего ряда до изношенной кромки листа не должно быть менее 1,3 диаметра стержня заклепки;

для заклепочных соединений конструкций из алюминиевых сплавов со сталью расхождение соединенных листов не должно превышать 2 мм. Не допускается утонение листа или его участка из алюминиевого сплава в районе соединения со стальным листом более, чем на 20% первоначальной его толщины.

4.2.5 Местные подкрепления.

При общем износе допускаемая остаточная толщина местного подкрепления $[S_1]$, мм, определяется по формуле

$$[S_1] = 0{,}5S_0, \qquad (4.2.5)$$

где S_0 — построечная толщина местного подкрепления, мм.

4.2.6 Нормативы для применения непосредственно при освидетельствовании корпуса.

4.2.6.1 Нормативы, приведенные ниже, применимы только для судов, имеющих неизменный класс Регистра с постройки. Для переклассифицированных судов использование настоящих нормативов не допускается.

4.2.6.2 Допускаемый остаточный момент сопротивления поперечного сечения корпуса для палубы, днища $[W_{п(дн)}]$, см^3, определяется по формуле (4.2.1.1-1) при $k = 0{,}9$ и $W_{d(b)}$, определенном при построечных размерах связей.

4.2.6.3 Допускаемая остаточная толщина обшивки борта, внутреннего борта и продольной переборки $[S_{б(пер)}]$, мм, определяется по формуле (4.2.1.3) при $k = 0{,}9$ и $S_{s(l)}$, равной построечной толщине рассматриваемой связи.

4.2.6.4 При общем износе допускаемая остаточная толщина листа $[S_1]$, мм, определяется по формуле

$$[S_1] = m_0 S_0, \qquad (4.2.6.4)$$

где m_0 — коэффициент, принимаемый по табл. 4.2.2.1-1; для судов ограниченных районов плавания ПСП, ШСП и Ш величина m_0 должна приниматься не менее 0,75;

S_0 — построечная толщина листа, мм.

4.2.6.5 При местном износе допускаемая остаточная толщина листа $[S_3]$, мм, определяется по формуле

$$[S_3] = 0{,}85[S_1], \qquad (4.2.6.5)$$

где $[S_1]$ — см. 4.2.6.4.

4.2.6.6 При язвенном износе допускаемая остаточная толщина листа $[S_4]$, мм, определяется по 4.2.2.3.

4.2.6.7 При общем износе допускаемая остаточная толщина элемента балки набора $[S_1]$, мм, определяется по формуле

$$[S_1] = nS_0, \qquad (4.2.6.7)$$

где n — коэффициент, принимаемый в соответствии с 4.2.3.1;

S_0 — построечная толщина элемента балки набора, мм.

4.2.6.8 При местном износе допускаемая остаточная толщина элемента балки набора $[S_3]$, мм, определяется по формуле

$$[S_3] = 0{,}5S_0, \qquad (4.2.6.8)$$

где S_0 — см. 4.2.6.7.

4.2.6.9 При язвенном износе допускаемая остаточная толщина элемента балки набора $[S_4]$, мм, определяется по формуле (4.2.2.3).

4.2.6.10 Допускаемые износы сварных швов и заклепочных соединений определяются в соответствии с 4.2.4, местных подкреплений — в соответствии с 4.2.5.

4.2.7 Суда с продолжительностью последующей эксплуатации менее 5 лет.

4.2.7.1 Уменьшение допускаемого остаточного момента сопротивления поперечного сечения корпуса для палубы, днища $[W_{п(дн)}]$, см^3, определяемого в соответствии с 4.2.1, является в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

4.2.7.2 При общем износе допускаемая остаточная толщина листов и балок набора $[S_1]$, мм, определенная в соответствии с 4.2.2 и 4.2.3, может быть уменьшена на величину ΔS^*, мм, определяемую по формуле

$$\Delta S^* = (5 - \tau)u_ф, \qquad (4.2.7.2)$$

где τ — срок до ближайшего освидетельствования, ремонта или списания судна, год; $\tau < 5$;

$u_ф$ — среднегодовой износ элемента корпуса, мм/год, определяемый по формуле (4.5.3-2), но не более среднегодового $u_{ср}$, мм/год, определяемого Правилами постройки.

Для сварных швов, изношенных на протяжении свыше 0,3 м, при освидетельствовании и выборочных замерах не реже, чем каждые 2,5 года, допускаемые износы могут быть следующими:

для стыковых швов — до $0{,}95S_1'$, но не более 1 мм от поверхности листа;

для угловых швов — уменьшение калибра на 1,5 мм или на 30% в зависимости от того, что меньше, где S_1' — см. 4.2.4.

Допускаемые износы заклепочных соединений устанавливаются в соответствии с 4.2.4.

При общем износе допускаемая остаточная толщина местных подкреплений устанавливается в соответствии с 4.2.5.

4.2.7.3 При местном износе допускаемая остаточная толщина элементов корпуса $[S_3]$, мм, определяется по формуле

$$[S_3] = 0{,}85[S_1], \qquad (4.2.7.3)$$

где $[S_1]$ — см. 4.2.7.2.

4.2.7.4 При язвенном износе допускаемая остаточная толщина элемента корпуса $[S_4]$, мм, определяется по формулам:

$[S_4] = 0{,}3S_0$, при $2{,}5<\tau<5$, но не менее 3 мм; (4.2.7.4-1)

$[S_4] = 0{,}25S_0$, при $1<\tau\leqslant 2{,}5$, но не менее 2,5 мм; (4.2.7.4-2)

$[S_4] = 0{,}20S_0$, при $\tau\leqslant 1$, но не менее 2 мм; (4.2.7.4-3)

где S_0 — см. 4.2.2.1;
τ — см. 4.2.7.2.

4.3 КОНСТРУКЦИИ С ДЕФОРМАЦИЯМИ

4.3.1 Характеристики поперечного сечения корпуса.

Допускаемая суммарная протяженность бухтин, гофров и вмятин $\left[\sum_{i=1}^{n} l_{i_{b(d)}}\right]$, м, в расчетной палубе, днище в поперечном сечении корпуса устанавливается равной

$$\left[\sum_{i=1}^{n} l_{i_{b(d)}}\right] = 0{,}4B_1, \qquad (4.3.1)$$

где B_1 — ширина палубы между линией люковых вырезов и бортом или ширина днища, включая скулу, м.

Норматив $\left[\sum_{i=1}^{n} l_{i_{b(d)}}\right]$ может быть уточнен с помощью специальных методик по согласованию с Регистром.

4.3.2 Бухтины и гофрировки.

4.3.2.1 Для бухтин в расчетной палубе вне линии люковых вырезов, ширстреке и обшивке днища в средней части длины судна, допускаемая относительная стрелка прогиба $[f/b]$ устанавливается равной

$$\left.\begin{array}{l}[f/b] = 0{,}05 \text{ при } L\geqslant 90 \text{ м} \\ [f/b] = 0{,}10 \text{ при } L\leqslant 65 \text{ м}\end{array}\right\}, \qquad (4.3.2.1)$$

где L — расчетная длина судна, м.

При $65 < L < 90$ м норматив $[f/b]$ определяется линейной интерполяцией.

Для тех же элементов корпуса в оконечностях до $0{,}1L$ от соответствующих перпендикуляров, а также в других элементах корпуса по всей длине судна норматив $[f/b]$ принимается по табл. 4.3.2.1. В промежуточных районах между средней частью судна и $0{,}1L$ от соответствующих перпендикуляров норматив $[f/b]$ определяется линейной интерполяцией.

Таблица 4.3.2.1

Допускаемая относительная стрелка прогиба в бухтине $[f/b]$

b'/a	0,65 и менее	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
$[f/b]$	0,060	0,066	0,071	0,077	0,083	0,089	0,094	0,1

Примечание. b' — минимальный размер бухтины в плане, мм (см. 3.3.3.2); a — расстояние между балками набора, мм (см. 3.3.3.4).

4.3.2.2 Для гофрировки в настиле расчетной палубы, ширстреке и обшивке днища в средней части судна допускаемая относительная стрелка прогиба $[f/a]$ устанавливается равной

$$\left.\begin{array}{l}[f/a] = 0{,}05 \text{ при } L\geqslant 90 \text{ м} \\ [f/a] = 0{,}09 \text{ при } L\leqslant 65 \text{ м}\end{array}\right\}, \qquad (4.3.2.2\text{-}1)$$

где L — см. 4.3.2.

При $65 < L < 90$ м норматив $[f/a]$ определяется линейной интерполяцией.

В тех же элементах корпуса в оконечностях до $0{,}1L$ от соответствующих перпендикуляров, а также в других элементах корпуса по всей длине судна норматив $[f/a]$ устанавливается равным

$$[f/a] = 0{,}09. \qquad (4.3.2.2\text{-}2)$$

В промежуточных районах между средней частью судна и $0{,}1L$ от соответствующих перпендикуляров норматив $[f/a]$ определяется линейной интерполяцией.

4.3.2.3 Для элементов корпуса с бухтинами и гофрировкой, изготовленных из алюминиевого сплава с пределом текучести $R_{p0,2}$, равным 120 — 150 МПа, следует учитывать требования 4.3.2.1 и 4.3.2.2.

4.3.3 Вмятины.

4.3.3.1 Для балок набора, изготовленных из стали с пределом текучести R_{eH}, равным 235 МПа, при отсутствии выпучины допускаемая относительная стрелка прогиба $[f/l]$, относительное отклонение набора $[d/h]$, относительное положение максимума стрелки прогиба $[f/c]$ и стрелки прогиба на базе 300 мм $[f_{300}]$ устанавливаются равными

$[f/l]$ — определяется по табл. 4.3.3.1; (4.3.3.1-1)

$[d/h] = 0{,}15$; (4.3.3.1-2)

Таблица 4.3.3.1

Допускаемая относительная стрелка прогиба $[f/l]$ для балок набора во вмятине

l'/h	$[f/l]$	l'/h	$[f/l]$
10 и менее	0,050	20	0,080
12	0,055	24	0,088
16	0,070	30 и более	0,097

Примечание. l' — протяженность деформированного участка балки набора, мм, определяемая в соответствии с 3.3.4.2.

$[f/c] = 0{,}1;$ (4.3.3.1-3)

$[f_{300}] = 840/h.$ (4.3.3.1-4)

Если деформированные балки набора не могут быть осмотрены, нормативы изменяются на следующие:

$[f/l]$ — умножается на коэффициент 0,5;

$[d/h]$ — заменяется формулой

$$[(f_a - f_b)/a] = 0{,}15, \quad (4.3.3.1\text{-}5)$$

где f_a и f_b — максимальные стрелки прогиба двух смежных балок набора, мм; ($f_a \geq f_b$), определяемые в соответствии с 3.3.4.2;

a — расстояние между балками набора, мм;

$[f/c]$ — умножается на коэффициент 0,8;

$[f_{300}]$ — умножается на коэффициент 0,5.

4.3.3.2 Для балок набора и листовых элементов, изготовленных из стали с пределом текучести R_{eH}, равным 235 МПа, при наличии выпучины допускаемая относительная стрелка прогиба $[f/l]$ устанавливается, равным:

при наличии вырезов в стенке балки набора или листовом элементе

$[f/l] = 0{,}05;$ (4.3.3.2-1)

при отсутствии вырезов в стенке балки набора или листовом элементе

$[f/l] = 0{,}07.$ (4.3.3.2-2)

4.3.3.3 Для балок набора и листовых элементов, изготовленных из стали с пределом текучести R_{eH}, равным 390 МПа, нормативы $[f/l]$ по формуле (4.3.3.1-1), $[f/c]$ по формуле (4.3.3.1-3) и $[f_{300}]$ по формуле (4.3.3.1-4) должны быть умножены на коэффициент 0,85.

Для балок набора и листовых элементов, изготовленных из стали с пределом текучести $235 < R_{eH} < 390$ МПа, нормативы определяются линейной интерполяцией.

Нормативы $[d/h]$ по формуле (4.3.3.1-2), $[f/l]$ по формуле (4.3.3.2-1) и формуле (4.3.3.2-2) не зависят от предела текучести стали.

4.3.3.4 Для балок набора и листовых элементов, изготовленных из алюминиевого сплава с пределом текучести $R_{p0,2}$, равным 120 — 150 МПа, следует учитывать требования 4.3.3.1 — 4.3.3.2.

4.4 КОНСТРУКЦИИ С ТРЕЩИНАМИ

4.4.1 Допускаемая длина трещины [λ], мм, принимается по табл. 4.4.1.

4.4.2 Допускаемая длина трещины [λ], мм, в элементах корпуса может быть уточнена с помощью специальных методик по согласованию с Регистром.

Таблица 4.4.1

Допускаемая длина трещины [λ], мм

Элемент корпуса	Материал	
	сталь с $R_{eH} = 235$ МПа и алюминиевый сплав	сталь повышенной прочности
Листы	200	150
Балки набора	0,1h, но не более 100 мм	0,075h, но не более 75 мм
Соединительные элементы и местные подкрепления	0,1c, но не более 100 мм	0,075c, но не более 75 мм

Примечания: h — высота балки набора, мм;

c — катет кницы, протяженность грани местного подкрепления, вдоль которой распространяется трещина, мм.

4.5 КОНСТРУКЦИИ С ИНТЕНСИВНЫМ ИЗНОСОМ И ПРОГРЕССИРУЮЩИМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ

4.5.1 Положения настоящей главы применимы к элементам корпуса, которые подпадают под действие 4.1.5.2.

4.5.2 Допускаемый остаточный момент сопротивления его поперечного сечения для палубы и днища $[W_{п(дн)}]$, см^3, определяется по формуле (4.2.1.1-1).

4.5.3 Для элементов корпуса со среднегодовым износом $u_{фS}$, мм/год, превышающим среднегодовой износ $u_{ср}$, мм/год, из Правил постройки допускаемая остаточная толщина $[S_1]$, мм, определяемая в соответствии с 4.2, должна быть увеличена на величину $\Delta S_ф$, мм, определяемую по формуле

$$\Delta S_ф = 5(u_{фS} - u_{ср}), \quad (4.5.3\text{-}1)$$

где $u_{фS} = (S_0 - S_1')/T,$ (4.5.3-2)

либо определен допускаемый срок $[T]$, годы, их последующей эксплуатации по формуле

$$[T] = \frac{S_1' + 5u_{ср} - [S_1]}{S_0 - S_1'} T, \quad (4.5.3\text{-}3)$$

где S_1' — средняя остаточная толщина элемента корпуса, мм, определенная в настоящей дефектации корпуса в соответствии с 3.2;

S_0 — построечная толщина элемента корпуса, мм;

T — срок предшествующей эксплуатации, годы, элемента корпуса от даты его установки на судне.

4.5.4 Для элементов корпуса с прогрессирующими (увеличивающимися) параметрами остаточных деформаций со скоростью $u_{фf}$, мм/год, допускаемые стрелки прогиба $[f]$, мм, по всем видам деформаций, определяемые в соответствии с 4.3, должны быть уменьшены на величину Δf, мм, определяемую по формуле

$$\Delta f = 5u_{\Phi f}, \qquad (4.5.4\text{-}1)$$

где $u_{\Phi f} = \frac{f_1 - f_2}{T}$, (4.5.4-2)

либо определен допускаемый срок $[T]$, годы, их последующей эксплуатации по формуле

$$[T] = \frac{[f]^2 - (f_1')^2}{(f_1')^2 - (f_2')^2}, \qquad (4.5.4\text{-}3)$$

где f_1' и f_1' — стрелки прогиба элемента корпуса, определенные в настоящей и предыдущей дефектациях корпуса в соответствии с 3.3 в зависимости от вида деформации, мм;

T — промежуток времени между настоящей и предыдущей дефектацией корпуса, который допускается устанавливать равным 5 годам, как промежуток времени между очередными освидетельствованиями судна.

5 УКАЗАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕМОНТУ КОРПУСА

5.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1.1 Настоящим разделом регламентируются положения по ремонту корпуса с повреждениями, для которого установлен вид технического состояния «НЕ ГОДЕН» в соответствии с разд. 2.

5.1.2 В отремонтированных конструкциях корпуса должны быть восстановлены прочность, жесткость, непроницаемость до уровня, не ниже определенного Инструкцией для видов технического состояния «ГОДЕН», «ГОДЕН С ОГРАНИЧЕНИЯМИ» в соответствии с разд. 2.

5.1.3 В качестве методов ремонта конструкций рекомендуются замена, подкрепление, правка, заварка и заплавка[1]. Допускается, если не отмечено особо, ремонтировать только участок конструкции с повреждением.

5.1.4 В качестве методов временного ремонта конструкций до ближайшей постановки судна в док допускаются временные подкрепления, цементные ящики и т.п.

5.1.5 Метод ремонта следует определять, исходя из следующего:

вида повреждения и его численных параметров;

участка поврежденной конструкции и его расположения в корпусе;

возможных причин, вызвавших повреждение;

возраста и продолжительности последующей эксплуатации судна;

уровня качества выполнения работ на заводе, где судно будет проходить ремонт.

5.1.5.1 Вид повреждения и его численные параметры должны быть определены в соответствии с разд. 3.

5.1.5.2 Участок поврежденной конструкции необходимо оценить по степени важности его в конструкции в соответствии с назначением, классификацией групп связей по правилам постройки и с учетом требований к непроницаемости.

5.1.5.3 В качестве возможных причин, вызвавших повреждение, могут быть следующие:

ошибки проектирования;

внутренние дефекты материала;

технологические ошибки и низкое качество изготовления конструкции;

ошибки и непредусмотренные случаи эксплуатации.

5.1.5.4 Продолжительность последующей эксплуатации судна должна быть определена в зависимости от возраста судна, технического состояния корпуса, устройств, двигателя, механизмов, электрооборудования и приборов, а также намерений судовладельца в отношении объемов ремонта.

Продолжительность эксплуатации судна определяется в годах, если она составляет менее 5 лет, и должна быть кратной 5 годам, если она составляет 5 лет и более.

5.1.5.5 Следует учитывать, что при низком качестве выполнения ремонта конструкции могут оказаться менее надежными, чем в исходном состоянии с повреждением. Уровень качества выполнения работ на заводе, где судно будет проходить ремонт, следует оценивать относительно уровня качества выполнения работ при постройке судна.

5.1.5.6 Метод ремонта в каждом случае определяется судовладельцем и подлежит предварительному согласованию с Регистром.

5.1.6 Техническая документация по проекту ремонта корпуса в виде конструктивных чертежей, расчетно-пояснительных записок, технологических карт, ведомостей и т.п. подлежит согласованию с Регистром.

Допускается не восстанавливать конструкцию до построечного варианта. При определении размеров конструкций необходимо учитывать условия и продолжительность последующей эксплуатации судна.

[1] В Инструкции не рассматриваются методы ремонта, связанные с существенными изменениями и модернизацией корпуса.

Требуемая толщина восстанавливаемого элемента корпуса должна быть не менее определяемой по формуле

$$S = [S_1]+(T-5)u_{ср}, \qquad (5.1.6)$$

где S — требуемая толщина восстанавливаемого элемента корпуса, мм;

$[S_1]$ — допускаемая остаточная толщина восстанавливаемого элемента корпуса, мм, при общем износе, определяемая в соответствии с 4.2.2 — 4.2.6 с учетом 4.2.1;

T — предполагаемый срок дальнейшей эксплуатации судна, годы;

$u_{ср}$ — среднегодовой износ, мм/год, определяемый Правилами постройки.

Разность толщин восстановленного элемента и существующего соседнего элемента корпуса не должна превышать 3 мм.

5.1.7 Материал, используемый в ремонте конструкций, должен иметь свидетельство о соответствии Регистра.

При ремонте допускается устанавливать заменяющие или подкрепляющие элементы корпуса из стали с категорией не ниже требуемой правилами постройки как повышенной прочности, так и более низкой прочности по отношению к исходному варианту при наличии расчетных обоснований и согласования с Регистром.

Заменяющие или подкрепляющие элементы корпуса, участвующие в обеспечении продольной прочности, должны быть из стали категории не ниже построечной, той же или повышенной прочности.

5.1.8 Ремонт корпуса должен выполняться по технологии, согласованной с Регистром.

5.1.9 Все работы, связанные с ремонтом корпуса, должны проводиться под техническим наблюдением Регистра.

5.1.10 Отремонтированные конструкции подлежат предъявлению Регистру с проведением в необходимых случаях испытаний в соответствии с Правилами освидетельствований. Также должны быть учтены требования правил постройки к остойчивости судна.

5.1.11 Качественное выполнение ремонта конструкций и прохождение испытаний является основанием для возобновления класса судна.

5.1.12 При выборе метода ремонта и конструктивных решений рекомендуется руководствоваться документами, приведенными в приложении 5 к Инструкции.

5.2 КОНСТРУКЦИИ С ИЗНОСАМИ

5.2.1 Методы ремонта.

5.2.1.1 Для элементов корпуса с износами рекомендуются следующие методы ремонта:

замена элемента корпуса или его участка;

подкрепление элемента корпуса или его участка;

заплавка участка элемента корпуса.

5.2.1.2 Заменяющие элементы корпуса или его участка должны иметь толщины не менее определенных по формуле (5.1.6).

При замене балок набора узлы их пересечений с перекрестным набором должны быть выполнены так, чтобы обеспечивалась конструктивная непрерывность балок основного набора.

5.2.1.3 Подкрепление элемента корпуса или его участка может быть выполнено с помощью следующих средств:

накладных полос для увеличения момента сопротивления поперечного сечения корпуса судна и балок набора;

дублирующих листов для местных подкреплений конструкций и обеспечения непроницаемости (в качестве временного ремонта до ближайшей постановки судна в док), а также на судах с продолжительностью последующей эксплуатации менее 5 лет;

балок набора и ребер жесткости для увеличения момента сопротивления поперечного сечения корпуса судна и местных подкреплений конструкций.

Накладная полоса может иметь толщину, не более чем на 50% превышающую остаточную толщину листа подкрепляемой конструкции, но она должна быть не более 30 мм, ширину — не более 50 собственных толщин, но она должна быть не более 700 мм. Применение накладных полос с параметрами, выходящими за указанные пределы, является в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

Перед установкой сопрягаемые поверхности полосы и конструкции корпуса должны быть тщательно очищены и подогнаны. Зазоры между поверхностями сопрягаемых листов не должны превышать 2 мм.

При установке накладных полос должны быть приняты меры для максимального снижения продольного изгибающего момента корпуса.

Накладную полосу следует устанавливать с применением угловых швов. Не допускается применение пробочных и прерывистых швов. Стыковые сварные швы накладных полос должны иметь 100%-й контроль качества сварки. Для накладных полос, расположенных ниже ватерлинии, должна быть выполнена проверка качества угловых сварных швов испытанием наддувом воздуха с нанесением пенообразующего состава.

Конструктивное оформление стыков полос между собой следует выполнять в соответствии с рис. 5.2.1.3-1, а их окончаний — в соответствии с рис. 5.2.1.3-2.

Дублирующие листы должны отвечать требованиям согласованных с Регистром документов в отношении размеров, материала, технологии изготовления и установки на ремонтируемый элемент

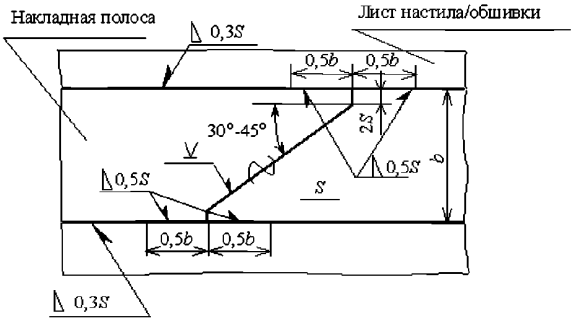


Рис. 5.2.1.3-1 Оформление стыков накладных полос

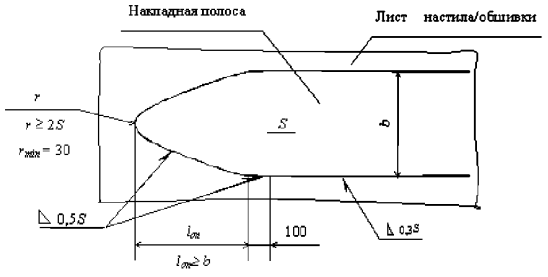


Рис. 5.2.1.3-2 Оформление окончаний накладных полос

корпуса. Не допускается применение дублирующих листов в районах интенсивной вибрации и воздействия ледовых нагрузок.

Подкрепляющие балки набора и ребра жесткости должны иметь размеры, определенные расчетом с учетом срока предполагаемой эксплуатации.

Подкрепляющие балки набора могут быть интеркостельными. Концы балок набора следует закреплять на балках рамного набора в соответствии с существующим конструктивным оформлением их в корпусе. При выборе другого варианта закрепления концов балок набора это должно быть учтено при определении размеров подкрепляющих балок набора.

5.2.1.4 Заплавка участка элемента корпуса должна выполняться электродами, соответствующими категории стали, из которой изготовлен ремонтируемый участок.

Перед выполнением сварочных работ участок элемента корпуса должен быть тщательно очищен от продуктов коррозии и подготовлен для сварки.

Во время сварочных работ следует применять рациональные режимы сварки с необходимой погонной энергией, концентрацией тепла, последовательностью наложения сварных швов или наплавок.

По окончании сварочных работ сварной шов или наплавку необходимо обработать и проверить на отсутствие трещин.

5.2.2 Характеристики поперечного сечения корпуса.

5.2.2.1 Для восстановления необходимых характеристик поперечного сечения корпуса допускается ремонт в виде замены и/или подкрепления комингса, верхней палубы, ширстрека, днища, второго дна, борта, внутреннего борта, продольных переборок с прилегающими к ним продольными балками набора.

5.2.2.2 Протяженность ремонтируемого участка по длине корпуса должна определяться на основании результатов дефектации кольцевых сечений корпуса. При протяженности ремонтируемого участка менее длины средней части судна необходимо в сечениях корпуса, граничащих с ремонтируемыми, проверить достаточность размеров связей для выполнения положений 2.2.1.

5.2.2.3 Размеры каждой отремонтированной связи должны проверяться на соблюдение требований правил постройки в отношении устойчивости.

5.2.2.4 Подкрепление корпуса может быть выполнено в виде установки накладных полос и/или дополнительных продольных балок набора.

Применение накладных полос для увеличения момента сопротивления поперечного сечения корпуса $W'_{п(дн)}$ более чем на 20% является в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

Рекомендуемое расположение накладных полос показано на рис. 5.2.2.4-1.

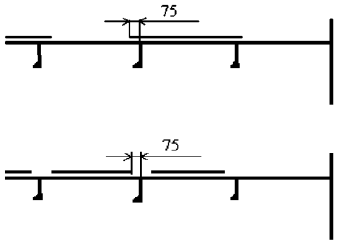


Рис. 5.2.2.4-1 Расположение накладных полос

Дополнительные балки набора могут устанавливаться между существующими балками набора, а также, где это возможно по условиям эксплуатации судна, с обратной стороны поверхности листа, например, на наружной стороне настила палубы нефтеналивного судна (см. рис. 5.2.2.4-2).

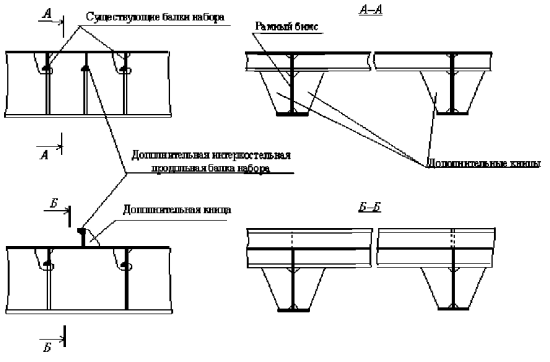


Рис. 5.2.2.4-2 Установка дополнительных балок набора

Протяженность подкреплений по длине судна должна быть достаточной для обеспечения $[W_{п(дн)}]$ в контролируемых сечениях корпуса и во всех случаях должна перекрывать среднюю часть судна.

5.2.3 Листы.

5.2.3.1 При общем износе толщина заменяемого листа должна быть не менее определяемой по формуле (5.1.6). Для листов наружной обшивки, обшивок переборок, настилов палуб в районе интенсивной вибрации замененные листы должны иметь толщины, требуемые Правилами постройки для нового судна.

Допускается временный ремонт листа производить с помощью дублирующего листа. Для связей, участвующих в обеспечении продольной прочности корпуса, возможность применения дублирующих листов должна быть обоснована расчетом. Листы, участвующие в обеспечении продольной прочности корпуса и отремонтированные с помощью дублирующих листов, должны учитываться в расчетах $W_{п(дн)}$ без дублирующих листов. Для листов конструкций, обеспечивающих непроницаемость и отремонтированных с помощью дублирующих листов, необходимо провести испытания в соответствии с Правилами освидетельствований.

5.2.3.2 При местном износе суммарная площадь замененных несмежных участков не должна превышать 40% площади листа.

Допускается временный ремонт изношенного участка листа с местным износом производить с помощью дублирующего листа. Листы с линейным износом в районах ледового пояса и усилений корпуса для швартовок не допускается ремонтировать с помощью накладных полос.

При ремонте изношенного участка листа подкреплением с помощью интеркостельных балок или ребер жесткости необходимо расчетом подтвердить эффективность конструктивных решений. При этом допускаемая остаточная толщина участка листа $[S_3]$ может быть уменьшена с учетом выполненного подкрепления.

Листы с канавочным износом допускается ремонтировать подваркой. При этом суммарная площадь наплавок не должна превышать 5% площади ячейки листа.

5.2.3.3 При язвенном износе листа допускается производить ремонт заплавкой с соблюдением тех же положений, что и для листов с канавочным износом. Не допускается ремонт заплавкой язвин, отстоящих от клепаного шва менее чем на 50 мм.

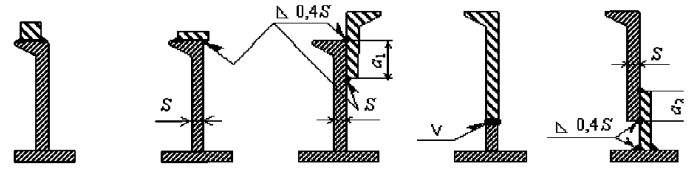
При ремонте методом замены ячейки листа с язвинами следует руководствоваться положениями 5.1.6.

Допускается временный ремонт ячейки листа с язвинами производить с помощью дублирующего листа.

5.2.4 Балки набора.

5.2.4.1 При общем износе балка набора должна заменяться полностью, если потерянная вследствие износа площадь поперечного сечения ее элемента превышает 60% первоначальной величины, а также если она расположена в средней части длины судна и является продольным набором палубы или днища.

При ремонте балки набора подкреплением в виде усиления ее элементов необходимо обеспечить усиление по всей длине пролета. Для подкрепления балок набора могут быть использованы накладные полосы по стенкам и пояскам, а также балки из катаных профилей. Рекомендуемые схемы подкреплений изношенных балок набора приведены на рис. 5.2.4.1-1. Допускается момент сопротивления поперечного сечения подкрепленной балки набора не увеличивать сверх построечной величины.



$a_1 \geqslant 2S + 25$ мм; $a_2 \geqslant 2S + 50$ мм

Рис. 5.2.4.1-1 Подкрепления балок набора:
— существующие балки набора; — дополнительные подкрепления

Для продольных балок набора палубы и днища в средней части длины судна этот вид ремонта не допускается.

При ремонте балки набора подкреплением в виде дополнительно установленных балок набора или опор (рамных балок) в перекрытии (см. рис. 5.2.4.1-2) необходимо расчетом подтвердить эффективность принятых конструктивных решений. При этом допускаемые остаточные толщины элементов балки набора $[S_1]$ могут быть уменьшены с учетом выполненного подкрепления.

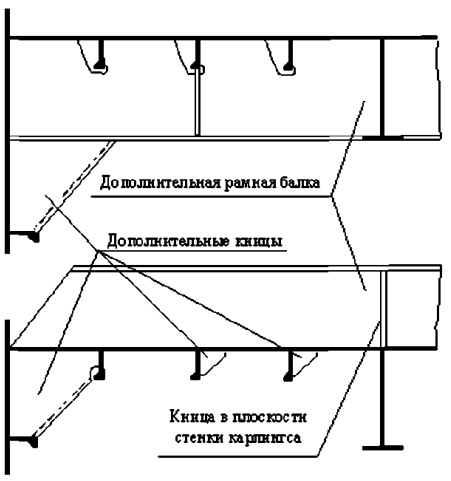


Рис. 5.2.4.1-2 Подкрепление балок основного набора с помощью рамных балок

5.2.4.2 При местном износе пятнами, канавочном элемент балки набора может быть заменен на ограниченном участке пролета в районе износа. Замененный участок должен иметь размеры не менее построечных размеров этой балки набора.

При ремонте балки набора подкреплением в виде усиления ее элементов необходимо обеспечить усиление по всей длине изношенного участка. Допускается также подкреплять изношенные участки стенок балок рамного набора ребрами жесткости. Рекомендуемые схемы подкреплений участков балок набора приведены на рис. 5.2.4.2.

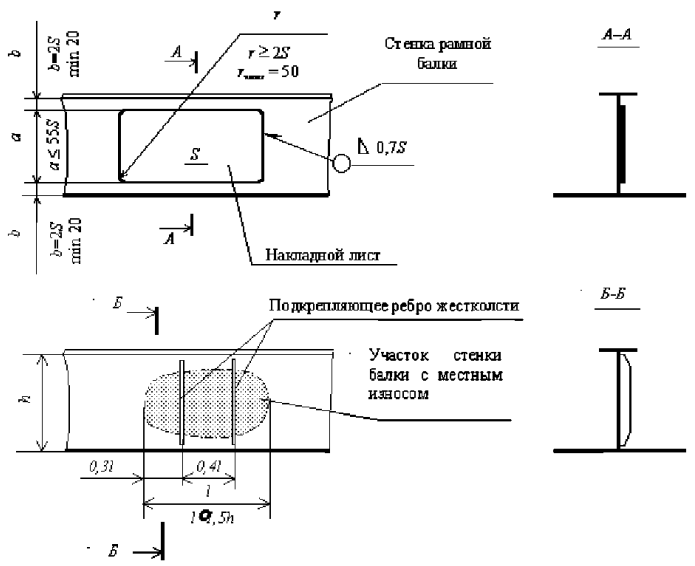


Рис. 5.2.4.2 Подкрепление участка балки набора

Для элементов продольных балок набора палуб и днища в средней части длины судна ремонт методом подкреплений не допускается.

5.2.4.3 При язвенном износе элемент балки набора в случае необходимости может быть отремонтирован методами, изложенными в 5.2.3.3.

5.2.5 Сварные швы и заклепочные соединения.

5.2.5.1 Допускается изношенные сварные швы ремонтировать подваркой. В случае необходимости отдельные участки сварных швов могут быть вырублены и заново заварены.

5.2.5.2 Слабые, водотечные или изношенные заклепочные соединения должны переклепываться. Глубина зенковки при замене потайных заклепок должна быть не более 0,9 и не менее 0,7 остаточной толщины той связи, в которой она выполнена.

При износе листа из алюминиевого сплава в районе соединения со стальным изношенный участок листа должен быть удален, а заклепочный шов переклепан.

В отдельных случаях по согласованию с Регистром допускается обварка неослабленных и неводотечных заклепок, единичных водотечных заклепок, а также применение электрозаклепок.

5.2.6 Соединительные элементы и местные подкрепления.

5.2.6.1 При общем износе соединительный элемент заменяется в случае замены подкрепляемой им балки набора.

При ремонте балки набора другими методами допускается подкреплять изношенный соединительный элемент. Например, может быть установлено ребро жесткости по стенке кницы, соединяющей рамные связи. В этих случаях необходимо подтвердить расчетом или другим способом эффективность принятых конструктивных решений.

5.2.6.2 При местном износе соединительный элемент допускается заменять частично в районе повышенного износа (например, концов бракет, больших книц). Толщина замененного участка должна быть не менее толщины оставшейся части элемента.

В отдельных случаях по согласованию с Регистром в качестве метода ремонта участка соединительного элемента могут быть применены подкрепления в виде накладных листов или ребер жесткости.

5.2.6.3 Изношенные местные подкрепления, как правило, подлежат полной замене. В необходимых случаях допускается частичная замена наиболее изношенного участка подкрепления.

5.3 КОНСТРУКЦИИ С ДЕФОРМАЦИЯМИ

5.3.1 Методы ремонта.

5.3.1.1 Для элементов корпуса с остаточными деформациями рекомендуются следующие методы ремонта:

замена элемента корпуса или его участка;

подкрепление элемента корпуса или его участка с остаточной деформацией;

правка.

5.3.1.2 Замена элемента корпуса или его участка выполняется в соответствии с положениями 5.2.1.2.

5.3.1.3 Подкрепление элемента корпуса или его участка может быть выполнено с помощью следующих средств:

струн (накладных полос);

балок набора или ребер жесткости.

Струны, балки или ребра жесткости должны быть изготовлены и установлены с соблюдением соответствующих положений 5.2.1.3.

5.3.1.4 Правка деформаций должна выполняться по технологии, одобренной Регистром. Интенсивный нагрев следует осуществлять по всему участку элемента с деформацией.

Для элементов корпуса, изготовленных из сталей повышенной прочности, подвергавшихся термической обработке, ремонт остаточных деформаций правкой не допускается.

5.3.2 Характеристики поперечного сечения корпуса.

Для элементов корпуса судна с деформациями, расположенных в средней части судна, в расчетной палубе и днище, допускается выполнять ремонт методами замены и подкрепления. Допустимость подкрепления вмятин должна быть обоснована расчетом.

Для продольных балок набора расчетной палубы и днища в средней части судна не допускается выполнение ремонта методом установки струн.

5.3.3 Бухтины и гофрировки.

5.3.3.1 При замене элемента корпуса с бухтинами и гофрами толщина замененного участка должна быть не менее определенной по формуле (5.1.6).

Элемент корпуса с гофрами подлежит ремонту методом замены в случае, если $f'/a \geqslant 1{,}5[f'/a]$, где f', f, a, $[f/a]$ определяются в соответствии с 3.3.3 и 4.3.2.

5.3.3.2 Бухтины и гофры должны быть подкреплены балками набора или ребрами жесткости высотой не менее 75% высоты существующих балок набора. Рекомендуемая схема подкрепления бухтин и гофров приведена на рис. 5.3.3.2.

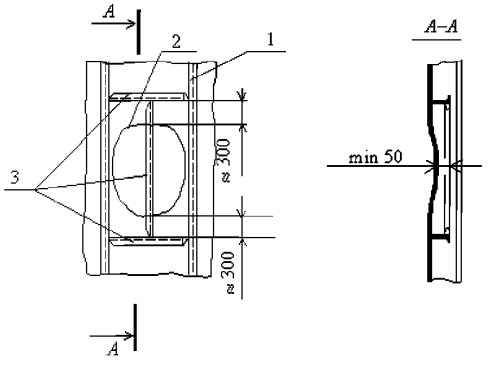


Рис. 5.3.3.2 Подкрепление бухтин и гофров ребрами жесткости:
1 — балка основного набора;
2 — контур бухтины или гофра;
3 — ребра жесткости

5.3.3.3 При ремонте элементов корпуса с бухтинами и гофрами правку одного и того же деформированного участка допускается выполнять не более чем в двух ремонтах с обязательным интенсивным нагревом обшивки настила в следующих случаях:

для бухтин, у которых деформированный участок обшивки настила не доходит до балок набора, — во всем районе образования бухтины;

для гофров и бухтин, у которых деформированный участок обшивки настила доходит до балок набора, — вдоль набора и в районе максимального прогиба стрелки.

5.3.4 Вмятины и выпучины.

5.3.4.1 Элемент корпуса с вмятиной и выпучиной подлежит ремонту методом замены в случае, если нет возможности устранить разрыв заваркой в соответствии с 5.4.1.4.

При замене элемента корпуса с вмятинами и выпучинами толщина замененного участка должна быть не менее определенной по формуле (5.1.6).

Балки основного набора в районе вмятины должны ремонтироваться методом замены в случае, если $f'/l' > 2[f/l]$ и $f_{300} > 2[f_{300}]$, где f', l', f_{300}, $[f/l]$, $[f_{300}]$ определяются в соответствии с 3.3.4 и 4.3.3.

Элемент корпуса с выпучиной подлежит ремонту методом замены в случае, если $f'/l' > 2[f/l]$.

5.3.4.2 Допускается подкреплять конструкцию в районе вмятины путем установки дополнительных балок набора или ребер жесткости (например, промежуточных шпангоутов, стрингеров). Эффективность подкреплений должна быть обоснована расчетом с учетом конкретных параметров вмятины.

При невыполнении условий 2.3.3.3 только по отклонению стенок балок набора от своей первоначальной плоскости рекомендуется выполнять их подкрепление с помощью струн, привариваемых поверх свободных поясков балок набора перпендикулярно их направлению (см. рис. 5.3.4.2-1). При установке струн необходимо перекрывать поврежденный район не менее чем на две шпации в каждую сторону. Площадь поперечного сечения струны выбирается близкой к площади поперечного сечения свободного пояска балки набора.

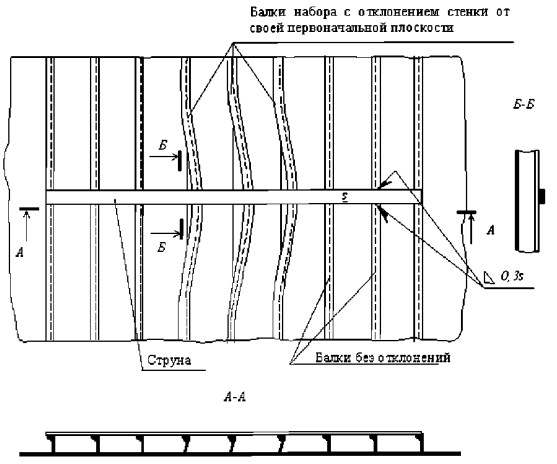


Рис. 5.3.4.2-1
Подкрепление балок набора с помощью струны

При невыполнении условий 2.3.3.3 допускается выполнять подкрепления выпучин ребрами жесткости, если $f'/l' \leqslant 2[f/l]$. Рекомендуемые схемы подкрепления стенок балок набора с выпучинами приведены на рис. 5.3.4.2-2. Толщину подкрепляющего ребра жесткости S следует принимать равной толщине стенки подкрепляемой балки набора, минимальную высоту стенки ребра — из условия $h_{мин} \geqslant 5s$.

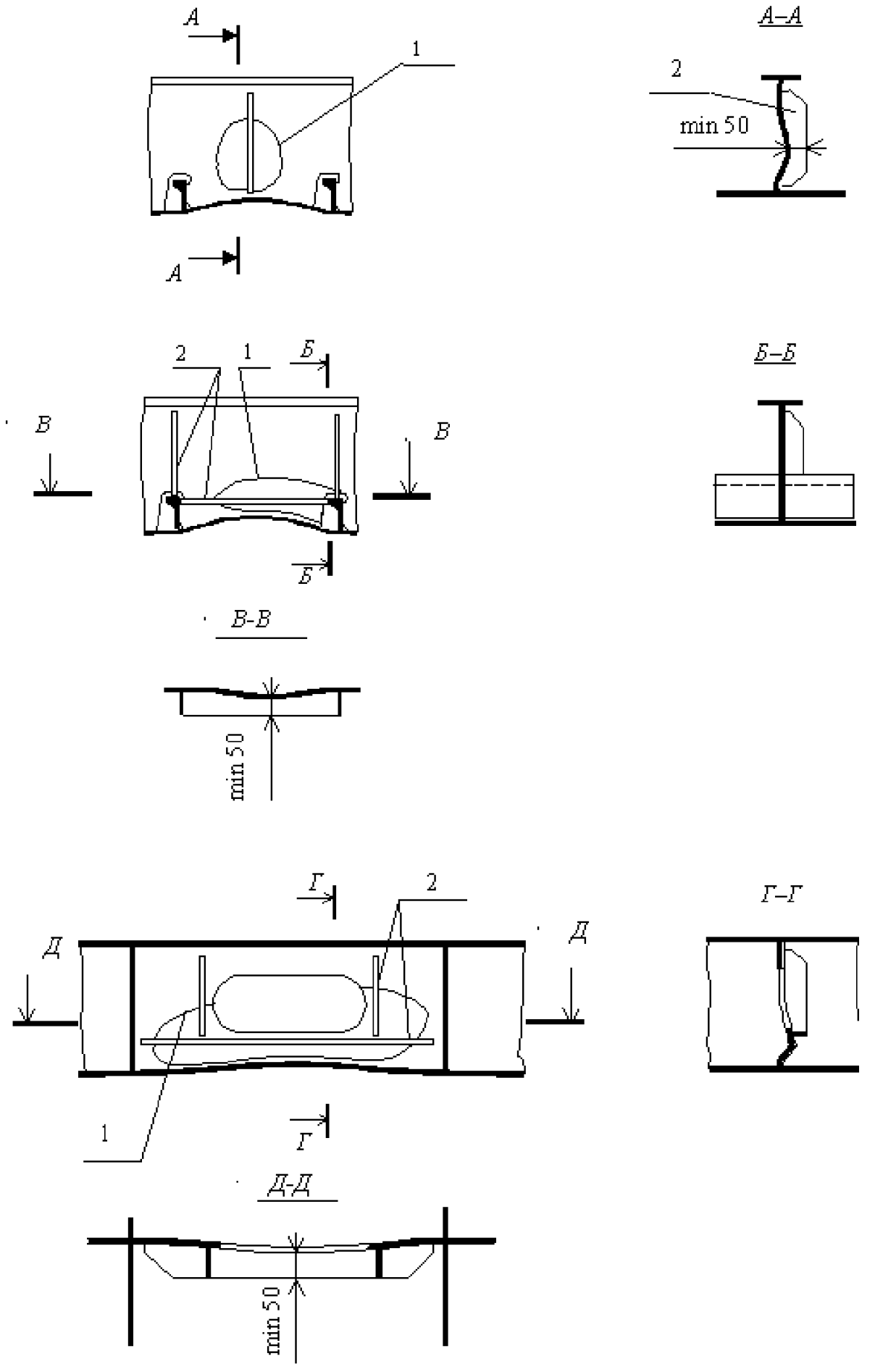


Рис. 5.3.4.2-2 Подкрепления выпучин:
1 — контур выпучины; 2 — ребро жесткости

5.3.4.3 При ремонте вмятин допускается правка только на участках, не подвергавшихся правке в предыдущих ремонтах, с одновременным интенсивным нагревом балки набора в районе максимального прогиба стрелки и обшивки настила с прилегающей частью стенки балки набора на контуре вмятины. При правке вмятин с выпучинами должны быть также выполнены положения 5.3.3.3 для бухтин.

5.3.5 Соединительные элементы и местные подкрепления.

5.3.5.1 Кницы с деформированным свободным пояском подлежат ремонту методом замены.

5.3.5.2 Деформированные кницы без свободного пояска/фланца, а также кницы с недеформированным свободным пояском/фланцем допускается подкреплять установкой ребер жесткости.

5.3.5.3 Деформированные местные подкрепления подлежат ремонту методом замены.

5.4 КОНСТРУКЦИИ С ТРЕЩИНАМИ И РАЗРЫВАМИ

5.4.1 Методы ремонта.

5.4.1.1 Для элементов корпуса с трещинами и разрывами рекомендуются следующие методы ремонта:

замена участка элемента корпуса с трещиной или разрывом;

замена участка элемента корпуса с трещиной или разрывом с модернизацией конструкции;

заварка.

5.4.1.2 Замена участка элемента корпуса с трещиной рекомендуется, если:

трещина ветвистая, возникла впервые;

трещина прогрессирующая (растущая);

вероятными причинами возникновения трещины являются низкое качество материала, его расслоение, грубые технологические ошибки или низкое качество изготовления конструкции, перегрев или пережог материала, способные привести в последующем к повторному возникновению трещины;

судно моложе 10 лет.

Размеры участка элемента, подлежащего замене, должны выбираться с учетом следующего:

участок должен полностью перекрывать длину трещины с добавлением 30 мм по направлению распространения трещины от ее вершины;

граница участка должна располагаться вне участка элемента корпуса с концентрацией напряжений, вызванной его формой;

размеры участка должны обеспечивать выполнение технологических операций на уровне требуемого качества ремонта.

Для элементов корпуса с разрывами ремонт должен быть выполнен методом замены. Допускается выполнять ремонт в элементах корпуса, не подверженных усилиям от продольного изгиба корпуса, с помощью накладных листов в качестве временного подкрепления до очередного ремонта. Накладной лист должен перекрывать кромку разрыва на величину $2S+25$ мм, но не более 50 мм, где S — меньшая из толщин соединяемых листов, мм.

5.4.1.3 Замена участка элемента корпуса с трещиной с модернизацией конструкции рекомендуется, если:

трещина ветвистая, возникла повторно;

трещина прогрессирующая (растущая), возникла повторно;

вероятными причинами возникновения трещины являются ошибки проектирования (жесткие точки, концентрация напряжений и т.п.), вибрация корпуса и механизмов.

Замена участка элемента корпуса с трещиной с модернизацией конструкции также может быть рекомендована, исходя из опыта технического наблюдения за судами серии или однотипными судами.

Модернизация конструкции заключается в ее конструктивном улучшении с целью предотвращения появления трещин в последующем. Эффективность предлагаемого конструктивного решения должна быть обоснована, решение подлежит согласованию с Регистром.

5.4.1.4 Заварка трещины рекомендуется, если:

трещина одиночная (не ветвистая), возникла впервые;

вероятными причинами возникновения трещины являются шлаковые включения, поры и другие внутренние дефекты материала, технологические ошибки, низкое качество сборки и изготовления конструкций, а также ошибки и непредусмотренные случаи эксплуатации (навал, удар, столкновение, посадка на мель и т.п.);

судно старше 20 лет.

Для элементов корпуса с бухтинами и вмятинами, имеющих разрывы, допускается заварка разрыва, если его раскрытие не превышает допусков на подготовку кромок под сварку.

Заварка трещин и разрывов должна выполняться по технологии, одобренной Регистром. Кромки трещины и разрыва должны быть разделаны под сварку, конец трещины засверлен. Диаметр отверстия должен быть не менее толщины листа.

5.4.1.5 Во всех случаях при ремонте элементов корпуса с трещинами и разрывами выбор сварочных материалов, материала заменяемого участка и технология проведения работ должны соответствовать 5.1.7 и 5.1.8.

5.4.2 Элементы корпуса.

5.4.2.1 В связях корпуса, участвующих в обеспечении продольной прочности, трещины и разрывы могут быть заварены в случаях, указанных

в 5.4.1.4, когда их длина не превышает нормативов, установленных в 4.4. В остальных случаях следует руководствоваться положениями 5.4.1.2 и 5.4.1.3.

5.4.2.2 Листы и балки набора с трещинами и разрывами следует отремонтировать в соответствии с положениями 5.4.1.2 — 5.4.1.5 с учетом их принадлежности к конструкциям, в которых трещины не допускаются или допускаются согласно 2.4.

5.4.2.3 Участки сварных швов с трещинами должны вырубаться до неповрежденного металла и завариваться до размеров, не менее определенных 4.2.4.

Участки сварных швов с разрывами могут быть заварены после устранения остаточных деформаций в случаях, когда это возможно.

При выполнении ремонтных работ необходимо соблюдать положения 5.2.1.4.

5.4.2.4 Участки заклепочных соединений с трещинами и разрывами, воспринимающие нагрузки от общего изгиба корпуса, следует заменить и переклепать.

Трещины и разрывы в заклепочных соединениях, обеспечивающих непроницаемость, могут быть заварены в случаях, указанных в 5.4.1.4. В остальных случаях следует руководствоваться положениями 5.4.1.2 и 5.4.1.3.

5.4.2.5 Участок соединительного элемента с трещиной и разрывом следует отремонтировать в соответствии с положениями 5.4.1.2 — 5.4.1.5. В случае, когда длина трещины соизмерима с размерами соединительного элемента, элемент целиком подлежит замене или модернизации.

5.4.2.6 Необходимость и метод ремонта местных подкреплений с трещинами и разрывами определяются, исходя из опыта технического наблюдения. Допускается заварка участка подкрепления с трещиной без засверловки ее конца и разделки кромок.

6 УКАЗАНИЯ ПО ОБНОВЛЕНИЮ КОРПУСА

6.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

6.1.1 Настоящий раздел регламентирует выполнение обновления корпуса судна.

6.1.2 Под обновлением корпуса понимается комплекс мероприятий по подтверждению или восстановлению его технического состояния до установленных Инструкцией уровней 1SS (first special survey) или 2SS (second special survey), соответствующих состоянию корпуса при первом или втором очередном освидетельствовании после 5-летней или 10-летней эксплуатации судна от постройки в установленных условиях.

6.1.3 Комплекс мероприятий по обновлению корпуса состоит из следующих этапов:

подачи судовладельцем заявки в Регистр на выполнение обновления корпуса;

определения технического состояния корпуса;

выполнения в необходимых случаях ремонта корпуса;

оформления и выдачи Регистром Удостоверения о соответствии требованиям процедуры обновления корпуса судна.

6.1.4 Уровень обновления корпуса назначается, как правило, исходя из возраста судна:

1SS — для судов не старше 15 лет;

2SS — для судов не старше 25 лет.

Для судов старше 25 лет может быть выполнено обновление их корпусов на уровень 2SS по согласованию с Регистром.

Отступления от установленных возрастных ограничений для судна являются в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

6.1.5 Обновление корпуса не изменяет ранее установленных сроков освидетельствования и не прерывает установленного Регистром процесса классификации судна.

Объемы последующих освидетельствований обновленного корпуса изменяются в соответствии с вновь определенным возрастом. Например, ближайшее очередное освидетельствование корпуса судна в возрасте 15 лет, прошедшего обновление на уровень 1SS, выполняется в объеме второго, следующее — в объеме третьего, и т.д. Исключение составляют навалочные, нефтенавалочные, нефтеналивные суда и химовозы, для которых объемы освидетельствований определяются расширенными программами, регламентированными соответствующими требованиями части III «Дополнительные освидетельствования судов в зависимости от их назначения и материала корпуса» Правил освидетельствований.

6.1.6 Обновление корпуса выполняется по желанию судовладельца.

6.1.7 Сроки выполнения этапов обновления корпуса судна устанавливаются в каждом случае по взаимному соглашению между судовладельцем и Регистром.

6.1.8 Все работы по обновлению корпуса должны выполняться под техническим наблюдением Регистра и вместе с результатами испытаний должны быть зафиксированы в Акте освидетельствования корпуса по форме 6.3.7 или 6.3.12.

6.1.9 Каждый этап обновления корпуса должен быть оформлен судовладельцем в виде отчетных документов, согласованных с Регистром. Документы должны храниться на судне, у судовладельца и в Регистре.

6.2 ЗАЯВКА НА ОБНОВЛЕНИЕ КОРПУСА

6.2.1 Заявка на обновление корпуса оформляется судовладельцем по установленной форме, приведенной в приложении 4 к Инструкции.

6.2.2 Заявка направляется судовладельцем на рассмотрение в Главное управление Регистра. К заявке прилагаются следующие документы:

акт Регистра последнего очередного освидетельствования корпуса;

результаты последней дефектации корпуса;

чертеж общего расположения судна.

6.2.3 Решение о возможности выполнения обновления корпуса принимается Главным управлением Регистра в двухнедельный срок и оформляется в письменном виде с указанием распределения работ по техническому наблюдению за выполнением обновления корпуса судна между Главным управлением и инспекцией Регистра.

6.3 УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСА

6.3.1 Техническое состояние корпуса определяется судовладельцем в соответствии с разд. 2, положениями настоящей главы, а также 6.4 и 6.5.

6.3.2 Техническое состояние обновляемого корпуса может быть определено с учетом вводимых по желанию судовладельца ограничений спецификационных условий эксплуатации, перечисленных в 4.1.4.1. Вводимые ограничения учитываются при возобновлении судну класса Регистра.

6.3.3 Техническое состояние конструкций с износами определяется в соответствии с разд. 2, а также с учетом 6.5.

6.3.4 Техническое состояние конструкций с деформациями определяется в соответствии с разд. 2 — 4.

В надводной части наружного корпуса, фальшборте, надстройках и рубках при обновлении корпуса может быть допущено ограниченное число бухтин, гофрировок, отдельных вмятин в зависимости от уровня обновления и опыта технического наблюдения.

6.3.5 Трещины в обновленном корпусе не допускаются.

6.3.6 Обновленный корпус должен иметь надлежащий внешний вид: должны быть восстановлены лакокрасочные покрытия, зашивка помещений, устранены деформации леерных ограждений, ватервейсов и т.п.

6.3.7 Результаты оценки технического состояния корпуса должны быть оформлены судовладельцем в соответствии с 2.1.6 в виде отчета.

Все отчетные документы должны иметь соответствующие штампы или печати Регистра, а в необходимых случаях — ссылки на номер и дату согласования с Регистром документа, из которого они взяты.

6.4 ДЕФЕКТАЦИЯ КОРПУСА

6.4.1 При выполнении обновления корпуса его элементы подлежат дефектации, если предыдущая дефектация выполнялась более, чем за 1 год от даты подачи заявки на обновление корпуса или была выполнена под надзором ИКО.

6.4.2 Объем дефектации элементов корпуса установлен Правилами освидетельствований. Для переклассифицированных судов, а также судов в возрасте 20 лет и более, объем дефектации может быть увеличен по отношению к требуемому указанными Правилами в зависимости от технического состояния корпуса, установленного по результатам предварительного осмотра и анализа предыдущих актов освидетельствования корпуса.

6.4.3 Замеры параметров элементов корпуса с дефектами и определение их численных величин должны выполняться судовладельцем в соответствии с положениями разд. 3.

6.4.4 Результаты дефектации корпуса должны быть оформлены судовладельцем в виде отчета в соответствии с рекомендациями разд. 3 и приняты к сведению Регистром.

6.5 НОРМАТИВЫ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ С ИЗНОСАМИ

6.5.1 Общие положения.

6.5.1.1 Нормативы износов настоящей главы регламентируют техническое состояние корпуса, обновляемого на уровни 1SS и 2SS.

6.5.1.2 Нормативы для конструкций с износами определяются по отношению к размерам и характеристикам элементов корпуса, требуемым для нового судна вновь изданными правилами постройки. Использование Правил постройки предшествующих лет издания не допускается.

6.5.1.3 Нормативы для элементов корпуса с сокращенным сроком эксплуатации, а также при наличии эффективной антикоррозионной защиты являются в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

6.5.1.4 При отсутствии в Правилах постройки требований к отдельным элементам корпуса определение нормативов для них также является предметом специального рассмотрения Регистром.

6.5.2 Характеристики поперечного сечения корпуса.

Нормативы для характеристик поперечного сечения корпуса должны определяться в соответствии с 4.2.1 независимо от уровня его обновления.

6.5.3 Листы.

6.5.3.1 При общем износе допускаемая остаточная толщина листа $[S_1]$, мм, определяется по формуле

$$[S_1]=m_{SS}S, \qquad (6.5.3.1)$$

где S — толщина листа, мм, требуемая Правилами постройки;
m_{SS} — коэффициент, принимаемый по табл. 6.5.3.1.

6.5.3.2 При местном износе допускаемая остаточная толщина участка листа $[S_3]$, мм, определяется по формуле

$$[S_3]=0{,}85[S_1], \qquad (6.5.3.2)$$

где $[S_1]$ — толщина, определяемая в соответствии с 6.5.3.1 для соответствующего уровня обновления.

Если протяженность канавочного износа участка листа равна 100 мм и менее, то следует принимать нормативы для листа с язвенным износом в соответствии с 6.5.3.3.

6.5.3.3 При язвенном износе допускаемая остаточная толщина листа $[S_4]$, мм, определяется по формуле

$$[S_4]=0{,}6[S_1], \text{ но не менее 4 мм}, \qquad (6.5.3.3)$$

где $[S_1]$ — толщина, определяемая в соответствии с 6.5.3.1 для соответствующего уровня обновления.

6.5.4 Балки набора.

6.5.4.1 Допускаемый остаточный момент сопротивления поперечного сечения балки набора $[W_1]$, см^3, определяется по формуле

$$[W_1]=h_{SS}W, \qquad (6.5.4.1)$$

где W — момент сопротивления поперечного сечения балки набора, см^3, требуемый Правилами постройки;
h_{SS} — коэффициент, принимаемый по табл. 6.5.4.1.

6.5.4.2 Допускаемая остаточная площадь поперечного сечения стенки балки набора $[F_1]$, см^2, определяется по формуле

$$[F_1]=h_{SS}F, \qquad (6.5.4.2)$$

где F — площадь поперечного сечения стенки балки набора, см^2, требуемая Правилами постройки;
h_{SS} — коэффициент, принимаемый по табл. 6.5.4.1.

Таблица 6.5.3.1

Коэффициент m_{SS} для листов

№ п/п	Элементы корпуса	Уровень обновления	
		1SS	2SS
1	**В средней части судна:**		
1.1	настил расчетной палубы между бортом и линией больших вырезов, непрерывный продольный комингс		
1.2	ширстрек		
1.3	обшивка подпалубных и скуловых цистерн	0,9	0,8
1.4	верхний и нижний поясья внутреннего борта и продольных переборок		
1.5	настил второго дна и междудонный лист		
1.6	днище со скулой и горизонтальный киль		
2	**В районе усилений:**		
2.1	ледовые усиления	0,9	0,85
2.2	усиления судов, швартующихся в море		
2.3	усиления в районах воздействия экстремальных гидродинамических давлений		
3	**Прочие элементы корпуса**	0,85	0,75

Таблица 6.5.4.1

Коэффициент h_{SS} для балок набора

№ п/п	Балки набора корпуса	Уровень обновления	
		1SS	2SS
1	**Продольные балки основного набора в средней части длины судна:**		
	расчетной палубы	0,90	0,85
	ширстрека	0,90	0,85
	подпалубных и скуловых цистерн	0,90	0,85
	верхнего и нижнего поясов внутреннего борта и продольных переборок	0,90	0,85
	настила второго дна	0,90	0,85
	днища	0,90	0,85
2	**Балки рамного набора**	0,90	0,85
3	**Балки основного набора в районах усилений**	0,90	0,85
4	**Остальные балки**	0,85	0,80
5	**Коробчатые гофры**	0,85	0,80

6.5.4.3 При общем износе допускаемая остаточная толщина элемента балки набора $[S_1]$, мм, определяется по формуле

$$[S_1] = h_{SS}S, \qquad (6.5.4.3)$$

где h_{SS} — коэффициент, принимаемый по табл. 6.5.4.1.

S — толщина элемента балки набора, мм, требуемая Правилами постройки.

Для коробчатого гофра дополнительно должно быть выполнено условие (4.2.3.3-3).

6.5.4.4 При местном износе допускаемая остаточная толщина участка элемента балки набора $[S_3]$, мм, определяется по формуле

$$[S_3] = 0{,}85[S_1], \qquad (6.5.4.4)$$

где $[S_1]$ — толщина, определяемая в соответствии с 6.5.4.3 для соответствующего уровня обновления.

6.5.4.5 При язвенном износе допускаемая остаточная толщина элемента балки набора $[S_4]$, мм, определяется по формуле (6.5.3.3).

6.5.5 Сварные швы, заклепочные соединения, соединительные элементы и местные подкрепления.

6.5.5.1 Нормативы для сварных швов и заклепочных соединений определяются по 4.2.4.

6.5.5.2 При общем, местном и язвенном износах допускаемая остаточная толщина соединительных элементов и местных подкреплений $[S]$, $[S_3]$ и $[S_4]$, мм, определяется по формулам:

$$[S] = 0{,}75S_1; \qquad (6.5.5.2\text{-}1)$$

$$[S_3] = 0{,}7S, \text{ но не менее 4 мм;} \qquad (6.5.5.2\text{-}2)$$

$$[S_4] = 0{,}6S, \text{ но не менее 4 мм,} \qquad (6.5.5.2\text{-}3)$$

где S — толщина соединительного элемента или местного подкрепления, мм, требуемая Правилами постройки.

6.6 УКАЗАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕМОНТУ КОРПУСА

6.6.1 Перечень элементов обновляемого корпуса, подлежащих ремонту, определяется судовладельцем на основе оценки их технического состояния и согласовывается с Регистром.

6.6.2 При проведении ремонта обновляемого корпуса следует руководствоваться положениями разд. 5 с учетом следующего.

Для корпуса, обновляемого на уровень 1SS, в качестве метода ремонта допускается только замена. Метод подкреплений, включая накладные полосы для восстановления момента сопротивления поперечного сечения корпуса, не допускается. Ремонт элементов корпуса с деформациями и трещинами допускается методом замены и замены с модернизацией поврежденного участка.

Для корпуса, обновляемого на уровень 2SS, не допускаются следующие методы ремонта:

дублирование листов и подкрепление балок набора при износах;

подкрепление элементов корпуса с деформациями.

6.6.3 Дублирующие листы и подкрепления элементов корпуса с деформациями, установленные в предшествующих ремонтах, должны быть удалены. Накладные полосы, установленные в предшествующих ремонтах, должны быть удалены при обновлении корпуса на уровень 1SS.

6.6.4 Техническая документация по ремонту обновляемого корпуса должна быть разработана в соответствии с разд. 5, положениями настоящей главы и должна иметь согласование с Регистром.

6.7 УДОСТОВЕРЕНИЕ ОБ ОБНОВЛЕНИИ КОРПУСА

6.7.1 Удостоверение Регистра об обновлении корпуса судна на соответствующий уровень обновления по форме 6.3.39 выдается по окончании работ, связанных с обновлением корпуса.

6.7.2 Удостоверение выдается инспекцией Регистра, осуществлявшей техническое наблюдение за выполнением работ на судне по обновлению корпуса.

6.7.3 Удостоверение не требует переоформления во время последующих освидетельствований судна.

6.7.4 Удостоверение подлежит хранению на судне. Копии Удостоверения с фотографиями судна должны находиться в инспекции и в Главном управлении Регистра.

6.7.5 Удостоверение подлежит изъятию в случае обнаружения необоснованной его выдачи.

6.7.6 В Классификационном свидетельстве по форме 3.1.2 в разд. «Прочие характеристики» должна быть сделана отметка о выдаче Удостоверения с указанием уровня обновления корпуса.

Приложение 1

ОЦЕНКА РАЗМЕРОВ СВЯЗЕЙ ПОПЕРЕЧНОЙ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОЙ ПЕРЕБОРКИ С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ГОФРАМИ МЕЖДУ ГРУЗОВЫМИ ТРЮМАМИ № 1 И 2, ДОПУСТИМОЙ ЗАГРУЗКИ ГРУЗОВОГО ТРЮМА № 1 И АВАРИЙНОЙ ОСТОЙЧИВОСТИ НА СУЩЕСТВУЮЩИХ НАВАЛОЧНЫХ СУДАХ С УЧЕТОМ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАТОПЛЕНИЯ ГРУЗОВОГО ТРЮМА № 1, А ТАКЖЕ СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПЕРЕЧИСЛЕННЫХ ПРОВЕРОК

1 Оценка размеров связей поперечной водонепроницаемой гофрированной переборки между грузовыми трюмами № 1 и № 2 на существующих судах для навалочных грузов при затопленном грузовом трюме № 1[1]

1.1 ПРИМЕНЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.1.1 Настоящие требования применяются ко всем навалочным судам[1] длиной 150 м и более, первый трюм которых предназначен для перевозки навалочных грузов плотностью 1,78 т/м^3 и более, имеющим одну палубу, бортовые подпалубные цистерны, скуловые цистерны и поперечную переборку между трюмами № 1 и 2 с вертикальными гофрами, и которые соответствуют следующим условиям:

контракт на постройку судна, которое имеет одинарную бортовую обшивку в первом трюме и которое не соответствует положениям приложения 3 к части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов, был заключен до 1 июля 1998 г.;

киль судна, которое имеет в первом трюме двойные борта, установленные на расстоянии, измеренном перпендикулярно к наружной обшивке, менее 760 мм и которое не соответствует положениям приложения 3 к части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов, был заложен или судно находилось в схожем состоянии до 1 июля 1999 г.

Для оценки возможности перевозки на судне грузов с плотностью 1,78 т/м^3 и более в соответствии с требованиями к размерам связей поперечной переборки между грузовыми трюмами № 1 и 2 следует руководствоваться блок-схемой, приведенной в приложении 1-2.

Размеры нетто элементов поперечной переборки между грузовыми трюмами № 1 и 2 следует определять по нагрузкам, приведенным в 1.2, изгибающему моменту и перерезывающей силе, приведенным в 1.3, и критериям прочности, приведенным в 1.4.

В необходимых случаях, если требуется замена и/или подкрепления, следует руководствоваться положениями 1.6.

[1]Основной конструктивный тип судов для навалочных грузов определен в 3.3.1.4 части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов.

Однородные условия загрузки — условия загрузки, при которых отношение между наибольшим и наименьшим заполнением двух передних грузовых трюмов не превышает 1,2 с учетом поправки на разную плотность груза.

1.2 МОДЕЛЬ НАГРУЗКИ

1.2.1 Общие положения.

Нагрузки, которые считаются действующими на переборку, — это нагрузки, возникающие из сочетания нагрузок от груза и от затопления грузового трюма № 1.

Для проверки размеров связей переборки следует использовать сочетания наиболее неблагоприятных комбинаций загрузки и затопления трюма в зависимости от следующих случаев загрузки, содержащихся в инструкции по загрузке:

равномерной загрузки;

неравномерной загрузки.

Частичная неравномерная загрузка, возникающая в процессе погрузо-разгрузочных операций в порту, при конечной типовой равномерной загрузке судна, может не рассматриваться.

1.2.2 Напор воды, действующий на гофрированную переборку при затоплении трюма.

Напор воды h_f (см. рис. 1.2.2) — расстояние, м, измеренное по вертикали в прямом положении судна, от расчетной точки до уровня, расположенного от основной линии на расстоянии d_f, м, равном:

D — в общем случае;

$0{,}95D$ — для судов с надводным бортом типа B, дедвейт которых менее 50000 т,

где — D расстояние, м, на миделе по борту от основной линии до палубы надводного борта (см. рис. 1.2.2).

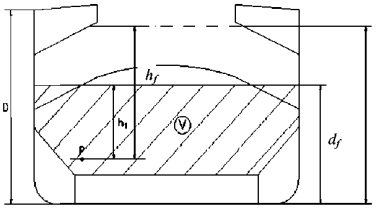


Рис. 1.2.2:
V — объем груза м^3; P — расчетная точка

Для судов, эксплуатирующихся по назначенную осадку надводного борта T_r, меньшую, чем допускаемая осадка надводного борта T, напор воды, определяемый, как указано выше, может быть уменьшен на величину $T - T_r$.

1.2.3 Давление в затопленных трюмах.

1.2.3.1 Трюмы для навалочных грузов.

Следует рассмотреть два случая загрузки трюма в зависимости от значений d_1 и d_f, где d_1 (см. рис. 1.2.2) — расстояние от основной линии, м, определяемое по формуле

$$d_1 = \frac{M_c}{p_c l_c B} + \frac{V_{LS}}{l_c B} + (h_{HT} - h_{DB}) \frac{b_{HT}}{B} + h_{DB}, \quad (1.2.3.1)$$

где M_c — масса груза в трюме № 1, т;
p_c — плотность навалочного груза, т/м^3;
l_c — длина трюма № 1, м;
B — ширина судна на миделе, м;
V_{LS} — объем, м^3, нижней опоры для переборки над вторым дном;
h_{HT} — высота скуловых цистерн на миделе, м, от основной линии;
h_{DB} — высота двойного дна, м;
b_{HT} — ширина скуловых цистерн на миделе, м.

.1 Первый случай загрузки.

Если $d_f \geqslant d_1$, то для каждой точки переборки, расположенной от основной линии на расстоянии между d_1 и d_f, давление $p_{c,f}$, кН/м^2, определяется по формуле

$$p_{c,f} = pgh_f, \quad (1.2.3.1.1\text{-}1)$$

где p — плотность морской воды, т/м^3;
g — ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с^2;
h_f — напор воды — см. 1.2.2.

Для каждой точки переборки, расположенной от основной линии на расстоянии ниже d_1, давление $p_{c,f}$, кН/м^2, определяется по формуле

$$p_{c,f} = pgh_f + [p_c - p(1 - perm)]gh_1 \tan^2\gamma, \quad (1.2.3.1.1\text{-}2)$$

где p, g, h_f — см. выше;
p_c — плотность навалочного груза, т/м^2;
$perm$ — проницаемость груза; для руды $perm$ следует принимать равной 0,3 (для железной руды плотность может, как правило, быть принята равной 3,0 т/м^3);
h_1 — вертикальное расстояние, м, от расчетной точки до уровня, расположенного на расстоянии d_1 от основной линии, как было указано выше (см. рис. 1.2.2);
$\gamma = 45° - (\Phi/2)$;
Φ — угол естественного откоса груза, в градусах, для железной руды может быть, как правило, принят равным 35°.

Сила $F_{c,f}$, кН, действующая на гофр, определяется по формуле

$$F_{c,f} = s_1 \left[pg \frac{(d_f - d_1)^2}{2} + \frac{pg(d_f - d_1) + (p_{c,f})_{le}}{2} + (d_1 - h_{DB} - h_{LS}) \right], \quad (1.2.3.1.1\text{-}3)$$

где s_1 — шпация гофров (см. рис. 1.2.3.1.1);
p, g, d_1, h_{DB} — см. выше;
d_f — см. 1.2.2;
$(p_{c,f})_{le}$ — давление, кН/м^2, на уровне нижнего опорного сечения переборки;
h_{LS} — высота нижней опоры для переборки, м, от второго дна.

.2 Второй случай загрузки.

Если $d_f < d_1$, то для каждой точки переборки, расположенной от основной линии между d_f и d_1, давление $p_{c,f}$, кН/м^2, определяется по формуле

$$p_{c,f} = p_c g h_1 \tan^2\gamma, \quad (1.2.3.1.2\text{-}1)$$

где p_c, g, h_1, γ — см. 1.2.3.1.1.

Для каждой точки переборки, расположенной от основной линии на расстоянии ниже d_f, давление $p_{c,f}$, кН/м^2, определяется по формуле

$$p_{c,f} = pgh_f + [p_c h_1 - p(1 - perm)h_f]g \tan^2\gamma, \quad (1.2.3.1.2\text{-}2)$$

где p, g, h_f, p_c, $perm$, h_1, γ — см. 1.2.3.1.1.

Сила $F_{c,f}$, кН, действующая на гофр, определяется по формуле

$$F_{c,f} = s_1 \left[p_c g \frac{(d_1 - d_f)^2}{2} \tan^2\gamma + \frac{p_c g(d_1 - d_f)\tan^2\gamma + (p_{c,f})_{le}}{2} \times (d_f - h_{DB} - h_{LS}) \right], \quad (1.2.3.1.2\text{-}3)$$

где s_1, p_c, g, h_{LS}, $(p_{c,f})_{le}$, γ — см. 1.2.3.1.1;
d_1, d_{DB} — см. 1.2.3.1;
d_f — см. 1.2.2.

1.2.3.2 Пустой трюм.

Для каждой точки переборки должно рассматриваться гидростатическое давление p_f от напора воды h_f, возникающее при затоплении трюма.

Сила F_f, кН, действующая на гофр, определяется по формуле

$$F_f = s_1 pg \frac{(d_f - h_{DB} - h_{LS})^2}{2}, \quad (1.2.3.2)$$

где s_1, p, g, h_{LS} — см. 1.2.3.1.1;
h_{DB} — см. 1.2.3.1;
d_f — см. 1.2.2.

1.2.4 Давление в незатопленных трюмах, заполненных навалочным грузом.

Для каждой точки переборки давление p_c, кН/м^2, определяется по формуле

$$p_c = p_c g h_1 \tan^2\gamma, \quad (1.2.4\text{-}1)$$

где p_c, g, h_1, γ — см. 1.2.3.1.1.

Сила F_c, кН, действующая на гофр, определяется по формуле

$$F_c = s_1 p_c g \frac{(d_1 - h_{DB} - h_{LS})^2}{2} \tan^2\gamma, \quad (1.2.4\text{-}2)$$

где p_c, g, s_1, h_{LS}, γ — см. 1.2.3.1.1;
d_1, h_{DB} — см. 1.2.3.1.

1.2.5 Результирующее давление.

1.2.5.1 Равномерная загрузка судна.

Для расчета размеров связей в каждой точке переборки результирующее давление p, кН/м^2, определяется по формуле

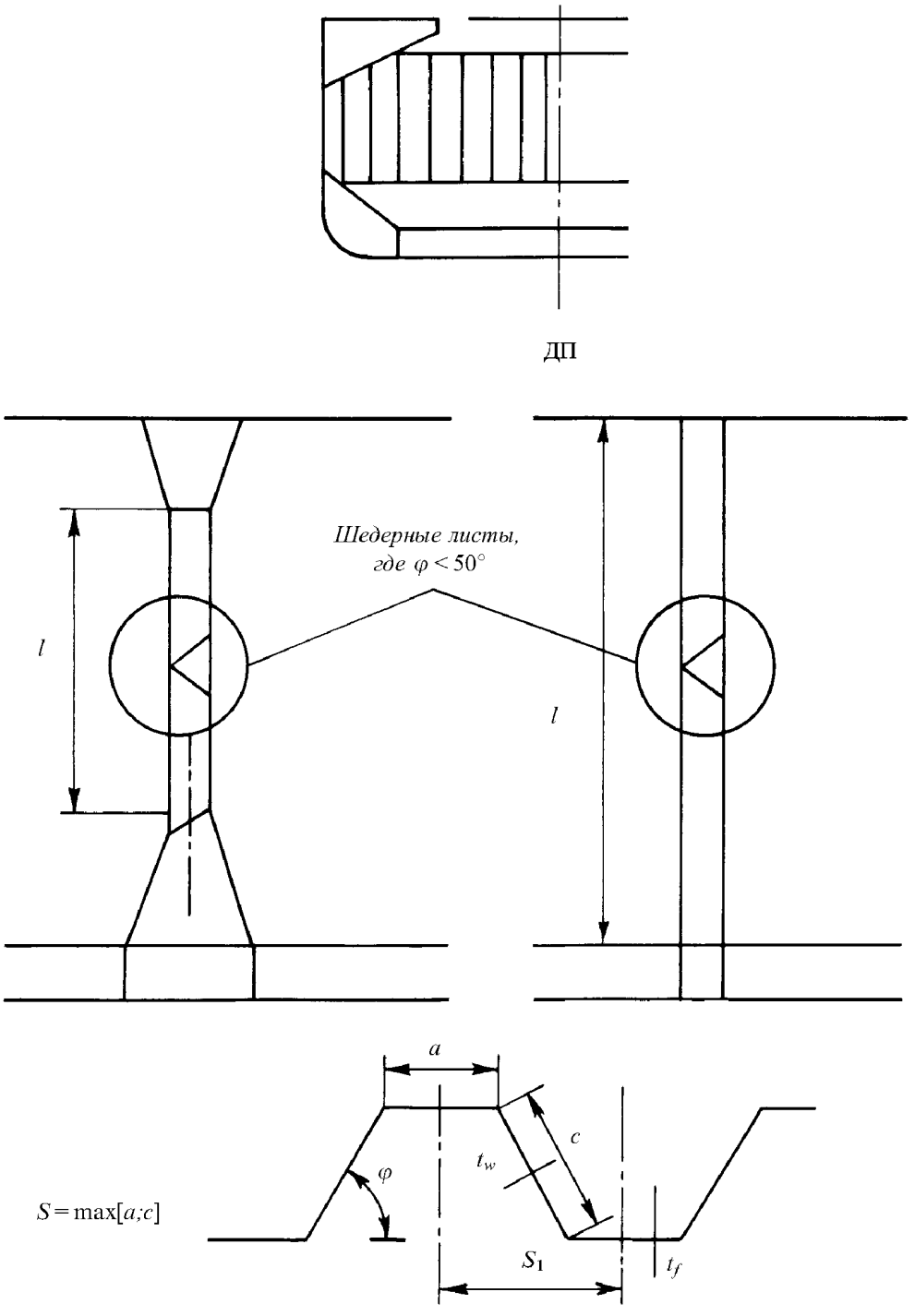


Рис. 1.2.3.1.1

$p=p_{c,f}-0{,}8p_c$. (1.2.5.1-1)

Результирующая сила F, кН, действующая на гофр, определяется по формуле

$F=F_{c,f}-0{,}8F_c$. (1.2.5.1-2)

1.2.5.2 Неравномерная загрузка судна.

Для расчета размеров связей в каждой точке переборки результирующее давление p, кН/м^2, определяется по формуле

$p=p_{c,f}$. (1.2.5.2-1)

Результирующая сила F, кН, действующая на гофр, определяется по формуле

$$F=F_{c,f}\,. \qquad (1.2.5.2\text{-}2)$$

Если при неравномерной загрузке судна трюм № 1 должен оставаться пустым, результирующее давление p, кН/м^2, для расчета размеров связей переборки определяется по формуле

$$p=p_f\,, \qquad (1.2.5.2\text{-}3)$$

а результирующая сила F, кН, действующая на гофр, определяется по формуле

$$F=F_f\,. \qquad (1.2.5.2\text{-}4)$$

1.3 ИЗГИБАЮЩИЙ МОМЕНТ И ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩАЯ СИЛА В ГОФРАХ ПЕРЕБОРКИ

Изгибающий момент M и перерезывающая сила Q в гофрах переборки определяются по формулам (1.3.1) и (1.3.2). Значения M и Q следует использовать для выполнения проверок в соответствии с разд. 4.

1.3.1 Изгибающий момент.

Расчетный изгибающий момент M, кНм, для гофров переборки определяется по формуле

$$M=Fl/8, \qquad (1.3.1)$$

где F — результирующая сила, кН (см. 1.2.5);
l — пролет гофра, м (см. рис 1.2.3.1.1 и 1.3.1).

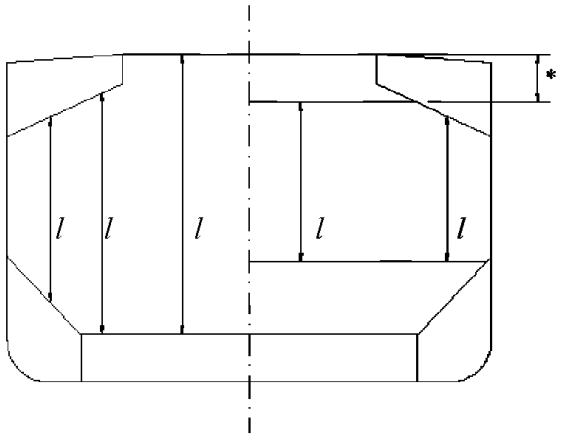


Рис. 1.3.1 Определение пролета гофра:
* — нижняя точка верхней опоры для переборки, которая, должна приниматься в диаметральной плоскости не более, чем на расстоянии от палубы до:
трех высот сечения гофров в общих случаях;
двух высот сечения гофров при наличии верхней опоры прямоугольного сечения для переборки.

1.3.2 Перерезывающая сила.

Перерезывающая сила Q, кН, в нижних опорных сечениях гофров переборки определяется по формуле

$$Q=0{,}8F, \qquad (1.3.2)$$

где F — см. 1.2.5.

1.4 КРИТЕРИИ ПРОЧНОСТИ

1.4.1 Общие положения.

Нижеприведенные критерии применимы к поперечным переборкам с вертикальными гофрами (см. рис. 1.2.3.1.1).

Требования к местной толщине нетто листов приведены в 1.4.7.

Кроме того, должны быть учтены критерии, приведенные в 1.4.2 и 1.4.5.

Если угол гофра φ, указанный на рис. 1.2.3.1.1, менее 50°, следует установить горизонтальный ряд расположенных в шахматном порядке шедерных листов приблизительно на середине длины пролета гофров (см. рис. 1.2.3.1.1) с тем, чтобы сохранить устойчивость переборки под действием нагрузок от затопления. Шедерные листы должны привариваться к гофрам двусторонними непрерывными швами, но они не должны привариваться к обшивке борта.

Толщины нижней части гофров, использованные при применении требований 1.4.2 и 1.4.3, должны оставаться неизменными на протяжении не менее 0,15 от второго дна (если нижняя опора для переборки не установлена) или от верхнего горизонтального/наклонного листа (полки) нижней опоры для переборки.

Толщины средней части гофров, использованные при применении требований 1.4.2 и 1.4.4, должны оставаться неизменными на протяжении не более 0,3l от палубы (если верхняя опора для переборки не установлена) или от нижнего горизонтального листа (полки) верхней опоры для переборки.

1.4.2 Несущая способность переборки при изгибе и касательные напряжения τ.

Несущая способность переборки при изгибе должна удовлетворять следующей зависимости:

$$10^3\,\frac{M}{0{,}5Z_{le}\sigma_{a,le}+Z_m\sigma_{a,m}}\leqslant 1{,}0, \qquad (1.4.2\text{-}1)$$

где M — изгибающий момент, кН·м (см. 1.3.1);
Z_{le} — момент сопротивления полуширины гофра, см^3, в нижнем опорном сечении гофров, определяемый в соответствии с 1.4.3;
Z_m — момент сопротивления полуширины гофра, см^3, в сечении средней части длины пролета гофров, определяемый в соответствии с 1.4.4;
$\sigma_{a,\,le}$ — допускаемые напряжения, Н/мм^2, в соответствии с 1.4.5 для нижнего опорного сечения гофров;
$\sigma_{a,\,m}$ — допускаемые напряжения, Н/мм^2, в соответствии с 1.4.5 для сечения в средней части длины пролета гофров.

Во всех случаях при расчете несущей способности переборки при изгибе величина Z_m не должна приниматься более чем 1,15Z_{le} или 1,15Z'_{le}, в зависимости от того, что меньше (Z'_{le} определяется ниже).

В случае, если эффективные шедерные листы установлены так, что они:

не имеют слома;

приварены к гофрам и к верхнему горизонтальному/наклонному листу (полке) нижней опоры односторонним швом с проваром или подобным швом,

имеют минимальный наклон 45° и их нижний конец является продолжением стенки нижней опоры для переборки

или эффективные гассетные листы установлены так, что они являются продолжением стенки нижней опоры для переборки, а материал обладает теми же характеристиками, что и материал, используемый для поясков гофров,

то момент сопротивления Z_{le}, см^3, не должен быть более Z'_{le}, см^3, определяемого по формуле

$$Z_{le} = Z_g + 10^3 \frac{Qh_g - 0{,}5h_g^2 s_1 p_g}{\sigma_a}, \qquad (1.4.2\text{-}2)$$

где Z_g — момент сопротивления полуширины гофра, см^3, в соответствии с 1.4.4, на уровне верхнего конца шеддерных или гассетных листов, в случае их установки;

Q — перерезывающая сила, кН (см. 1.3.2);

h_g — высота, м, шедерных или гассетных листов, в случае их установки (см. рис. 1.4.2-1 — 1.4.2-4);

s_1 — см. 1.2.3.1.1;

p_g — результирующее давление, кН/м^2, в соответствии с 1.2.5, которое должно быть определено на уровне середины шедерных и гассетных листов, в случае их установки;

σ_a — допускаемые напряжения, кН/м^2, в соответствии с требованиями 1.4.5.

Напряжения τ получаются делением перерезывающей силы Q на площадь среза. Площадь среза должна быть уменьшена в случае неперпендикулярности между пояском и стенкой гофра (смежными гранями гофра). Как правило, уменьшенную площадь среза можно получить умножением площади попереч-ного сечения стенки гофра (грань гофра, расположенная под углом к плоскости переборки) на sin φ (где φ — угол между стенкой и пояском гофра).

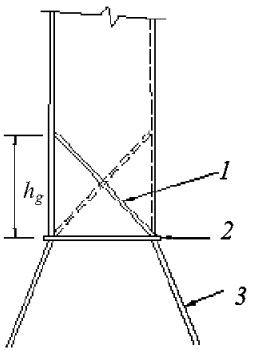


Рис. 1.4.2-1
Симметричные шедерные листы:
1 — шедерный лист;
2 — горизонтальный/наклонный лист опоры (полки) нижней опоры для переборки;
3 — вертикальная/наклонная опорная стенка нижней опоры для переборки

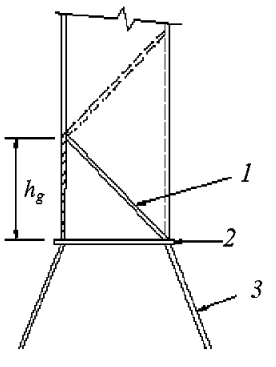


Рис. 1.4.2-2
Несимметричные шедерные листы:
1 — шедерный лист;
2 — горизонтальный/наклонный лист опоры (полки) нижней опоры для переборки;
3 — вертикальная/наклонная опорная стенка нижней опоры для переборки

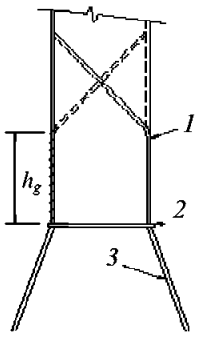


Рис. 1.4.2-3
Симметричные гассетный/шедерный листы:
1 — гассетный/шедерный лист;
2 — горизонтальный/наклонный лист опоры (полки) нижней опоры для переборки;
3 — вертикальная/наклонная стенка нижней опоры для переборки

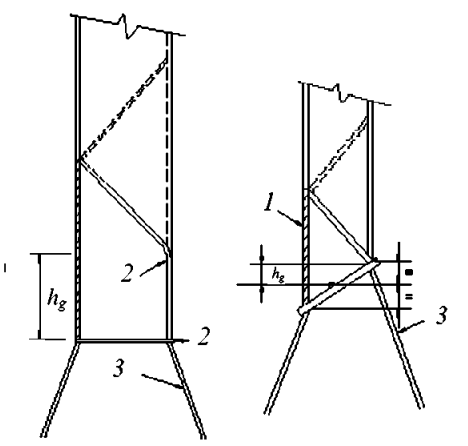


Рис. 1.4.2-4
Несимметричные гассетный/шедерные листы:
1 — гассетный/шедерный лист;
2 — горизонтальный/наклонный лист опоры (полки) нижней опоры для переборки;
3 — вертикальная/наклонная стенка нижней опоры для переборки

При расчете моментов сопротивления и площади на срез следует использовать толщины нетто листов.

Моменты сопротивления гофров следует определять в соответствии с требованиями 1.4.3 и 1.4.4.

1.4.3 Момент сопротивления поперечного сечения гофров в нижнем опорном сечении.

Момент сопротивления следует рассчитывать при сжатом пояске гофра, имеющим эффективную ширину $b_{c,f}$, не более указанной в 1.4.6.1.

Если стенка гофра не подкреплена бракетами, расположенными под верхним горизонтальным/наклонным листом (полкой) нижней опоры для переборки (или ниже второго дна), момент сопротивления в нижней части гофров следует определять, исходя из 30%-ной эффективности стенок гофра.

1.4.3.1 В случае, если установлены эффективные шедерные листы в соответствии с 1.4.2 (см. рис. 1.4.2-1 и 1.4.2-2), площадь поясков гофра при расчете его момента сопротивления в нижнем

опорном сечении (поперечные сечения на указанных рисунках), см^2, может быть увеличена на

$$(2{,}5a\sqrt{t_f t_{sh}}\ \sqrt{\sigma_{F_{sh}}/\sigma_{F_f}}),\ \text{но не более чем}\ 2{,}5at_f,$$

где a — ширина пояска гофра (см. рис. 1.2.3.1.1);
t_{sh} — толщина нетто шедерного листа, мм;
t_f — толщина нетто пояска гофра, мм;
$\sigma_{F_{sh}}$ — предел текучести (минимальный верхний), Н/мм^2, материала шедерных листов;
σ_{F_f} — предел текучести (минимальный верхний), Н/мм^2, материала поясков гофра.

1.4.3.2 В случае, если установлены эффективные гассетные листы в соответствии с 1.4.2 (см. рис.1.4.2-3 и 1.4.2-4), площадь поясков гофра, см^2, при расчете момента сопротивления гофров в нижнем опорном сечении (поперечные сечения на указанных рисунках) может быть увеличена умножением на

$$(7h_g \cdot t_{gu}),$$

где h_g — высота гассетного листа, м (см. рис.1.4.2-3 и 1.4.2-4), но не более, чем $(10/7s_{gu})$;
s_{gu} — ширина гассетных листов, м;
t_{gu} — толщина нетто гассетного листа, мм, но не более, чем t_f;
t_f — толщина нетто пояска гофра, мм, определенная, исходя из строительной толщины.

1.4.3.3 Если стенки гофра приварены к наклонному верхнему листу (полке) нижней опоры для переборки, расположенному под углом не менее 45° к горизонтальной плоскости, момент сопротивления поперечного сечения гофров может быть рассчитан, исходя из полной эффективности стенок гофров. В случае, если установлены эффективные гассетные листы, при расчете момента сопротивления гофров площадь поясков гофра может быть увеличена в соответствии с 1.4.3.2. Такой подход не применим только к шедерным листам.

При углах менее 45° эффективность стенок гофра может быть определена линейной интерполяцией между 30% для угла 0° и 100% — для угла 45°.

1.4.4 Момент сопротивления поперечного сечения гофров вне нижнего опорного сечения.

Момент сопротивления следует определять со стенками гофра, полностью участвующими в изгибе, и поясками гофра, имеющими эффективную ширину b_{ef}, не более указанной в 1.4.6.1.

1.4.5 Проверка допускаемых напряжений.

Нормальные и касательные напряжения σ и τ не должны превышать допускаемых величин σ_a и τ_a, Н/мм^2, определяемых по формулам

$$\sigma_a = \sigma_F\ ; \qquad (1.4.5\text{-}1)$$

$$\tau_a = 0{,}5\sigma_F\ , \qquad (1.4.5\text{-}2)$$

где σ_f — предел текучести материала (минимальный верхний), Н/мм^2.

1.4.6 Эффективная ширина сжатого пояска гофра и проверка устойчивости гофра на срез.

1.4.6.1 Эффективная ширина сжатого пояска гофра.

Эффективная ширина b_{cf} сжатого пояска гофра, м, определяется по формуле

$$b_{ef} = C_e a\ , \qquad (1.4.6.1)$$

где $C_e = 2{,}25/\beta - 1{,}25/\beta^2$ для $\beta > 1{,}25$;
$C_e = 1{,}0$ для $\beta \leqslant 1{,}25$;

$$\beta = 10^3 \frac{a}{t_f}\sqrt{\sigma_F/E}\ ;$$

t_f — толщина нетто пояска гофра, мм;
a — ширина, м, пояска гофра (см. рис 1.2.3.1.1);
σ_F — предел текучести материала (минимальный верхний), Н/мм^2;
E — модуль упругости материала, Н/мм^2, для стали принимаемый равным $2{,}06 \cdot 10^5$ Н/мм^2.

1.4.6.2 Срез.

Проверку устойчивости гофра следует выполнять для его стенок в опорных сечениях.

Касательные напряжения τ не должны превышать критических напряжений τ_c, Н/мм^2, определяемых по формулам:

$$\tau_C = \tau_E \text{ при } \tau_E \leqslant \tau_F/2; \qquad (1.4.6.2\text{-}1)$$

$$\tau_C = \tau_F\,(1 - \tau_F/4\tau_E) \text{ при } \tau_E > \tau_F/2, \qquad (1.4.6.2\text{-}2)$$

где $\tau_F = \sigma_F/\sqrt{3}$;
σ_F — предел текучести материала (минимальный верхний), Н/мм^2;
$\tau_E = 0{,}9k_t E(t/1000c)^2$, Н/мм^2;
$k_t = 6{,}34$;
E — модуль упругости материала в соответствии с 1.4.6.1;
t — толщина нетто, мм, стенки гофра;
c — ширина, мм, стенки гофра (см. рис. 1.2.3.1.1).

1.4.7 Местная толщина нетто листов.

Местная толщина нетто листов переборки t, мм, определяется по формуле

$$t = 14{,}9s_w\sqrt{p/\sigma_F}\ , \qquad (1.4.7\text{-}1)$$

где s_w — ширина листа, м, которую следует принимать равной ширине пояска или стенки гофра, в зависимости от того, что больше (см. рис 1.2.3.1.1);
p — результирующее давление, кН/мм^2, в соответствии с 1.2.5, в нижней части каждого пояса обшивки переборки. В любом случае толщину нетто самого нижнего пояса следует определять при результирующем давлении в верхней точке нижней опоры для переборки или у второго дна, если нижняя опора не установлена, или в верхней точке шедерных листов, если шедерные или гассетные/шедерные листы установлены;
σ_F — предел текучести материала (минимальный верхний), Н/мм^2.

Для составных гофрированных переборок, когда толщина пояска и стенки гофра различны, толщина нетто более узкой грани гофра должна быть не менее t_n, мм, определяемой по формуле

$$t_n = 14{,}9s_n\sqrt{p/\sigma_F}\ , \qquad (1.4.7\text{-}2)$$

где s_n — ширина более узкой грани гофра, м.

Толщина нетто широкой грани гофра, мм, должна быть не менее наибольшей из следующих величин:

$$t_w = 14{,}9s_w\sqrt{p/\sigma_F}\ ; \qquad (1.4.7\text{-}3)$$

$$t_w = \sqrt{440\,s_w^2 p/\sigma_F - t_{\text{пр}}^2}\ , \qquad (1.4.7\text{-}4)$$

где $t^2_{пр}$ принимается не более фактической толщины нетто более узкой грани гофра или $14{,}9 s_w \sqrt{p/\sigma_F}$, в зависимости от того, что меньше.

1.5 МЕСТНЫЕ ПОДКРЕПЛЕНИЯ

1.5.1 Проектирование местных подкреплений должно выполняться в соответствии с требованиями части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов с целью передачи сил и моментов, возникающих в переборках, на соседние, примыкающие конструкции, в частности, на двойное дно и поперечные конструкции палубы.

В частности, толщина и набор гассетных и шедерных листов, установленных для подкрепления переборки, должны удовлетворять требованиям части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов, с учетом модели нагрузки, изложенной в 1.2.

Если не предусмотрено иное, выбор и размеры сварных соединений должны удовлетворять требованиям части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов.

1.6 ДОБАВКА НА КОРРОЗИЮ И ЗАМЕНА МАТЕРИАЛА

Замену/подкрепление следует производить в соответствии с настоящими требованиями и руководством, указанном в приложении 1-1 к настоящему разделу Инструкции.

1.6.1 Замена конструкции требуется, если замеренная толщина составляет менее $t_{net}+0{,}5$ мм (где t_{net} — толщина, используемая для расчетов несущей способности переборки при изгибе и касательных напряжений в соответствии с 1.4.2, или местной толщины нетто листов, в соответствии с 1.4.7). В качестве возможного альтернативного варианта ремонта могут быть применены дублирующие подкрепляющие полосы, обеспечивающие толщину нетто, которая не ограничена требованиями проверки стенок гофра на срез (см. 1.4.5 и 1.4.6.2) или требованиями местного давления для стенок и поясков гофра (см. 1.4.7).

Если замеренная толщина находится в пределах $t_{net}+0{,}5$ мм и $t_{net}+1$ мм, в качестве возможной альтернативы замене участка переборки может быть предусмотрено нанесение защитного покрытия (применение защитного покрытия осуществляется в соответствии с рекомендациями изготовителя) или проведение ежегодных замеров остаточных толщин участка переборки.

1.6.2 Если требуются замена или подкрепления конструкции, минимальную толщину для замененных или подкрепляющих элементов необходимо увеличить до $t_{net}+2{,}5$ мм.

1.6.3 При

$$0{,}8(\sigma_{Ff_l} \cdot t_{fl}) \geqslant \sigma_{Fs} \cdot t_{st}, \qquad (1.6.3)$$

где σ_{Ff_l} — предел текучести материала (минимальный верхний) поясков гофров, Н/мм^2;

σ_{Fs} — предел текучести материала (минимальный верхний) стенок нижней опоры для переборки или флоров (если опора не установлена), Н/мм^2;

t_{fl} — толщина поясков гофра, мм, которая удовлетворяет критериям, приведенным в 1.6.1, или, если требуется замена, увеличенная толщина, удовлетворяющая критериям, приведенным в 1.6.2. Вышеуказанная толщина поясков гофра, соответствующая требованиям местного давления (см. 1.4.7), может не учитываться для этой цели;

t_{st} — построечная толщина, мм, стенок нижней опоры для переборки или флоров (если опора не установлена).

Следует устанавливать гассетные/шедерные листы, имеющие протяженность от нижнего опорного сечения гофров до $0{,}1l$, или дублирующие подкрепляющие полосы (на гофрах переборки и на стенках нижней опоры для переборки).

Устанавливаемые гассетные листы должны быть изготовлены из того же материала, что и пояски гофров. Гассетные листы следует соединять с верхним горизонтальным/наклонным листом (полкой) нижней опоры для переборки или вторым дном (если опора не установлена) сварными швами с глубоким проваром (см. рис. 1.6.3).

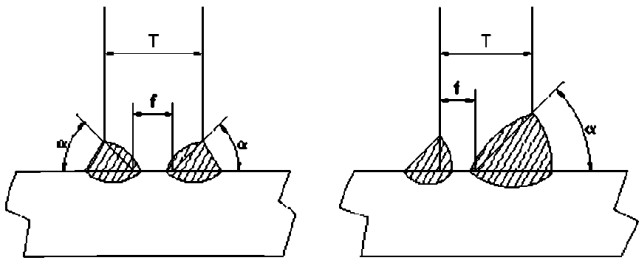


Рис. 1.6.3
Притупление разделки кромки шва f (от 3 мм до $T/3$ мм), угол скоса кромки α (от 40 до 60°)

1.6.4 Если требуется замена, соединение переборки с верхним горизонтальным/наклонным листом (полкой) нижней опоры для переборки или вторым дном (если опора не установлена) следует выполнять, по крайней мере, сварными швами с глубоким проваром (см. рис. 1.6.3).

1.6.5 Если необходимо установить или заменить гассетные листы, их соединение с гофрами и верхним горизонтальным/наклонным листом (полкой) нижней опоры для переборки или вторым дном (если опора не установлена) следует выполнять, по крайней мере, сварными швами с глубоким проваром (см. рис. 1.6.3).

Приложение 1-1

РУКОВОДСТВО ПО ЗАМЕНЕ/ПОДКРЕПЛЕНИЮ ПОПЕРЕЧНОЙ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОЙ ПЕРЕБОРКИ С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ГОФРАМИ МЕЖДУ ГРУЗОВЫМИ ТРЮМАМИ № 1 И 2

1. Необходимость выполнения замены или подкрепления поперечной водонепроницаемой переборки с вертикальными гофрами между грузовыми трюмами № 1 и 2 определяется Регистром на основе рассмотрения каждого отдельного случая по критериям, приведенным в настоящем Руководстве в совокупности с последними замерами толщин и результатами освидетельствования.

2. Кроме требований класса при выполнении проверки поперечной гофрированной переборки в соответствии с требованиями настоящего Руководства необходимо учитывать следующее ниже.

2.1 Размеры отдельных вертикальных гофров должны быть оценены на предмет возможной замены/подкрепления на основе замеров толщин, выполненных в соответствии с приложением 3 «Руководство по замерам остаточных толщин вертикальной гофрированной поперечной водонепроницаемой переборки между грузовыми трюмами № 1 и 2 на существующих навалочных судах» к Правилам освидетельствований, для нижних концов гофров, середины длины их пролета и в районе изменения толщины листа более 70%. При этом необходимо учитывать наличие гассетных или шедерных листов, а также преимущества от их установки в случае, если они удовлетворяют требованиям 1.4.2 и 1.6 приложения 1, являющегося частью приложения 2 к Правилам освидетельствований.

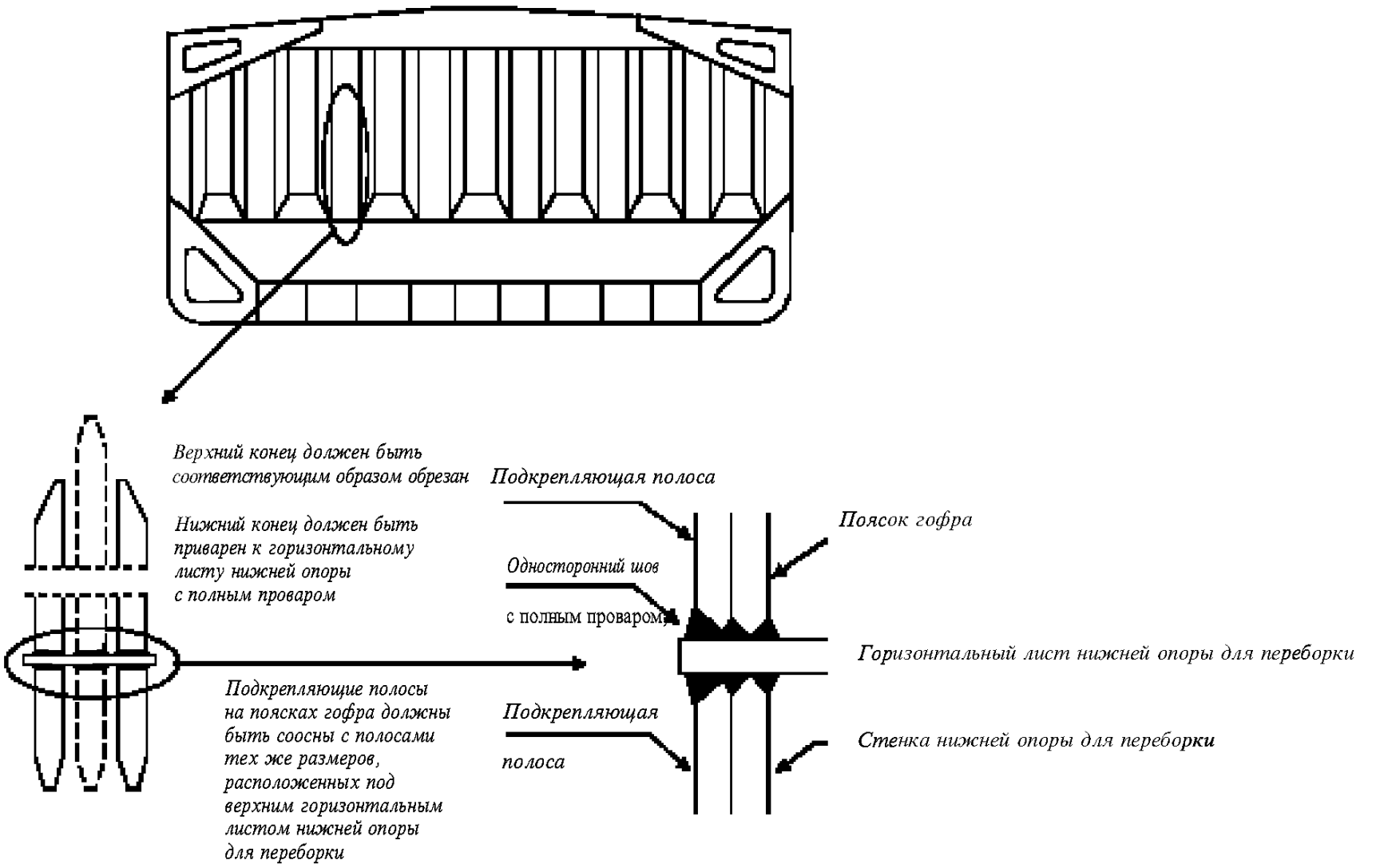
2.2 Учитывая в каждом случае размеры и расположение переборки, определяются допустимые уровни уменьшения толщин и принимаются соответствующие меры в соответствии с 1.6 приложения 1, являющегося частью приложения 2 к Правилам освидетельствований.

2.3 Если требуется замена, ее протяженность должна быть четко обозначена на чертежах. Протяженность каждой зоны по вертикали, подлежащей замене, следует определять с учетом требований настоящего Руководства и, в общем случае, она должна составлять не менее 15% расстояния по вертикали между верхним и нижним концами гофра, измеренного в диаметральной плоскости судна.

2.4 Если допускается подкрепление дополнительными полосами, длина их должна быть достаточной, чтобы перекрыть всю зону гофра с уменьшенной толщиной. В общем случае ширина и толщина полос должны быть достаточными для удовлетворения требованиям настоящего Руководства. Полосы должны быть изготовлены из того же материала, что и гофры переборки. Приварка полос к существующей обшивке должна быть выполнена непрерывным угловым сварным швом. Концы полос должны быть соответствующим образом обрезаны или соединены в соответствии с существующей практикой.

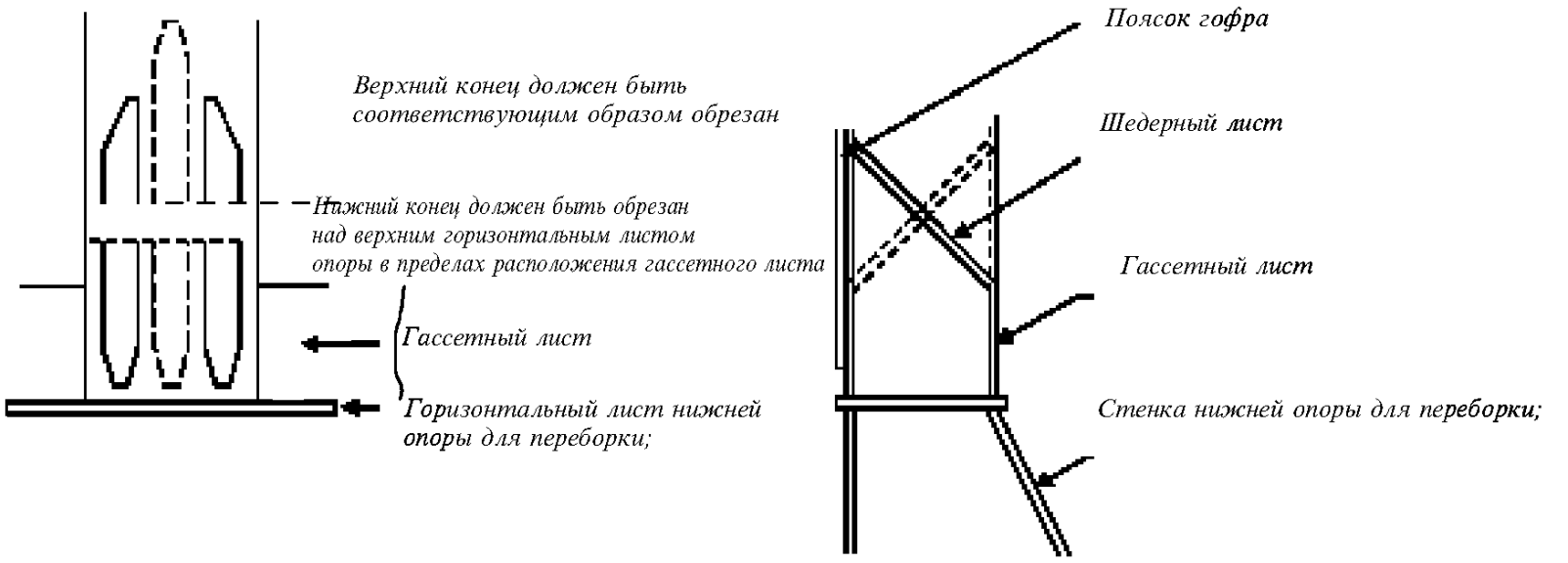
2.5 Соединение подкрепляющих полос со вторым дном или верхним горизонтальным листом (полкой) нижней опоры для переборки должно быть выполнено односторонним сварным швом с полным проваром. Если подкрепляющие полосы установлены на поясках гофра и соединены с верхним горизонтальным листом (полкой) нижней опоры для переборки, то они обычно должны быть продолжены по стенке опоры, сохраняя постоянными размеры; минимальная протяженность полосы на стенке опоры должна составлять не менее ширины пояска гофра.

2.6 На рис. 2.6 приведена общая схема подкрепления гофров переборки.



Подкрепляющие полосы с шедерным листом

Приварка подкрепляющей полосы к верхнему горизонтальному листу нижней опоры для переборки



Подкрепляющие полосы с шедерными и гассетными листами

Рис. 2.6 Общая схема гофров переборки

Примечания: 1. Квадратные или трапециевидные гофры должны быть подкреплены полосами, установленными на каждой стенке гофра, с целью удовлетворения требованиям настоящего Руководства.

2. Число полос, установленными на каждом пояске гофра, должно быть достаточным для удовлетворения требованиям настоящего Руководства.

3. Шедерные листы могут быть изготовлены из одного или из двух листов со сварным швом, расположенным на сломе (гассетный лист).

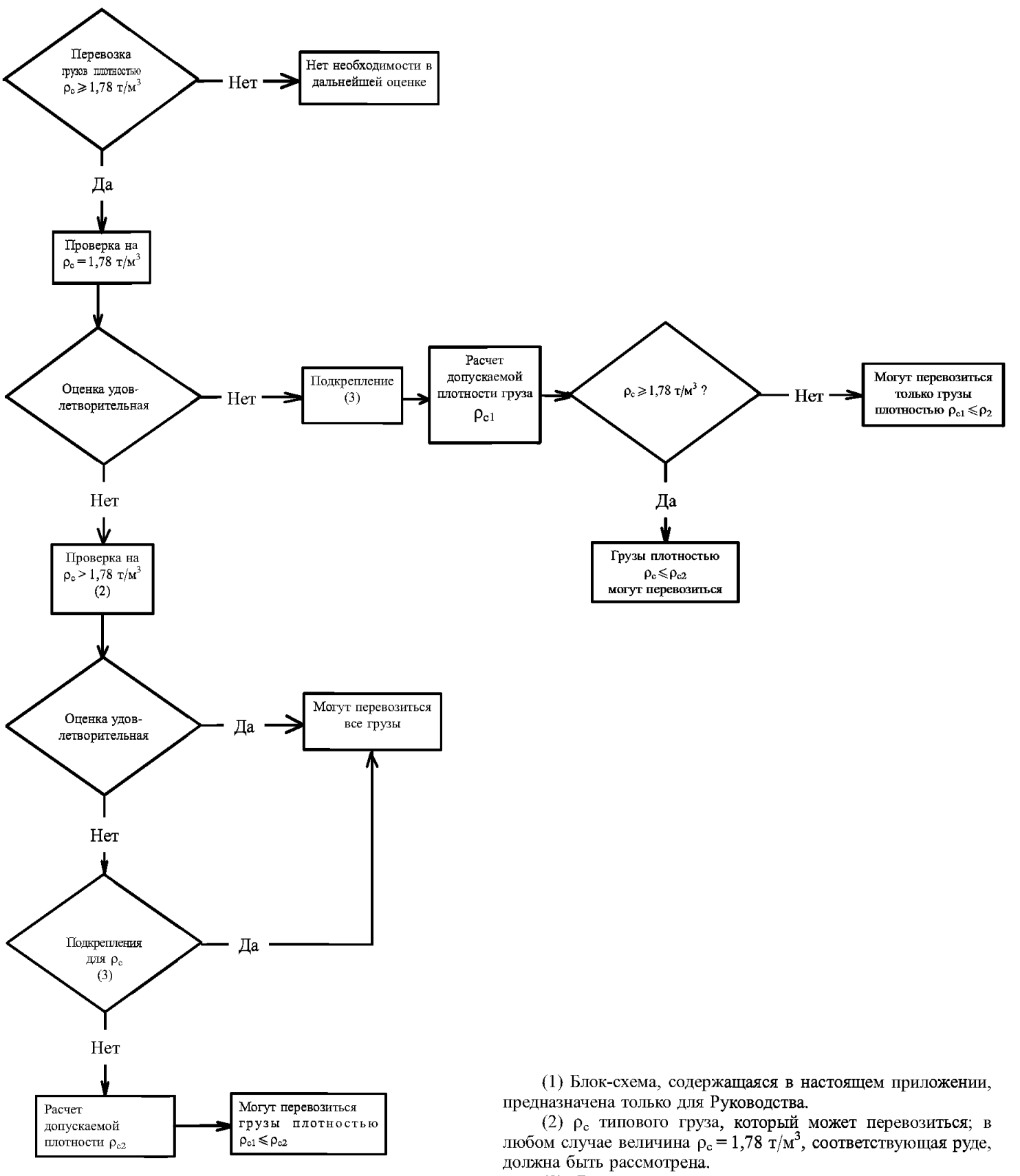
4. Гассетный листы должны быть приварены к верхнему горизонтальному листу (полке) нижней опоры для переборки в плоскости поясков гофра для уменьшения концентрации напряжений в углах гофра. Следует обеспечить соосность по толщине между гассетным листом, пояском гофра и стенкой нижней опоры для переборки. Соединения следует выполнять сварными швами с глубоким проваром. Начало и конец сварного шва должны быть расположены настолько далеко от углов гофров, насколько это возможно.

5. Шедерные листы должны крепиться сварными швами с полным проваром на остающейся подкладке.

6. Шедерные и гассетные листы должны иметь толщину, равную или большую первоначальной толщине переборки. Вертикальная часть гассетного листа должна иметь минимальную высоту, равную половине ширины пояска гофра. Шедерные и гассетные листы должны изготавливаться из того же материала, что и пояски гофра.

Приложение 1-2

РУКОВОДСТВО ПО ОЦЕНКЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ НА НАВАЛОЧНОМ СУДНЕ ГРУЗОВ ПЛОТНОСТЬЮ 1,78 Т/М^3 И БОЛЕЕ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РАЗМЕРАМ СВЯЗЕЙ ПОПЕРЕЧНОЙ ПЕРЕБОРКИ МЕЖДУ ГРУЗОВЫМИ ТРЮМАМИ № 1 И 2[1]



(1) Блок-схема, содержащаяся в настоящем приложении, предназначена только для Руководства.

(2) ρ_c типового груза, который может перевозиться; в любом случае величина $\rho_c = 1{,}78$ т/м^3, соответствующая руде, должна быть рассмотрена.

(3) В случае намерения выполнить подкрепления необходимо рассмотреть последствия ограничений по распределению груза (равномерная загрузка или снижение дедвейта судна).

2 Оценка допустимой загрузки грузового трюма № 1 с учетом возможности его затопления на существующих судах для навалочных грузов[1]

2.1 ПРИМЕНЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.1.1 Настоящие требования применяются ко всем навалочным судам длиной 150 м и более, первый трюм которых предназначен для перевозки навалочных грузов плотностью 1,78 т/м^3 и более, имеющим одну палубу, бортовые подпалубные цистерны, скуловые цистерны и поперечную переборку между трюмами № 1 и № 2 с вертикальными гофрами, и которые соответствуют следующим условиям:

контракт на постройку судна, которое имеет одинарную бортовую обшивку в первом трюме и которое не соответствует положениям приложения 3 к части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов, был заключен до 1 июля 1998 г.;

киль судна, которое имеет в первом трюме двойные борта, установленные на расстоянии, измеренном перпендикулярно наружной обшивке, менее 760 мм и которое не соответствует положениям приложения 3 к части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов, был заложен или судно находилось в подобном состоянии до 1 июля 1999 г.

Досрочное выполнение очередного освидетельствования, срок которого истекает после 1 июля 1998 г., с целью отсрочки срока выполнения требований не допускается.

Загрузка трюма № 1, определяемая в соответствии с требованиями 2.4, не должна превышать допустимую загрузку трюма в затопленном состоянии при использовании нагрузок, указанных в 2.2 и несущей способности двойного дна по срезу, указанной в 2.3.

Ни при каких обстоятельствах допустимая загрузка трюма в затопленном состоянии не должна превышать расчетную загрузку трюма в неповрежденном состоянии.

2.2 МОДЕЛЬ НАГРУЗКИ

2.2.1 Общие положения.

Считается, что на двойное дно трюма № 1 действуют: внешнее давление со стороны моря и сочетания нагрузок от воздействия груза и воды от затопления данного трюма.

В расчетах следует использовать сочетания наиболее неблагоприятных комбинаций загрузки и затопления трюма в зависимости от следующих случаев загрузки, содержащихся в инструкции по загрузке:

равномерная загрузка;

неравномерная загрузка;

загрузка пакетированным грузом (например, стальной прокат).

Допустимую загрузку трюма следует определять для каждого случая загрузки при максимальной плотности перевозимого навалочного груза.

2.2.2 Напор воды, действующий на второе дно.

Напор воды h_f (см. рис. 2.2.2) — это расстояние, м, измеренное по вертикали в прямом положении судна, от второго дна до уровня, расположенного от основной линии на расстоянии d_f, м, и равном D в общем случае; $0{,}95D$ — для судов с надводным бортом типа B, дедвейт которых менее 50000 т (где D — расстояние, м, на миделе, по борту от основной линии до палубы надводного борта; V — объем груза, м^3).

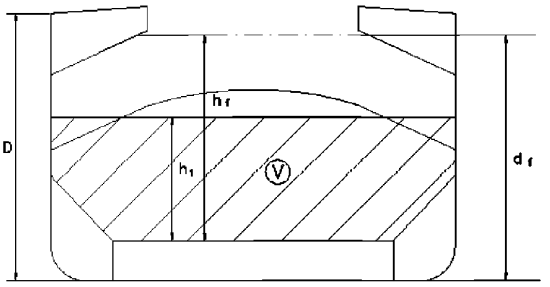


Рис. 2.2.2

2.3 НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ДВОЙНОГО ДНА ТРЮМА № 1 ПО СРЕЗУ

Несущая способность по срезу C двойного дна трюма № 1 определяется на его контуре как сумма перерезывающих сил в сечениях рамных балок на каждом конце:

всех флоров, закрепленных на обоих скуловых цистернах;

менее половины перерезывающих сил двух флоров, расположенных рядом с каждой нижней опорой для поперечной переборки или поперечной переборкой, если опора не установлена (см. рис. 2.3);

всех стрингеров двойного дна, закрепленных на обоих нижних опорах для поперечных переборок или поперечных переборках, если опора не установлена.

[1]Основной конструктивный тип судов для навалочных грузов определен в 3.3.1.4 части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов.

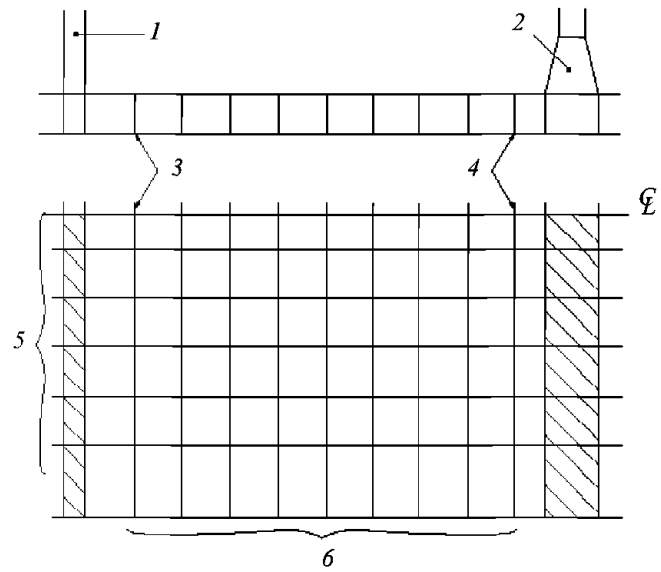


Рис. 2.3:
1 — поперечная переборка;
2 — нижняя опора для поперечной переборки;
3 — флор, смежный с нижней опорой для переборки;
4 — флор, смежный с поперечной переборкой;
5 — стрингеры; 6 — флоры

Если стрингеры или флоры обрываются и непосредственно не закреплены на нижней опоре переборки или на стенке скуловой цистерны, то перерезывающие силы для них следует оценивать только в одном сечении.

Рассматриваемые флоры и стрингеры — это флоры и стрингеры внутри границ трюма, образованных скуловыми цистернами и нижними опорами для поперечных переборок (или поперечными переборками, если опоры не установлены). Не следует учитывать в расчете стенки скуловых цистерн и флоры, расположенные непосредственно под соединением нижних опор для поперечных переборок (или поперечных переборок, если опоры не установлены) со вторым дном.

Если геометрия и/или система набора двойного дна не соответствуют вышеуказанным положениям, то несущую способность C двойного дна следует рассчитывать по критериям, являющихся в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

При расчете несущей способности по срезу следует использовать толщины нетто флоров и стрингеров. Толщина нетто t_{net}, мм, определяется по формуле

$$t_{net} = t - t_c \ , \qquad (2.3)$$

где t — строительная толщина флоров и стрингеров, мм;
t_c — коррозионный износ, равный 2 мм в целом; величина t_c может быть принята меньшей при условии, что принятые меры, удовлетворяющие требованиям Регистра, подтверждают принятое допущение.

2.3.1 Перерезывающая сила во флоре.

Перерезывающая сила в сечении панели флора, прилегающей к скуловым цистернам S_{f1}, кН, и перерезывающая сила в сечении крайней панели флора с вырезами (т.е. панели с вырезами — ближайшей к скуловой цистерне), S_{f2}, кН, определяются по формулам:

$$S_{f1} = 10^{-3} A_f \frac{\tau_\alpha}{\eta_1} \ ; \qquad (2.3.1\text{-}1)$$

$$S_{f2} = 10^{-3} A_{f,h} \frac{\tau_\alpha}{\eta_2} \ , \qquad (2.3.1\text{-}2)$$

где A_f — площадь поперечного сечения панели флора, прилегающей к скуловым цистернам, мм^2;
$A_{f,h}$ — площадь нетто поперечного сечения крайней панели флора с вырезами (т.е. панели с вырезами — ближайшей к скуловой цистерне), мм^2;
τ_α — допускаемые касательные напряжения, Н/мм^2; принимаемые равными $\sigma_F/\sqrt{3}$;
σ_F — предел текучести материала (минимальный верхний), Н/мм^2;
$\eta_1 = 1{,}10$;
$\eta_2 = 1{,}20$.

Коэффициент η_2 может быть уменьшен до 1,10 по согласованию с Регистром при соответствующих подкреплениях, удовлетворяющих требованиям Регистра.

2.3.2 Перерезывающая сила в стрингере.

Перерезывающая сила в сечении панели стрингера, прилегающей к нижним опорам для поперечных переборок (или поперечным переборкам, если опоры не установлены), S_{g1}, кН, и перерезывающая сила в сечении крайней панели стрингера с наибольшими вырезами (т.е. панели с вырезами — ближайшей к нижней опоре для поперечной переборки или к поперечной переборке, если опора не установлена), S_{g2}, кН, определяются по формулам:

$$S_{g1} = 10^{-3} A_g \frac{\tau_\alpha}{\eta_1} \ ; \qquad (2.3.2\text{-}1)$$

$$S_{g2} = 10^{-3} A_{g,h} \frac{\tau_\alpha}{\eta_2} \ , \qquad (2.3.2\text{-}2)$$

где A_g — площадь поперечного сечения панели стрингера, прилегающего к нижним опорам для переборок (или поперечным переборкам, если опора не установлена), мм^2;
$A_{g,h}$ — площадь нетто поперечного сечения крайней панели флора с наибольшими вырезами (т.е. панели с вырезами — ближайшей к нижней опоре для поперечной переборки или поперечной переборке, если опора не установлена), мм^2;
τ_α — допускаемые касательные напряжения, Н/мм^2, как указано в 2.3.1;
$\eta_1 = 1{,}10$;
$\eta_2 = 1{,}15$.

Коэффициент η_2 может быть уменьшен до 1,10 по согласованию с Регистром при соответствующих подкреплениях, удовлетворяющих требованиям Регистра.

2.4 ДОПУСТИМАЯ ЗАГРУЗКА ТРЮМА

2.4.1 Допустимая загрузка трюма W, т, определяется по формуле

$$W = p_c V \frac{1}{F}, \qquad (2.4.1\text{-}1)$$

где $F = 1{,}05$ для общих случаев и 1,00 — для стального проката;
p_c — плотность навалочного груза, т/м^3, — см. 2.2.1; для изделий из стали p_c следует принимать равной плотности стали;
V — объем груза, м^3, соответствующий заполнению трюма до уровня h_1 по высоте, определяемого по формуле
$h_1 = X/(p_{cg})$,

X — для навалочных грузов, равное X_1 или X_2 в зависимости от того, что меньше:

$$X_1 = \frac{Z + pg(E - h_f)}{1 + \frac{p}{p_c}(perm - 1)}; \qquad (2.4.1\text{-}2)$$

$$X_2 = Z + pg(E - h_f\, perm); \qquad (2.4.1\text{-}3)$$

Для изделий из стали X может быть принят равным X_1 при $perm = 0$;

p — плотность морской воды, т/м^3;

g — ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с^2;

E — осадка судна при затопленном трюме (d_f—0,1D), м;

d_f, D — как определено в 2.2.2;

h_f — напор воды при затоплении, м (см. 2.2.2);

$perm$ — проницаемость груза, для руды плотность следует принимать равной 0,3 (для железной руды соответственно плотность можно, как правило, принимать равной 3,0 т/м^3);

$Z = Z_1$ или Z_2 в зависимости от того, что меньше:

$$Z_1 = C_h / A_{DB,h}; \qquad (2.4.1\text{-}4)$$

$$Z_2 = C_e / A_{DB,e}; \qquad (2.4.1\text{-}5)$$

C_h — несущая способность двойного дна по срезу, кН, в соответствии с требованиями разд. 3, принимая перерезывающую силу для каждого флора S_{f1} или S_{f2} в зависимости от того, что меньше (см. 2.3.1), и перерезывающую силу для каждого стрингера S_{g1} или S_{g2} в зависимости от того, что меньше (см. 2.3.2);

C_e — несущая способность двойного дна по срезу, кН, в соответствии с требованиями 2.3, принимая перерезывающую силу для каждого флора S_{f1} (см. 2.3.1) и перерезывающую силу для каждого стрингера S_{g1} или S_{g2} в зависимости от того, что меньше (см. 2.3.2);

$$A_{DB,h} = \sum_{i=1}^{i=n} S_i B_{DB,i}; \qquad (2.4.1\text{-}6)$$

$$A_{DB,e} = \sum_{i=1}^{i=n} S_i (B_{DB} - s); \qquad (2.4.1\text{-}7)$$

n — число флоров между нижними опорами для поперечных переборок (или поперечными переборками, если опоры не установлены);

S_i — шпация i-го флора, м;

$B_{DB,i} = B_{DB} - s$ — для флоров, у которых перерезывающие силы определяются через S_{f1} (см. 2.3.1);

$B_{DB,i} = B_{DB,h}$ — для флоров, у которых перерезывающие силы определяются через S_{f2} (см. 2.3.1);

B_{DB} — ширина двойного дна, м, между скуловыми цистернами (см. рис. 2.4.1);

$B_{DB,h}$ — расстояние, м, между двумя рассматриваемыми отверстиями (см. рис. 2.4.1);

s_1 — расстояние, м, между стенкой скуловой цистерны и ближайшей продольной балкой основного набора второго дна.

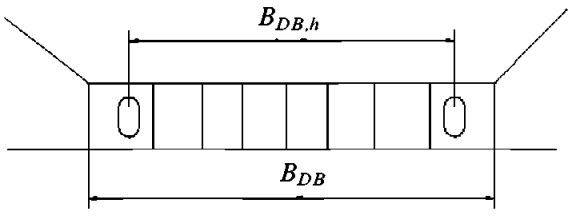


Рис. 2.4.1

3 Сроки проверок, а также требования к аварийной остойчивости для существующих навалочных судов

3.1 СРОКИ ПРИМЕНЕНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ

3.1.1 Требования к размерам связей переборки, определенные в разд. 1 настоящего приложения, а также требования к допустимой загрузке трюма, определенные в разд. 2 настоящего приложения, должны применяться совместно с требованиями к аварийной остойчивости, определенными в 3.2 настоящего раздела. Суда необходимо проверять на соответствие упомянутым требованиям в указанные ниже сроки в зависимости от их возраста на 1 июля 1998 г.:

20 лет и более — на назначенную дату первого промежуточного или первого очередного освидетельствования, которое будет проводиться после 1 июля 1998 г., в зависимости от того, что наступит раньше;

15 лет и более, но менее 20 лет — на назначенную дату первого очередного освидетельствования, которое будет проводиться после 1 июля 1998 г., но не позднее 1 июля 2002 г.;

10 лет и более, но менее 15 лет — на назначенную дату первого промежуточного или первого очередного освидетельствования, выполняемого по достижении судном возраста 15 лет, но не позднее 17 лет;

5 лет и более, но менее 10 лет — на назначенную дату первого промежуточного или первого очередного освидетельствования, выполняемого после 1 июля 2003 г. или по достижении судном возраста 10 лет, в зависимости от того, что наступит раньше;

менее 5 лет — по достижении судном возраста 10 лет.

3.1.2 Преждевременное, до 1 июля 2003 г., выполнение промежуточного или очередного освидетельствования, назначенного на срок после 1 июля 2003 г., не может быть основанием для отсрочки выполнения проверки.

3.2 АВАРИЙНАЯ ОСТОЙЧИВОСТЬ

3.2.1 Суда, подпадающие под проверку на соответствие требованиям разд. 1 и 2 настоящего приложения, при загрузке по летнюю грузовую марку должны выдерживать затопление первого носового грузового трюма при всех случаях загрузки и оставаться на плаву в удовлетвори-

тельном состоянии равновесия, как указано в правиле XII/4.2 — 4.6 Конвенции СОЛАС-74.

3.2.2 К судну, построенному с недостаточным числом поперечных водонепроницаемых переборок, могут не применяться положения 3.2.1 настоящей главы, а также разд. 1 и 2 настоящего приложения при условии, что на судне выполняются требования правила XII/9 Конвенции СОЛАС-74.

4 Ремонт шпангоутов и шпангоутных книц на судах для навалочных грузов с одинарным бортом, построенных без учета требований правил классификации и постройки морских судов

4.1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

4.1.1 Настоящие требования применяются к шпангоутам и шпангоутным кницам на судах для навалочных грузов, имеющих в грузовых помещениях одинарный борт, одну палубу, подпалубные и скуловые цистерны и построенных без учета требований Правил классификации и постройки морских судов.

Суда, на которые распространяются настоящие требования, должны быть проверены на соответствие этим требованиям, а замена, подкрепление или покрытие шпангоутов и шпангоутных книц согласно настоящим требованиям должны быть выполнены в сроки, указанные ниже:

для судов, возраст которых на 1 января 2004 г. составит 15 лет и более, — на назначенную дату ближайшего промежуточного или очередного освидетельствования в зависимости от того, что наступит раньше, после 1 января 2004 г.;

для судов, возраст которых на 1 января 2004 г. составит 10 лет и более, — на назначенную дату ближайшего очередного освидетельствования после 1 января 2004 г.;

для судов, возраст которых на 1 января 2004 г. составит менее 10 лет, — на дату достижения судном возраста 10 лет.

Завершение до 1 января 2004 г. промежуточного или очередного освидетельствования, для которых даты назначены на период после 1 января 2004 г., не может служить основанием для переноса срока выполнения соответствия судна настоящим требованиям. Однако завершение до 1 января 2004 г. промежуточного освидетельствования, назначенная «вилка» дат которого охватывает 1 января 2004 г., может служить основанием для переноса срока.

Настоящие требования определяют необходимость ремонта или других мер по отношению к стенкам и свободным пояскам шпангоутов и шпангоутных книц, как указано в 4.2.

Требования также устанавливают меры по подкреплению шпангоутов, как указано в 4.2.3.

Суда с ледовыми усилениями.

Промежуточные шпангоуты, установленные на судах с ледовыми усилениями, не должны учитываться при рассмотрении соответствия настоящим требованиям.

Допускаемая остаточная толщина дополнительных конструкций, установленных для соответствия знаку ледового усиления, должна определяться в соответствии с разд. 4 приложения 2 к Правилам освидетельствований.

Если знак ледового усиления снимается, дополнительные ледовые усиления судна не должны рассматриваться при обеспечении соответствия настоящим требованиям.

4.2 РЕМОНТ ИЛИ ДРУГИЕ МЕРЫ

4.2.1 Условия необходимости ремонта или других мер.

4.2.1.1 В настоящем разделе приняты следующие условные обозначения:

t_M — замеренная толщина, мм;

t_{REN} — толщина, при которой требуется замена (см. 4.2.1.2);

$t_{REN,\ d/t}$ — толщина, при которой требуется замена по условию отношения d/t (см. 4.2.1.2.1);

$t_{REN,\ S}$ — толщина, при которой требуется замена по условию прочности (см. 4.2.1.2);

t_{COAT} — толщина, принимаемая равной $0{,}75t_{S12}$;

t_{S12} — толщина, мм, стенок шпангоутов согласно 3.3.4.4.1 части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов и толщина нижних книц согласно 3.3.4.4.2 той же части Правил;

t_{AB} — построечная толщина, мм;

t_C — толщина, указанная в табл. 4.2.1.1.

Таблица 4.2.1.1

Значения t_C, мм

Длина судна L, м	Все трюмы, кроме трюма № 1		Трюм № 1	
	Пролет шпангоута и верхние кницы	Нижние кницы	Пролет шпангоута и верхние кницы	Нижние кницы
⩽100	2,0	2,5	2,0	3,0
150	2,0	3,0	3,0	3,5
⩾200	2,0	3,0	3,0	4,0

Примечание. Значения t_C для промежуточной длины судна определяются линейной интерполяцией значений, указанных в таблице.

4.2.1.2 Замена стенок шпангоутов и шпангоутных книц.

Стенки шпангоутов и шпангоутных книц должны быть заменены, если замеренная толщина t_M равняется или меньше толщины t_{REN}, являющейся большей среди следующих величин: $t_{COAT} - t_C$, $0{,}75t_{AB}$, $t_{REN,\ d/t}$ и $t_{REN,\ S}$ — в случае, если требуется проверка согласно 4.2.1.2.2.

4.2.1.2.1 Толщина $t_{REN,\ d/t}$ по условию отношения *d/t*.

Толщина $t_{REN,\ d/t}$ определяется по следующей формуле с учетом указанного в 4.2.1.2.1.2 и 4.2.1.2.1.3:

$$t_{REN,\ d/t} = (\text{высота стенки, мм})/R,$$

где для шпангоутов $R=65k^{0,5}$ — для симметричных профилей и $R=55k^{0,5}$ — для несимметричных профилей;
для нижних книц с учетом указанного в 4.2.1.2.1.1 $R=87k^{0,5}$ — для симметричных профилей и $R=73k^{0,5}$ — для несимметричных профилей;
k — коэффициент, равный:
1,0 — для стали с пределом текучести 235 МПа;
0,78 — для стали с пределом текучести 315 МПа;
0,72 — для стали с пределом текучести 355 МПа.

При этом толщина нижних книц $t_{REN,\ d/t}$ в опорном сечении шпангоута не должна приниматься меньше, чем величина $t_{REN,\ d/t}$ для шпангоутов, которые они поддерживают.

4.2.1.2.1.1 Нижние кницы.

Высота стенки нижних шпангоутных книц определяется следующим образом:

высота стенки нижней кницы может измеряться по перпендикуляру из точки пересечения наклонной стенки скуловой цистерны с бортовой обшивкой до линии свободного пояска нижней кницы (см. рис. 4.2.1.2.1.1);

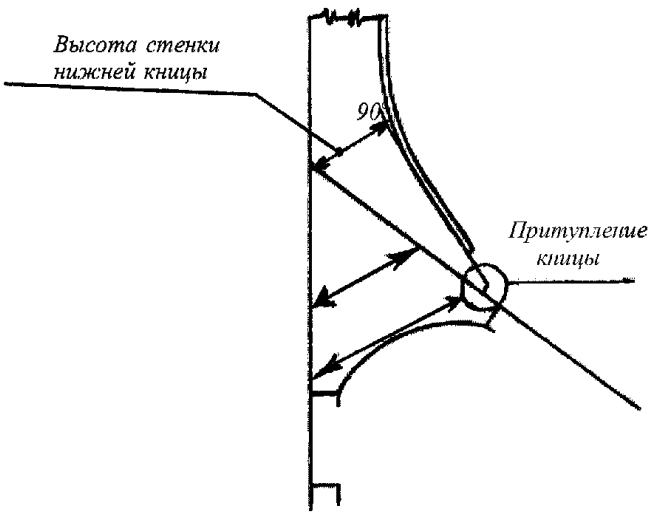


Рис. 4.2.1.2.1.1
Высота нижней кницы при определении $t_{REN,\ d/t}$

в случае, если установлены ребра жесткости, высота стенки нижней кницы может приниматься равной расстоянию между бортовой обшивкой и ребром жесткости или между ребрами жесткости, или между ребром жесткости и свободным пояском кницы в зависимости от того, какое из этих расстояний больше.

4.2.1.2.1.2 Альтернативные горизонтальные кницы.

Если толщина t_M, замеренная в сечении шпангоута *b*, меньше $t_{REN,\ d/t}$, то горизонтальные кницы, установленные согласно 4.2.3, могут быть учтены в качестве альтернативы выполнению условия отношения высоты стенки к толщине шпангоута; в этом случае толщина $t_{REN,\ d/t}$ может не учитываться при определении t_{REN} в соответствии с 4.2.1.2.

4.2.1.2.1.3 Шпангоуты кормовее форпиковой переборки.

В случае, если построечная толщина стенки шпангоутов t_{AB}, установленных непосредственно в корму от переборки форпика и усиленных для того, чтобы их момент инерции не допускал нежелательной гибкости бортовой обшивки, превышает $1{,}65t_{REN,\ S}$, то толщина $t_{REN,\ d/t}$ может быть принята равной $t'_{REN,\ d/t}$, определенной по формуле

$$t'_{REN,\ d/t} = \sqrt[3]{t^2_{REN,\ d/t}\, t_{REN,\ S}},$$

где $t_{REN,\ S}$ — толщина, определяемая согласно 4.3.3.

4.2.1.2.2 Толщина $t_{REN,\ S}$ по условию прочности при срезе.

В случае, если толщина стенки t_M в нижней части шпангоутов, как указано на рис. 4.2.1.2.2, равняется или меньше t_{COAT}, толщина $t_{REN,\ S}$ должна определяться в соответствии с 4.3.3.

4.2.1.2.3 Толщина вновь устанавливаемых стенок шпангоутов и нижних книц.

Если требуется замена, устанавливаемые стенки должны иметь толщину не менее, чем t_{AB} или $1{,}2t_{COAT}$, или $1{,}2t_{REN}$ в зависимости от того, что больше.

4.2.1.2.4 Условия, допускающие другие меры.

Если $t_{REN} < t_M < t_{COAT}$, должны быть приняты следующие меры:

очистка пескоструйным или равноценным ему методом и нанесение покрытия (см. 4.2.2);

установка бракет, предотвращающих заваливание шпангоутов (см. 4.2.3), и содержание покрытия в состоянии «как новое», т.е. без разрушений и следов коррозии, которое фиксируется при очередных и промежуточных освидетельствованиях.

Вышеуказанные меры могут не применяться, если у конструктивных элементов не наблюдается уменьшения толщины по сравнению с построечной толщиной, а покрытие находится в состоянии «как новое», т.е. без разрушений и следов коррозии.

4.2.1.3 Условие прочности при изгибе шпангоутов и шпангоутных книц.

Если длина или высота нижней кницы не соответствуют 3.3.2.5.3 части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов, должны быть выполнены проверка прочности при изгибе шпангоутов и шпангоутных книц, а также замена или

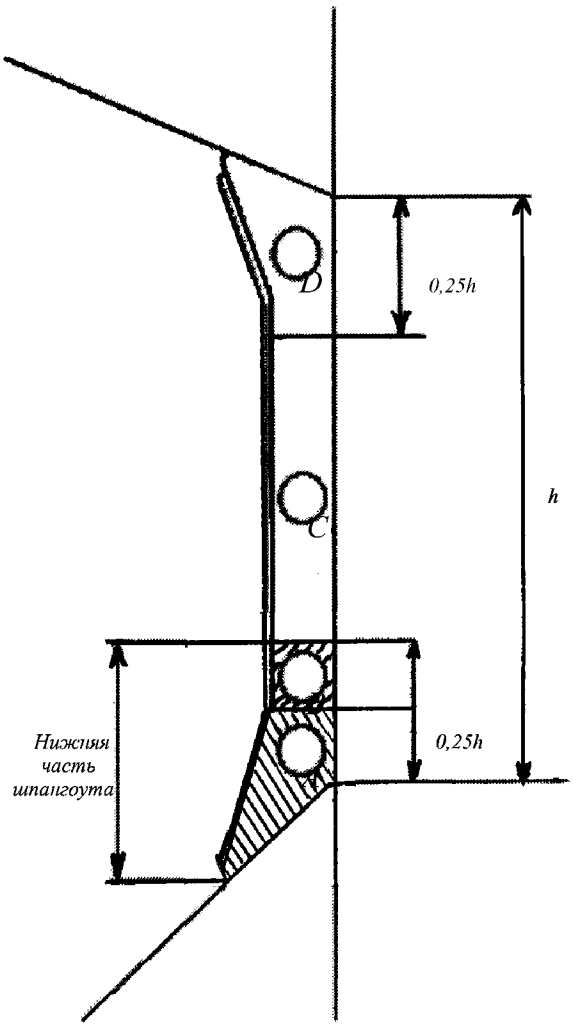


Рис. 4.2.1.2.2

подкрепление шпангоутов и/или книц в соответствии с 4.3.4.

4.2.2 Замеры толщины, замена, пескоструйная очистка и покрытие.

4.2.2.1 Для замены, пескоструйной очистки и покрытия установлены четыре зоны: *A*, *B*, *C* и *D* (см. рис. 4.2.1.2.2).

Замеры толщины должны быть выполнены в каждой зоне, а их результаты должны быть проверены по условиям, указанным в 4.2.1.

Если нижняя шпангоутная кница не приставная, т.е. поясок и стенка шпангоута плавно переходят в поясок и стенку нижней кницы, и условие, указанное в 4.2.1, не удовлетворяется для зоны *A* или *B*, то замена или пескоструйная очистка и нанесение покрытия должны быть выполнены (в зависимости от того, что применимо) в зоне *A* и в зоне *B*.

Если нижняя кница приставная, и условие, указанное в 4.2.1, не удовлетворяется для зоны *A* или *B*, то замена или пескоструйная очистка и нанесение покрытия должны быть выполнены в зоне *A* или *B* в зависимости от того, что применимо.

Если условие, указанное в 4.2.1, не удовлетворяется для зоны *C*, замена должна быть выполнена в зонах *B* и *C*. Если пескоструйная очистка и нанесение покрытия требуются согласно 4.2.1 для зоны *C*, очистка и нанесение покрытия должны быть выполнены в зонах *B*, *C* и *D*.

Если условие, указанное в 4.2.1, не удовлетворяется для зоны *D*, должна быть выполнена замена только этой зоны. Если пескоструйная очистка и нанесение покрытия требуются согласно 4.2.1 для зоны *D*, очистка и нанесение покрытия должны быть выполнены в зонах *C* и *D*.

Специальному рассмотрению могут подлежать ранее замененные зоны или зоны с восстановленным ранее покрытием в случае, если их состояние «как новое», т.е. без разрушений и следов коррозии.

В случае, если согласно условию в 4.2.1 необходимо нанести покрытие, оно должно отвечать требованиям 3.3.5.1 части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов в зависимости от того, что применимо.

4.2.2.2 Если на ограниченное число шпангоутов и книц должно быть нанесено покрытие на часть их длины согласно условию 4.2.1, необходимо руководствоваться следующим:

.1 покрытие должно быть нанесено на следующие элементы корпуса:

стенку и поясок шпангоутов и книц;

внутреннюю поверхность бортовой обшивки, наружную (трюмную) поверхность обшивки скуловой и подпалубной цистерн, в зависимости от того, что применимо, на ширину не менее 100 мм от стенки шпангоута или шпангоутной кницы;

.2 покрытие должно быть на эпоксидной или равноценной основе.

Во всех случаях все поверхности, на которые должно быть нанесено покрытие, должны быть подвергнуты пескоструйной очистке.

4.2.3 Меры по подкреплению конструкций.

Для подкрепления конструкций устанавливаются горизонтальные бракеты в нижней части и середине пролета шпангоутов (см. рис. 4.2.3). Эти бракеты могут устанавливаться через каждые два шпангоута, но обязательно на одном уровне в нижней части и в середине пролета шпангоутов.

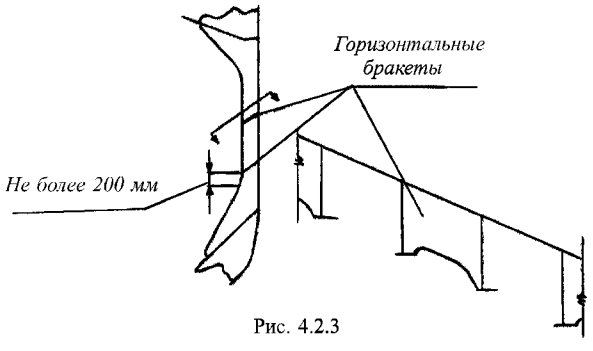


Рис. 4.2.3

Толщина горизонтальных бракет должна быть не меньше построечной толщины стенок шпангоутов, к которым они привариваются.

Бракеты должны быть приварены к шпангоутам и наружной обшивке двусторонним непрерывным швом.

4.2.4 Размеры сварного шва.

В случае замены сварные соединения должны соответствовать 3.3.2.5.9 части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов.

4.2.5 Язвенная и канавочная коррозия.

Если площадь, пораженная язвенной коррозией, составляет больше 15% площади рассматриваемого участка (см. рис. 4.2.5), должны быть выполнены замеры толщины в язвинах.

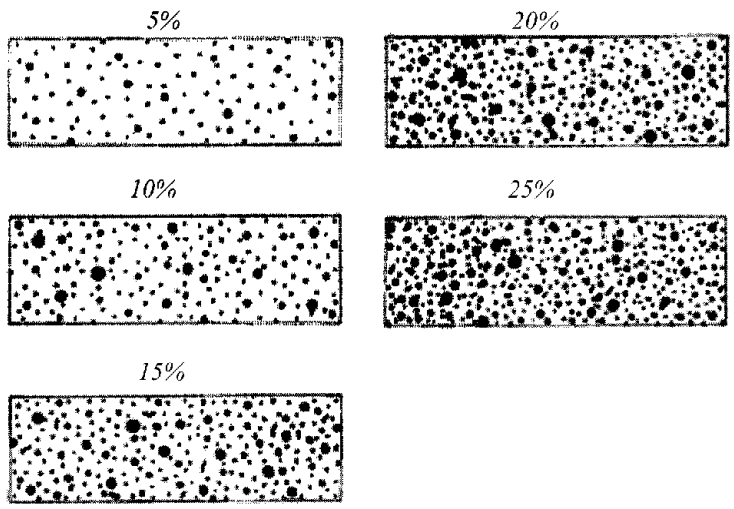


Рис. 4.2.5
Интенсивность язвенной коррозии (от 5 до 25%)

Минимально допустимая остаточная толщина в язвинах и канавках должна быть принята равной следующим величинам:

75% построечной толщины для язвенной или канавочной коррозии стенок и поясков шпангоутов и шпангоутных книц;

70% построечной толщины для язвенной или канавочной коррозии бортовой обшивки, обшивки скуловых и подпалубных цистерн на участках, прилегающих к стенке балки с каждой стороны, шириной до 30 мм.

4.3 ПРОВЕРКА ПРОЧНОСТИ

4.3.1 Проверка прочности при расчетных нагрузках осуществляется, как правило, для кормового, среднего и носового шпангоутов каждого трюма. Требуемые размеры остальных шпангоутов должны определяться линейной интерполяцией размеров вышеперечисленных шпангоутов.

Если размеры шпангоутов в пределах трюма различны, требуемые размеры должны быть определены для среднего шпангоута каждой группы шпангоутов с одинаковыми размерами. Требуемые размеры промежуточных шпангоутов должны определяться линейной интерполяцией размеров средних шпангоутов каждой группы.

4.3.1.1 Расчетная схема.

4.3.1.1.1 Нагрузки.

Нагрузки $P_{fr,\,a}$ и $P_{fr,\,b}$, кН, для проверки прочности шпангоутов в сечениях a и b (см. рис. 4.3.1.1.1; при этом, если нижние кницы приставные, сечение b должно быть проведено через самую верхнюю точку нижней кницы) определяются по формулам:

$$P_{fr,\,a}=P_S+\max(P_1,\,P_2); \qquad (4.3.1.1.1\text{-}1)$$

$$P_{fr,\,b}=P_{fr,\,a}\,\frac{h-2h_B}{h}\,, \qquad (4.3.1.1.1\text{-}2)$$

где P_S — нагрузка от статического давления воды, кН, определяемая формулам:

$P_S = sh\left(\frac{p_{S,U}+p_{S,L}}{2}\right)$ — для случая, когда верхний конец пролета шпангоута h (см. рис. 4.2.1.2.2), находится ниже грузовой ватерлинии;

$P_S = sh'\left(\frac{p_{S,L}}{2}\right)$ — для случая, когда верхний конец пролета шпангоута h (см. рис. 4.2.1.2.2), находится на уровне или выше грузовой ватерлинии;

$P_1 = sh\left(\frac{p_{1,U}+p_{1,L}}{2}\right)$ — нагрузка от давления волны, кН, при встречном волнении;

$P_2 = sh\left(\frac{p_{2,U}+p_{2,L}}{2}\right)$ — нагрузка от давления волны, кН, при волнении с траверса;

h и h_B — пролет шпангоута и длина нижней кницы, м, соответственно (см. рис. 4.2.1.2.2 и 4.3.1.1.1);

h' — расстояние, м, между нижним концом шпангоута и грузовой ватерлинией;

s — шпация, м;

$p_{S,\,U}$ и $p_{S,\,L}$ — давления на тихой воде, кН/м^2, на уровне верхнего и нижнего концов пролета шпангоута h, соответственно (см. рис. 4.2.1.2.2);

$p_{1,U}$ и $p_{1,\,L}$ — волновые давления, кН/мм^2, на уровне верхнего и нижнего концов пролета шпангоута h, соответственно, определяемое в 4.3.1.1.2.1;

$p_{2,U}$ и $p_{2,\,L}$ — волновые давления, кН/м^2, на уровне верхнего и нижнего конца пролета шпангоута h, соответственно, определяемое в 4.3.1.1.2.2.

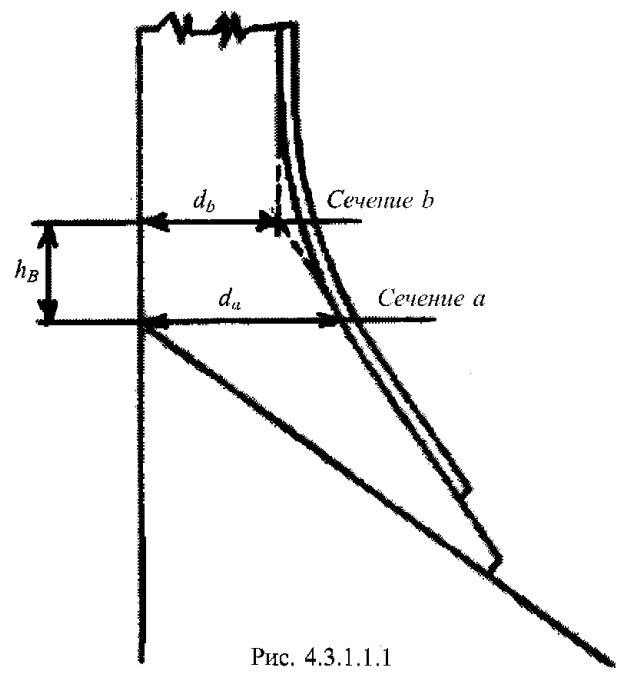


Рис. 4.3.1.1.1
d_a — высота стенки нижней кницы; d_b — высота стенки шпангоута; h_B — длина нижней кницы

4.3.1.1.2 Волновые давления.

4.3.1.1.2.1 Волновое давление p_1, кН/мм^2, определяется по формулам:

на уровне ватерлинии и ниже

$$p_1=1{,}50\left[p_{11}+135\,\frac{B}{2(B+75)}-1{,}2(T-z)\right], \quad (4.3.1.1.2.1\text{-}1)$$

где $p_{11}=3k_SC+k_f$;

на уровне выше ватерлинии

$$p_1=p_1w_l-7{,}50(z-T), \quad (4.3.1.1.2.1\text{-}2)$$

где p_1w_l — волновое давление p_1 на уровне ватерлинии.

4.3.1.1.2.2 Волновое давление p_2, кН/мм^2, определяется по формулам:

на уровне ватерлинии и ниже

$$p_2=13{,}0\left[0{,}5B\,\frac{50C_r}{2(B+75)}+C_B\,\frac{0{,}5B+k_f}{14}\left(0{,}7+\frac{2z}{T}\right)\right]; \quad (4.3.1.1.2.2\text{-}1)$$

над ватерлинией

$$p_2=p_2w_l-5{,}0(z-T), \quad (4.3.1.1.2.2\text{-}2)$$

где p_2w_l — волновое давление p_2 на уровне ватерлинии;

L — длина судна, м;

B — наибольшая расчетная ширина судна, м;

C_B — коэффициент общей полноты в соответствии с Правилами классификации и постройки морских судов, значение которого должно приниматься не менее 0,6;

T — максимальная расчетная осадка, м;

C — коэффициент, определяемый по формулам:

$$C=10{,}75-\left(\frac{300-L}{100}\right)^{1{,}5} \text{ при } 90\leqslant L\leqslant 300 \text{ м};$$

$C=10{,}75$ при $L>300$ м;

$$C_r=\left(1{,}25-0{,}025\,\frac{2k_r}{\sqrt{GM}}\right)k,$$

где k — коэффициент, принимаемый равным 1,2 для судов без скулового киля и 1,0 — для судов со скуловым килем;

k_r — радиус инерции масс при бортовой качке. При отсутствии фактической величины k_r ее значение допускается принимать равным $0{,}39B$ для судов с равномерным распределением массы в поперечном направлении (например, чередующаяся загрузка тяжелым грузом или равномерная загрузка легким грузом) и $0{,}25B$ — для судов с неравномерным распределением массы в поперечном направлении (например, равномерная загрузка тяжелым грузом);

$GM=0{,}12B$ при отсутствии фактической величины GM;

Z — расстояние по вертикали, м, от основной плоскости до уровня, на котором определяется давление;

$k_s=C_B+\dfrac{0{,}83}{\sqrt{C_B}}$ — на кормовой оконечности судна;

$k_s=C_B$ — между сечениями $0{,}2L$ и $0{,}6L$, считая от кормовой оконечности;

$k_s=C_B+\dfrac{1{,}33}{C_B}$ — на носовой оконечности судна.

Между вышеуказанными сечениями величина k_s определяется линейной интерполяцией;

k_f — коэффициент, принимаемый равным $0{,}8C$.

4.3.2 Допустимые напряжения.

Допустимые нормальные и касательные напряжения σ_a и τ_a, Н/мм^2, для шпангоутов и шпангоутных книц определяются по формулам:

$$\sigma_a=0{,}90\sigma_F; \quad (4.3.2\text{-}1)$$

$$a\ \tau_a=0{,}40\sigma_F, \quad (4.3.2\text{-}2)$$

где σ_F — минимальный верхний предел текучести стали, Н/мм^2.

4.3.3 Проверка прочности на срез.

Если толщина t_M в нижней части шпангоутов (см. рис. 4.2.1.2.2) равна или меньше величины t_{COAT}, должна быть выполнена проверка прочности на срез в соответствии с нижеследующими указаниями.

Толщина $t_{REN,\,S}$, мм, должна приниматься большей из значений $t_{REN,\,Sa}$ или $t_{REN,\,Sb}$, но не более $0{,}75t_{S12}$, определяемых для сечений a и b (см. рис. 4.3.1.1.1 и п. 4.3.1.1), по формулам:

для сечения a

$$t_{REN,\,Sa}=\frac{1000k_sP_{fr,\,a}}{d_a\sin\phi\tau_a}; \quad (4.3.3\text{-}1)$$

для сечения b

$$t_{REN,\,Sb}=\frac{1000k_sP_{fr,\,b}}{d_a\sin\phi\tau_b}, \quad (4.3.3\text{-}2)$$

где k_S — коэффициент распределения срезывающих сил, принимаемый равным 0,6;

$P_{fr,\,a}$ и $P_{fr,\,b}$ — нагрузки, определенные в 4.3.1.1;

d_a и d_b — высота стенки кницы и шпангоута, мм, в сечениях a и b, соответственно (см. рис. 4.3.1.1.1). Если кницы приставные, высота d_b должна принимается за вычетом возможных вырезов (например, при гребенчатом наборе);

ϕ — угол между стенкой шпангоута и наружной обшивкой;

τ_a — допустимые касательные напряжения, Н/мм^2, определенные в 4.3.2.

4.3.4 Проверка прочности на изгиб.

Если длина или высота нижней кницы не соответствуют 3.3.2.5.3 части II «Корпус» Правил классификации и постройки морских судов, фактический момент сопротивления, см^3, книц и шпангоутов в сечениях a и b должен быть не меньше значений, определяемых по формулам:

для сечения a

$$Z_a=\frac{1000P_{fr,\,a}\,h}{m_a\,\sigma_a}; \quad (4.3.4\text{-}1)$$

для сечения b

$$Z_b=\frac{1000P_{fr,\,a}\,h}{m_b\,\sigma_a}; \quad (4.3.4\text{-}2)$$

где $P_{fr,\,a}$ — нагрузка, определяемая в соответствии с 4.3.1.1;

h — пролет шпангоута, м (см. рис. 4.2.1.2.2);

σ_a — допустимые нормальные напряжения, Н/мм^2, определяемые в соответствии с 4.3.2;

m_a и m_b — коэффициенты изгибающего момента, указанные в табл. 4.3.4.

Таблица 4.3.4

Коэффициенты изгибающего момента m_a и m_b

Наименование	m_a	m_b		
		h_B=0,08h	h_B=0,1h	h_B=0,125h
Порожние трюмы при неравномерных случаях загрузки судна	10	17	19	22
Прочие случаи загрузки	12	20	22	26

Примечания: 1. Неравномерная загрузка означает такую загрузку, при которой отношение между коэффициентами наибольшего и наименьшего заполнения, рассчитанными для каждого трюма, превышает значение, равное 1,2, с учетом поправки на различную плотность груза.

2. Коэффициент m_b при промежуточных значениях длины кницы h_B определяется линейной интерполяцией значений, указанных в таблице.

Фактический момент сопротивления книц и шпангоутов должен быть определен при фактической замеренной толщине и относительно оси, параллельной наружной обшивке. В предварительных расчетах могут применяться альтернативные значения толщины, но не меньше следующих значений:

t_{REN} — для толщины стенок;

допускаемой Правилами классификации и постройки морских судов остаточной толщины — для свободного и присоединенного поясков.

Ширина присоединенного пояска должна быть принята равной расстоянию между шпангоутами, измеренному по наружной обшивке на середине пролета h.

Если фактические моменты сопротивления в сечениях a и b будут меньше величины Z_a или Z_b, то шпангоуты и кницы должны быть заменены или подкреплены таким образом, чтобы фактические моменты сопротивления после замены или подкрепления были не менее $1{,}2Z_a$ и $1{,}2Z_b$, соответственно.

В этом случае замена или подкрепление свободного пояска должны быть распространены на нижнюю часть шпангоута (см. рис. 4.2.1.2.2).

Приложение 2

ФОРМЫ РЕГИСТРАЦИИ ЗАМЕРОВ ПАРАМЕТРОВ КОРПУСА С ДЕФЕКТАМИ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Настоящие Формы предназначены для регистрации в виде отчета замеров параметров элементов корпуса с дефектами, выполняемых в соответствии с разд. 3 Инструкции.

Формы позволяют систематизировать данные о дефектах корпуса.

2. Формы должны заполняться в соответствии с приведенными положениями.

3. В отчете должна содержаться информация о всех формах, перечисленных в 1.6 отчета.

4. Наличие подписи и печати инспектора Регистра на титульном листе отчета является обязательным. Если отчет был принят к сведению инспектором ИКО, необходимо указать в нем дату его получения Регистром, а также были ли потребованы контрольные замеры элементов корпуса по результатам его внешнего осмотра. Если контрольные замеры выполнялись, отчет необходимо дополнить их результатами.

5. Ниже приводится типовая форма отчета.

<Название организации, выпустившей отчет>
<Почтовый адрес, тел., факс, E-mail организации>

УТВЕРЖДАЮ
<Должность>
<Ф.И.О.>
<Подпись>
"__" _____ г.
<Печать>

ОТЧЕТ №
о замерах остаточных толщин, деформаций и трещин в элементах корпуса
<Название судна>

Всего листов: <Общее число листов в отчете>

Судоходная компания: <Название, почтовый адрес, тел., факс, E-mail>
Государство флага судна: <Страна>
Порт приписки: <Город>
Класс судна: <Класс>
Назначение судна: <Назначение>
Регистровый номер: <Номер>
Номер ИМО: <Номер>

ПРИНЯТО К СВЕДЕНИЮ

"____" _____ г.
<Должность инспектора Регистра>
<Ф.И.О.>
<Подпись>

<Печать инспектора Регистра>

<город, государство>
<Год>

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие сведения
1.1 Общие данные о судне
1.2 Схемы судна
1.3 Сведения об организации, выполнившей замеры остаточных толщин
1.4 Сведения об измерительном оборудовании
1.5 Дата и место проведения замеров
1.6 Перечень форм, заполненных при дефектации корпуса
2 Результаты дефектации корпуса
2.1 Элементы корпуса с износами
2.1.1 Поперечные сечения корпуса
2.1.2 Листы
2.1.3 Балки набора
2.1.4 Элементы корпуса с местным и язвенным износом, сварные швы, заклепочные соединения
2.1.5 Соединительные элементы и местные подкрепления
2.2 Элементы корпуса с деформациями
2.2.1 Поперечные сечения корпуса
2.2.2 Бухтины и гофрировки
2.2.3 Вмятины и выпучины
2.2.4 Соединительные элементы и местные подкрепления
2.3 Элементы корпуса с трещинами
Приложение. Чертежи (схемы) корпуса

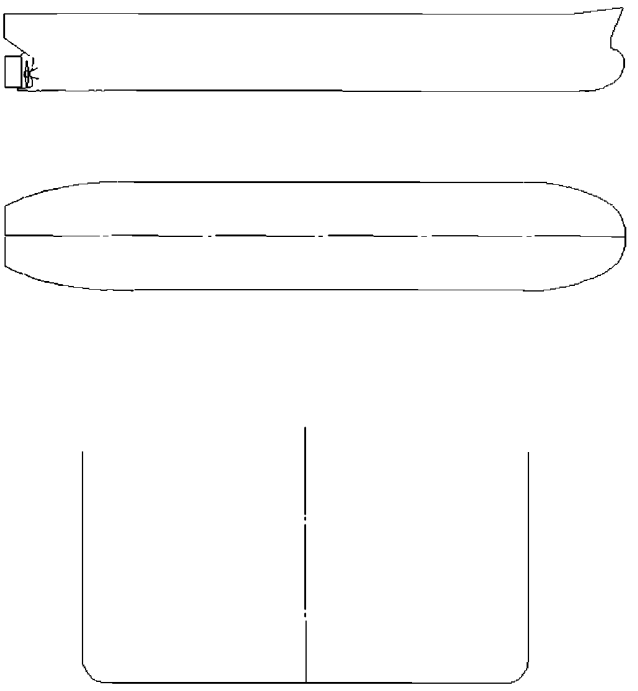
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 ОБЩИЕ ДАННЫЕ О СУДНЕ

1. Валовая вместимость, _____
2. Длина расчетная L, м _____
3. Расположение средней части судна длиной 0,4L, от шп. _____ до шп. _____
4. Осадка в полном грузу по летнюю ГВЛ , м _____
5. Водоизмещение Δ, т _____
6. Дедвейт DW, т _____
7. Осадка в балласте
носом $d_н$, м _____
средняя $d_{ср}$, м _____
кормой $d_к$, м _____
8. Дата постройки: _____ месяц ____год
9. Место постройки: город _____ ,
государство _____
10. Класс общества, присвоенный при постройке: _____
11. Вид и номер текущего освидетельствования: _____
12. Дата начала освидетельствования:
«____» _____ г.

1.2 СХЕМЫ СУДНА

Продольный разрез, вид сверху и поперечное сечение (мидель)



1.3 СВЕДЕНИЯ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ, ВЫПОЛНИВШЕЙ ЗАМЕРЫ ОСТАТОЧНЫХ ТОЛЩИН

1. Полное название организации _____
2. Свидетельство о признании организации классификационным обществом № _____
3. Свидетельство выдано «__» _____ г.
4. Свидетельство действительно по «__»_____ г.
5. Полное название общества, выдавшего свидетельство _____
6. Квалификация исполнителей замеров остаточных толщин:
Ф.И.О. _____ квалификация _____
диплом № _____ от «___»_____ г.
действителен до «___»_____ г.
Ф.И.О. _____ квалификация _____
диплом № _____ от «___»_____ г.
действителен до «___»_____ г.
Ф.И.О. _____ квалификация _____
диплом № _____ от «___»_____ г.
действителен до «___»_____ г.

1.4 СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗМЕРИТЕЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ

1. Наименование прибора _____
2. Серийный номер _____
3. Индивидуальный номер _____
4. Завод (фирма)-изготовитель _____
5. Государство _____
6. Дата изготовления _____
7. Точность измерений _____
8. Свидетельство о поверке № _____,
действительно «___» _____ г.

1.5 ДАТА И МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ ЗАМЕРОВ

1. Дата начала замеров «___»_____ г.
2. Дата окончания замеров «___»_____ г.
3. Место проведения замеров _____

1.6 ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМ, ЗАПОЛНЕННЫХ ПРИ ДЕФЕКТАЦИИ КОРПУСА

Формы, представленные в отчете, помечаются крестом в квадратном окне ☐. Для отсутствующих форм в отчете должны быть указаны причины: неприменимость, отсутствие дефектов в корпусе, отсутствие возможности выполнения замеров и т.п.

1.6.1 Элементы корпуса с износами.

☐ ФОРМА 1.1 Результаты замеров толщин листов настилов, обшивок, продольных балок набора в поперечном сечении корпуса;

☐ ФОРМА 1.2 Результаты замеров толщин листов настилов, обшивок, балок набора;

☐ ФОРМА 1.3 Результаты замеров толщин соединительных элементов и местных подкреплений;

☐ ФОРМА 1.4 Результаты замеров толщин элементов корпуса с местным и язвенным износом, сварных швов, а также обследования заклепочных соединений (форма произвольная).

1.6.2 Элементы корпуса с деформациями.

☐ ФОРМА 2.1 Результаты замеров параметров деформаций в поперечном сечении корпуса;

☐ ФОРМА 2.2 Результаты замеров параметров бухтин и гофров;

☐ ФОРМА 2.3 Результаты замеров параметров вмятин и выпучин;

☐ ФОРМА 2.4 Результаты замеров параметров деформаций соединительных элементов и местных подкреплений (форма произвольная).

1.6.3 Элементы корпуса с трещинами.

☐ ФОРМА 3 Результаты замеров параметров трещин.

2 РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕФЕКТАЦИИ КОРПУСА

2.1 ЭЛЕМЕНТЫ КОРПУСА С ИЗНОСАМИ

2.1.1 Поперечные сечения корпуса.

2.1.1.1 Пункт отчета должен содержать заполненные формы 1.1, чертеж (схему) поперечного сечения с указанием его положения в корпусе (номер шпангоута) и размерами его элементов. Элементы поперечного сечения корпуса на чертеже (схеме) должны быть пронумерованы.

2.1.1.2 Регистрации в форме 1.1 подлежат замеры остаточных толщин следующих конструкций:

1 — расчетной палубы с палубным стрингером;
2 — непрерывного продольного комингса;
3 — второй палубы;
4 — третьей палубы;
5 — палубы средней надстройки;
6 — второго дна с междудонным листом;
7 — днища с горизонтальным килем и скулой;
8 — наружного борта с ширстреком;
9 — внутреннего борта;
10 — борта средней надстройки;
11 — продольной переборки;
12 — подпалубной цистерны;
13 — скуловой цистерны;
14 — других конструкций.

2.1.1.3 Замеренные толщины листов и продольных балок набора каждой из конструкций используются для расчетов оценки потери площади палубы, днища $\Sigma\Delta F$, остаточных моментов сопротивления поперечных сечений корпуса W', W'', площадей бортов, продольных переборок S'.

2.1.1.4 В случае, если замеры отсутствуют или выполнены не в полном объеме, необходимо указать причину.

2.1.1.5 Указания по заполнению формы 1.1 приведены в табл. 2.1.1.5.

Таблица 2.1.1.5

Указания по заполнению формы 1.1

Номер поля формы	Содержание
1, 2	Номера шпангоутов, в пределах которых находятся элементы корпуса поперечного сечения
3	Перечень конструкций, попадающих в поперечное сечение
4	Общеупотребительное наименование элемента корпуса (например, ширстрек, лист, горизонтальный киль, стенка карлингса и т.п.)
5	Номер элемента корпуса, который должен соответствовать прилагаемой схеме поперечного сечения корпуса
6	Борт судна, где расположен элемент корпуса
7	Категория стали из отчетного (конструктивного) чертежа конструкции. При отсутствии данных о категории стали указывается предел текучести (например, 235, 315, 355, 390 МПа)
8	Толщина элемента корпуса из отчетного (конструктивного) чертежа
9	Ширина листа настила палубы, продольного непрерывного комингса, обшивки днища, включая скуловой пояс, из отчетного (конструктивного) чертежа конструкции или замеренная на судне
10	Допускаемая остаточная толщина $[S_1]$, мм (см. 4.2.1.4)
11	Замеры остаточных толщин элемента корпуса
12	Средняя остаточная толщина элемента корпуса S_1', полученная в соответствии с 3.2.3.1 и 3.2.4.1 Инструкции
13	Уменьшение толщины (износ) элемента корпуса в процентах относительно построечной толщины по формуле $\Delta S\% = \frac{S_0 - S_1'}{S_0} 100\%$
14	Уменьшение толщины (износ) элемента корпуса по абсолютной величине относительно построечной толщины по формуле $\Delta S_i = S_0 - S_1'$
15	Оценка утраченной вследствие общего износа части площади расчетной палубы между линией люковых вырезов и бортом непрерывным продольным комингсом, днища со скулой (балки продольного набора могут не учитываться), которая производится по формуле $\Delta F = E(0{,}1S_0 - \Delta S)$, м·мм. ΔF суммируются с учетом знака раздельно для палубы с комингсом и днища со скулой. В случае, если какая-либо из полученных сумм $\Sigma\Delta F$ окажется отрицательной, и на судне не окажется Специальных норм, его корпус должен проверяться по моменту сопротивления поперечного сечения в соответствии с 2.2.1.2 Инструкции.
16	Приводятся уточняющие или дополнительные сведения о конструкции: наличие/отсутствие антикоррозионной защиты, замена конструкции или ее участков в предшествующих ремонтах, усиления конструкций и т. д.

2.1.2 Листы.

2.1.2.1 Пункт отчета должен содержать заполненные формы 1.2 для листов. Рекомендуется также представлять соответствующие конструктивные чертежи растяжки наружной обшивки, планы палуб, второго дна, переборок и т.п. с нанесенными на них результатами замеров толщин в точках.

2.1.2.2 Зарегистрированные толщины листов в точках используются для определения средней остаточной толщины листа S_1' и средней остаточной толщины участка листа S_3'.

2.1.2.3 В случае, если замеры выполнены не в полном объеме, следует указать причины.

2.1.2.4 Указания по заполнению формы 1.2 для листов приведены в табл. 2.1.2.4.

2.1.2.5 Нумерация поясьев обшивки, настила принимается в следующем порядке:

Таблица 2.1.2.4

Указания по заполнению формы 1.2 для листов

Номер поля формы	Содержание
1	Наименование конструкции (например, верхняя палуба, второе дно и т.п.)
2	Наименование листа (например, ширстрек, горизонтальный киль и т.п.)
3	Борт судна, где расположен лист
4	Номер пояса, в котором расположен лист (см. 2.1.2.5)
5	Поле заполняется, если в судовой документации имеется индексация листов
6, 7	Номера шпангоутов, в пределах которых находится замеряемый лист. Для листов обшивки поперечной переборки номер шпангоута указывается только в одном поле
8	Категория стали из отчетного (конструктивного) чертежа конструкции. При отсутствии данных о категории стали указывается предел текучести (например, 235, 315, 355, 390 МПа)
9	Толщина листа из отчетного (конструктивного) чертежа конструкции
10	Допускаемая остаточная толщина $[S_1]$, мм (см. 4.2.2.1 или 4.2.6.4, 4.2.7.2)
11	Замеры остаточных толщин листа
12	Средняя остаточная толщина листа, полученная в соответствии с 3.2.3.1 Инструкции
13	Уменьшение толщины (износ) листа в процентах относительно построечной толщины по формуле $\Delta S\% = \frac{S_0 - S_1'}{S_0} 100\%$
14	Уменьшение толщины (износ) листа, мм, по абсолютной величине относительно построечной толщины $\Delta S_i = S_0 - S_1'$
15	Приводятся уточняющие или дополнительные сведения о конструкции: наличие/отсутствие антикоррозионной защиты, замена конструкции или ее участков в предшествующих ремонтах, усиления конструкций и т.п.

ОТЧЕТ № ФОРМА 1.1

РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАМЕРОВ ТОЛЩИН ЛИСТОВ НАСТИЛОВ, ОБШИВОК, ПРОДОЛЬНЫХ БАЛОК НАБОРА В ПОПЕРЕЧНОМ СЕЧЕНИИ КОРПУСА

Название судна _____ Рег. № _____

от «_____»_____ г.

Положение поперечного сечения по длине судна				3	Конструкция
1	Начальный шп.	2	Конечный шп.		

Элемент корпуса	Номер элемента по схеме поперечного сечения	Борт	Категория стали	Построечная толщина S_0, мм	Ширина листа палубы, комингса, днища, скулы E, м	Допускаемая остаточная толщина $[S_1]$, мм	Замеренные толщины S_i, мм	Средние значения			Оценка потери площади листа, балки набора $\Delta F = E\,(0{,}1 S_0 \Delta S)$, м · мм	Примечание
								Остаточная толщина S_1', мм	Уменьшение толщины			
									относительное, %	абсолютное ΔS, мм		
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Подпись исполнителя _____ Подпись инспектора Регистра _____

ОТЧЕТ №

ФОРМА 1.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАМЕРОВ ТОЛЩИН ЛИСТОВ НАСТИЛОВ, ОБШИВОК, ЭЛЕМЕНТОВ БАЛОК НАБОРА

Название судна _____ Рег. № _____

от «_____»_____ г.

1	Конструкция												
Элемент корпуса	Борт	Номер элемента, пояс	Индекс элемента	Начальный шпангоут	Конечный шпангоут	Категория стали	Построечная толщина S_0, мм	Допускаемая остаточная толщина $[S]$, мм	Замеренные толщины S_i, мм	Средние значения			Примечание
										Остаточная толщина S_1', мм	Уменьшение толщины		
											относительное, %	абсолютное, %	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Подпись исполнителя _____

Подпись инспектора Регистра _____

днищевая обшивка — от горизонтального киля к борту до скулы включительно;

наружная бортовая обшивка — от ширстрека до верхней кромки скулы;

настил палуб, платформ и второго дна — от борта до диаметральной плоскости, включая пояс в диаметральной плоскости, если он имеется;

обшивка поперечных, продольных переборок и внутреннего борта — от верхней палубы вниз до настила второго дна (днища);

обшивка наклонной части подпалубной цистерны — от продольного комингса до борта;

обшивка наклонной части скуловой цистерны — от борта до настила второго дна.

2.1.3 Балки набора.

2.1.3.1 Пункт отчета должен содержать заполненные формы 1.2 для балок набора. Рекомендуется представлять соответствующие схемы с нанесенными на них результатами замеров толщин в точках.

2.1.3.2 Зарегистрированные толщины балок набора и их элементов в точках используются для определения средней остаточной толщины элементов балки набора S'_1, а также для расчетов остаточного момента сопротивления W'_1 и площади F'_1 поперечных сечений балки набора.

2.1.3.3 В случае, если замеры отсутствуют или выполнены не в полном объеме, необходимо указать причины.

2.1.3.4 Указания по заполнению формы 1.2 для балок набора приведены в табл. 2.1.3.4.

2.1.3.5 Нумерация балок набора принимается следующей:

номер балки основного и рамного поперечного набора, кроме балок набора поперечных переборок, совпадает с номером соответствующего шпангоута;

балки основного и рамного продольного набора, а также балки набора поперечных переборок нумеруются последовательно, как указано в 2.1.2.5 для поясьев листов.

2.1.4 Соединительные элементы и местные подкрепления.

2.1.4.1 Пункт отчета должен содержать заполненные формы 1.3. Рекомендуется приводить эскизы элементов и подкреплений с указанием замеров в точках.

2.1.4.2 Регистрации в форме 1.3 подлежат замеры остаточных толщин соединительных элементов и местных подкреплений конструкций корпуса, освидетельствование которых выполняется, исходя из опыта технического наблюдения.

2.1.4.3 Зарегистрированные толщины соединительных элементов и местных подкреплений в точках используются для определения средней остаточной толщины S'_1.

2.1.4.4 Указания по заполнению форм 1.3 приведены в табл. 2.1.4.4.

2.1.4.5 Соединительные элементы и местные подкрепления нумеруются, как указано в 2.1.3.5 для балок набора.

2.1.5 Элементы корпуса с местным и язвенным износом, сварные швы, заклепочные соединения.

2.1.5.1 Пункт отчета должен содержать информацию о наличии местного и язвенного износа в листах обшивок и настилов, в элементах балок набора, обеспечивающих непроницаемость конструкций, а также состоянии сварных швов и заклепочных соединений. В случае, если информация представляется не в полном объеме или отсутствует, необходимо указать причины.

Таблица 2.1.3.4

Указания по заполнению формы 1.2 для балок набора

Номер поля формы	Содержание
1	Наименование конструкции (например, верхняя палуба, второе дно и т.п.)
2	Наименование балки набора или ее элемента (например, полка карлингса, стенка вертикального киля и т.п.)
3	Борт судна, где расположена балка набора
4	Номер балки в соответствии с 2.1.3.5
5	Поле заполняется, если в судовой документации имеется индексация балок набора
6, 7	Номера шпангоутов, в пределах которых находится замеряемая балка набора. Для поперечного набора заполняется только одно поле
8	Категория стали из отчетного (конструктивного) чертежа конструкции. При отсутствии данных о категории стали указывается предел текучести (например, 235, 315, 355, 390 МПа)
9	Толщина элемента балки набора из отчетного (конструктивного) чертежа конструкции
10	Допускаемая остаточная толщина $[S_1]$, мм (см. 2.2.3.1)
11	Замеры остаточных толщин элемента балки набора
12	Средняя остаточная толщина элемента балки набора, полученная в соответствии с 3.2.4.1 Инструкции
13	Уменьшение толщины (износ) элемента балки набора в процентах относительно построечной толщины по формуле $\Delta S\% = \frac{S_0 - S'_1}{S_0} 100\%$
14	Уменьшение толщины (износ) элемента балки набора, мм, по абсолютной величине относительно построечной толщины по формуле $\Delta S_i = S_0 - S'_1$
15	Указывается сечение (опорное или в пролете), в котором выполнены замеры, а также уточняющие или дополнительные сведения о конструкции: наличие/отсутствие антикоррозионной защиты, замена конструкции или ее участков в предшествующих ремонтах, усиления конструкций и т.п.

Таблица 2.1.4.4

Указания по заполнению формы 1.3

Номер поля формы	Содержание
1	Наименование конструкции (например, верхняя палуба, второе дно и т.п.)
2	Наименование соединительного элемента или местного подкрепления (например, скуловая кница, ребро жесткости и т.п.)
3	Борт судна, где расположен соединительный элемент или местное подкрепление
4	Номер соединительного элемента или местного подкрепления (см. 2.1.4.5)
5	Номер шпангоута, на котором находится соединительный элемент или местное подкрепление
6	Категория стали из отчетного (конструктивного) чертежа конструкции. При отсутствии данных о категории стали, указывается предел текучести (например, 235, 315, 355, 390 МПа)
7	Толщина соединительного элемента или местного подкрепления из отчетного (конструктивного) чертежа конструкции
8	Допускаемая остаточная толщина $[S_1]$, мм (см. 2.2.5.2)
9	Замеры остаточных толщин соединительного элемента или местного подкрепления
10	Средняя остаточная толщина соединительного элемента или местного подкрепления, полученная в соответствии с 3.2.6 Инструкции
11	Уменьшение толщины (износ) соединительного элемента или местного подкрепления в процентах относительно построечной толщины по формуле $\Delta S\% = \frac{S_0 - S'_1}{S_0} 100\%$
12	Уменьшение толщины (износ) соединительного элемента или местного подкрепления, мм, по абсолютной величине относительно построечной толщины по формуле $\Delta S_i = S_0 - S'_1$
13	Приводятся уточняющие или дополнительные сведения о конструкции: наличие/отсутствие антикоррозионной защиты, замена конструкции или ее участков в предшествующих ремонтах, усиления конструкций и т.п.
14	Приводится эскиз соединительного элемента или местного подкрепления с указанием точек замеров

2.1.5.2 Результаты замеров толщин элементов корпуса с местным и язвенным износом, сварных швов, а также обследования заклепочных соединений представляются в произвольной форме, которой должен быть присвоен номер 1.4. Рекомендуется результаты замеров толщин представлять на соответствующих конструктивных чертежах.

Форма 1.4 должна содержать:

наименование конструкции и ее расположение в корпусе с указанием номеров шпангоутов, пояса и т. п.;

категорию стали (предел текучести) конструкции;

площадь с язвинами на элементе корпуса;

максимальный износ из замеренного в язвинах относительно поверхности участка листа h_4, мм, в соответствии с 3.2.3.3 Инструкции;

среднюю остаточную толщину элемента корпуса S'_1, мм, в соответствии с 3.2.3.1 Инструкции;

остаточную толщину элемента корпуса в язвине S'_4, мм, которая определяется по формуле (3.2.3.3) Инструкции;

общую протяженность сварных швов и канавок, требующих подварки, м;

средние износы в канавке h_1 и h_2, мм, соответственно, с лицевой и обратной поверхности листа;

среднюю остаточную толщину элемента корпуса S'_3, мм, в канавке, которая определяется по формуле (3.2.3.2) Инструкции;

результаты замеров сварных швов/околошовной зоны в точках и их средние величины в соответствии с 3.2.5 Инструкции;

среднюю остаточную толщину участка листа S'_3, мм, с износом пятнами, линейным износом;

результаты замеров в изношенном пятнами и с линейным износом участке листа в точках и их средние величины в соответствии с 3.2.3.2 Инструкции.

2.1.5.3 Результаты обследования заклепочных соединений должны содержать:

наименование конструкции с заклепочным соединением и ее расположение в корпусе с указанием номеров шпангоутов, пояса и т.п.;

категорию стали (предел текучести) заклепочного соединения;

результаты осмотра и обстукивания соединения;

результаты выборочных замеров заклепок с указанием числа замеров;

результаты замеров расстояний центров заклепок от кромок соединяемых листов;

результаты испытаний на непроницаемость тех конструкций, для которых это требуется.

2.2 ЭЛЕМЕНТЫ КОРПУСА С ДЕФОРМАЦИЯМИ

2.2.1 Поперечные сечения корпуса.

2.2.1.1 Пункт отчета должен содержать заполненные формы 2.1. Рекомендуется представлять соответствующие конструктивные чертежи (схемы) с нанесенными на них параметрами деформаций.

2.2.1.2 Регистрации в форме 2.1 подлежат замеры бухтин, гофров, вмятин в расчетной палубе, включая непрерывный комингс, а также в днище со скулой.

2.2.1.3 В случае, если поперечные сечения не подлежат дефектации, замеры отсутствуют или выполнены не в полном объеме, необходимо указать причины.

2.2.1.4 Указания по заполнению формы 2.1 приведены в табл. 2.2.1.4.

2.2.2 Бухтины и гофрировки.

2.2.2.1 Пункт отчета должен содержать заполненные формы 2.2 с замеренными параметрами бухтин и

ОТЧЕТ № ФОРМА 1.3

РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАМЕРОВ ТОЛЩИН СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И МЕСТНЫХ ПОДКРЕПЛЕНИЙ

Название судна _____ Рег. № _____

от «_____»_____ г.

1	Конструкция											
Элемент корпуса	Борт	Номер элемента	Шпангоут	Категория стали	Построечная толщина S_0, мм	Допускаемая остаточная толщина $[S_1]$, мм	Замеренные толщины S_i, мм	Средние значения			Примечание	Эскиз
								Остаточная толщина S_1', мм	Уменьшение толщины			
									относительное, %	абсолютное, мм		
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Подпись исполнителя _____ Подпись инспектора Регистра _____

Таблица 2.2.1.4

Указания по заполнению формы 2.1

Номер поля формы	Содержание
1, 2	Номера шпангоутов, в пределах которых находятся элементы корпуса поперечного сечения
3	Днище или палуба
4	Общеупотребительное наименование элемента корпуса (например, палубный стрингер, горизонтальный киль и т.п.)
5	Номер элемента корпуса, который должен соответствовать эскизу поперечного сечения корпуса, приведенному в поле 9
6	Борт судна, где расположен элемент корпуса
7	Протяженность *i*-ой бухтины, гофра, вмятины в конструкции в соответствии с 3.3.2.1 Инструкции. В последней строке этой колонки подсчитывается суммарная протяженность бухтин, гофров, вмятин раздельно для конструкции палубы и днища
8	Вид деформации: бухтина, гофр, вмятина
9	Эскиз конструкции с номерами элементов корпуса

гофров. Рекомендуется представлять соответствующие конструктивные чертежи (схемы) с нанесенными на них замеренными параметрами бухтин и гофров.

2.2.2.2 В случае, если замеры выполнены не в полном объеме, следует указать причины.

2.2.2.3 Указания по заполнению формы 2.2 приведены в табл. 2.2.2.3.

2.2.3 Вмятины и выпучины.

2.2.3.1 Пункт отчета должен содержать заполненные формы 2.3 для вмятин и выпучин. Рекомендуется представлять соответствующие конструктивные чертежи или эскизы с нанесенными на них параметрами вмятин и выпучин.

2.2.3.2 В случае, если замеры выполнены не в полном объеме, следует указать причины.

2.2.3.3 Указания по заполнению формы 2.3 приведены в табл. 2.2.3.3.

2.2.4 Соединительные элементы и местные подкрепления.

2.2.4.1 Пункт отчета должен содержать информацию об остаточных деформациях в соединительных элементах и местных подкреплениях. В случае, если форма не представлена, следует указать причины.

2.2.4.2 Результаты замеров параметров деформаций элементов и подкреплений могут быть представлены в произвольной форме, которой должен быть присвоен номер 2.4. Рекомендуется результаты замеров параметров деформаций представлять на соответствующих конструктивных чертежах или эскизах.

2.2.4.3 В форме 2.4 должны быть указаны:

наименование конструкции и ее расположение в корпусе с указанием номеров шпангоутов, пояса и т. д.;

категория стали, из которой изготовлен соединительный элемент или местное подкрепление;

наименование деформированного соединительного элемента или местного подкрепления;

максимальная стрелка прогиба соединительного элемента или местного подкрепления;

максимальный размер в плане деформированного участка соединительного элемента или местного подкрепления;

наличие трещин и разрывов соединительного элемента или местного подкрепления.

Таблица 2.2.2.3

Указания по заполнению формы 2.2

Номер поля формы	Содержание
1	Наименование конструкции (например, борт, второе дно и т.п.)
2	Наименование листа с деформациями (например, ширстрек, горизонтальный киль и т.п.)
3	Борт судна, где расположен лист с деформациями
4	Номер пояса, в котором расположен лист с деформациями (см. 2.1.2.5)
5, 6	Номера шпангоутов, в пределах которых находятся деформации. Для листов обшивки поперечной переборки номер шпангоута указывается только в одном поле
7	Категория стали из отчетного (конструктивного) чертежа конструкции. При отсутствии данных о категории стали указывается предел текучести (например, 235, 315, 355, 390 МПа)
8	Расстояние между балками набора в районе деформации
9	Максимальная стрелка прогиба бухтины, гофра в соответствии с 3.3.3.1 Инструкции. Для гофров допускается регистрировать максимальную стрелку прогиба нескольких смежных гофров с указанием в полях 5 и 6 их границ
10	Минимальный размер бухтины в плане в соответствии с 3.3.3.2 Инструкции. Заполняется только для бухтин
11	Отношение максимальной стрелки прогиба гофра к шпации. Заполняется только для гофров
12	Допускаемая относительная стрелка прогиба в соответствии с 4.3.2.2. Заполняется только для гофров
13	Отношение максимальной стрелки прогиба бухтины к минимальному размеру бухтины в плане. Заполняется только для бухтин
14	Допускаемая относительная стрелка в соответствии с 4.3.2.1. Заполняется только для бухтин
15	Приводятся уточняющие или дополнительные сведения о конструкции: наличие трещин, разрывов, повышенного местного износа в районе деформации и т.п.

ОТЧЕТ № ФОРМА 2.1

РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАМЕРОВ ПАРАМЕТРОВ ДЕФОРМАЦИЙ В ПОПЕРЕЧНОМ СЕЧЕНИИ КОРПУСА

Название судна _____ Рег. № _____

от «_____»_____ г.

Положение поперечного сечения по длине судна					Конструкция
1	Начальный шп.	2	Конечный шп.	3	

Элемент корпуса	Номер элемента	Борт	Замеренная протяженность деформации $l_{ib(d)}$, м	Примечание	Эскиз конструкции
4	5	6	7	8	9

Подпись исполнителя _____

Подпись инспектора Регистра _____

ОТЧЕТ № ФОРМА 2.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАМЕРОВ ПАРАМЕТРОВ БУХТИН И ГОФРОВ

Название судна _____ Рег. № _____

от «_____»_____ г.

1	Конструкция

Элемент корпуса	Борт	Номер элемента, пояс	Начальный шпангоут	Конечный шпангоут	Категория стали	Шпация a, мм	Замеренные параметры		$\frac{f'}{a}$	Допускаемое отношение $[\frac{f}{a}]$	$\frac{f'}{b'}$	Допускаемое отношение $[\frac{f}{b}]$	Примечание
							Максимальная стрелка прогиба f', мм	Минимальный размер бухтины в плане b', мм					
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Подпись исполнителя _____

Подпись инспектора Регистра _____

Таблица 2.2.2.3

Указания по заполнению формы 2.3

Номер поля формы	Содержание
1	Наименование конструкции (например, борт, второе дно и т.п.)
2	Наименование элемента корпуса с деформациями (например, шпангоут, флор и т.п.)
3	Борт судна, где расположен элемент корпуса с деформациями
4	Номер пояса обшивки, настила в соответствии с 2.1.2.5, в котором находится вмятина
5, 6	Номера шпангоутов, в пределах которых находится вмятина. Для конструкций поперечной переборки номер шпангоута указывается только в одном поле
7	Категория стали из отчетного (конструктивного) чертежа конструкции. При отсутствии данных о категории стали, указывается предел текучести (например, 235, 315, 355, 390 МПа)
8	Высота деформированной балки набора из отчетного (конструктивного) чертежа или по результатам ее измерений
9	Максимальная стрелка прогиба деформированного участка балки набора в соответствии с 3.3.4.2 Инструкции
10	Длина деформированного участка балки набора в соответствии с 3.3.4.2 Инструкции
11	Отстояние сечения с максимальной стрелкой прогиба балки набора от ее ближайшей недеформированной опоры в соответствии с 3.3.4.5 Инструкции. Если ближайшая опора деформирована, то это поле и поле 15 не заполняются
12	Отклонение стенки балки набора от первоначального положения в соответствии с 3.3.3.3 Инструкции
13	Стрелка прогиба балки набора на базе 300 мм в соответствии с 3.3.4.6 Инструкции
14	Отношение максимальной стрелки прогиба балки набора к длине ее деформированного участка
15	Допускаемая относительная стрелка прогиба балки набора в соответствии с 4.3.3.1
16	Отношение максимальной стрелки прогиба балки набора к отстоянию сечения с максимальной стрелкой прогиба от ее ближайшей недеформированной опоры. Если ближайшая опора деформирована, то это поле не заполняется
17	Допускаемое относительное положение максимума стрелки прогиба балки набора в соответствии с 4.3.3.1
18	Отношение отклонения стенки балки набора от первоначального положения к высоте балки
19	Допускаемое относительное отклонение стенки балки набора в соответствии с 4.3.3.1
20	Указывается наличие выпучины в стенке балки набора или другой конструкции. Приводятся уточняющие или дополнительные сведения о конструкции: наличие трещин, разрывов, повышенного местного износа в районе деформации и т.п.

2.3 ЭЛЕМЕНТЫ КОРПУСА С ТРЕЩИНАМИ

2.3.1 Глава отчета должна содержать заполненные формы 3. Рекомендуется представлять соответствующие конструктивные чертежи или эскизы с нанесенными на них параметрами трещин.

2.3.2 В случае, если замеры выполнены не в полном объеме, следует указать причины.

2.3.3 Указания по заполнению формы приведены в табл. 2.3.3.

Таблица 2.3.3

Указания по заполнению формы 3

Номер поля формы	Содержание
1	Наименование конструкции (например, борт, второе дно и т.п.)
2	Наименование элемента корпуса с трещиной (например, шпангоут, флор и т.п.)
3	Борт судна, где расположен элемент корпуса с трещиной
4	Номер пояса обшивки, настила в соответствии с 2.1.2.5, в котором находится элемент корпуса с трещиной
5, 6	Номера шпангоутов, в пределах которых находится элемент корпуса с трещиной. Для конструкций поперечной переборки номер шпангоута указывается только в одном поле
7	Категория стали из отчетного (конструктивного) чертежа конструкции. При отсутствии данных о категории стали указывается предел текучести (например, 235, 315, 355, 390 МПа)
8	Длина трещины в элементе корпуса, измеренная по кратчайшему расстоянию между ее началом и концом в соответствии с 3.4.2 Инструкции
9	Раскрытие трещины в элементе корпуса, измеренное как максимальное расстояние между ее кромками в соответствии с 3.4.2 Инструкции
10	Угол между линией, соединяющей начало и конец трещины и диаметральной или основной плоскостью судна в соответствии с 3.4.2 Инструкции
11	Допускаемая длина трещины в соответствии с 4.4.1
12	Эскиз элемента корпуса с трещиной с указанием ее параметров

ОТЧЕТ №

ФОРМА 2.3

РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАМЕРОВ ПАРАМЕТРОВ ВМЯТИН И ВЫПУЧИН

Название судна _____ Рег. № _____

от «_____»_____ г.

1	Конструкция

Элемент корпуса	Борт	Номер элемента, пояс	Начальный шпангоут	Конечный шпангоут	Категория стали	Высота балки h, мм	Замеренные параметры					$\frac{f'}{l'}$	Допускаемое отношение $[\frac{f}{l}]$	$\frac{f'}{c'}$	Допускаемое отношение $[\frac{f}{c}]$	$\frac{d'}{h}$	Допускаемое отношение $[\frac{d}{h}]$	Примечание
							f', мм	l', мм	c', мм	d', мм	f'_{300}, мм							
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Подпись исполнителя _____

Подпись инспектора Регистра _____

ОТЧЕТ № ФОРМА 3

РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАМЕРОВ ПАРАМЕТРОВ ТРЕЩИН

Название судна _____ Рег. № _____

от «_____»_____ г.

1	Конструкция										
Элемент корпуса	Борт	Номер элемента, пояс	Начальный шпангоут	Конечный шпангоут	Категория стали	Замеренные параметры			Допускаемая длина трещины [λ], мм	Эскиз элемента корпуса с трещиной	
						λ′, мм	t′, мм	α′, град			
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

Подпись исполнителя _____

Подпись инспектора Регистра _____

Приложение 3

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ПАРАМЕТРА f'_{300} ПРИ ОБМЕРАХ ВМЯТИН

При измерении параметра f'_{300} на балках набора, в которых имеются вмятины, рекомендуется использовать кривизномер. Он представляет собой стальную планку с неподвижными ножками по концам, посредине которой закреплен инструмент для измерения перемещения. Им может быть индикатор часового типа марки ИЧ-10, обеспечивающий точность измерений 0,01 мм, или штангенциркуль с выдвижной линейкой (штангенглубиномер), точность измерения которого не менее 0,1 мм.

При изготовлении кривизномера важно обеспечить надежное крепление индикатора (штангенглубиномера) к планке, чтобы в процессе замеров не допустить его смещения.

Перед выполнением замеров с помощью кривизномера фиксируется его начальный отсчет — должно быть снято показание кривизномера b_0, установленного на плоскости, желательно на контрольной плите. При этом кривизномер нужно плотно прижать к плите неподвижными ножками.

При выполнении замера на искривленной поверхности в районе вмятины таким же образом должен быть зафиксирован конечный отсчет, т.е. сняты показания кривизномера $b_к$. Стрелка прогиба f'_{300} вычисляется по формуле

$$f'_{300} = |b_к - b_0|.$$

Для замера величины $b_к$ кривизномер должен быть ориентирован вдоль дефектуемой балки набора, подвижная ножка кривизномера (индикатора или штангенциркуля) совмещается с точкой максимума стрелки прогиба этой балки f'.

Во всех случаях конечный отсчет нужно снимать трижды, каждый раз смещая кривизномер на несколько миллиметров от точки максимума стрелки прогиба f' вдоль деформированной балки. Величина $b_к$ определяется как среднее арифметическое трех замеров ($b_к^{I}$, $b_к^{II}$, $b_к^{III}$) по формуле

$$b_к = \frac{1}{3}\left(b_к^{I} + b_к^{II} + b_к^{III}\right).$$

Если один из замеров дал результат, значительно отличающийся от двух остальных, этот результат нужно отбросить и замер повторить.

Если замеры ведутся на сильно корродированной обшивке, когда поверхность листа имеет большие местные неровности, можно рекомендовать вести замеры с использованием тонкой подкладки.

Подкладка накладывается на обшивку в месте замера и плавно огибает ее так, чтобы форма изогнутой поверхности полностью сохранилась, а местные неровности сглаживались. Кривизномер при этом устанавливается на подкладку. В качестве подкладки можно использовать, например, стальную миллиметровую линейку.

Если измерения ведутся на криволинейной части борта, начальный отсчет кривизномера нужно снимать не на плоскости, а на наружной обшивке — там, где нет повреждений, и где обшивка имеет такую же кривизну, как и в районе повреждения. Замеры при начальном отсчете в этом случае выполняются трижды с исполнением всех указаний, касающихся конечного отсчета.

Следует обратить внимание на то, что при дефектации с внешней стороны корпуса, как правило, обмеряется вогнутая поверхность, а внутри корпуса — выпуклая поверхность. Это требует соответствующей настройки кривизномера. При замере на выпуклой поверхности начальный отсчет b_0 должен быть максимальный, при замере на вогнутой поверхности — минимальный.

Можно рекомендовать настраивать кривизномер так, чтобы получалось $b_0 = 5{,}4 — 5{,}7$ мм. Тогда его можно использовать без перенастройки для замеров и на выпуклой, и на вогнутой поверхности. Если в этом случае величина $b_к$ при замере выходит за пределы измерения прибора, это всегда означает, что f'_{300} больше допускаемого значения $[f_{300}]$.

Приложение 4

ФОРМА ЗАЯВКИ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ОБНОВЛЕНИЯ КОРПУСА СУДНА

к письму № _____ от _____

ЗАЯВКА

судоходной компании _____

на рассмотрение возможности выполнения обновления корпуса теплохода _____

_____

на уровень _____ SS.

СВЕДЕНИЯ О СУДНЕ

Класс РС _____ КМ★
Регистровый номер _____
Номер ИМО _____

Назначение _____
Длина габаритная _____ м
Водоизмещение _____ т

Дата постройки _____
Место постройки _____
Класс общества, присвоенный при постройке: РС/РР/ИКО[1]
Инспекция Регистра, ведущая техническое наблюдение за судном _____
Место проведения обновления корпуса судна _____

ПРИЛАГАЕМЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Акт Регистра последнего очередного освидетельствования корпуса № _____ от _____

Результаты последней дефектации корпуса № _____ от _____

Чертеж общего расположения судна № _____ от _____

[1] Ненужное зачеркнуть.

Приложение 5

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТОВ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРИ РЕМОНТЕ КОРПУСА

1. Сборник нормативно-методических материалов. Книга шестая. Регистр СССР. — Транспорт, 1989.

2. Временный и безотлагательный ремонт навалочных судов (IACS Guidelines. Prompt a Thorough Repairs of Bulk Carriers).

3. Навалочные суда. Рекомендации по освидетельствованию, оценке и ремонту конструкций корпуса. МАКО, 1994. (Bulk Carriers. Guidance for Surveys, Assessment and Repair of Hull Structure. IACS, 1994).

4. Рекомендации по осмотру, оценке конструкций танкеров. Танкерный форум, 1991. (Guidance Manual for the Inspection and Condition Assessment of Tanker Structures. Tanker Structure Co-operative Forum, 1991).

5. Условия оценки и поддержания конструкций танкеров. Танкерный форум, 1993. (Condition Evaluation and Maintenance of Tanker Structures. Tanker Structure Co-operative Forum, 1993).

6. Рекомендации по осмотру, оценке конструкций двойных корпусов танкеров. Танкерный форум, 1994. (Guidelines for the Inspection and Maintenance of Double Hull Tanker Structures. Tanker Structure Co-operative Forum, 1995).

7. Сухогрузные суда. Рекомендации по освидетельствованию, оценке и ремонту конструкций корпуса. МАКО. (General Cargo Ships. Guidance for Surveys, Assessment and Repair of Hull Structure. IACS).

8. Стандарт МАКО. Рекомендации № 47 (1996). Судостроение и судоремонт. Требования к качеству изготовления и ремонта корпусных конструкций. МАКО, 1996. (Recommendation No. 47 (1996). Shipbuilding and Repair Quality Standard. IACS, 1996).

9. Технологическая инструкция по ремонту настила и обшивки корпусных конструкций с применением накладных листов. ЦНИИМФ, Ленинград, 1991.

10. Требования к установке дублирующих листов при ремонте корпусов морских судов. ОНИЛ ПОЛЕКС БГА РФ, Калининград, 1992.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

КОНТРОЛЬ ВЫРЕЗКИ ОТВЕРСТИЙ И ВВАРКИ ДЕТАЛЕЙ, УЗЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ В ЗАМКНУТЫЙ КОНТУР

1. Вырезка отверстий в корпусе, блоке или секции и вварка конструкций, узлов, деталей в замкнутый контур должны производиться по одобренной технической документации. В чертежах должны быть указаны расположение, размеры вырезов и вваривaемых конструкций, форма разделки кромок и метод сварки. Технологический процесс должен предусматривать порядок и способ сборки и последовательность сварки.

2. При вырезке отверстий и вварке конструкций в замкнутый контур необходимо проверять правильность формы конструкции и обеспечение мер по предупреждению возникновения местных деформаций, больших напряжений и трещин.

3. Для сохранения формы конструкции район выреза и/или вырезаемую часть (если она будет вваривaться) при необходимости следует подкреплять по периметру.

4. К вырезке каждого последующего отверстия под детали и узлы насыщения следует приступать после полного остывания обшивки в районе вырезки в радиусе 1 м.

5. Установка прямоугольных конструкций должна производиться по одному стыку на прихватках, а по остальным трем — на гребенках, поставленных под углом 45° к кромкам. Величина зазора по этому стыку и пазам должна соответствовать требованиям сварки, а по другому стыку — уменьшена на величину ожидаемого укорочения конструкции от сварки предыдущих швов. Могут применяться иные методы: сборка замыкающего стыка внакрой и последующая его посадка с нужным зазором, предварительная деформация вваривaемой конструкции и др.

6. В тех случаях, когда вваривaемый элемент был вырезан из конструкции и установлен на прежнее место, допускается производить наплавку торцов его кромок до требуемого размера, если величина зазора в стыке не более толщины вваривaемых элементов и при этом не превышает 10 мм.

7. При замене отдельной конструкции (обшивка с набором) вновь устанавливаемая конструкция должна быть предварительно собрана и сварена. При этом концы набора должны быть недоварены на длине $40S$, но не более чем на 600 мм (где S — толщина обшивки).

8. Если кромки пазовых (или стыковых) соединений вваривaемых конструкций находятся на одной линии с пазами (или стыками) основных частей корпуса, к которым они привариваются, пазы (или стыки) на корпусе следует недоваривать или распускать при вырезке конструкции на длину равную $40S$, но не более чем на 600 мм.

9. Кромки вваривaемых деталей и конструкций по возможности не должны располагаться от сварных швов ближе чем на $5S + 50$ мм (S — толщина обшивки в районе вварки); во всяком случае ближе располагаться они могут на длине не более $60S$, в том числе и при пересечении швов.

10. Углы вырезов и вваривaемых в них элементов должны быть скруглены радиусом не менее трех толщин.

11. Заделки вырезов для прохода неразрезного набора, вваривaемые встык с пересекаемым набором, следует приваривать сначала к пересекаемому набору с двух сторон, потом к обшивке с двух сторон и, наконец, к неразрезному набору.

12. Чтобы предотвратить возникновение трещин в сварных соединениях, необходимо разделку кромок под сварку выполнять:

V-образно с вогнутой стороны — для листов толщиной до 12 мм;

X-образно несимметрично с большей глубиной раскрытия с вогнутой стороны — для листов толщиной 13 — 30 мм;

X-образно симметрично — для листов толщиной более 30 мм.

13. Минимальный размер вваривaемых элементов (заделок) должен быть не менее шести толщин обшивки в районе вварки.

14. Жестким контуром считается замкнутый по периметру вырез, один из размеров которого меньше 60 толщин листов в данном месте. В сложных конструкциях контур может считаться жестким и при больших отношениях размеров выреза.

15. При варке листов, пластин и т.п. в жесткий контур, должны быть приняты технологические меры, снижающие остаточные напряжения и деформации от сварки.

Швы сварных соединений в пределах жесткого контура подлежат неразрушающему контролю по всей длине (визуальный и измерительный контроль в объеме 100%, радиографический (РГК) или ультразвуковой (УЗК) в объеме 100% длины швов. При использовании ультразвукового контроля как основного метода неразрушающего контроля внутренних дефектов сварных швов в обязательном порядке должен быть проведен дублирующий УЗК рентгенографический контроль в объеме не менее 20% объема УЗК. Результаты УЗК считаются положительными только при положительных результатах дублирующего РГК).

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛА: ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО КОНТРОЛЮ

1. Правке должен подвергаться, как правило, весь листовой и профильный прокат (кроме предназначенного для гнутых деталей). Предварительная правка проката и деталей должна производиться без применения методов и средств, вызывающих недопустимые деформации поверхности (резкие вмятины, порезы и т.п.) во избежание появления очагов концентрации напряжений, способствующих хрупким разрушениям конструкции (например, применение прокладок с острыми кромками и концами). Особой осторожности требует правка листов и плит из алюминиевых сплавов и двухслойной стали из-за легкости повреждения сплава и плакирующего слоя. Для некоторых сталей следует контролировать температуру, при которой согласно стандартам допускается производить правку. Правка листов и плит из алюминиевых сплавов производится в холодном состоянии при температуре не ниже –10°С.

2. Очистка стали от окалины и ржавчины до ее окраски (грунтовки) обязательна. Как правило, вся листовая и профильная сталь должна быть подвергнута очистке с последующей грунтовкой или пассивированием. Могут применяться иные защитные покрытия. Принятая технология очистки и защитные покрытия не должны влиять на качество стали (например, не должно быть наклепа, повреждений поверхности) и сварных швов. Пригодность защитного покрытия для выполнения сварки без его зачистки должна быть доказана Регистру.

3. Разметка и маркировка должны сопровождаться контролем нанесения основной маркировки[1], в особенности категории стали (независимо от способа нанесения маркировки она должна быть достаточно стойкой), наличия припусков при изготовлении образцов для испытания механических свойств металла (после горячей и термической обработки и в других случаях; они должны оставляться в нужных местах и быть достаточными по величине согласно части XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов) и при использовании необрезной стали для удаления кромок необрезных листов.

4. Механическая обработка стали всех марок должна производиться при температуре не ниже –25 °С.

[1]Основная маркировка включает номер заказа, категорию стали, номер плавки, номер чертежа, секции или блока, детали. Другие данные вносятся по усмотрению технологической службы верфи.

Детали из листовой стали толщиной до 4 мм, как правило, должны вырезаться на механическом оборудовании.

Резка проката из алюминиевых сплавов и разделка кромок деталей из них под сварку производятся также на механическом оборудовании. Кромки деталей толщиной более 20 мм после резки на гильотинных ножницах для удаления микротрещин должны быть механически обработаны.

Детали для клепки должны иметь высокую чистоту реза, чтобы обеспечивалось прилегание кромок и качественная чеканка (отсутствие деформаций, вырывов, заусенцев и т.п.). Диаметр заклепочных отверстий не должен превышать номинальный диаметр заклепок более чем на 8%. Удаление центров заклепочных отверстий от кромок, шаг, расстояние между рядами отверстий и по диагонали должны соответствовать чертежам.

Отверстия под заклепки просверливают или выкалывают. Для конструкций из алюминиевых сплавов либо для клепки стали с алюминиевым сплавом толщиной 3 мм и более, а также при диаметре заклепок свыше 10 мм отверстия должны быть только просверлены.

5. Тепловая резка должна обеспечивать надлежащую поверхность реза: чрезмерная неровность, вырезы, подрезы, наплывы и другие дефекты не допускаются, грат удаляется.

Особое внимание надлежит обращать на поверхность реза свободных кромок балок и других деталей, вырезов, в том числе для прохода связей, а также кромок, свариваемых с неполным проваром.

Шероховатость поверхности реза после механизированной тепловой резки деталей, кромки которых остаются в конструкции свободными, не должна превышать следующих значений при толщине металла:

от 5 до 15 мм	0,08 мм;
от 16 до 30 мм	0,16 мм;
от 31 до 50 мм	0,32 мм.

Допустимое значение шероховатости для свариваемых кромок и кромок, подлежащих механической обработке, увеличивается в два раза. При ручной тепловой резке в отдельных случаях может быть допущена шероховатость, превышающая приведенные выше нормы, однако не более чем вдвое. Применяемые способы тепловой резки не должны отрицательно сказываться на химическом составе металла и качестве наплавленного металла сварного шва.

При плазменной резке высоколегированных сталей и алюминиевых сплавов кромки деталей должны быть дополнительно обработаны механическим способом. Иные методы устранения азотирования поверхности реза должны быть согласованы с Регистром.

6. При холодной гибке листовой стали радиусы не должны быть менее предельно допустимых с учетом толщины и марки металла и в необходимых случаях направления проката. Минимально допустимые радиусы гибки профильного проката зависят от вида проката, высоты стенки профиля, марки металла и вида гибки.

Холодная гибка листов и профилей на радиусы менее предельно допустимых может производиться при условии проведения термической обработки для восстановления механических свойств.

Кромки листовых заготовок, предназначенных для гибки на радиус менее 10 толщин, должны быть скруглены или должно быть доказано, что в зоне изгиба не возникают трещины (например, люминесцентным контролем). При гибке фланцев не должны появляться трещины по линии изгиба.

Заготовки из проката алюминиевых сплавов, поступающие на холодную гибку, не должны иметь поверхностных дефектов; их изгибаемые кромки должны быть зачищены, а ребра скруглены. Минимальные радиусы зависят от углов изгиба, толщины деталей и марки сплава. Отдельные марки сплавов для уменьшения минимальных радиусов изгибают в свежезакаленном состоянии, при котором сплав в течение определенного времени обладает повышенной пластичностью, что должно быть указано в технологическом процессе.

Горячая гибка должна производиться в соответствии с технологической документацией, в которой регламентируются температура нагрева при гибке в зависимости от марки стали, необходимость термической обработки и последующей проверки механических свойств.

Детали из проката алюминиевых сплавов, имеющие сложную форму или радиусы кривизны, которые невозможно выполнить в холодном состоянии, изгибают с нагревом, а некоторые марки сплавов в свежезакаленном состоянии, о чем проектант должен указывать в рабочем чертеже. Режимы гибки и последующей термической обработки, необходимые для некоторых сплавов, надлежит выполнять согласно специально разработанному технологическому процессу.

Подлежат проверке на соответствие техническим условиям механические свойства материала деталей корпуса судна и прочих деталей ответственного назначения после термической обработки, а также искусственного старения, выполненных после гибки.

Проверка механических свойств деталей из углеродистой и низколегированной стали, поставляемой в горячекатаном состоянии, не требуется.

Проверка механических свойств производится не менее чем у 10% деталей от партии, одновременно загружаемых в печь. Образцы изготавливаются от припуска или планок-свидетелей. Инспектор контролирует результаты испытаний образцов. При несоответствии механических свойств требованиям стандарта назначается повторная термическая обработка, а также старение.

7. При обработке могут быть выявлены дефекты вследствие низкого качества листового и профильного металла (расслоения, трещины, выпучины и отслаивание как результат наличия в металле газовых пузырей и плен, поверхностные дефекты и др.).

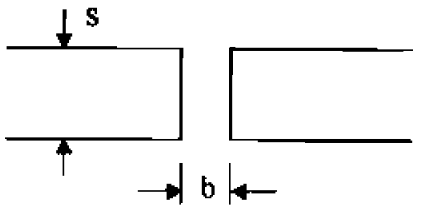
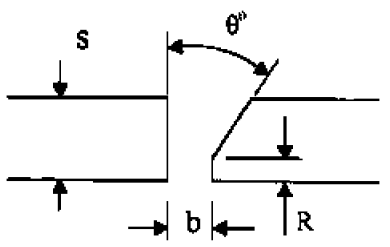
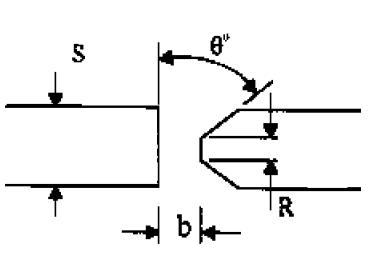
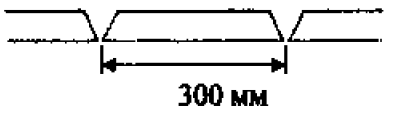
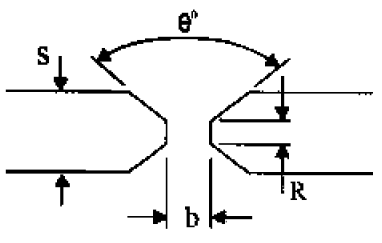
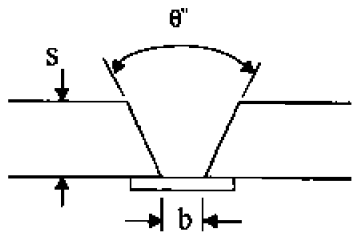
О всех случаях обнаружения дефектов металла верфь должна поставить в известность инспектора РС. Дефектные листы и профили должны быть забракованы. Допустимость и методы их исправления должны быть согласованы с инспектором. При сомнении в качестве или марке металла (повышенная твердость или хрупкость при холодной обработке, характерное для кипящей стали поведение при тепловой резке и др.) вопрос решается с участием инспектора.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ТИПОВАЯ ПОДГОТОВКА И ТИПОВОЙ РЕМОНТ СВАРНЫХ КРОМОК ПРИ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКЕ СТЫКОВЫХ И УГЛОВЫХ/ТАВРОВЫХ ШВОВ

Таблица 1

Типовая подготовка сварных кромок при ручной дуговой сварке стыковых и угловых/тавровых швов

Элемент	Требование стандартов	Типовой случай ремонта	Примечание
 Стыковое соединение без скоса кромок	$s \leqslant 4{,}0$ мм $b \leqslant 3{,}0$ мм	При $b \leqslant 10$ мм произвести наплавку на одну или обе кромки для получения зазора $b \leqslant 3{,}0$ мм и произвести заварку шва. При b > 10мм установить заделку минимальной шириной 300 мм	
 Стыковое соединение со скосом одной кромки	S = 3 — 60 мм $b \leqslant 3{,}0$ мм R = 0 — 2,0 мм Θ = (45±2)°		
 Стыковое соединение с двумя симметричными скосами одной кромки	S = 8 — 100 мм $b \leqslant 3{,}0$ мм R = 0 — 2,0 мм Θ = (45±2)°	При $b \leqslant 10$ мм произвести наплавку на одну или обе кромки для получения требуемого зазора и произвести заварку шва. При b >10мм установить заделку минимальной шириной 300 мм 	
 Стыковое соединение с двумя симметричными скосами кромок	S = 8 — 120 мм $b \leqslant 3{,}0$ мм R = 0 — 2,0 мм Θ = (50±2)°		
 Стыковое соединение со скосом кромок на остающейся подкладке	S = 6 — 100 мм b = 8 — 12 мм Θ = (24±2)°		**Применение данного типа соединения требует особого согласования Регистра в каждом конкретном случае**

Продолжение табл. 1

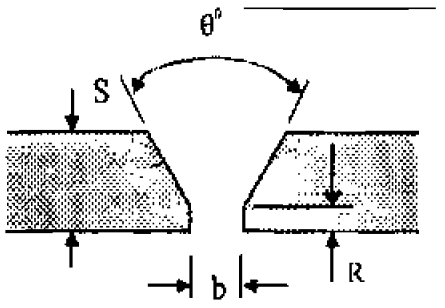
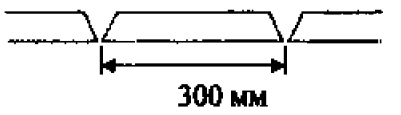
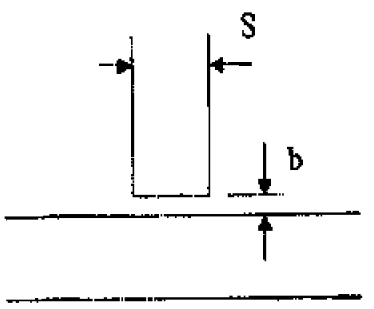
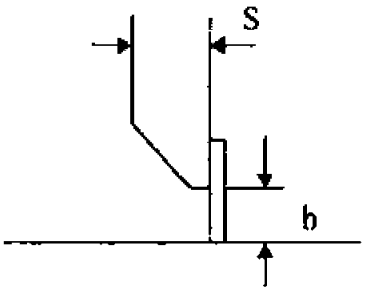
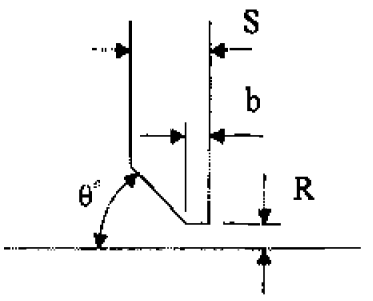
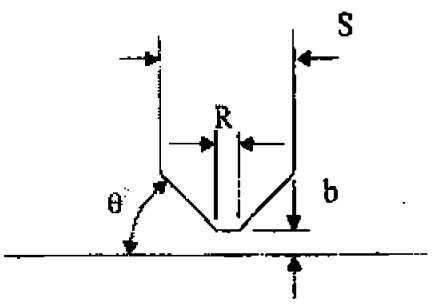
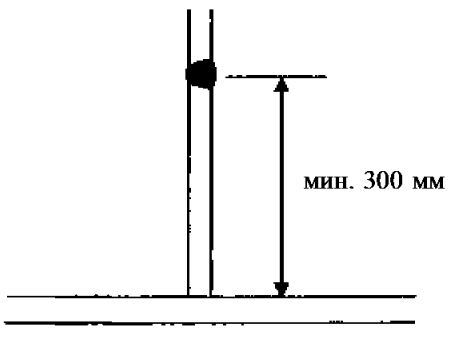
Элемент	Требование стандартов	Типовой случай ремонта	Примечание
 Стыковое соединение со скосом кромок	S = 3 — 60 мм $b \leqslant$ 3,0 мм R = 0 — 2,0 мм $\Theta = (50 \pm 2)°$	При $b \leqslant$ 10 мм произвести наплавку на одну или обе кромки для получения требуемого зазора и произвести заварку шва. При b > 10 мм установить заделку минимальной шириной 300 мм 	
 Тавровое соединение без скоса кромок	S = 2 — 40 мм $b \leqslant$ 3,0 мм	При 2 мм < $b \leqslant$ 16 мм катет шва следует увеличить на величину (b − 2 мм) сверх требуемой по ГОСТу. При 5мм < $b \leqslant$ 16 мм следует выполнить разделку под углом 30 — 45°, произвести наплавку с одной стороны (при необходимости на подкладной планке), зачистить и заварить. Для тавровых швов со скосом кромок произвести зачистку (строжку) корня шва и произвести сварку  Если b > 16 мм или b > 1,5S, то следует установить заделку минимальной шириной 300 мм	
 Тавровое соединение со скосом одной кромки	S = 3 — 60 мм $b \leqslant$ 3,0 мм R = 0 — 2,0 мм $\Theta = (45 \pm 2)°$		
 Тавровое соединение со скосом двух кромок	S = 3 — 60 мм $b \leqslant$ 3,0 мм R = 0 — 2,0 мм $\Theta = (50 \pm 2)°$		

Таблица 2

Типовой профиль сварных швов и рекомендации по ремонту при ручной дуговой сварке стыковых и угловых/тавровых соединений

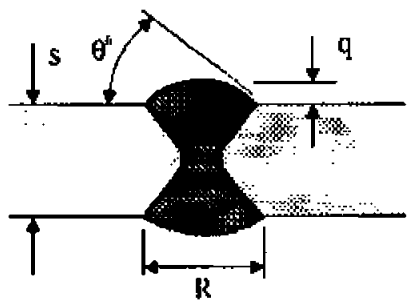
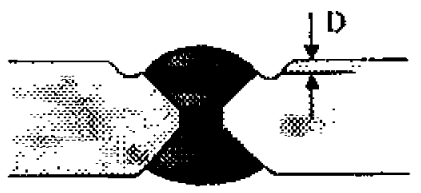
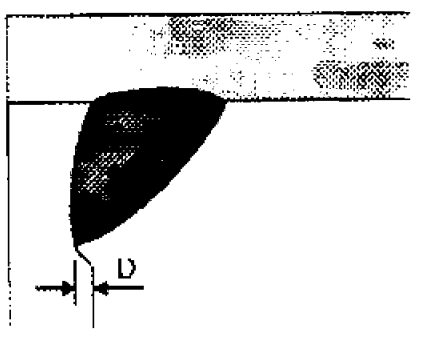
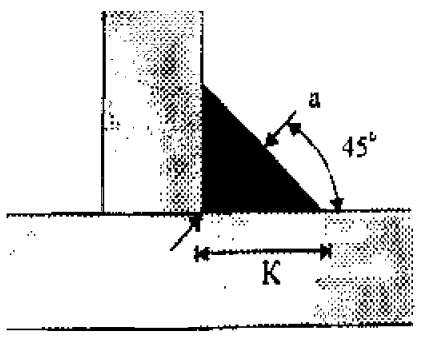
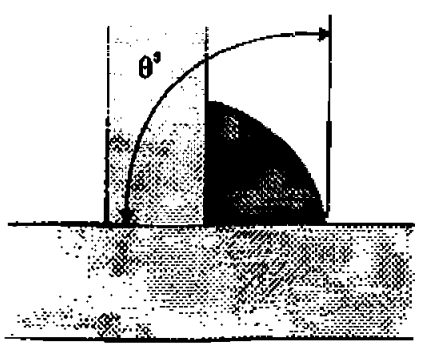
Элемент	Требование стандартов	Типовой случай ремонта	Примечание
 Стыковое соединение	$\Theta \leqslant 60°$ $q \leqslant 0{,}2R$ (max.q = 6 мм)	При превышении усиления шва по требованиям стандартов необходимо удалить лишний металл мехобработкой	Ремонт осуществлять в соотвествии с рекомендациями ОСТ5.1078
 Подрезы у стыкового шва  Подрезы у углового/таврового шва	5%S≤D≤20%S, но не более 2,0 мм. S — толщина свариваемого металла Максимальная длина единичного подреза не должна превышать 1/2 S, при этом суммарная протяженность подрезов на каждом контролируемом участке сварного шва не должна превышать 5% его длины	Если 0,5≤D≤1,0 мм, подрез может быть отремонтирован зашлифовкой. При D > 1,0 мм подрез ремонтируется подваркой	Ремонт осуществлять в соотвествии с рекомендациями ОСТ5.I078
 Величина катета углового/таврового шва 	K — катет шва, a — толщина шва. K = 1,4a или a = 0,7K. Толщина углового шва a должна быть не менее: 2,5 мм при $S \leqslant 4$ мм 3,0 мм при $4 < S \leqslant 10$ мм, 3,5 мм при $10 < S \leqslant 15$ мм 0,255 при S > 15 мм S — меньшая толщина соединяемых элементов $\theta \leqslant 90°$	При занижении катета шва увеличить катет или толщину шва наплавкой При $\Theta > 90°$ произвести шлифовку и, при необходимости, наплавку для обеспечения $\Theta \leqslant 90°$	Назначаемые по расчету размеры угловых швов должны быть не более a≤0,7S (к≤3). Если толщина более тонкого из соединяемых элементов менее 0,5 толщины более толстого элемента, размеры швов подлежат особому рассмотрению Регистра В обязательном порядке необходимо осуществлять контроль плавности перехода от сварного шва к основному металлу

Таблица 3

Расстояние между сварными швами

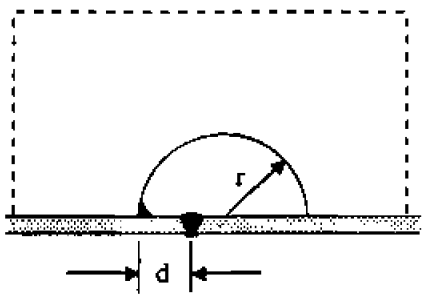
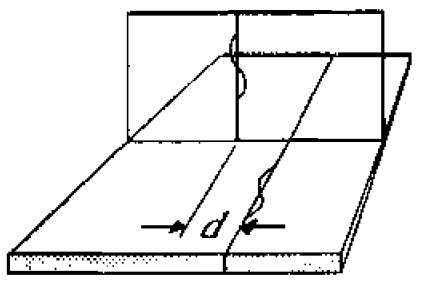
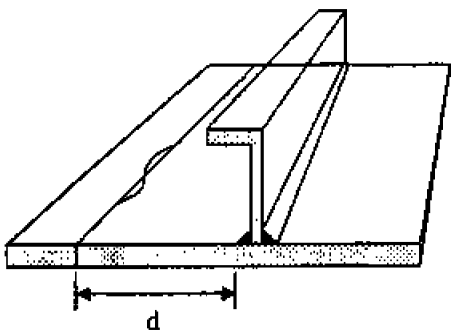
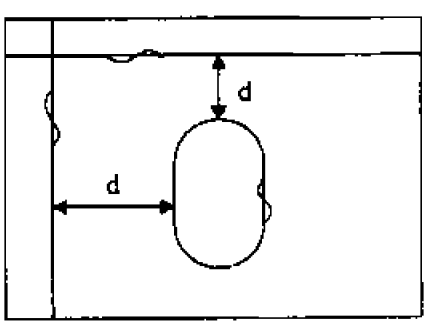
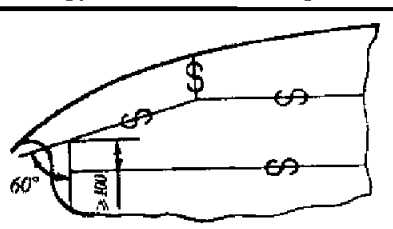
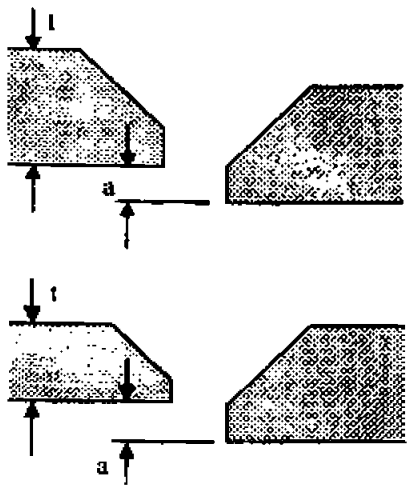
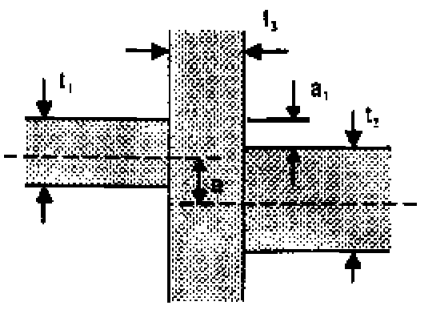
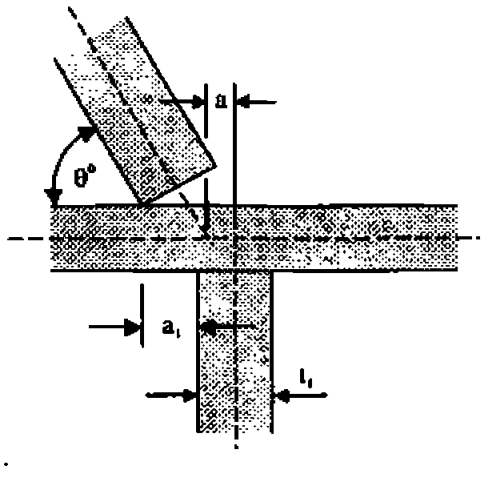
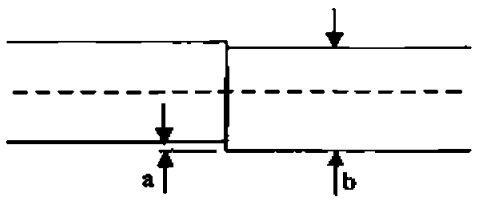
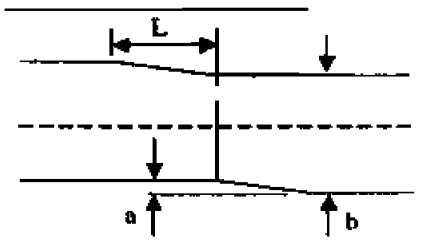
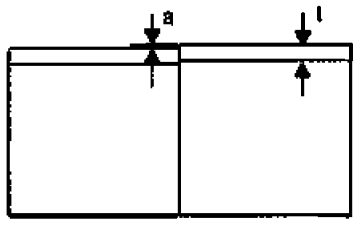
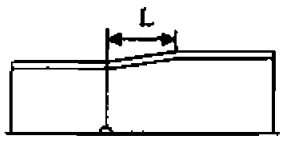
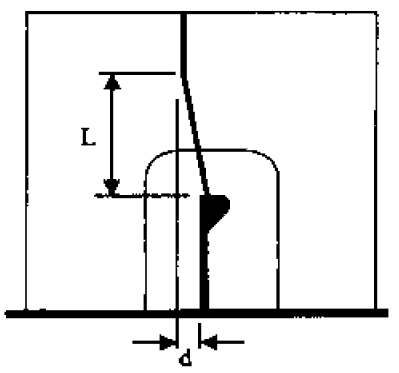
Элемент	Требование стандартов	Типовой случай ремонта	Примечание
 Вырезы для прохода сварных швов	Для $r \geqslant 30$ мм $d \geqslant 5$ мм	Для получения требуемого размера следует выполнить подрезку. Кромку реза зачистить	
 Расстояние между двумя параллельными стыковыми швами	Расстояние между параллельными стыковыми швами независимо от их направления должно быть $d \geqslant 200$ мм		
 Расстояние между параллельными стыковым и угловым швами	1. Расстояние между параллельными стыковым и угловым швами независимо от их направления должно быть $d \geqslant 75$ мм 2. Расстояние между параллельными угловым и стыковым швами на длине не более 2 м $d \geqslant 50$ мм		Монтажные стыки (пазы) листов обшивки и настилов должны располагаться от параллельных им переборок, палуб, настила второго дна и рамных связей на расстоянии $d \geqslant 200$ мм
 Расстояние между стыковыми швами конструкции и заделки выреза	$d \geqslant 30$ мм у радиусов вырезов. $d \geqslant 300$ мм у параллельной кромки выреза		
 Угол между стыковыми швами	Угол между стыковыми швами должен быть не менее 60°		

Таблица 4

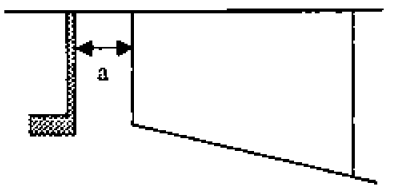
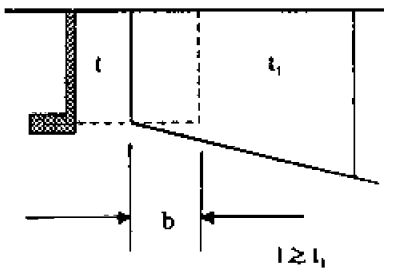
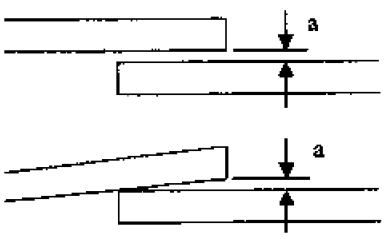
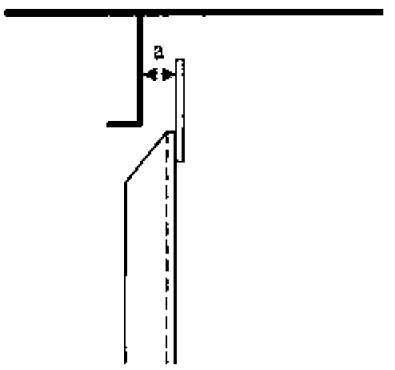
Смещение конструктивных элементов и типовые случаи ремонта

Элемент	Требование стандартов	Типовой случай ремонта	Примечание
 Смещение кромок стыковых соединений	$a \leqslant 0{,}15t$ для стали повышенной прочности $a \leqslant 0{,}2t$ для сталей нормальной прочности	1. При $a \geqslant 0{,}15t$ или $a > 3$ мм в ответственных конструкциях из сталей повышенной прочности следует расстыковать и подогнать 2. При $a \geqslant 0{,}2t$ или $a > 3$ мм в прочих конструкциях из сталей нормальной прочности следует расстыковать и подогнать	В случае, если производится стыковка элементов с различной толщиной, при оценке смещения необходимо учитывать наименьшую толщину элемента
 Смещение кромок в крестовых соединениях	1. Для сталей высокой и повышенной прочностиа $a \leqslant t\,1/3$, измерения a рекомендуется проводить между осями симметрии толщин элементов. $a_1 \leqslant t_1/(5t_1 - 3t_2)/6$ измерения проводить от кромок стыкуемых элементов 2. Для сталей нормальной прочности $a_1 \leqslant t_1/(2t_1 - t_2)/2$ Рекомендации по измерениям a и a_1 см. в п. 1	1 . Для конструкций из сталей высокой и повышенной прочности при $t1/3 < a \leqslant t1/2$ следует увеличить толщину сварного шва на 10%. При $a > t1/2$ эти элементы следует разъединить и подогнать на длине равной минимум $50a$ 2. Прочие элементы конструкций при $a > t1/2$ следует разъединить и подогнать на длине, равной минимум $30a$	При t_3 меньше, чем t_1 в формуле следует t_1 заменить на t_3
 Смещение кромок в тавровых соединениях	1. Для сталей высокой и повышенной прочности $a \leqslant t1/3$. Измерения проводить между линиями симметрии элементов 2. Для прочих сталей $a_1 \leqslant t1/2$. Измерения проводить от кромок элементов	При превышении допустимых величин необходимо произвести расстыковку элементов для повторной подгонки	

Продолжение табл. 4

Элемент	Требование стандартов	Типовой случай ремонта	Примечание
 Горизонтальное смещение поясков тавровых балок	Для элементов основного набора $a \leqslant 0{,}04b$, но не более a = 8,0 мм	 При $0{,}04b < a \leqslant 0{,}08b$ или $a \leqslant 8{,}0$ мм допускается выполнить плавный скос кромок на длине не менее $L = 3a$. При $a > 0{,}08\ b$ или $a > 8{,}0$ мм следует элементы расстыковать и подогнать на длине не менее $L = 50a$	
 Вертикальное смещение поясков тавровых и Г-образных балок	1. Для элементов основного набора $a \leqslant 0{,}15t$, но не более a =3,0 мм 2. Для второстепенных элементов набора $a \leqslant 0{,}2t$	При $0{,}04b < a \leqslant 6$ мм допускается выравнивание произвести наплавкой. При $a > 6$ мм элементы основного набора конструкции следует расстыковать на длине $L = 50a$, для остальных конструкций на длине $L = 30a$ 	
 Несовпадение стенок пересекающихся балок	$d \leqslant L/50$		

Продолжение табл. 4

Элемент	Требование стандартов	Типовой случай ремонта	Примечание
 Зазор между кницей/интеркостельной связью и ребром жесткости	$a \leqslant 2{,}0$ мм	1. При 2мм $< a \leqslant 5$ мм катет шва следует увеличить на величину зазора 2. При 5мм$< a \leqslant 10$ мм следует произвести разделку кромки под углом 30 — 40° и произвести сварку. 3. При a>10мм следует увеличить зазор до 50 мм и установить накладную заделку  $b = (2t + 25)$ мм, мин. 50 мм	
	$a \leqslant 2{,}0$ мм	При 2 мм $< a \leqslant 5{,}0$ мм катет шва следует увеличить настолько же, насколько увеличился зазор. При $a > 5{,}0$ мм элементы следует расстыковать и зазор уменьшить до требуемого по стандарту	
	$a \leqslant 2{,}0$ мм	При a>2,0 мм элементы следует разъединить и подогнать	

Окончание табл. 4

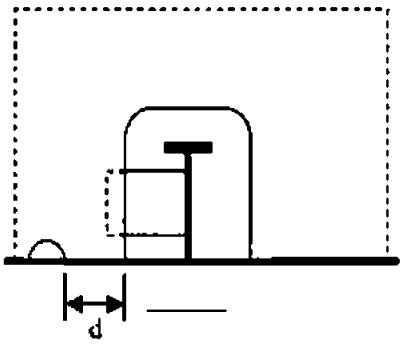
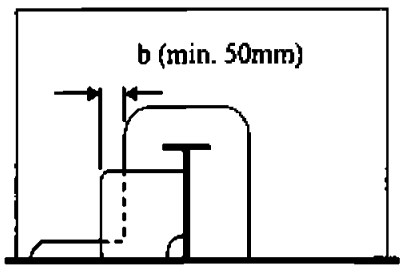
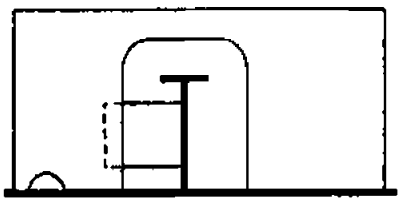
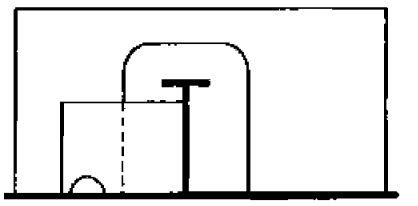
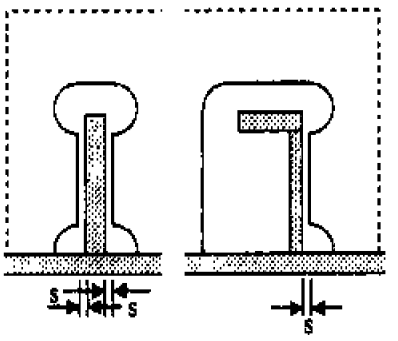
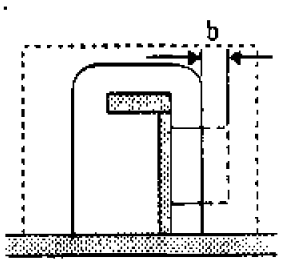
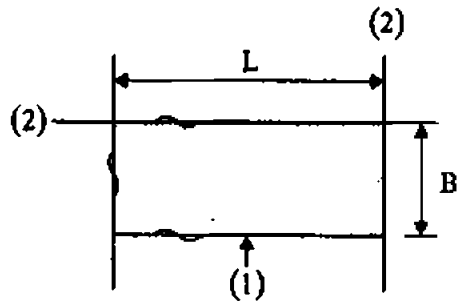
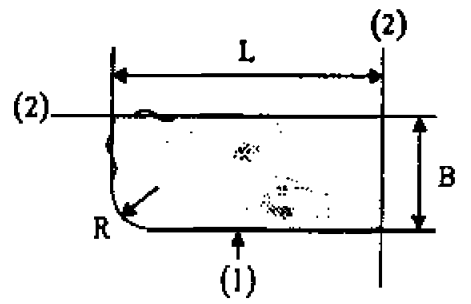
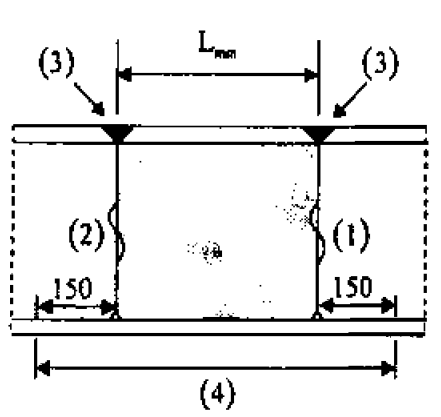
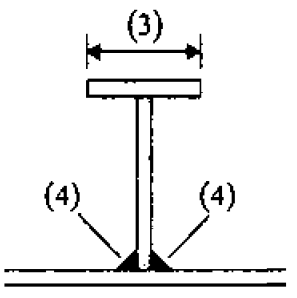
Элемент	Требование стандартов	Типовой случай ремонта	Примечание
	$d \geqslant 75$ мм	Если $d < 75$ мм (см, примечание)   	Вырез для прохода сварного шва в стенке балки допускается продлить до выреза для прохода набора и установить заделку Или установить заделку у выреза для прохода набора Или установить заделку, перекрывающую оба выреза
 Зазоры в вырезе для прохода набора	$s \leqslant 2{,}0$ мм	Если 2,0 мм $< s \leqslant 5{,}0$ мм катет шва следует увеличить настолько же, насколько увеличился зазор. При 5,0 мм$< s \leqslant 10$ мм следует произвести наплавку кромки выреза до получения требуемого зазора. При $s >$10мм допускается соединить набор и вырез с использованием соответствующей заделки. При этом 20 мм$< b \leqslant$ 50мм 	

Таблица 5

Ремонт корпусных конструкций при помощи вварного листа

Элемент	Требование стандартов	Типовой случай ремонта	Примечание
  Ремонт при помощи вварного листа	$L = 300$ мм, мин. $B = 300$ мм, мин., $R = 5t$ мм (мин. 100 мм)	(1) в первую очередь выполняется шов, которым приваривается вварной лист с листом конструкции (по линии выреза вне основного сварного шва) (2) шов основной конструкции распускается за габариты выреза мин. на 100 мм с последующей разделкой и сваркой	1. Категория основного материала та же, что и при постройке или выше. 2. Подготовка кромок под сварку — как для строящегося судна (в случае несоответствия следует увеличить объем неразрушающего контроля)
  Замена второстепенных элементов набора	$L_{мин} \geqslant 300$ мм	Последовательность выполнения сварки: (1) + (2) + (3) + (4). Усиление стыковых швов приварки стенки профиля (швы 1, 2) выполнять после завершения формирования швов (4)	

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ВОССТАНОВЛЕНИЕМ КОРРОДИРОВАННЫХ СВАРНЫХ ШВОВ НАПЛАВКОЙ ПРИ РЕМОНТЕ МОРСКИХ СУДОВ

1. Границы дефектных участков сварных швов, имеющих недопустимый коррозионный износ сварных швов, должны быть точно установлены и отмечены.

2. Восстановлению подлежат сварные швы, имеющие:

.1 язвенную коррозию металла шва;

.2 язвенную коррозию сварного соединения;

.3 канавочный износ вдоль линии сплавления сварного шва;

.4 отсутствие усиления сварного шва в результате коррозии;

.5 продольные и поперечные трещины сварного соединения.

3. Удаление дефектов сварных швов допускается производить воздушно-дуговой строжкой угольным электродом, а также газовой строжкой. Отдельные дефекты допускается удалять механическим способом, наждачным кругом. Образованная при удалении дефектов разделка должна иметь плавный переход к чистому металлу.

Примечание. Наличие дефектов (в виде пор, трещин, непроваров, кратеров, пятен замыкания электрода, следов меди, копоти и др.) в прострогannой канавке не допускается.

4. При исправлении сварного соединения должна быть обеспечена плавность сопряжения как между крайними валиками с основным металлом, так и валиками в усилении шва.

5. Язвенная, локальная коррозия сварных швов удаляется до чистого металла.

6. Прострогannые канавки и прилегающие к ним поверхности основного металла на ширину 20 мм до выполнения сварочных работ должны быть зачищены до металлического блеска, а также от следов меди, цветов побежалости, пятен от замыкания угольного электрода, брызг и шлака. При наличии язвенной коррозии в основном металле в околошовной зоне язвины должны быть очищены от продуктов коррозии.

7. В местах с канавочным износом вдоль линии сплавления сварного шва ширина шва должна быть увеличена по сравнению с размером, равным увеличению ширины разделки кромок плюс величина перекроя основного металла, согласно рис. 1 и следующей формуле:

$$e_3 = e_1 + e_2,$$

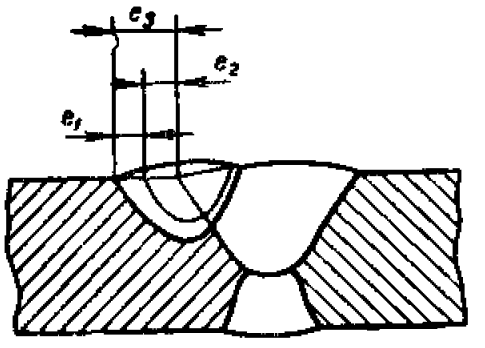


Рис. 1

где e_3 — значение увеличения ширины шва;
e_1 — величина перекроя основного металла;
e_2 — значение увеличения ширины разделки кромок.
Величина e_1 должна быть:
для корпусных, углеродистых и низколегированных сталей . . . . . не менее 0,5 мм,
для алюминиевых сплавов . . . . . не менее 1,0 мм.

8. Сварные соединения, имеющие дефект в виде язвенной коррозии в сварном шве и прилегающем участке основного металла, исправлять путем удаления продуктов коррозии до чистого металла с последующей подготовкой кромок под сварку (см. п. 5).

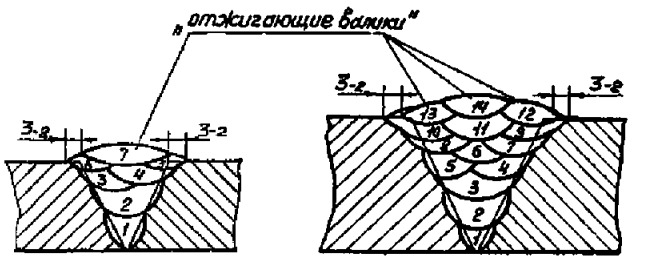
Примечание: Настоящие указания распространяются на сварные соединения, имеющие ширину прокорродировавшего участка основного металла, прилегающего к сварному шву, не более:

при толщине свариваемых конструкций до 10 мм . . . 10 мм,
при толщине свариваемых конструкций от 11 до 20 мм . 15 мм,
при толщине свариваемых конструкций более 20 мм . 25 мм.

9. Требования к сварке

9.1 Сварку подготовленных участков сварных швов производить электродами диаметром не более 4 мм.

9.2 Для предотвращения в дальнейшем повышенного коррозионного разрушения зоны сварного шва рекомендуется при дуговой сварке последний слой выполнять по методу «отжигающего валика» (см. рис. 2).



а *б*

Рис. 2 Порядок наложения валиков при многопроходной сварке стыковых соединений по методу «отжигающего валика»:
а — при одном «отжигающем валике»;
б — при нескольких «отжигающих валиках»

9.3 Исправленные подваркой сварные швы, имевшие дефекты в области сварного шва, должны иметь размеры шва в соответствии с действующими стандартами.

9.4 Ширина наплавки при восстановлении сварного шва и зоны термического влияния подваркой может быть увеличена по сравнению с размерами, установленными действующими стандартами, но не более чем в три раза. В случае, если ширина восстановленного наплавкой сварного шва вместе с шириной восстановленной наплавкой зоны термического влияния увеличивается более чем в три раза, необходимо согласование с РС.

9.5 Помимо испытаний сварного шва на непроницаемость должен быть проведен рентгенографический или ультразвуковой (УЗК) контроль качества сварных швов вне зависимости, была ли затронута при строжке корневая часть шва. Объем контроля должен быть согласован с инспектором РС. Критерии оценки качества сварного шва — в соответствии с требованиями Правил РС для корпусных конструкций.

10. Приемка и оценка качества отремонтированных дефектных участков сварных соединений должны осуществляться по Правилам РС, которые предусмотрены для первичной приемки сварных соединений при постройке корпусных конструкций.

11. Контроль качества восстановления подваркой сварных соединений должен включать следующие этапы:

.1 контроль качества сварочных материалов (инспектором РС проверяются сертификаты на сварочные материалы, которые должны быть изготовлены под техническим наблюдением РС);

.2 контроль квалификации сварщиков (инспектором РС проверяются свидетельства о допуске сварщиков, форма 7.1.30);

.3 контроль подготовки свариваемых кромок под сварку внешним осмотром и измерениями (в обязательном порядке контролируется инспектором РС) на соответствие требованиям нормативных документов РС;

.4 контроль процесса сварки (контролируется судоремонтным предприятием);

.5 контроль восстановленных сварных швов внешним осмотром и измерениями (в обязательном порядке контролируется инспектором РС). Критерии оценки качества сварных швов представлены в табл. 1;

.6 контроль качества сварных швов при испытаниях на непроницаемость (должены быть использованы методы, одобренные РС). Объем контроля восстановленных швов — 100%.

Таблица 1

Вид контроля	Вид порока или способ его классификации	Допускаемый размер порока для судов длиной			
		$L < 250$ м		$L > 250$ м	
		в районе $0{,}4L$ средней части судна	вне района $0{,}4L$ средней части судна	в районе $0{,}4L$ средней части судна	вне района $0{,}4L$ средней части судна
Визуальный, измерительный	Внешний вид шва	Сварной шов должен быть равномерным и переходить плавно в основной металл			
	Трещины	Не допускаются			
	Подрезы[1] глубиной	10%t, но не более 1,0 мм	20%t, но не более 1,5 мм	5%t, но не более 0,5 мм	10%t, но не более 1,0 мм
	Утяжка в корне одностороннего шва[2] глубиной	10%t, но не более 1,5 мм	20%t, но не более 2,0 мм	5%t, но не более 1,0 мм	10%t, но не более 1,5 мм
	Поверхностные поры	Отдельные поры размером: 10%t — при $t < 20$ мм, 2,0 мм — при $t > 20$ мм Поры в количестве 3 на любом участке шва длиной 100 мм (но не более 10% длины технологически самостоятельного соединения) размером: менее 10%t при $t < 20$ мм, менее 2 мм при $t > 20$ мм			
	Свищи, незаваренные кратеры	Не допускаются			
	Западание между валиками, бугристость, чешуйчатость	Менее 10%t при $t < 20$ мм Не более 2,0 мм при $t > 20$ мм			

[1]Максимальная длина единичного подреза не должна превышать $1/2t$, при этом суммарная протяженность подреза на каждом контролируемом участке сварного шва не должна превышать 5% его длины.

[2]Максимальная длина единичного дефекта в виде утяжки в корне одностороннего шва не должна превышать t, при этом суммарная протяженность дефектов на каждом контролируемом участке сварного шва не должна превышать 5% его длины.

Примечание: t — толщина свариваемого металла, мм.

Примечание. Контроль сварных швов на непроницаемость (в обязательном порядке контролируется инспектором РС). Объем контроля по согласованию с инспектором РС;

.7 выборочный рентгенографический или ультразвуковой контроль полностью восстановленных сварных швов (контроль является обязательным, объем и места контроля согласовываются инспектором РС). При использовании ультразвукового контроля в качестве основного метода неразрушающего контроля качества сварных швов, в обязательном порядке должен быть проведен дублирующий рентгенографический контроль тех участков сварных швов, которые выполнены с использованием УЗК, в объеме не менее 10% выполненного объема УЗК. Оценка качества сварных швов производится в соответствии с требованиями Правил РС.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

НАЗНАЧЕНИЕ МИНИМАЛЬНЫХ ОБЪЕМОВ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО ИЛИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОВЕРКЕ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ ШВОВ ПРИ РЕМОНТЕ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

1. Общие положения

Особое внимание при ремонте корпусных конструкций следует обращать на контроль качества следующих сварных соединений:

выполняемых на открытых площадках или на плаву;

выполняемых после основных гидравлических испытаний;

выполняемых при ремонте и модернизации;

расположенных в труднодоступных местах;

не доступных для последующих осмотров (например, под изоляцией и др.).

2. Назначение минимального объема контроля качества сварных швов при проведении рентгенографического (РГК) или ультразвукового (УЗК) контроля

2.1 Неразрушающий контроль швов сварных соединений (рентгенографический или ультразвуковой) выполняется на отдельных участках сварных соединений, выполненных при восстановлении сварных швов наплавкой, и новых швах, выполненных при замене листов при ремонте корпусных конструкций.

2.2 Схема расположения контролируемых участков шва для различных сварных конструкций должна быть разработана судоремонтным предприятием и согласована инспектором РС.

2.3 Технологически самостоятельные сварные соединения должны контролироваться РГК или УЗК в объеме, определенном от протяженности соединения, но не менее чем одним снимком на каждое технологически самостоятельное соединения.

Примечание. Технологически самостоятельное сварное соединение — соединение непрерывной длины, имеющее по всей протяженности одинаковое сечение и разделку свариваемых кромок, выполненное одним способом сварки с применением одних и тех же сварочных материалов на одном режиме сварки в одном и том же или непрерывно меняющемся пространственном положении.

2.4 При контроле РГК или УЗК сварных соединений малой протяженности объем контроля следует определять в процентах от количества стыков. При этом следует контролировать не менее одного стыка на каждой секции или монтажном соединении.

Примечание: К соединениям малой протяженности относятся стыковые соединения деталей полособульбового и таврового профилей (стыковые соединения ребер жесткости и т.п.), а также тавровые соединения патрубков с настилом второго дна и наружной обшивкой.

2.5 Минимальный объем контроля при проведении РГК или УЗК в зависимости от места контроля и ответственности конструкции представлен в 2.9.

При использовании УЗК как самостоятельного метода контроля производится дублирующий РГК в объеме не менее 10% от количества участков, проконтролированных ультразвуковым методом. Дублирующий РГК проводится на участках, проконтролированных УЗК. Результаты УЗК считаются положительными только при положительных результатах дублирующего РГК.

2.6 Если обнаружены недопустимые дефекты, контроль должен быть продолжен по обеим сторонам данного участка до получения удовлетворительных результатов. Инспектор Регистра может потребовать также дополнительный контроль двух участков того же сварного шва в других местах по каждому снимку, оцененному неудовлетворительным баллом.

Результаты дополнительного контроля следует предъявлять вместе с документами первоначального контроля до исправления дефектов. В случае, если объем первоначального и дополнительного контроля сварного шва превысил 50% его длины, данный шов должен быть подвергнут дополнительному контролю по всей длине.

Недопустимые дефекты должны быть исправлены, при этом повторное исправление подлежит специальному согласованию с Регистром.

2.7 Критерии оценки качества сварных швов при проведении РГК принимаются в соответствии с требованиями 3.3 части XIV «Сварка» Правил классификации и постройки морских судов.

Критерии оценки качества сварных швов при проведении УЗК допускается принимать в соответствии с требованиями ОСТ 5.1093-93.

2.8 При контроле сварных швов наружной обшивки снимок должен быть расположен на пересечении по оси стыка так, чтобы он частично охватывал также паз.

При УЗК следует проконтролировать участки шириной 100 мм с каждой стороны стыка.

2.9 Объем и места контроля устанавливаются инспектором РС при согласовании схемы контроля, разработанной судоремонтным предприятием (согласование инспектором РС схемы контроля в части расположения участков контроля до завершения сварочных работ не допускается). При этом должны быть выполнены следующие обязательные условия:

.1 объем РГК или УЗК сварных швов листовых конструкций в общем случае должен быть назначен из расчета: 1 снимок при РГК или 1 участок контроля при УЗК на 6 м длины технологически самостоятельного сварного соединения, но не менее 1 снимка при РГК или 1 участка контроля при УЗК;

.2 объем РГК или УЗК сварных соединений балок набора в общем случае должен быть назначен из расчета: 1 снимок при РГК или 1 участок контроля при УЗК на 5 стыков, но не менее 1 снимка при РГК или 1 участка контроля при УЗК;

.3 число контролируемых участков при РГК и УЗК может быть уменьшено, если уровень сварочных работ на судоремонтном предприятии будет признан РС удовлетворительным.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА РЕМОНТОМ КОНСТРУКЦИЙ С ТРЕЩИНАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВАРКИ

1. Состояние конструкций корпуса с трещинами и разрывами характеризуется их видом, расположением в конструкции, длиной, площадью, направлением и раскрытием, которые определяются на основании замеров.

2. Вид трещины и разрыва устанавливаются визуально при освидетельствовании корпуса на основании опыта освидетельствований.

3. Трещины и разрывы в элементах корпуса могут быть обнаружены осмотром, испытаниями, а также с помощью следующих методов:

радиографического;

ультразвукового;

магнитопорошкового;

цветной дефектоскопии;

водоэмульсионных жидкостей, керосина с мелом и др.

4. Измерение параметров трещины и разрыва производится на поверхности элемента корпуса с помощью штангенциркуля, линейки или другого измерительного инструмента, обеспечивающего точность измерений не менее 5 мм.

5. Метод ремонта трещин и разрывов зависит от причины их образования. Основным условием такого ремонта является необходимость устранения причин их образования. В зависимости от причин может применяться один из приведенных в табл. 1 возможных методов ремонта.

6. Методика ремонта трещин с использованием сварки показана на рис. 1 4 и в табл. 2.

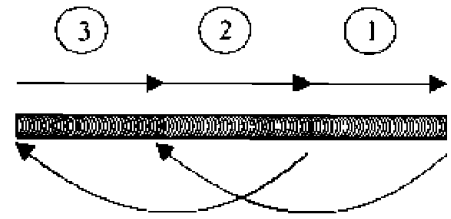


Рис. 1 Обратноступенчатая сварка

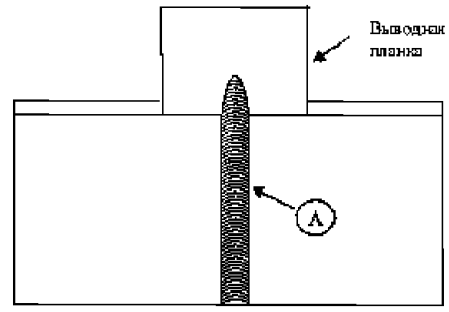


Рис. 2 Заварка концов трещин

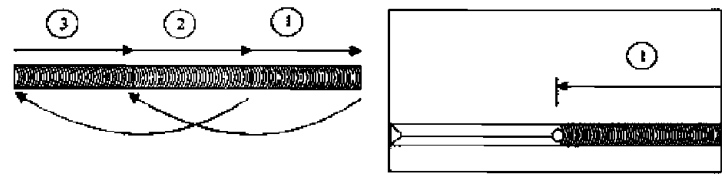


Рис. 3 Последовательность заварки трещин длиной менее 300 мм

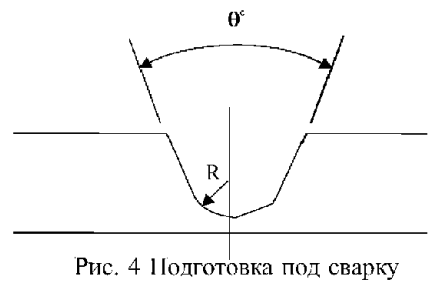


Рис. 4 Подготовка под сварку
(слева разделка U-образной формы, справа — V-образной формы)

Таблица 1

№ п/п	Причина образования трещин	Метод ремонта
1.	Усталость, низкое качество сварки или перегрев металла в результате правки, пожара	Замена поврежденного участка
2.	Внутренние дефекты сварных швов	Разделка и заварка трещины после удаления дефектов
3.	Навал, удар грейфером или грузом, столкновение	Разделка и заварка трещин. При наличии деформаций последние следует выправить с использованием тепловой правки или заменить дефектный участок
4.	Жесткие точки	Разделка и заварка трещин с последующим подкреплением участка[1]
5.	Вибрация корпуса или механизмов	Замена поврежденного участка с последующим подкреплением[2]

[1] При наличии деформаций, большого раскрытия и разветвления трещин прилежащий к ним участок металла подлежит замене.

[2] В отдельных случаях вместо замены участка допускается разделка и заварка трещин (только на проницаемых или неответственных конструкциях).

Примечание. При вырезке обшивки в местах трещин усталостного характера (в результате вибрации) рекомендуется располагать резы не ближе, чем на 200 мм от конца трещин с целью удаления дефектного участка металла со сниженными механическими свойствами из-за вибрации.

Таблица 2

Наименование	Оптимальные значения	Предельные значения	Примечание
Подготовка под сварку	$\Theta = 45° — 60°$ $r = 5$ мм	Концы трещины должны быть засверлены сверлом диаметром не менее 8 мм с последующей зенковкой	Подготовка под сварку осуществляется как при постройке судна, если речь идет о сквозных трещинах. В других случаях см. рис. 4
Заварка окончаний трещин	Разделки по концам трещин должны иметь наклон 1:3		Если трещина доходит до свободного торца листа, шов следует заканчивать на выводной планке. См рис. 3
Разделка кромок трещин	На листах длиной макс. 400 мм кромки должны быть разделаны на 50 мм за окончание трещины	На листах длиной макс. 500 мм, если трещины линейные и не имеют ответвлений	
Последовательность сварки	Последовательность и направление сварки см. на рис. 3	Если длина трещины более 300 мм, то следует использовать обратноступенчатую сварку. См. рис.1	
Чистовая обработка сварного шва	Сварной шов должен быть зачищен от шлака и других загрязнений. При необходимости используется механическая зачистка шва		
Неразрушающий контроль	1. Визуальный и измерительный контроль в объеме 100%. 2. Испытания на непроницаемость, одобренными РС методами. 3. Рентгенографический контроль (ультразвуковой контроль – только по согласованию с РС) в объеме 100% длины шва (для стыковых швов). 4. Гидравлические или пневматические испытания. Объем 100%	Цветной контроль на наличие поверхностных трещин	

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

РЕМОНТ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ МОРСКИХ СУДОВ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение 179
2. Техническая подготовка для проведения освидетельствований 182
3. Ремонт корпусных конструкций морских судов. 189
3.1 Часть 1. Район грузового трюма 189
3.1.1 Участок 1. Палубные конструкции 189
3.1.2 Участок 2. Бортовые конструкции грузового трюма 193
3.1.3 Участок 3. Конструкции второго дна и скулового танка 194
3.2 Часть 2. Район носовой и кормовой оконечностей. 198
3.2.1 Участок 1. Конструкция носовой оконечности 198
3.2.2 Участок 2. Конструкция кормовой оконечности 202
3.2.3 Участок 3. Набор кормы, рулевое устройство и опора гребного вала 203
3.3 Часть 3. Машинное отделение 211
4 Рекомендации по ремонту балкеров. Район грузового трюма 212
4.1 Участок 1. Палубные конструкции. . . . 212
4.2 Участок 2. Конструкция бортового подпалубного танка 219
4.3 Участок 3. Бортовая конструкция грузового трюма 231
4.4 Участок 4. Поперечная переборка и связанные с ней конструкции в грузовом трюме 236
4.5 Участок 5. Конструкции второго дна и скуловой цистерны 244
5. Рекомендации по ремонту сухогрузов. Район грузового трюма 252
5.1 Участок 1. Палубные конструкции. . . . 252
5.2 Участок 2. Конструкция второго дна . . 255
6. Рекомендации по ремонту танкеров. Район грузового трюма 256

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее Приложение дает основные рекомендации для проведения ремонта судов типа балкеров, однопалубных, с одинарной обшивкой, двойным дном, бортовыми скуловыми цистернами и бортовыми подпалубными цистернами в районе грузовых трюмов и судов, предназначенных для перевозки навалом сухого груза, например руды, а также судов, перевозящих генеральные грузы (сухогрузов) и танкеров. На рис. 1-1 показан общий вид типичного балкера с одинарной обшивкой и 9 грузовыми трюмами, а на рис. 1-2 — сухогруза с 2 грузовыми трюмами.

Рекомендации касаются различных основных конструкций корпуса, на которых были зарегистрированы повреждения, сосредотачивая внимание на конструктивных элементах каждого участка.

Настоящие рекомендации разработаны с использованием самой современной информации, доступной МАКО. Допускается использование инспекторами удовлетворительных альтернативных методов.

На рис. 1-3 показана типичная система набора корпуса в районе грузового трюма балкера. На рис. 1-4 показана типичная система набора корпуса в районе грузового трюма судов, перевозящих генеральные грузы (сухогрузов).

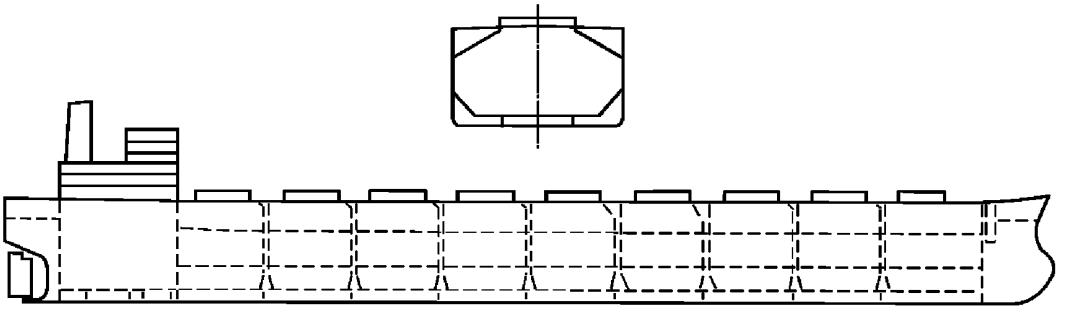


Рис. 1-1 Общий вид типичного балкера с одинарной обшивкой

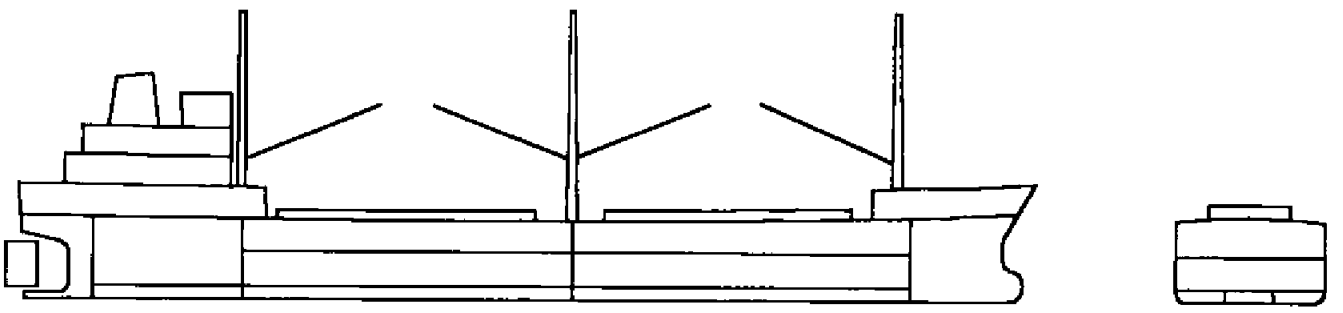


Рис. 1-2 Общий вид типичного сухогруза

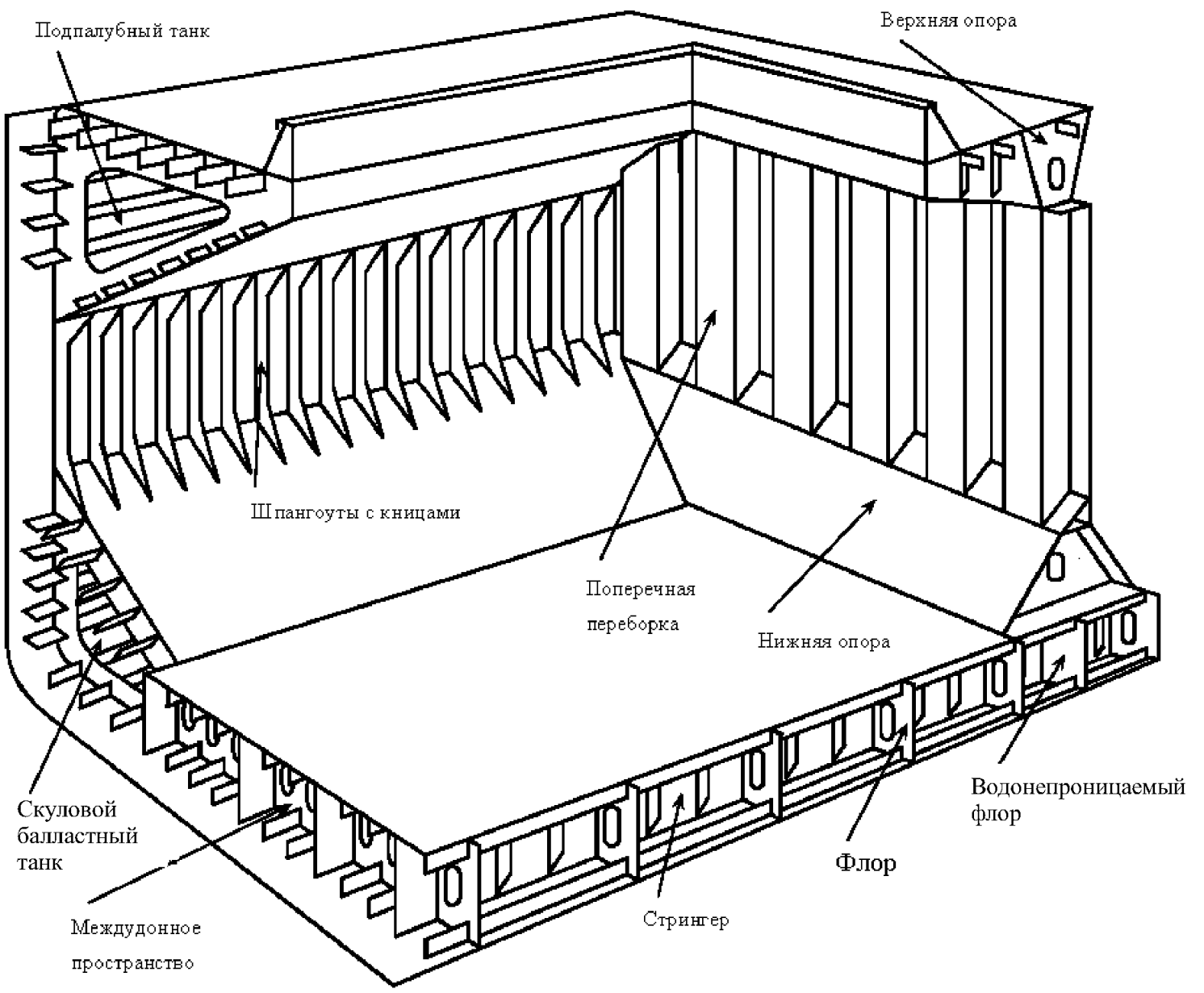
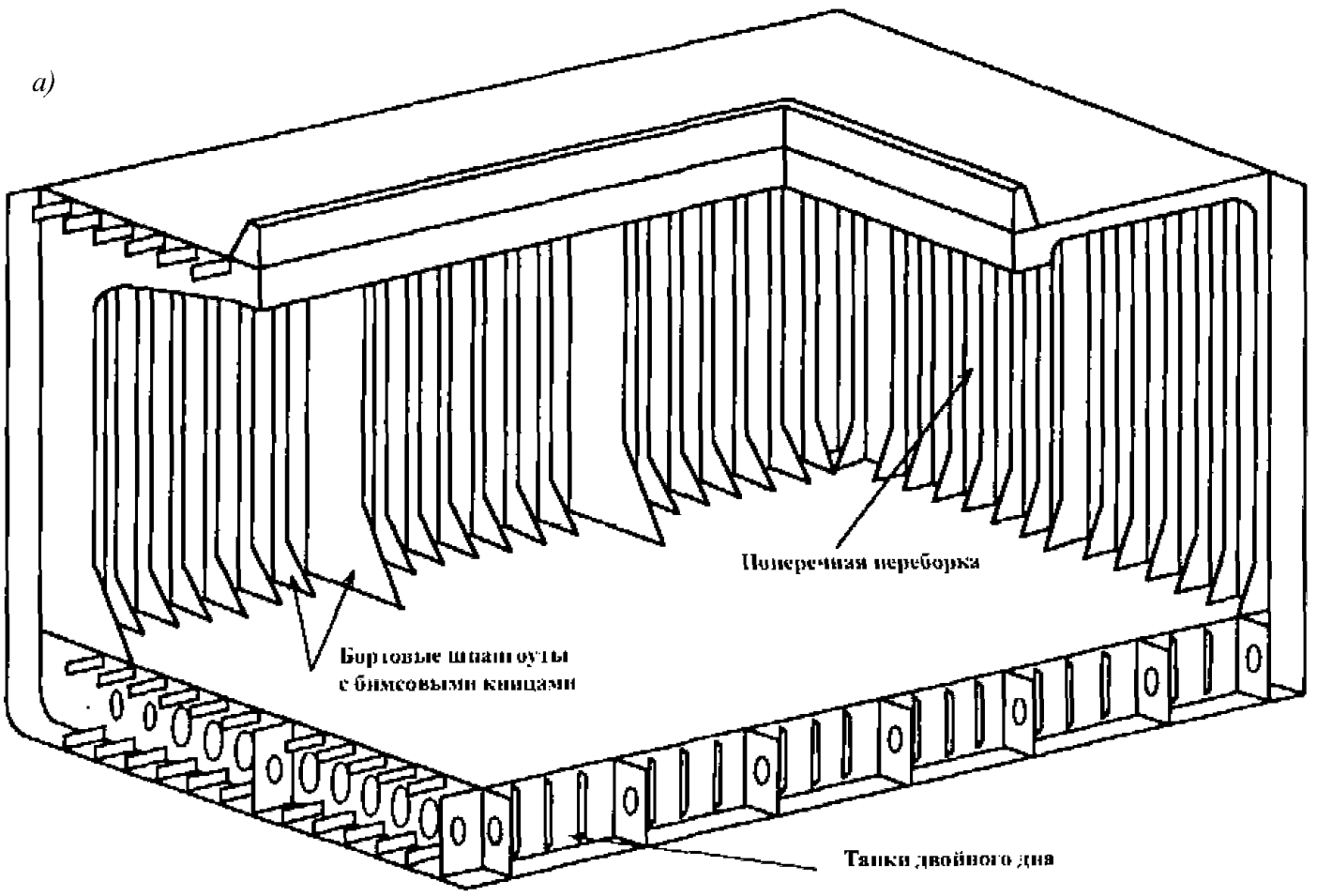


Рис. 1-3 Типичная схема грузового трюма балкера с одинарной обшивкой

а)



б)

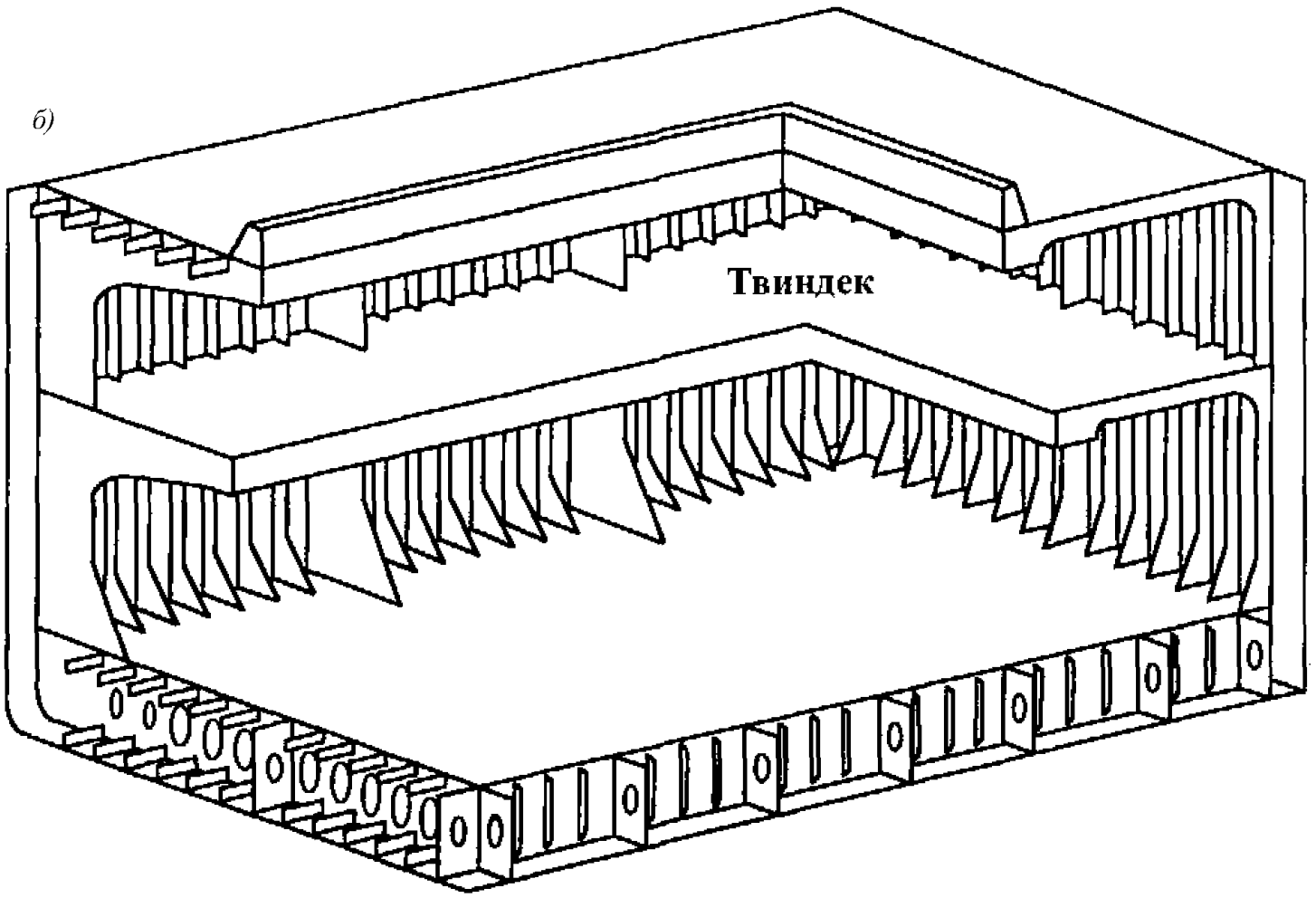


Рис. 1-4 Конструкция грузовых трюмов судов, перевозящих генеральные грузы (сухогрузов):
а — однопалубное судно; *б* — твиндеческое судно

2 ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЙ

2.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1.1 Цель проведения периодических осмотров корпуса — обнаружение возможных неисправностей и повреждений конструкций. Перед проведением освидетельствования необходимо ознакомиться с формуляром судна. Кроме периодических освидетельствований проводятся внеочередные освидетельствования по случаю повреждений и ремонтов. В формуляре судна должны содержаться записи о типичных случаях и выбранных решениях.

2.2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.2.1 Для ясности определения и фиксирования данных осмотра рекомендуется принять стандартную терминологию для конструктивных элементов. Типичные разрезы грузовых трюмов показаны на рис. 2.2.1-1 и 2.2.1-7. На этих рисунках приведена общепринятая терминология.

Термины, использованные в данных указаниях, определяются следующим образом.

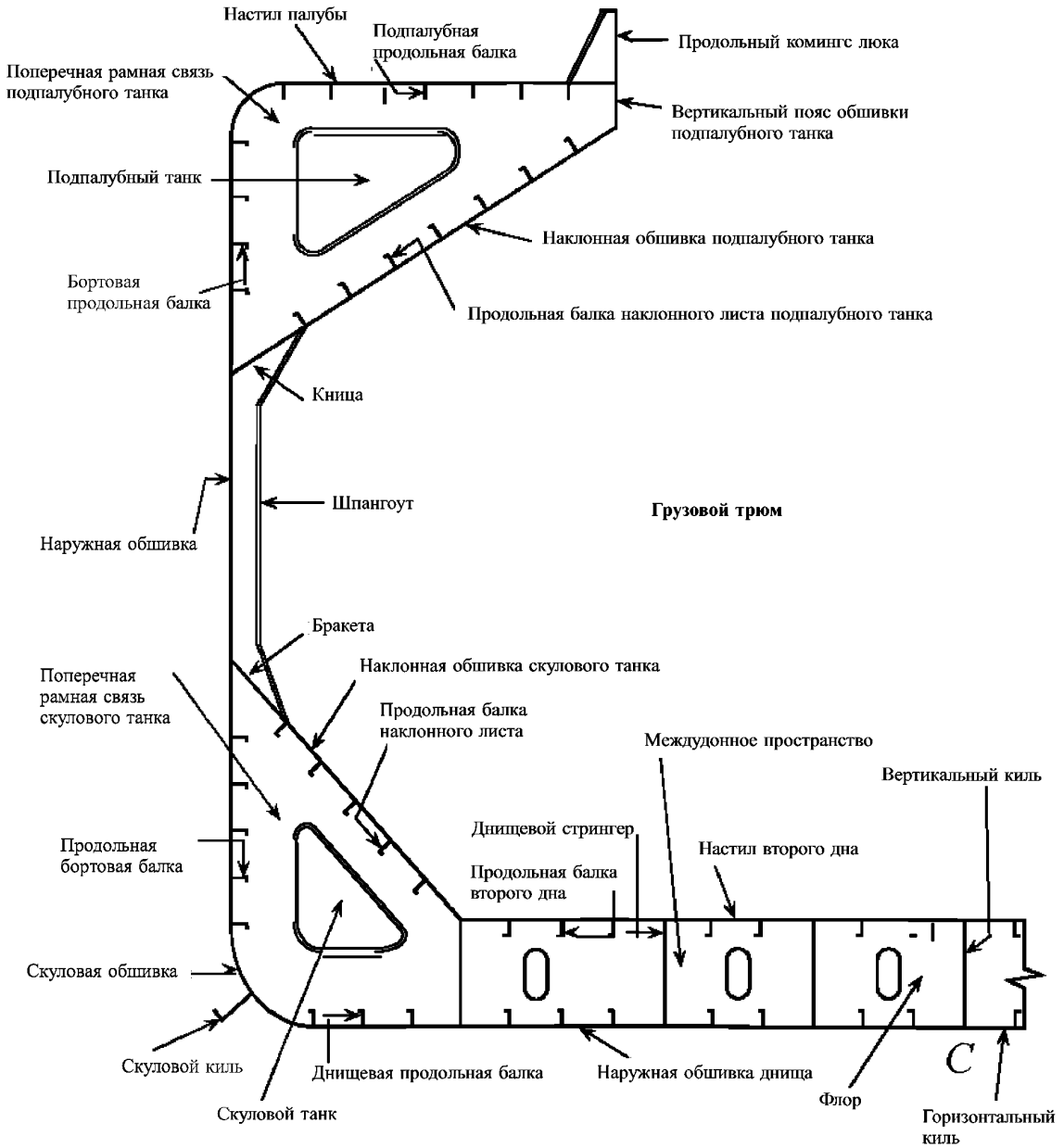


Рис. 2.2.1-1 Типичный поперечный разрез грузового трюма балкера

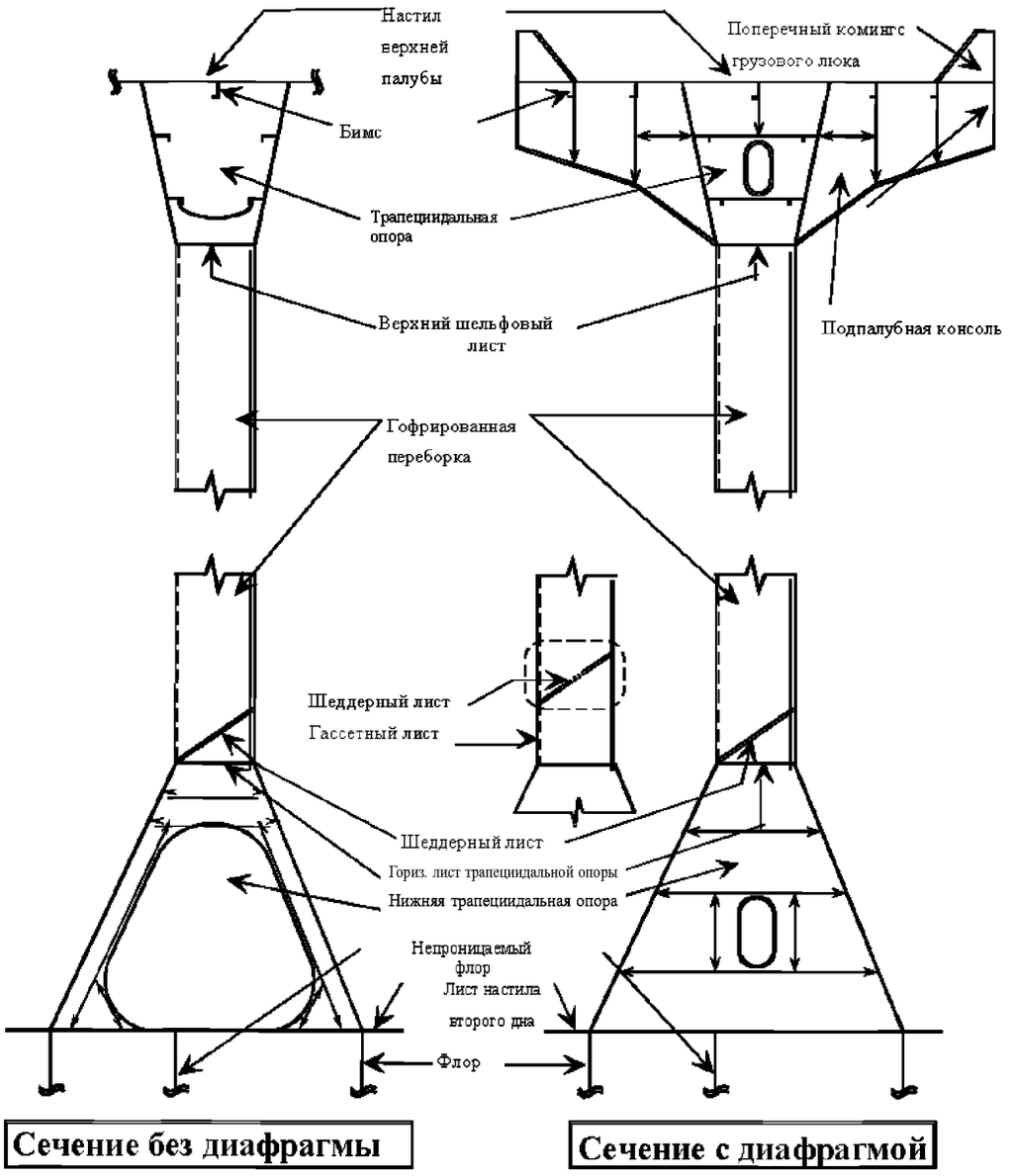


Рис. 2.2.1-2 Типичная водонепроницаемая переборка балкера

Балластная цистерна — цистерна, используемая в первую очередь для морской балластной воды.

Помещения (пространства) — отдельные отсеки, в том числе трюмы и цистерны.

Общее освидетельствование — предназначено для определения общего состояния корпусной конструкции и определения степени дополнительных тщательных обследований.

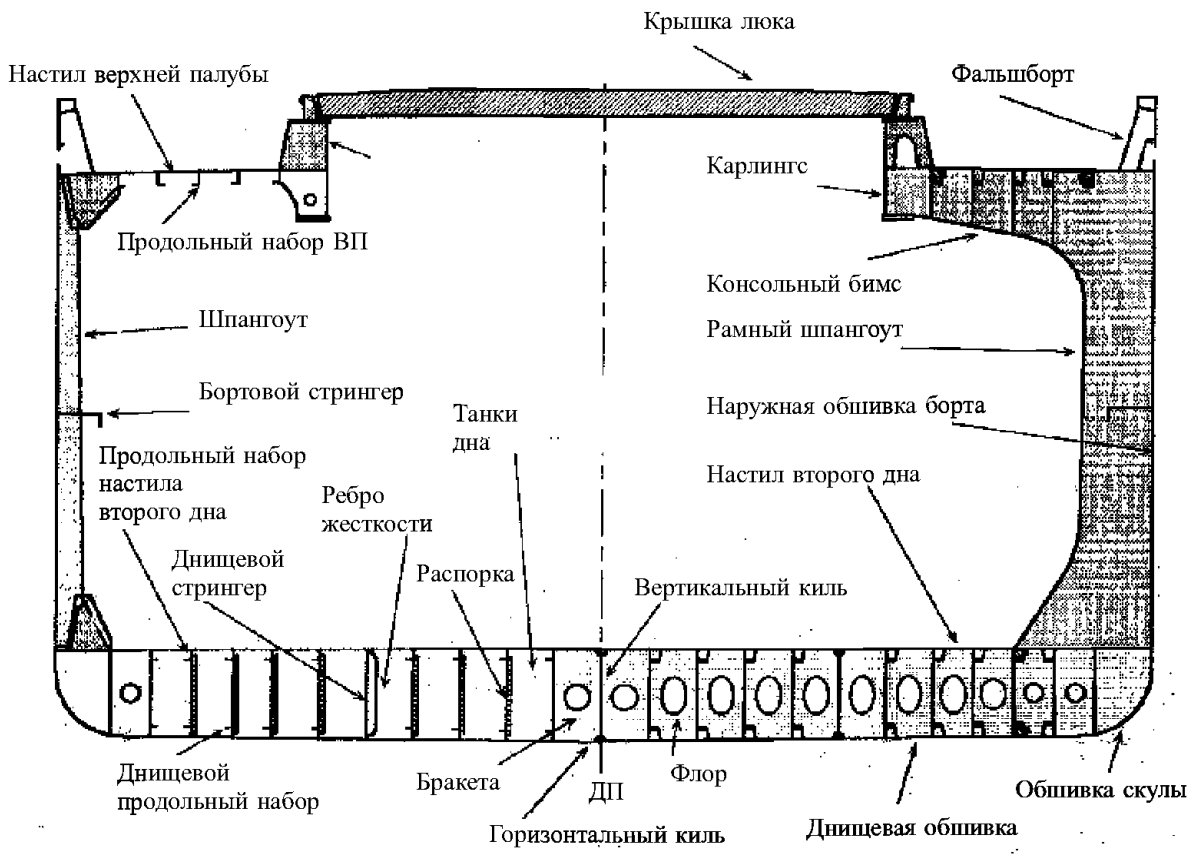
Детальное освидетельствование — обследование, при котором детали компонентов конструкции находятся в сфере ближайшего визуального осмотра инспектором, т.е. обычно в пределах досягаемости.

Поперечный разрез — все продольные элементы, такие как продольные связи и балки на палубе, бортах, днище и внутреннем дне, скуловых бортовых цистернах и бортовых подпалубных цистернах.

Характерные помещения (отсеки) — отражают состояние других помещений подобного типа и назначения и с аналогичными системами коррозионной защиты. При выборе таких помещений должна быть учтена история их эксплуатации и ремонтов на борту судна.

Сомнительные зоны — места обнаружения значительной коррозии и/или рассматриваемые инспектором как склонные к быстрому износу материала.

Значительная коррозия — такая степень коррозии, при которой оценка характера коррозии показывает износ материала, превышающий 75% допустимого, но в приемлемых пределах.



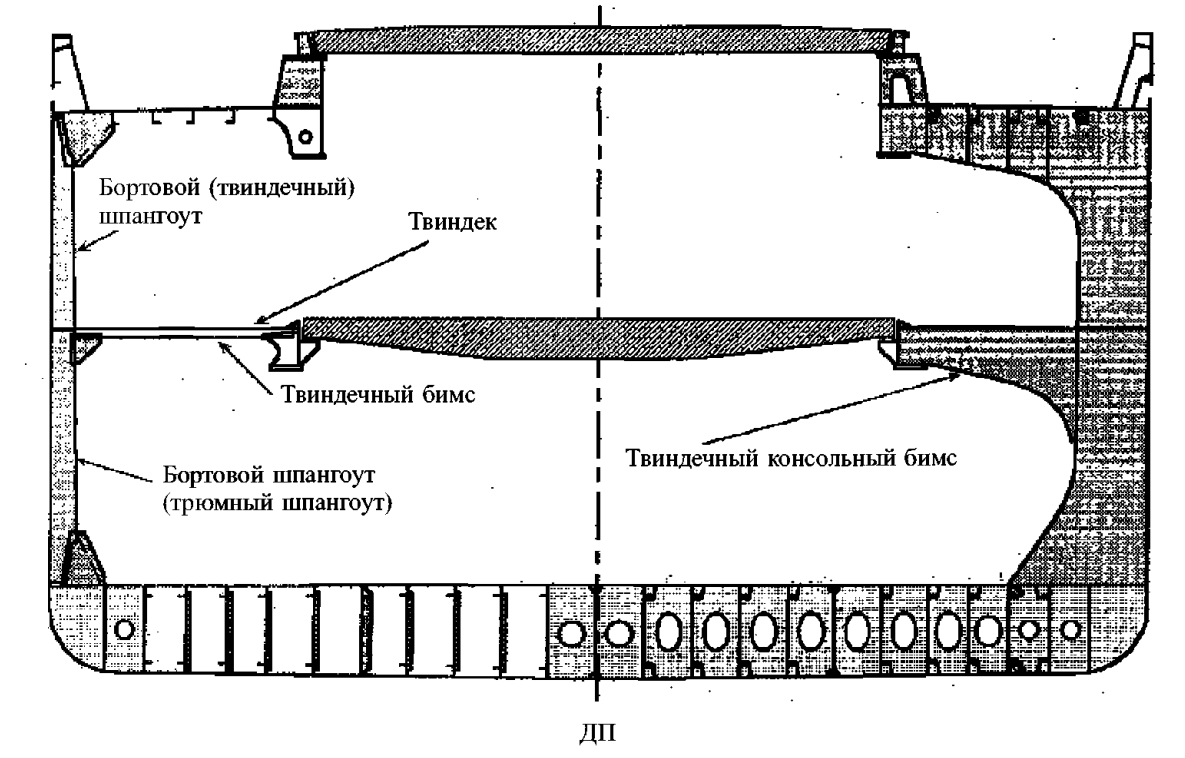


Рис. 2.2.1-3 Типичная схема грузовых трюмов судов, перевозящих генеральные грузы

Состояние покрытия определяется следующим образом:

Хорошее — состояние покрытия лишь с незначительными пятнами ржавчины.

Удовлетворительное — состояние с местным разрушением на кромках ребер жесткости (стоек) и сварных соединениях и/или легкая ржавчина на 20% рассматриваемых поверхностей, но меньше чем при плохом состоянии.

Плохое — состояние при общем разрушении покрытия на 20% или более всей площади или сильное отслаивание на 10% и более рассматриваемых поверхностей.

Переходный участок — участок, на котором происходит разрыв продольной конструкции, например, у носовой переборки машинного отделения и форпиковой переборки.

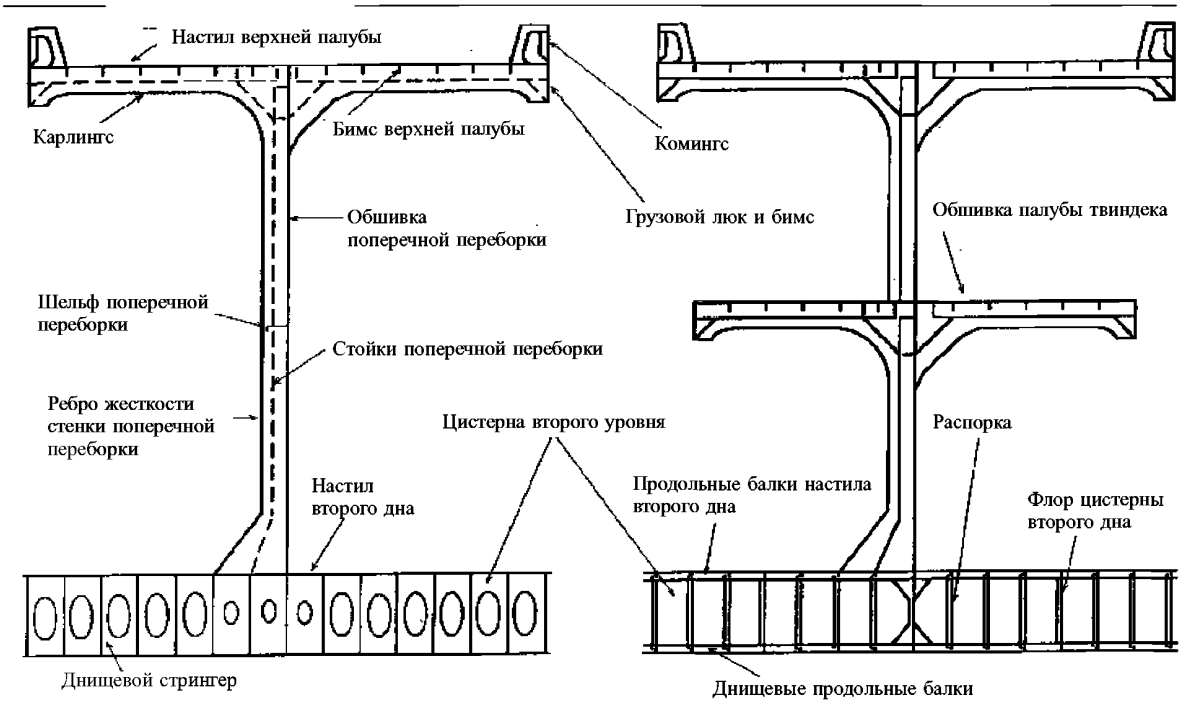


Рис. 2.2.1-4 Конструкция водонепроницаемой переборки сухогрузов

2.3 РАЗРУШЕНИЕ И ПОВРЕЖДЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

2.3.1 Общие положения.

В контексте настоящих рекомендаций под повреждениями и разрушением конструкций подразумеваются недостатки, вызванные:

значительной коррозией;

ошибками при конструировании;

дефектами материала или неудовлетворительным качеством исполнения;

эксплуатацией судна в экстремальных погодных условиях;

нарушением погрузочных и разгрузочных операций;

износом и разрывами;

контактом с причальной стенкой, льдом, подводными объектами и т.п., но не являющимся прямым следствием аварий, например, столкновением, посадкой на мель, пожаров/взрывов.

Обычно такие повреждения классифицируют как:

износ материала;

трещины;

деформации, пробоины.

Различные типы и места возможного возникновения повреждений более подробно рассмотрены ниже.

2.3.2 Износ материала.

Кроме знания типичных дефектов конструкций, которые могут встретиться во время осмотра, необходимо знать различные формы и возможные места возникновения коррозии конструктивных элементов на палубах, в трюмах и в цистернах.

Общая коррозия появляется в виде рыхлой ржавчины на внутренних поверхностях трюма или цистерны, не имеющих покрытия. Слой ржавчины постоянно осыпается, обнажая чистый металл для коррозии. Об уменьшении толщины обычно нельзя судить визуально, пока оно не будет слишком значительным. Неудаление прокатной окалины во время постройки судна может ускорить коррозию при эксплуатации. Интенсивная общая коррозия на всех типах судов может привести к необходимости значительных замен.

Канавочный износ часто обнаруживается рядом со сварными швами, особенно в зоне термического влияния.

2.4 РЕМОНТ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

2.4.1 Примеры повреждений конструкций, которые могут возникать во время эксплуатации, приведены в специальных разделах настоящих рекомендаций.

2.4.2 Любые повреждения или слишком большой износ следующих конструкций должны быть быстро и тщательно отремонтированы:

.1 шпангоуты, их концевые крепления и прилегающая наружная обшивка;

.2 палубная конструкция и настил палубы между люками;

.3 водонепроницаемые переборки;

.4 крышки люков и комингсы;

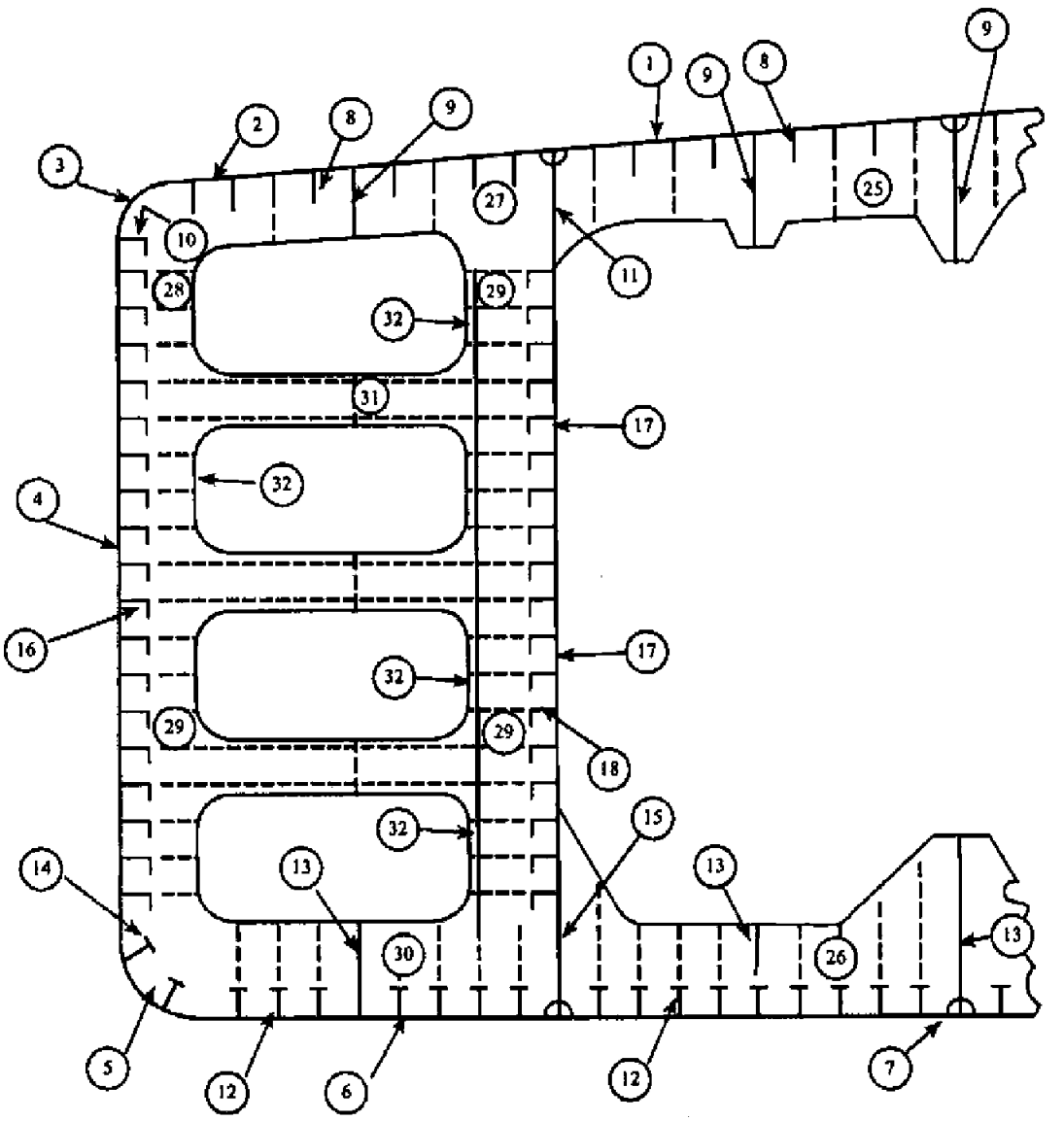


Рис. 2.2.1-5 Типичное сечение корпуса танкера с обозначением элементов корпусных конструкций:

1 — настил расчетной палубы;
2 — палубный стрингер;
3 — ширстрек;
4 — обшивка наружного борта;
5 — обшивка скулы;
6 — обшивка днища;
7 — горизонтальный киль;
8 — продольные балки расчетной палубы;
9 — карлингсы расчетной палубы;
10 — продольные балки ширстрека;
11 — верхний пояс продольной переборки;
12 — продольные балки днища;
13 — продольные рамные балки днища;
14 — продольные балки скулы;
15 — нижний пояс продольной переборки;
16 — продольные балки наружного борта;
17 — обшивка продольной переборки;
18 — горизонтальные балки продольной переборки;
19 — настил второго дна;
20 — продольные балки второго дна;
25 — рамные бимсы в центральном танке;
26 — флоры в центральном танке;
27 — рамные бимсы в бортовом танке;
28 — рамные шпангоуты наружного борта;
29 — рамные шпангоуты;
30 — флоры в бортовом танке;
31 — распорки;
32 — обшивка грузовых танков

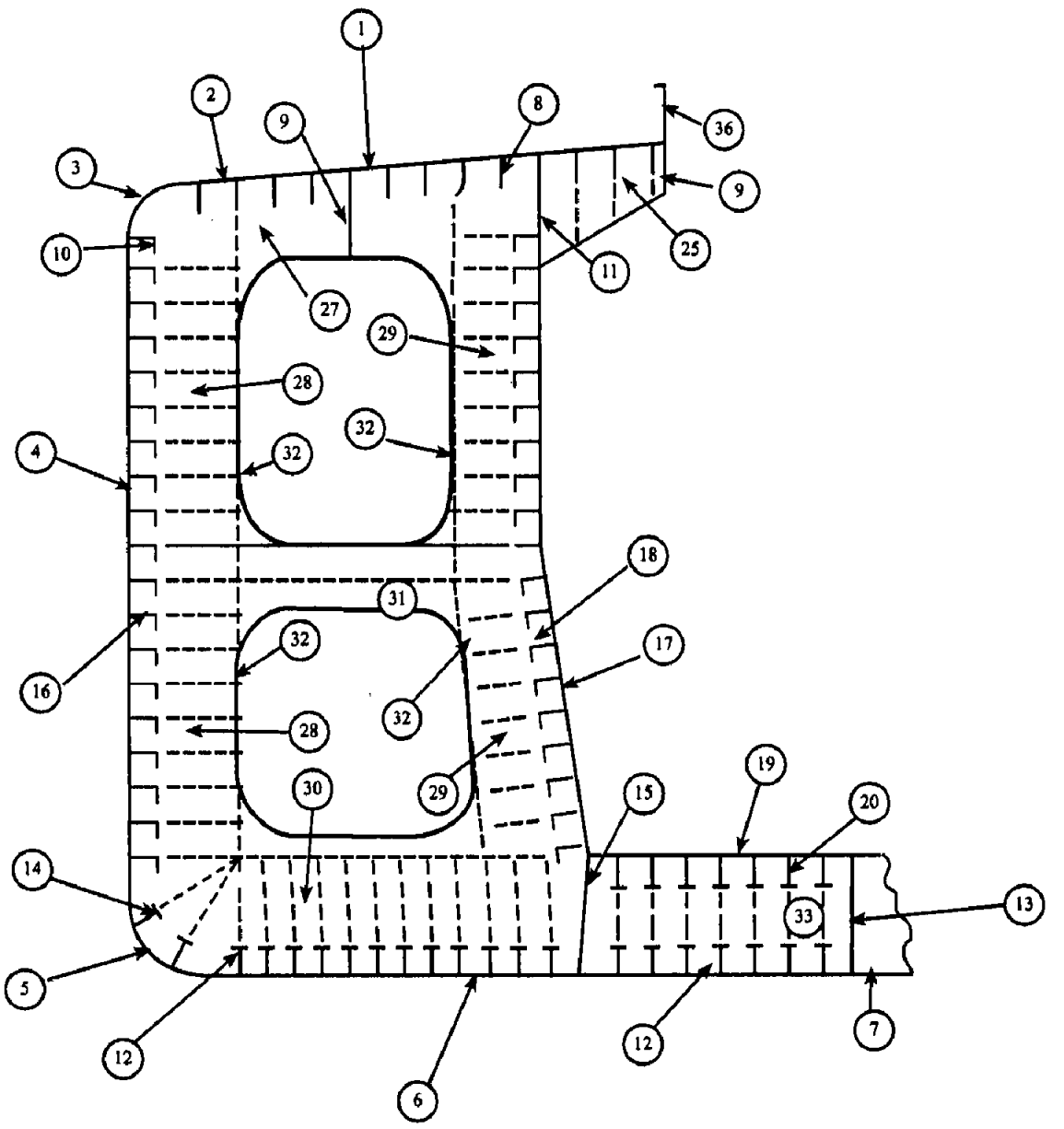


Рис. 2.2.1-6 Типичное сечение корпуса нефтерудовоза с обозначением элементов корпусных конструкций:

1 — настил расчетной палубы;
2 — палубный стрингер;
3 — ширстрек;
4 — обшивка наружного борта;
5 — обшивка скулы;
6 — обшивка днища;
7 — горизонтальный киль;
8 — продольные балки расчетной палубы;
9 — карлингсы расчетной палубы;
10 — продольные балки ширстрека;
11 — верхний пояс продольной переборки;
12 — продольные балки днища;
13 — продольный рамный набор днища;
14 — продольные балки скулы;
15 — нижний пояс продольной переборки;
16 — продольные балки наружного борта;
17 — обшивка продольной переборки;
18 — продольные балки продольной переборки;
19 — настил второго дна;
20 — продольные балки второго дна;
25 — палуба поперечного центрального танка;
26 — днище поперечного центрального танка;
27 — палуба поперечного бортового танка;
28 — сторона поперечного бортового танка;
29 — днище поперечного бортового танка;
30 — стойка;
31 — поперечная рамная стойка;
32 — флоры второго дна

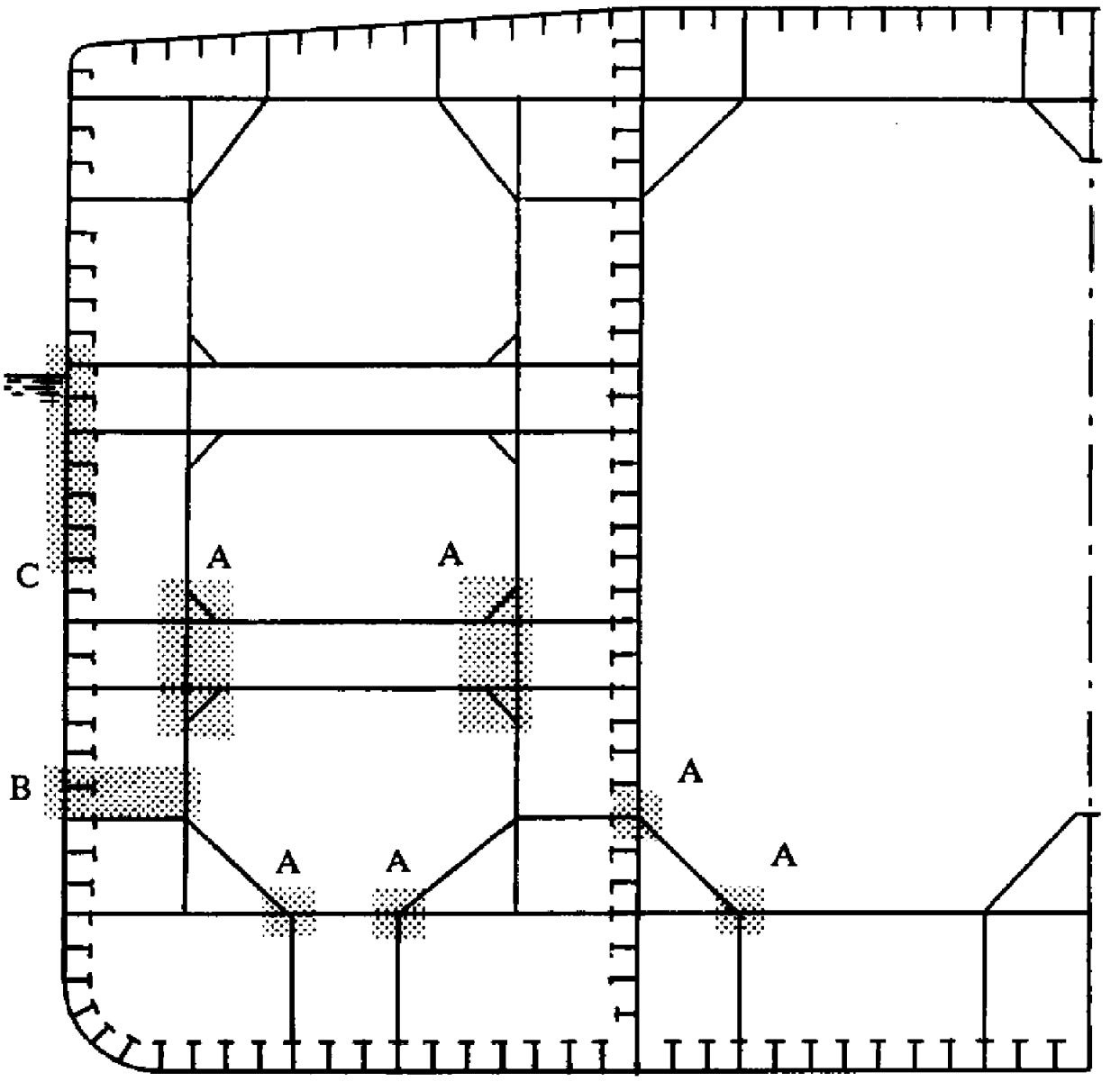


Рис. 2.2.1-7 Районы концентрации напряжений в элементах рамных шпангоутов танкеров:
A — концентрация напряжений в местах окончания книц и аналогичных им конструкциях;
B — концентрация напряжений в конструкциях, испытывающих напряжения среза;
C — местная концентрация напряжений в связях между продольными ребрами жесткости и рамными шпангоутами

3 РЕМОНТ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ МОРСКИХ СУДОВ

3.1 ЧАСТЬ 1. РАЙОН ГРУЗОВОГО ТРЮМА

3.1.1 Участок 1. Палубные конструкции

Примеры разрушения деталей конструкций — Участок 1

Пример №	Наименование
1	Трещины в углу грузовых люков
2,а	Трещины по сварному шву в районе изменения толщины настила палубы
2,б	Деформация более тонкого листа между трюмами в районе приварки листов различной толщины
2,в	Общая деформация межтрюмного настила палубы
3	Трещины в горизонтальном пояске люкового комингса у оконечности направляющей для крышки люкового закрытия

Морские суда	**Рекомендации по осмотру, оценке и ремонту корпусных конструкций**	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 1	Палубные конструкции	1
Повреждение	Трещины в углу грузовых люков	

Схема повреждения

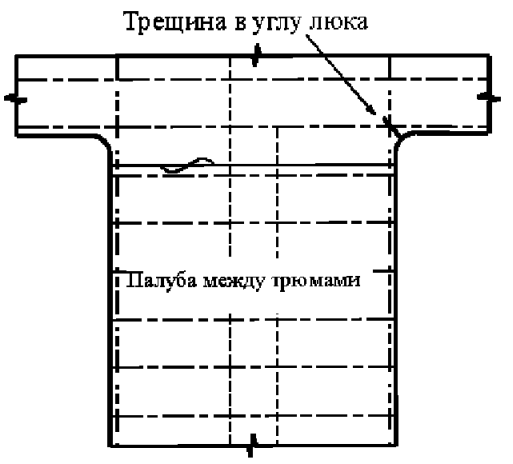
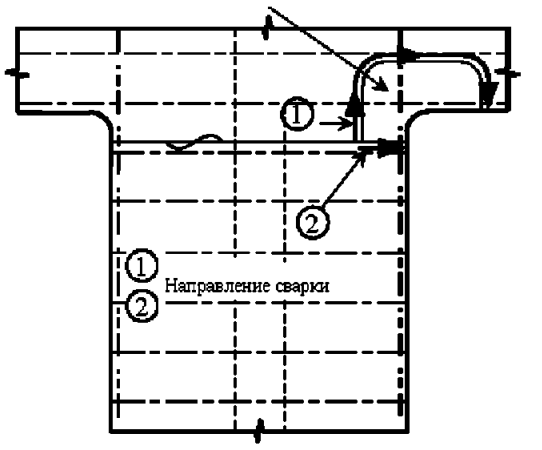


Схема ремонта



Возможные причины повреждения

1. Концентрация напряжений в углу люка в районе скругленной части угла.
2. Бороздка от стального троса.

Замечания по ремонту

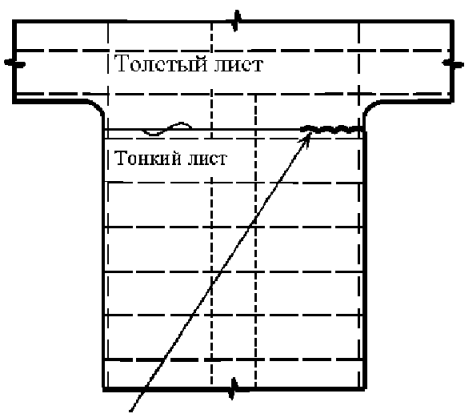
Настил палубы в районе трещины должен быть вырезан и заменен. Толщина вставки может быть увеличена. Изменение категории стали является предметом специального рассмотрения РС.

Вставка должна выходить за пределы радиусной части люка; стыковое сварное соединение должно располагаться в стороне от стыковых швов на люковом комингсе.

Рекомендуется шлифовкой осуществлять плавность перехода от сварного шва к основному металлу в местах приварки вставки к палубному настилу. Микроборозды от шлифовки должны быть параллельны кромкам вставки.

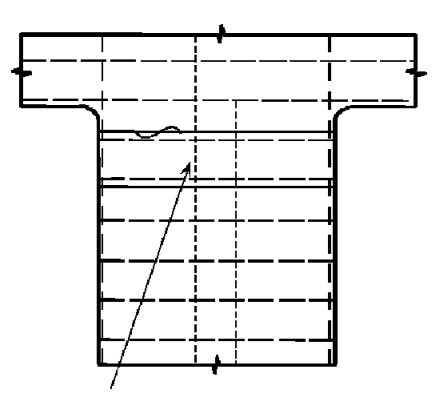
Морские суда	**Рекомендации по осмотру, оценке и ремонту корпусных конструкций**	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 1	Палубные конструкции	2, а
Повреждение	Трещины по сварному шву в районе изменения толщины настила палубы	

Схема повреждения



Трещина в сварном шве

Схема ремонта



Вставка листа промежуточной толщины

Возможная причина повреждения

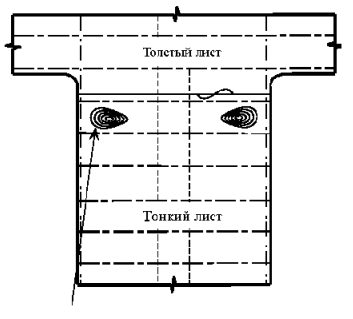
1. Конструкция с концентратором напряжений, вызванным изменением толщины листов палубного настила.
2. Изгиб палубного настила под действием скручивающих (продольных) напряжений.
3. Сварной шов имел выход в угловую часть люка с повышенной концентрацией напряжений.

Замечания по ремонту

1. Рекомендуется использовать вставку промежуточной толщины
2. Следует обеспечить плавность перехода между листами путем скоса кромок.

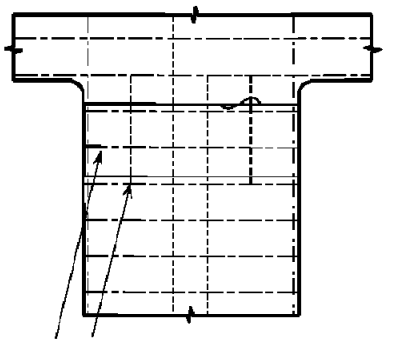
Морские суда	**Рекомендации по осмотру, оценке и ремонту корпусных конструкций**	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 1	Палубные конструкции	2, б
Повреждение	Деформация более тонкого листа между трюмами в районе приварки листов различной толщины	

Схема повреждения



Деформация листа настила палубы между трюмами (должно быть обследовано также состояние концевой подпалубной конструкции люка).

Схема ремонта



Установка дополнительных ребер жесткости (подкреплений) и/или установка листа палубного настила промежуточной толщины.

Возможная причина повреждения

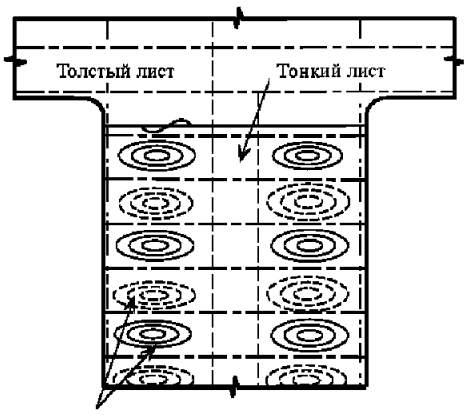
1. Изгиб в плоскости ДП под действием скручивающих моментов, часто в сочетании с коррозией настила палубы.
2. Недостаточная жесткость настила палубы и /или недостаточная жесткость подпалубного набора.

Замечания по ремонту

Дополнительно установленные ребра жесткости под палубным настилом, расположенные в направлении от края люка к ДП, должны захватывать не менее 10% ширины люка. Необходима также установка листа настила палубы промежуточной толщины.

Морские суда	**Рекомендации по осмотру, оценке и ремонту корпусных конструкций**	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 1	Палубные конструкции	*2, в*
Повреждение	Трещины по сварному шву в районе изменения толщины настила палубы	

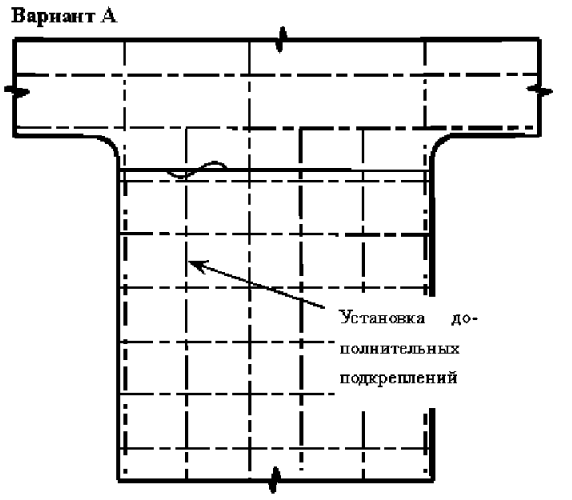
Схема повреждения



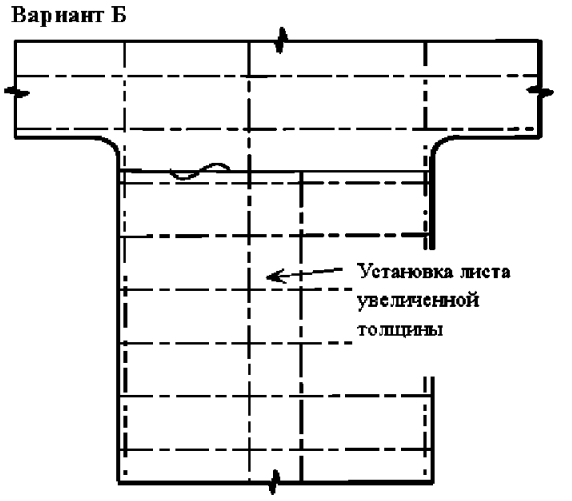
Деформация палубного настила между люками (необходимо также обследование подпалубного набора)

Схема ремонта

Вариант А



Вариант Б



Возможная причина повреждения

1. Воздействие волновой нагрузки.
2. Неправильная загрузка трюмов.
3. Недостаточная жесткость настила палубы и/или палубного набора.

Замечания по ремонту

1. Вариант А

Настил палубы построечной толщины в сочетании с установкой дополнительного набора (подкреплений).

2. Вариант Б

Установка листа увеличенной толщины.

Морские суда	**Рекомендации по осмотру, оценке и ремонту корпусных конструкций**	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 1	Палубные конструкции	3
Повреждение	Трещины в горизонтальном пояске люкового комингса у оконечности направляющей для крышки люкового закрытия	

Схема повреждения

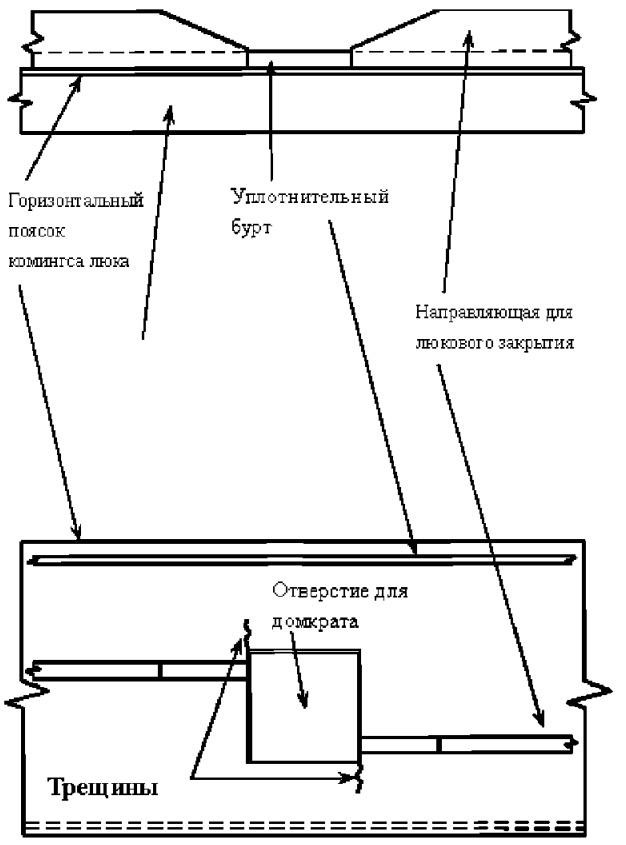
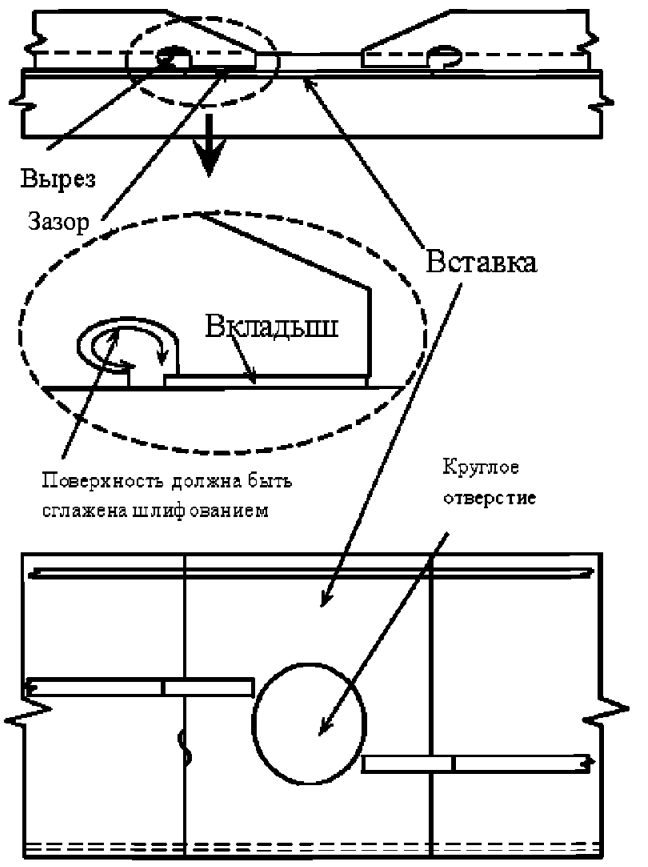


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

1. Конструктивный недостаток.

Замечания по ремонту

Лист с трещиной должен быть вырезан и заменен.

Необходимо предусмотреть установку вставки большей толщины и/или предусмотреть уменьшение выреза под домкрат. Также возможно выполнение отверстия в направляющей и разнесение сварных швов.

3.1.2 Участок 2. Бортовые конструкции грузового трюма

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 2	Бортовые конструкции грузового трюма	1
Повреждение	Коррозия шпангоутов носового/кормового трюма	

Схема повреждения

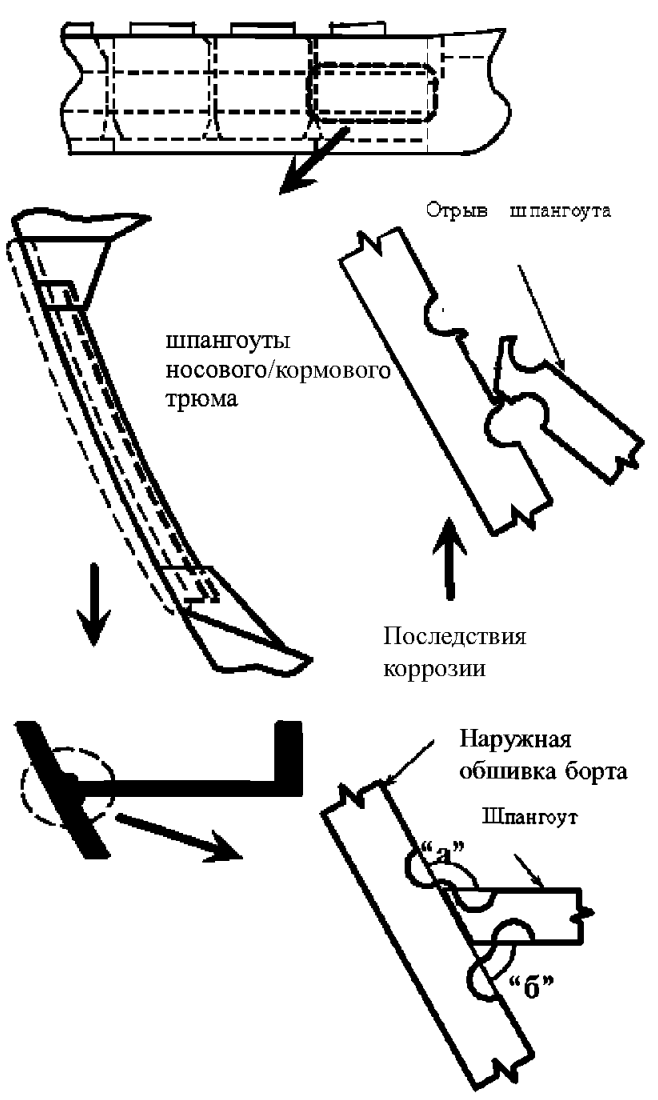
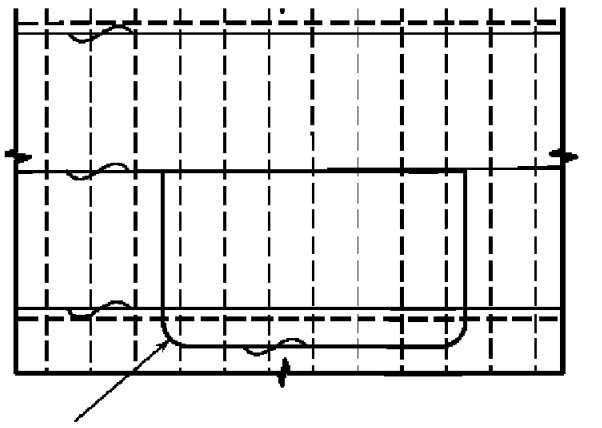


Схема ремонта



Частичная замена, включая шпангоуты и обшивку скуловой цистерны необходимости

Возможная причина повреждения

Сильная коррозия (бороздками) бортовых шпангоутов вдоль бортовой обшивки и разница в глубине бороздок в районах «а» и «б». (Поскольку первоначальная толщина «а» обычно меньше толщины «б», одинаковая скорость коррозии оказывает большее влияние на «а» и может вызвать разрушение и/или отрыв бортового шпангоута).

Замечания по ремонту

1. Схема ремонта применяется, если повреждение распространяется на несколько шпангоутов.
2. Отдельные коррозионные канавки могут быть подварены.

3.1.3 Участок 3. Конструкции второго дна и скулового танка

Пример №	Название
1	Трещины в настиле второго дна вокруг гнезда для контейнеров
2	Трещины в обшивке в районе голубницы
3	Коррозия в наружной обшивке днища под приемным патрубком
4	Трещины в наружной обшивке днища в местах прерывания скулового киля

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 3	Конструкция второго дна и скулового танка	**1**
Повреждение	Трещины в настиле второго дна вокруг гнезда для контейнеров	

Схема повреждения

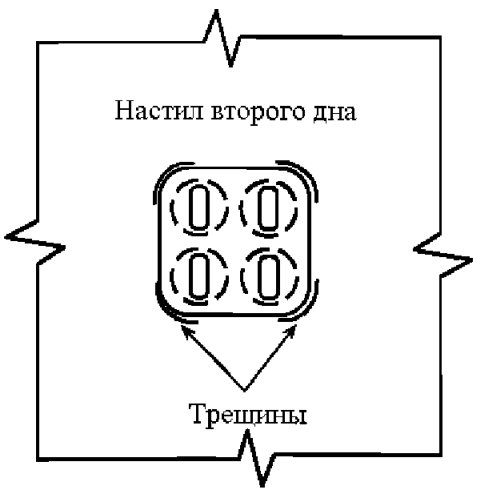
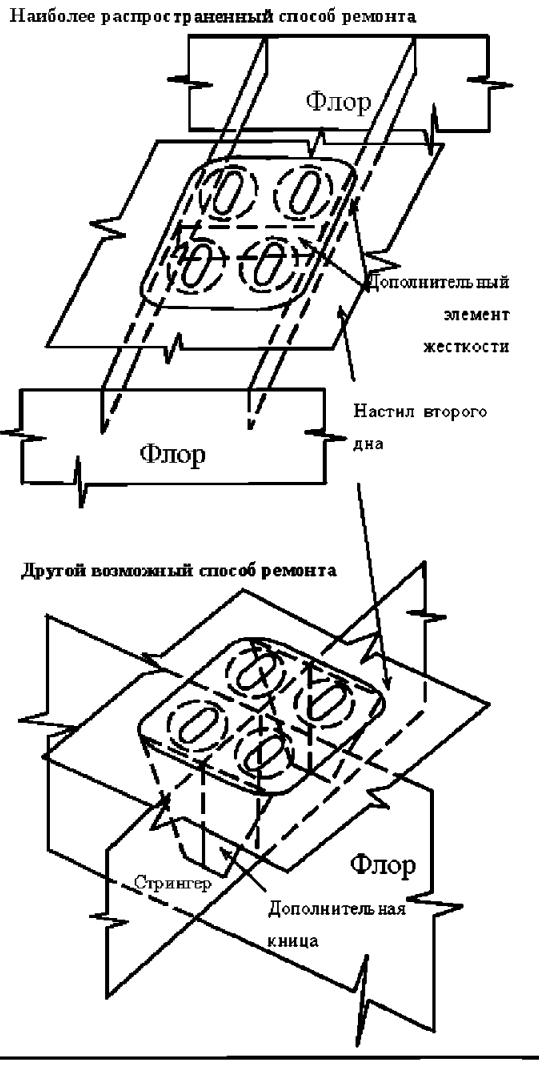


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

Гнездо не имеет достаточного подкрепления под настилом второго дна.

Замечания по ремонту

1. Обшивка с трещинами должна быть вырезана и заменена.
2. Должен быть выбран оптимальный вариант подкрепления гнезда.

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 3	Конструкция второго дна и скулового танка	**2**
Повреждение	Трещины в обшивке в районе голубницы	

Схема повреждения

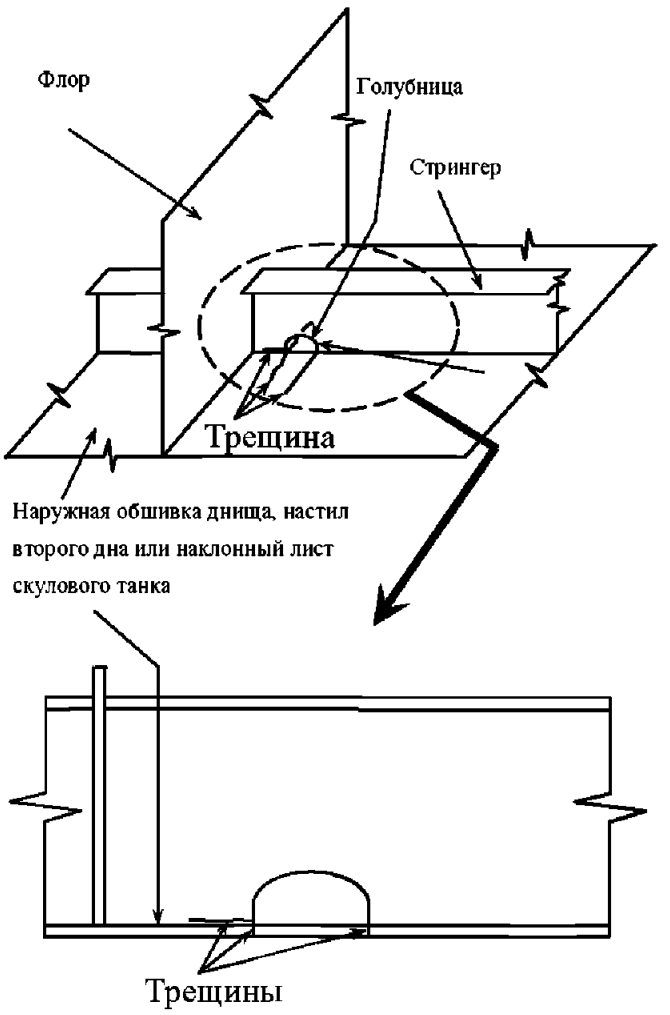
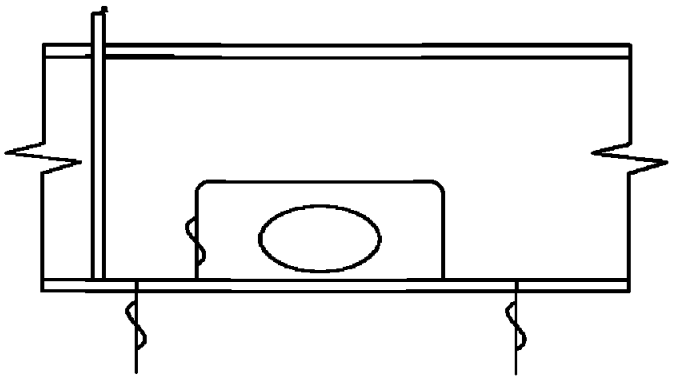
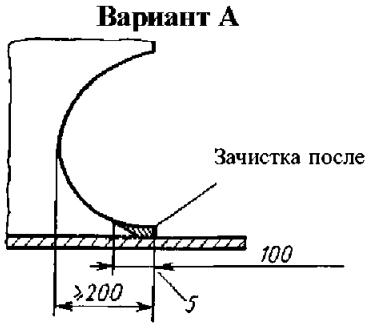


Схема ремонта

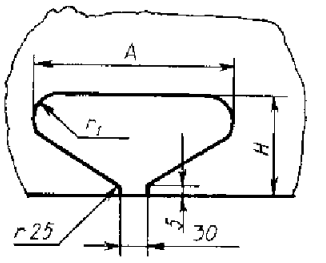


Варианты оформления голубниц

Вариант А



Вариант Б



A/B ≥ 4

Возможная причина повреждения

Концентрация напряжений и/или коррозия в районе голубницы.

Замечания по ремонту

Обшивка с трещинами должна быть вырезана и частично заменена.

Участок набора в районе голубницы должен быть заменен с изменением формы голубницы.

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 3	Конструкция второго дна и скулового танка	3
Повреждение	Коррозия обшивки днища под приемным патрубком	

Схема повреждения

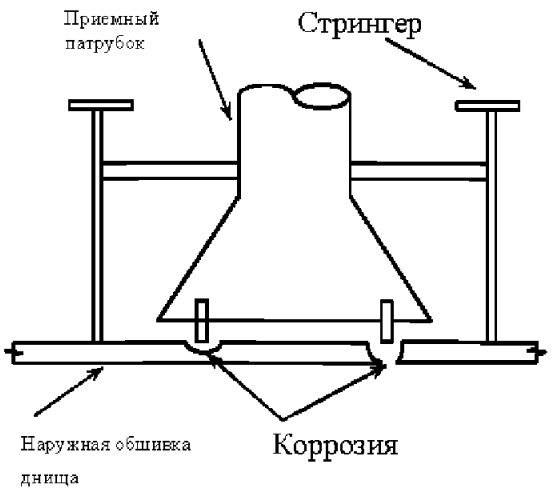
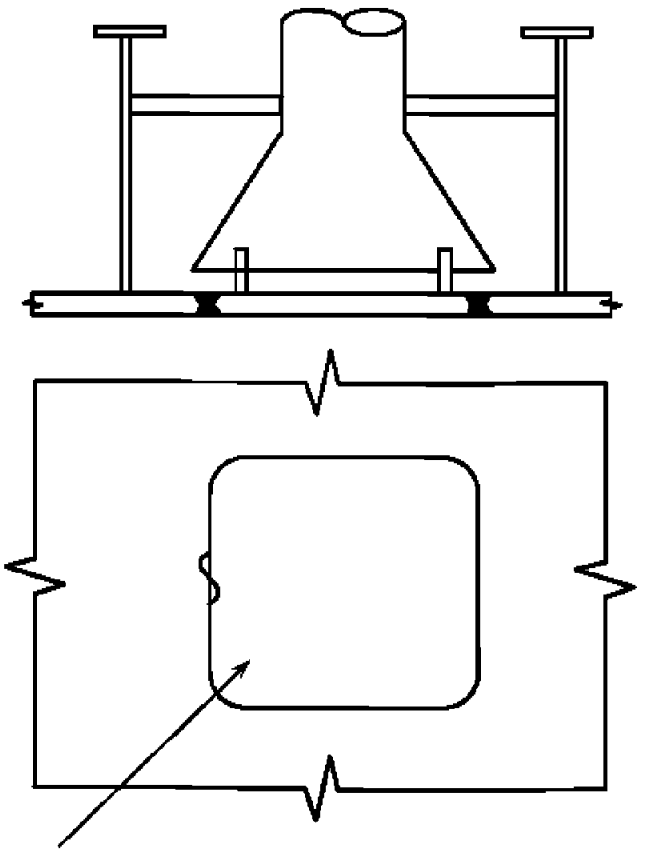


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

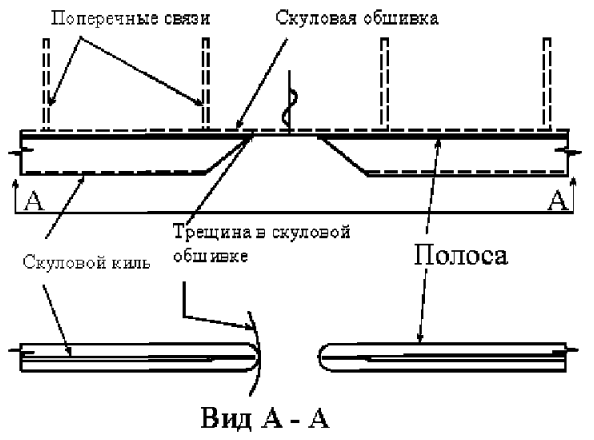
Высокая скорость потока при недостаточной системе защиты от коррозии.

Замечания по ремонту

1. Прокорродировавшие участки обшивки должны быть вырезаны и заменены.
2. Если коррозия ограничена небольшим участком (питтинговая коррозия) возможен ремонт подваркой.

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 3	Конструкция второго дна и скулового танка	4
Повреждение	Трещины в наружной обшивке днища в местах прерывания скулового киля	

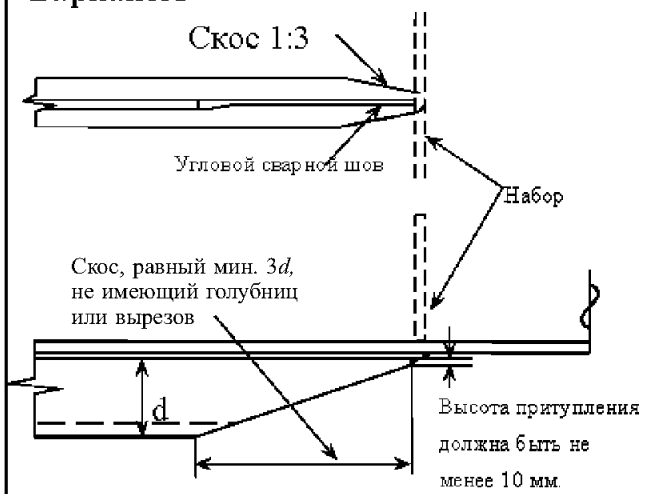
Схема повреждения



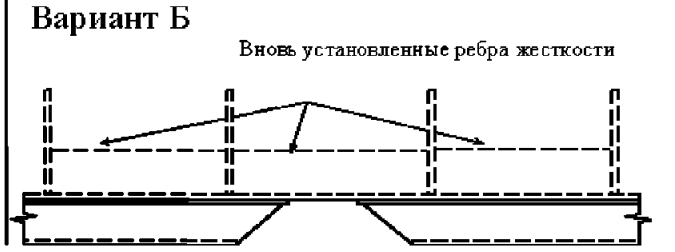
Вид А - А

Схема ремонта

ВариантА



Вариант Б



Возможная причина повреждения
Конструктивный недостаток.

Замечания по ремонту
1. Обшивка с трещинами должна быть вырезана и заменена.
2. Необходимо рассмотреть варианты уменьшения концентрации напряжений в оконечностях скулового киля.
Вариант А: Модификация деталей оконечности.
Вариант Б: Новые внутренние ребра жесткости.
Вариант В: Непрерывная полоса в сочетании с **вариантом А.**
3. Вместо **вариантов А и Б** непрерывная полоса и скуловой киль.

3.2 ЧАСТЬ 2. РАЙОНЫ НОСОВОЙ И КОРМОВОЙ ОКОНЕЧНОСТЕЙ

3.2.1 Участок 1. Конструкция носовой оконечности

Примеры повреждения деталей конструкций и ремонта - Участок 1	
Пример №	Название
1 2 3	Деформация палубы бака Трещины в настиле палубы бака около фальшборта Деформация наружной обшивки в районе бака

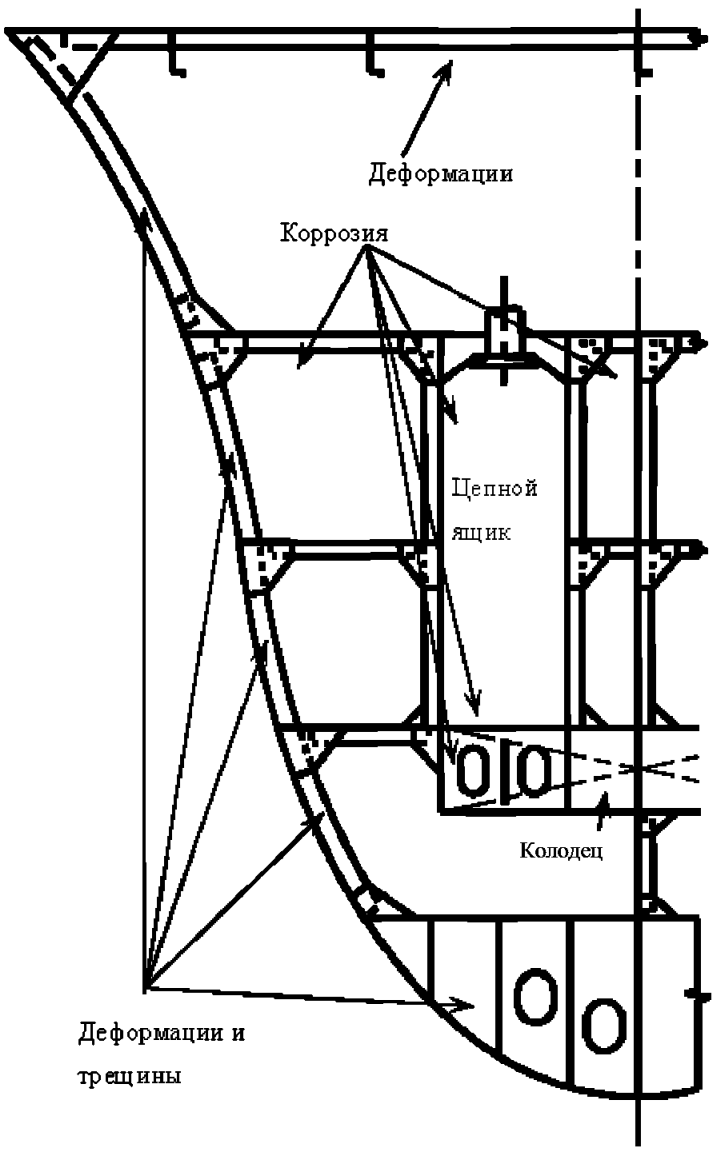


Рис. 3.2.1 Конструкция носовой оконечности — Участки возможных повреждений

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 2	Районы носовой и кормовой оконечностей	**Пример №**
Участок 1	Конструкция носовой оконечности	1
Повреждение	Деформация палубы бака	

Схема повреждения

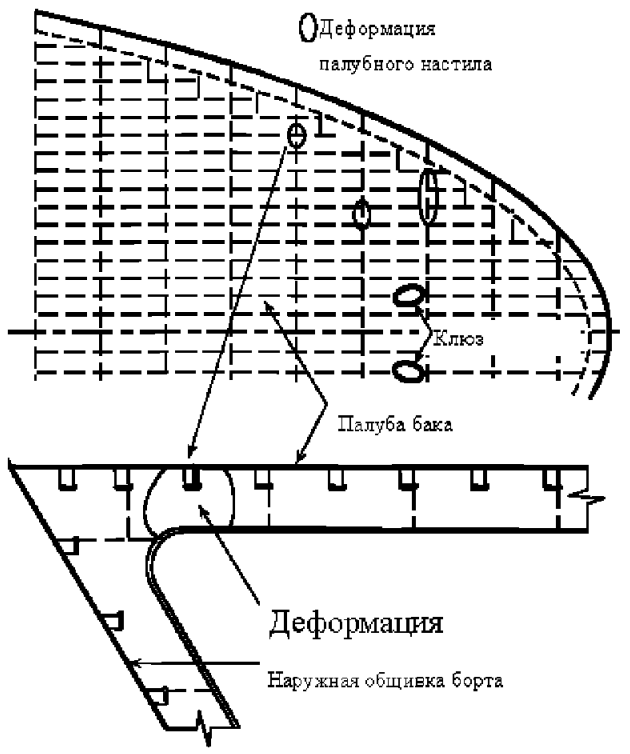
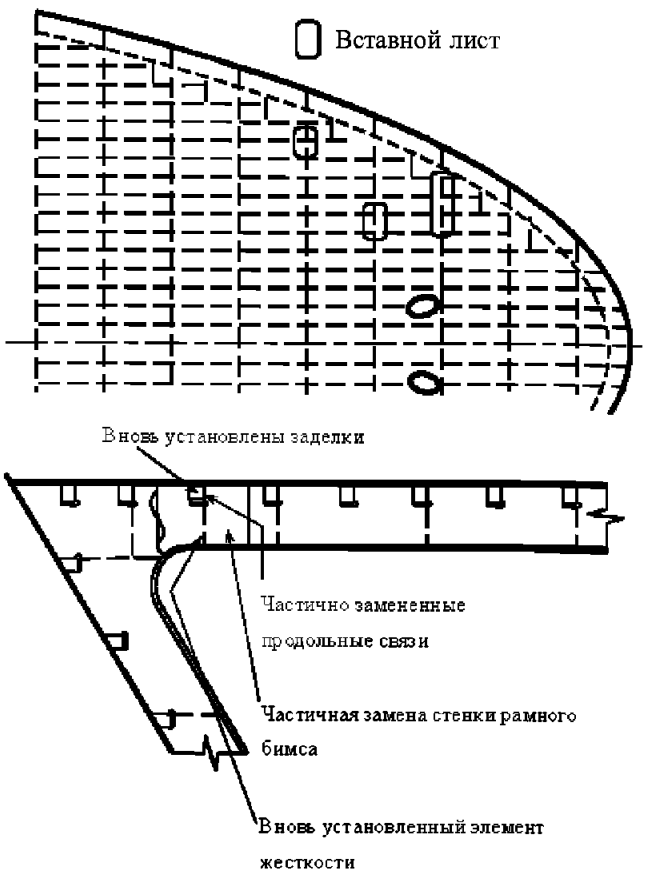


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

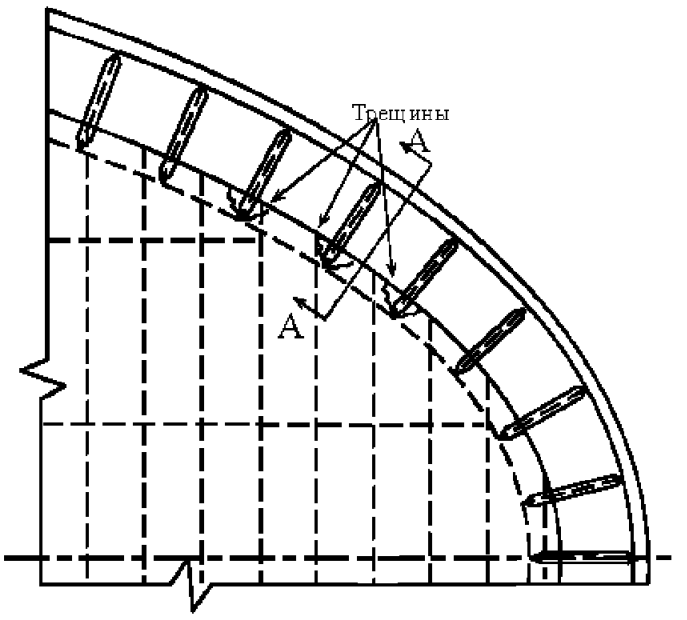
1. Воздействие волн на палубу.
2. Недостаточная жесткость конструкции.

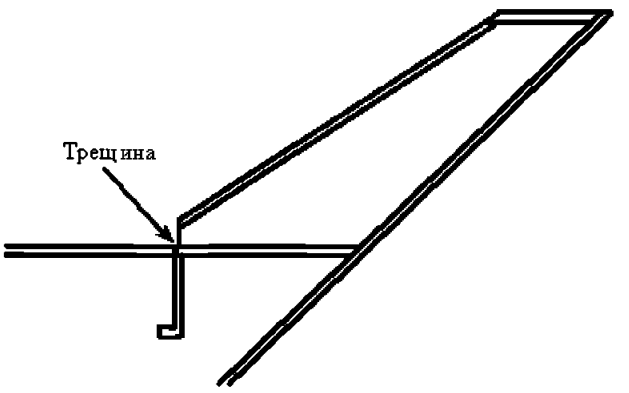
Рекомендации по ремонту

1. Деформированные конструкции должны быть вырезаны и заменены.
2. Должна быть предусмотрена установка дополнительных элементов жесткости на стенке бимса.

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 2	Районы носовой и кормовой оконечностей	**Пример №**
Участок 1	Конструкция носовой оконечности	2
Повреждение	Трещины в настиле палубы бака около фальшборта	

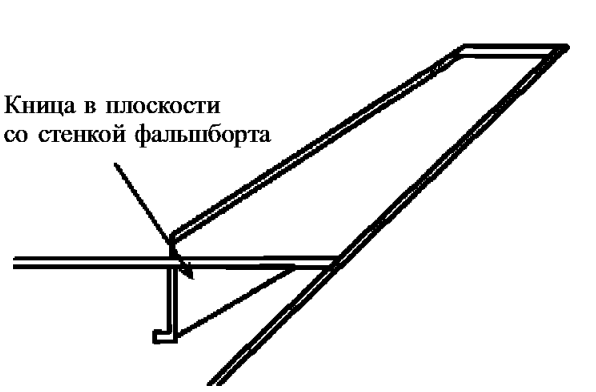
Схема повреждения





Вид А - А

Схема ремонта



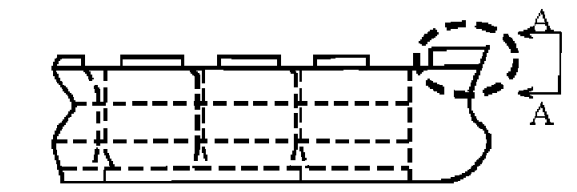
Вид А - А

Возможная причина повреждения
Конструктивный недостаток.

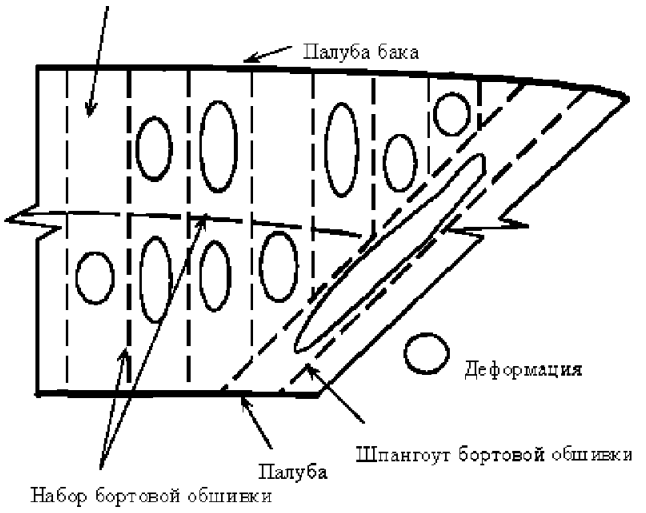
Замечания по ремонту
1. Настил палубы с трещинами рекомендуется вырезать и заменить.
2. В плоскости стойки фальшборта должна быть установлена кница для снижения концентрации напряжений.

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 2	Районы носовой и кормовой оконечностей	**Пример №**
Участок 1	Конструкция носовой оконечности	3
Повреждение	Деформация наружной обшивки в районе бака	

Схема повреждения



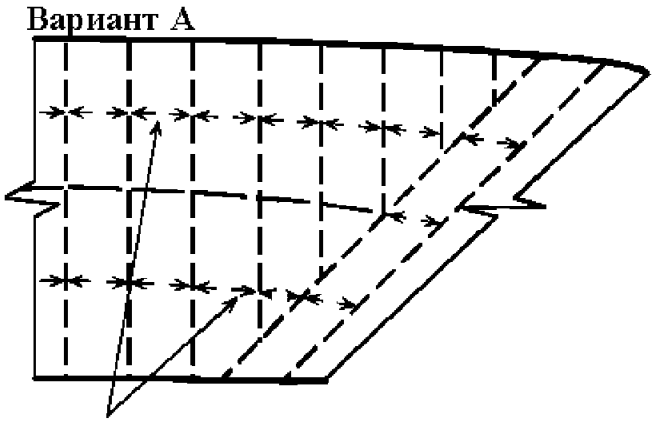
Наружная обшивка борта в районе бака



Вид А — А

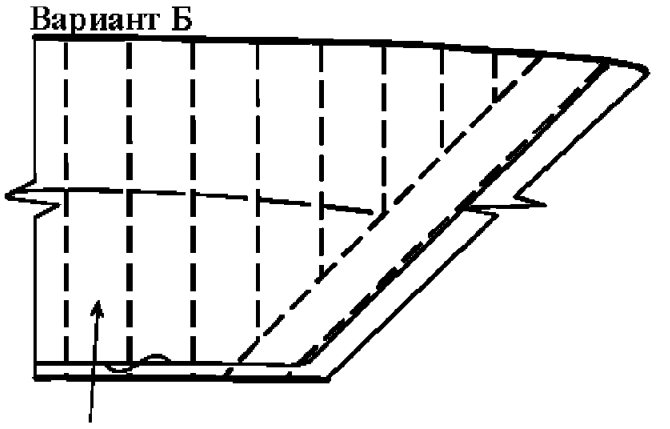
Схема ремонта

Вариант А



Вновь установленные разрезные ребра жесткости

Вариант Б



Вставной лист увеличенной толщины

Возможные причины повреждения

1. Волновые нагрузки.
2. Недостаточная жесткость конструкции.

Замечания по ремонту

1. Деформированный элемент должен быть вырезан и заменен.
2. **Вариант А**

Между существующими ребрами жесткости должны быть предусмотрены дополнительные.

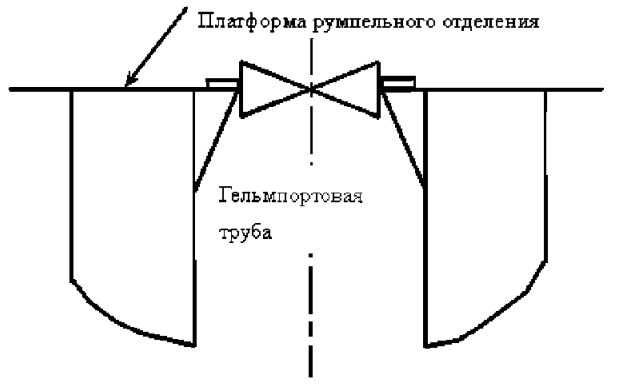
Вариант Б

Вставка листа увеличенной толщины с дополнительными элементами жесткости.

3.2.2 Участок 2. Конструкция кормовой оконечности

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 2	Районы носовой и кормовой оконечностей	**Пример №**
Участок 2	Конструкция кормовой оконечности	1
Повреждение	Трещины в румпельном отделении в районе установки подпятника руля	

Схема повреждения



Вид А - А

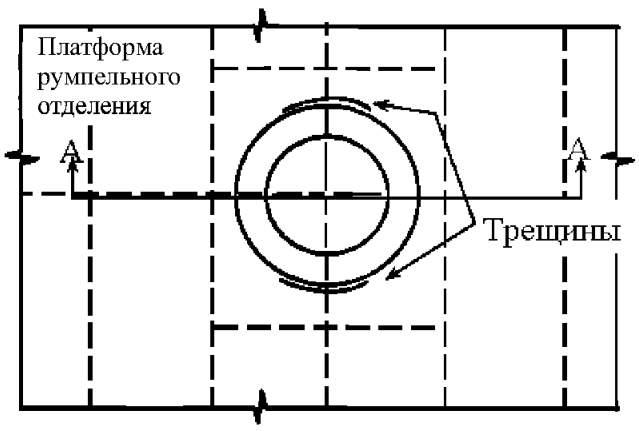
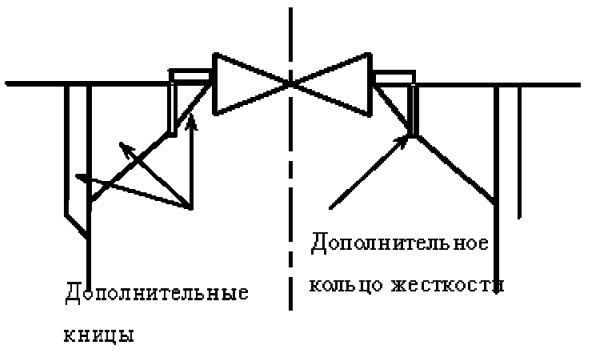
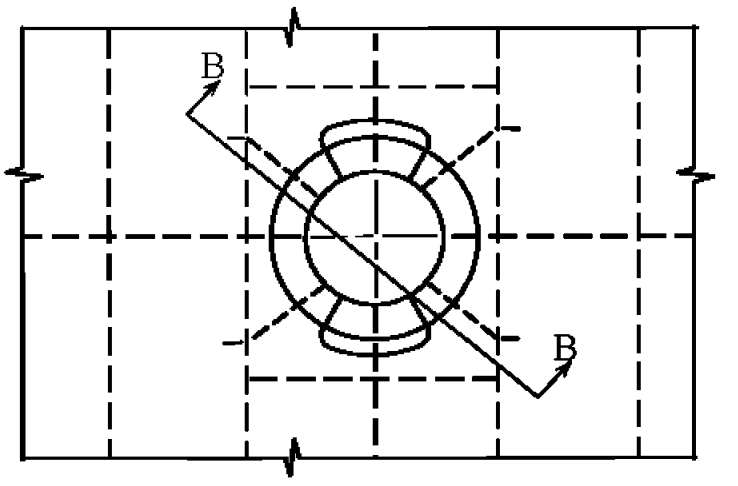


Схема ремонта



Вид В - В

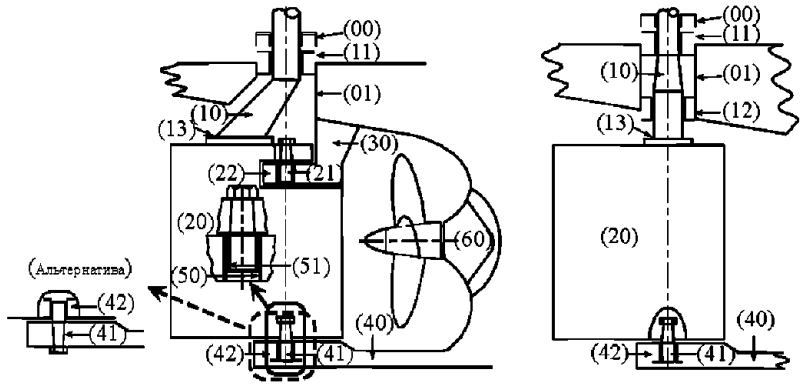


Возможная причина повреждения
Недостатки конструкции.

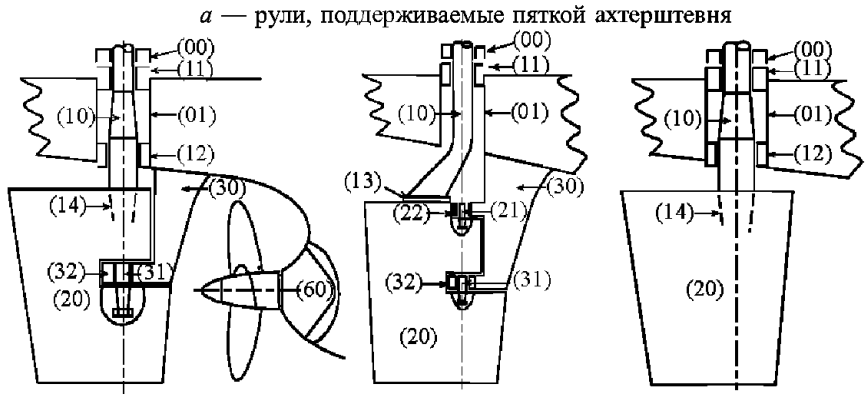
Замечания по ремонту
1. Обшивка с трещинами должна быть вырезана и заменена.
2. Для увеличения жесткости должны быть дополнительно установлены кницы и кольцо.

3.2.3 Участок 3. Набор кормы, рулевое устройство и опора гребного вала

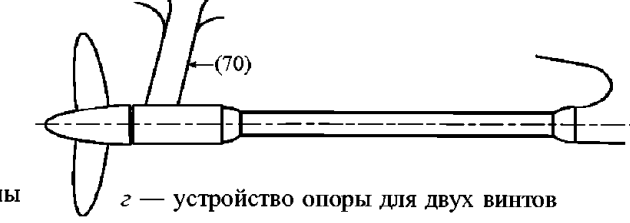
Примеры повреждения деталей конструкций и ремонта - Участок 3	
Пример №	Название
1	Трещины в кронштейне руля
2	Трещины в баллере руля
3	Трещины в пере руля
4	Трещины в обшивке пера руля
5	Трещины в обшивке пера руля
6	Трещины в обшивке пера руля около выреза для штыря руля



а — рули, поддерживаемые пяткой ахтерштевня



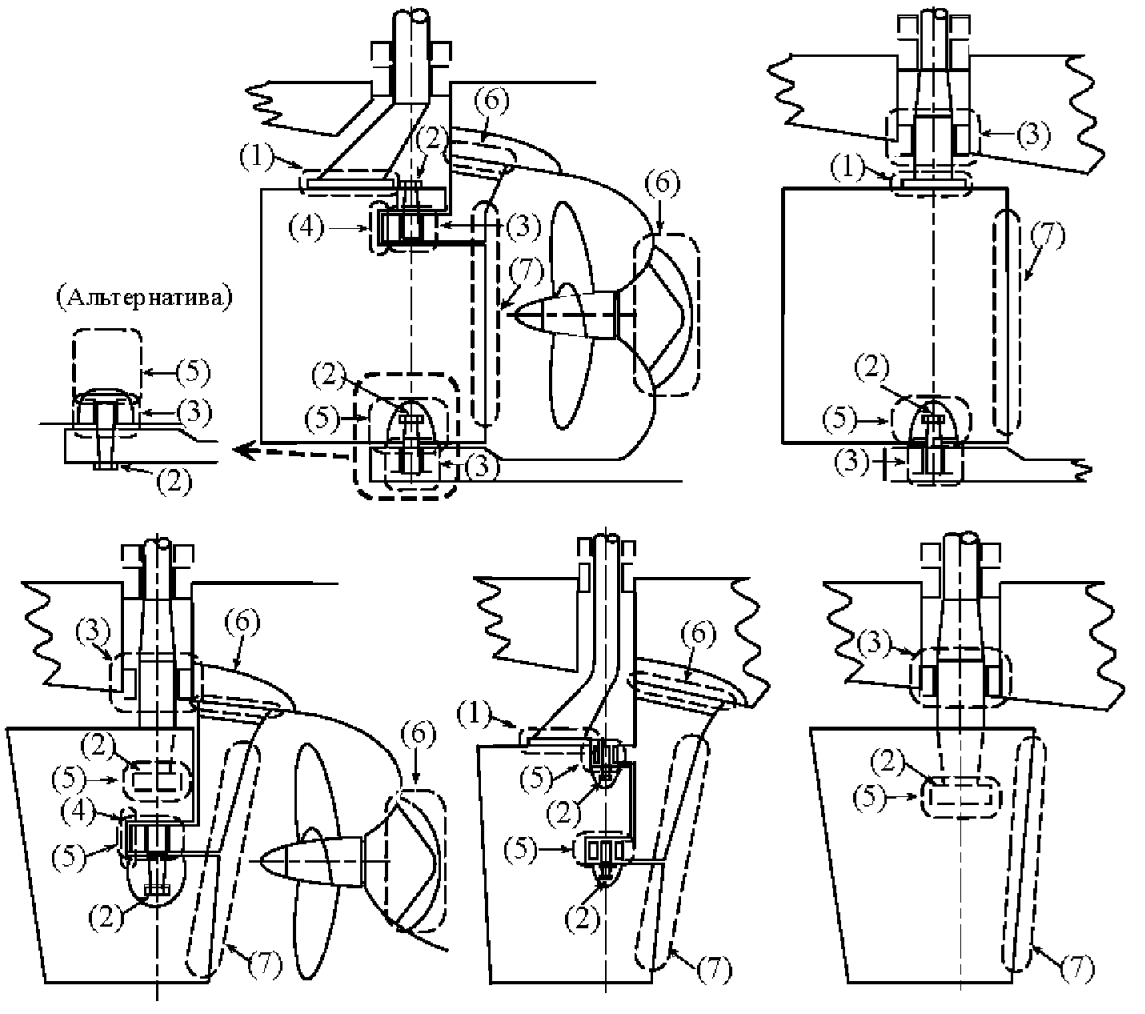
б — рули полулопатообразной формы *в* — руль лопатообразной формы



г — устройство опоры для двух винтов

Рис. 3.2.3-1 Терминология для кормового набора, системы рулевого устройства и опоры гребного вала:

(00) Подпятник руля.
(01) Гельмпортовая труба.
(10) Баллер руля.
(11) Подшипник подпятника руля.
(12) Нижний подшипник баллера.
(13) Горизонтальное (фланцевое) соединение.
(14) Конусное соединение.
(20) Перо руля.
(21) Верхний рулевой штырь.
22) Подшипник верхнего рулевого штыря.
(30) Кронштейн руля.
(31) Штырь кронштейна руля.
(32) Подшипник штыря кронштейна руля.
(40) Опорная плита (пятка ахтерштевня).
(41) Нижний рулевой штырь.
(42) Подшипник нижнего рулевого штыря.
(50) Втулка.
(51) Рукав (внутренняя облицовка).
(60) Ступица гребного винта (отливка дейдвудной трубы).
(70) Кронштейн гребного вала (кронштейн дейдвудного вала).



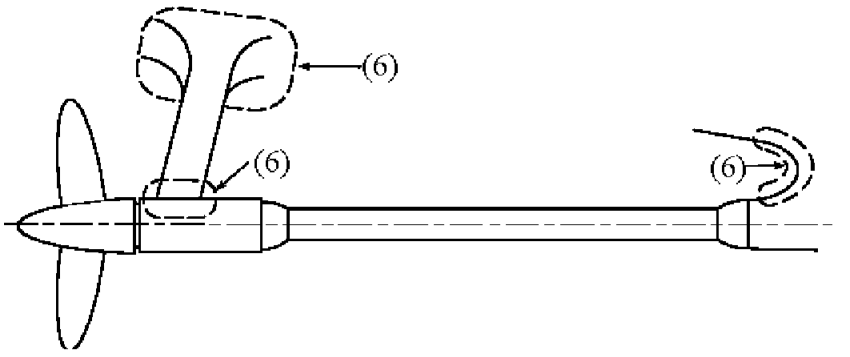


Рис. 3.2.3-2 Возможные участки повреждений - Предмет поиска:

(1) Трещины и ослабленные соединительные болты.
(2) Отсутствие стопорения гаек.
(3) Износ (чрезмерный зазор в подшипнике).
(4) Трещины около выреза для штыря.
(5) Трещины около съёмной крышки смотрового люка.
(6) Трещины.
(7) Эрозия.

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта конструкций корпуса	
Часть 2	Районы носовой и кормовой оконечностей	**Пример №**
Участок 3	Кормовой набор, система рулевого устройства и опора гребного вала	1
Повреждение	Трещины в кронштейне руля вдоль наружной обшивки днища	

Схема повреждения

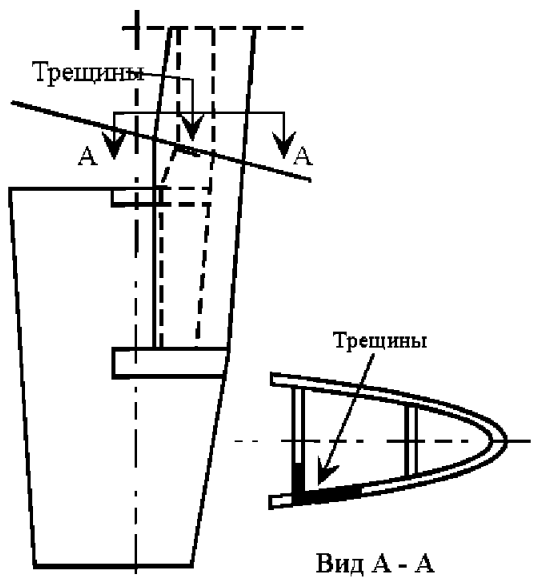
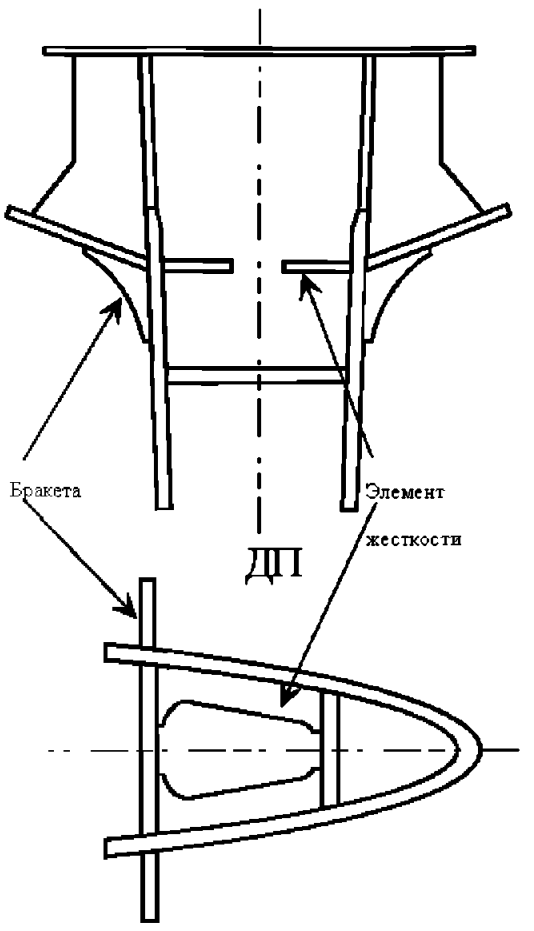


Схема ремонта

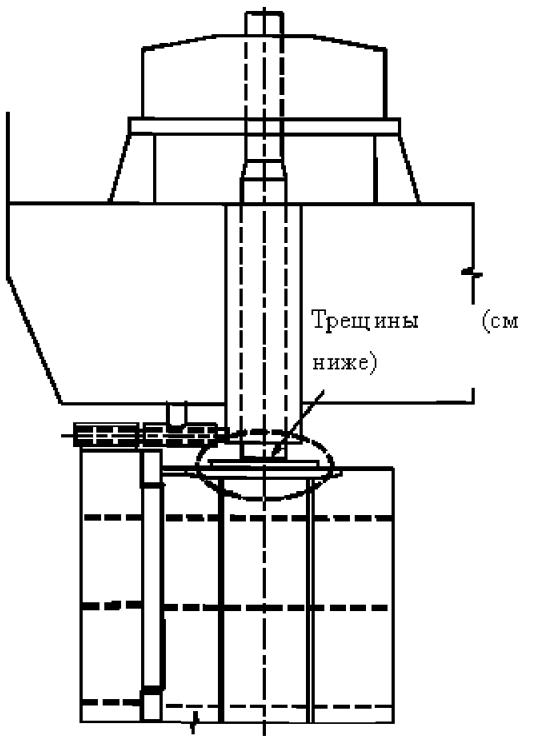


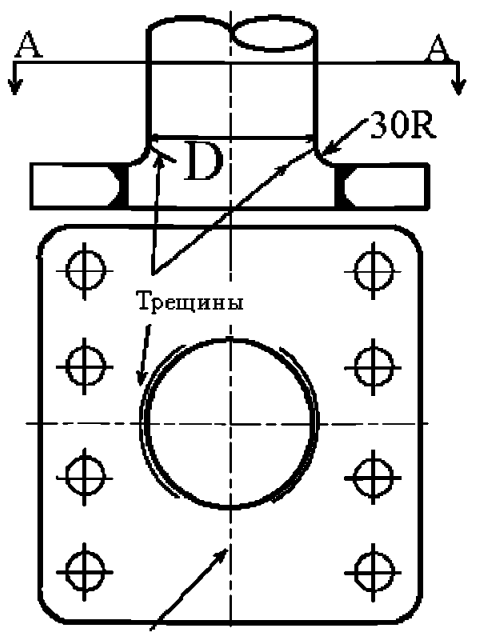
Возможная причина повреждения
Конструктивные недостатки.

Замечания по ремонту
1. Трещины в обшивке заваривают после V-образной разделки кромок.
2. Обшивку с трещинами вырезают и заменяют, если необходимо.
3. В случае необходимости предусматривается установка дополнительных элементов жесткости.

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта конструкций корпуса	
Часть 2	Районы носовой и кормовой оконечностей	**Пример №**
Участок 3	Кормовой набор, система рулевого устройства и опора гребного вала	2
Повреждение	Трещины в баллере руля	

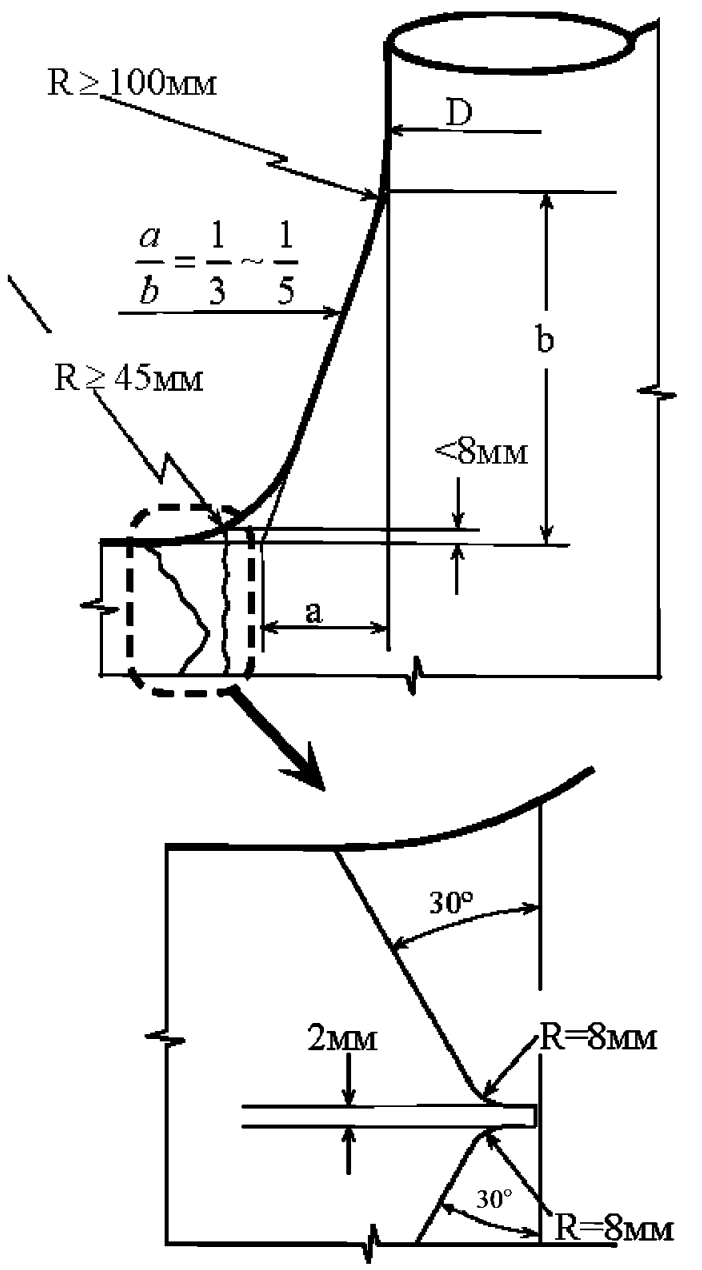
Схема повреждения





Вид А - А

Схема ремонта



Возможная причина повреждения

При конструировании не учтена концентрация напряжений в баллере руля.

Замечания по ремонту

Модификация деталей конструкции баллера руля с целью уменьшения уровня напряжений.

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта конструкций корпуса	
Часть 2	Районы носовой и кормовой оконечностей	**Пример №**
Участок 3	Кормовой набор, система рулевого устройства и опора гребного вала	3
Повреждение	Трещины в пере руля	

Схема повреждения

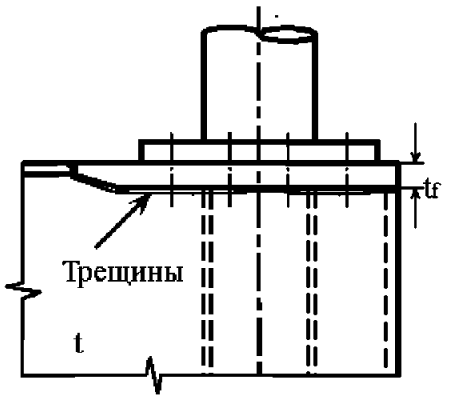
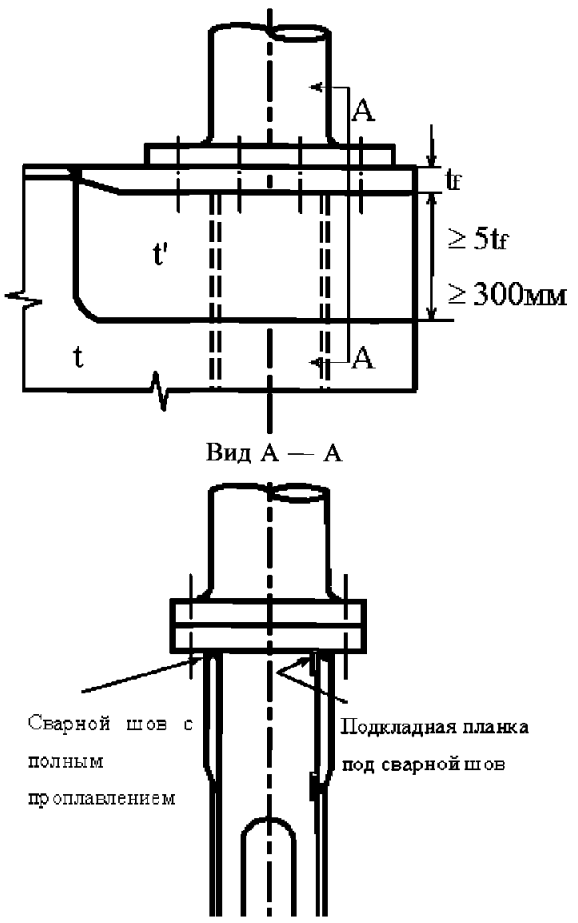


Схема ремонта



t — толщина листа, мм

t_f — действительная толщина фланца, мм

$t = \frac{e_f}{3} + 5$, мм, где $t_f \leqslant 50$ мм

$t = 3\sqrt{t_f}$, мм, где $t_f \geqslant 50$ мм

Возможная причина повреждения

Конструктивные недостатки (недостаточная толщина обшивки и/или дефектный угловой шов).

Замечания по ремонту

Модификация деталей соединения увеличением толщины листа и применение сварки с полным проплавлением.

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта конструкций корпуса	
Часть 2	Районы носовой и кормовой оконечностей	**Пример №**
Участок 3	Кормовой набор, система рулевого устройства и опора гребного вала	4
Повреждение	Трещины в обшивке пера руля	

Схема повреждения

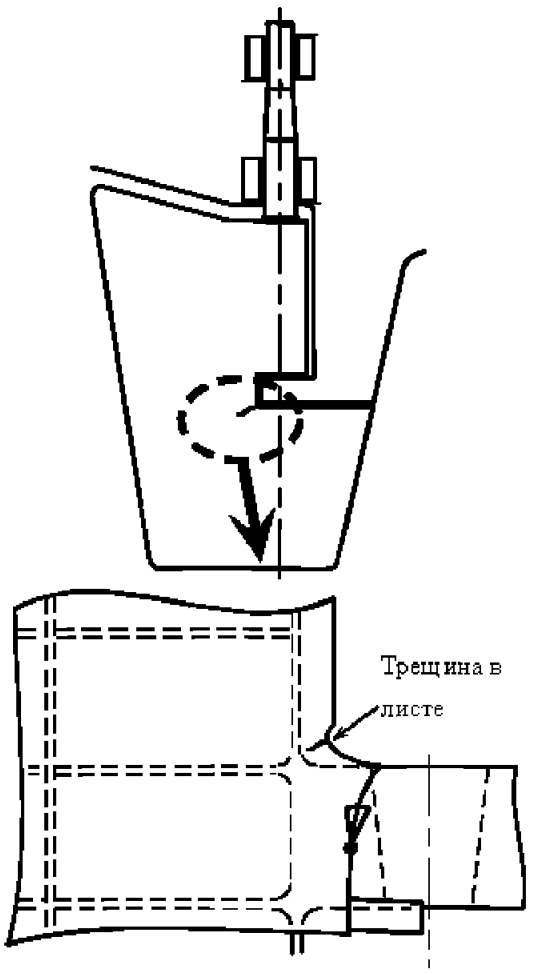
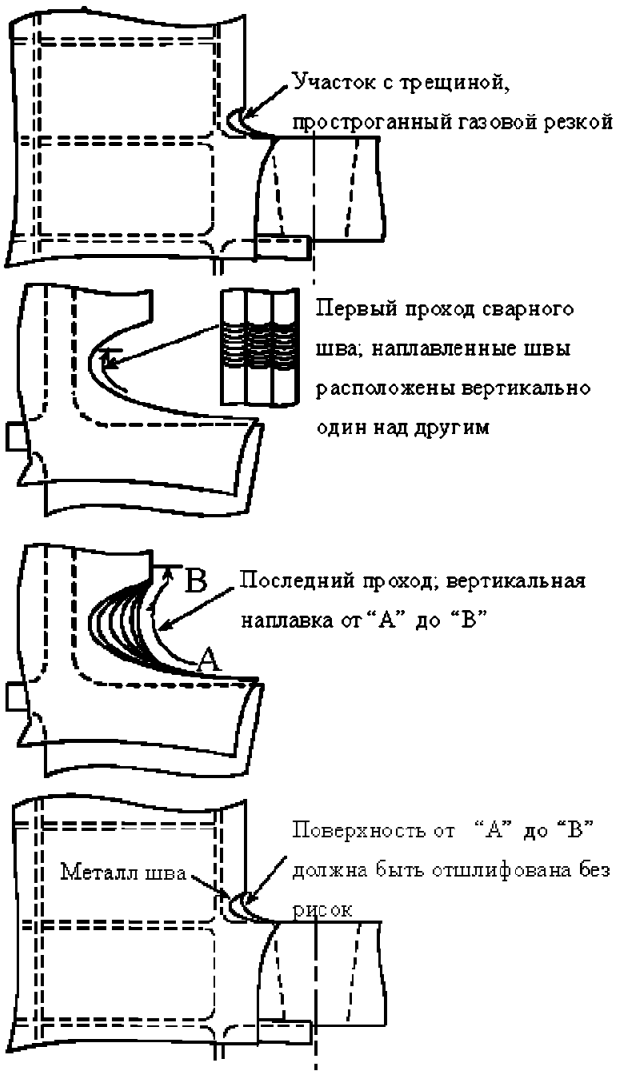


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

Конструктивные недостатки шва между литой деталью и обшивкой.

Замечания по ремонту

1. Сварка с разделкой кромок не всегда адекватна проектному варианту (необходимо учитывать металлургические аспекты наплавки).
2. В предлагаемом методе ремонта напряженные участки в околошовной зоне выведены в зону более низких напряжений.
3. После сварки следует произвести мехобработку радиуса, согласно рекомендациям в примере № 5.
4. Если трещины малы, они могут быть заплифованы.

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта конструкций корпуса	
Часть 2	Районы носовой и кормовой оконечностей	**Пример №**
Участок 3	Кормовой набор, система рулевого устройства и опора гребного вала	5
Повреждение	Трещины в обшивке пера руля	

Схема повреждения

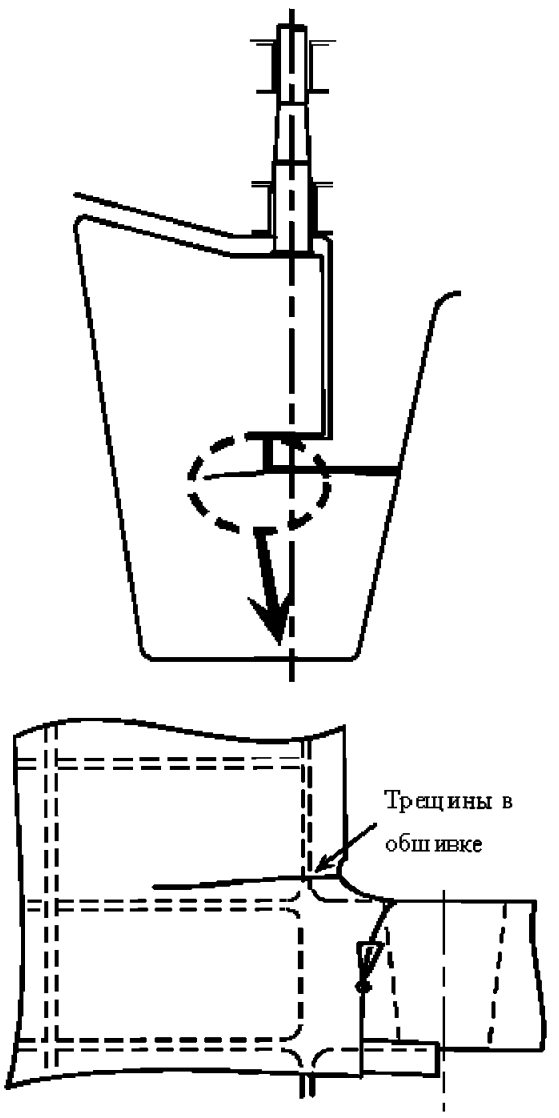
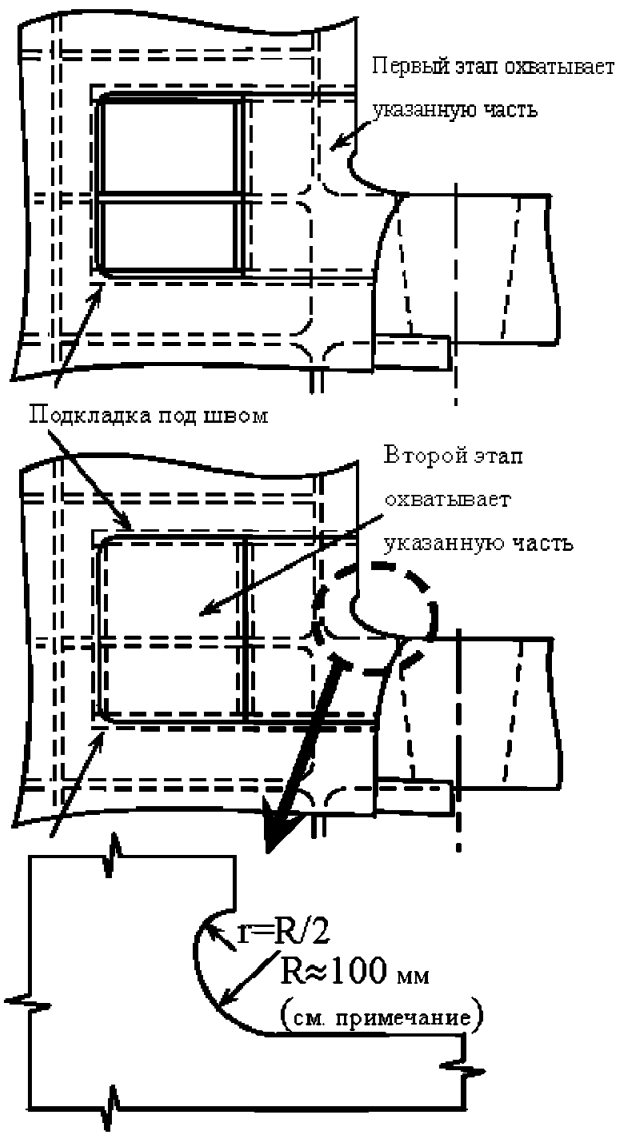


Схема ремонта



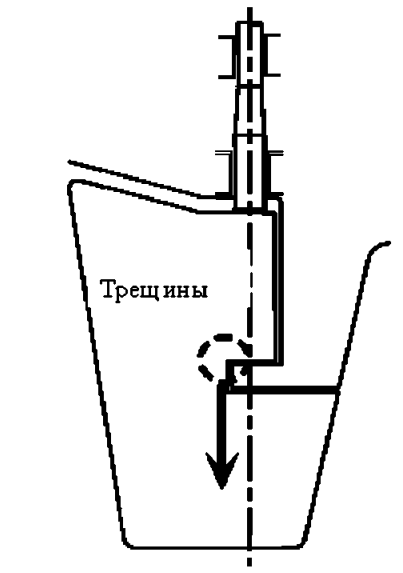
Примечание: R должен выбираться по месту.

Возможная причина повреждения
Конструктивные недостатки.

Замечания по ремонту
1. Обшивка с трещинами должна быть вырезана.
2. Внутренние конструкции должны быть обследованы.
3. Вырезанная часть должна быть закрыта вставным листом согласно схеме установки (сварка показана только с одной стороны).
4. Модификация (мехобработка) радиуса.
5. В случае установки новой литой детали, места соединения ее с обшивкой должны быть вынесены из зоны повышенных напряжений.

Морские суда	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта конструкций корпуса	
Часть 2	Районы носовой и кормовой оконечностей	**Пример №**
Участок 3	Кормовой набор, система рулевого устройства и опора гребного вала	6
Повреждение	Трещины в обшивке пера руля около выреза для штыря руля	

Схема повреждения



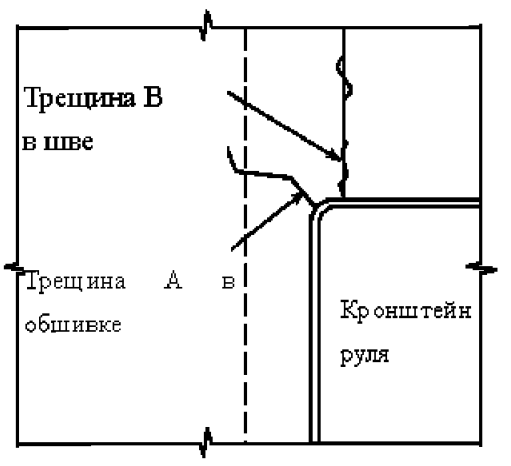
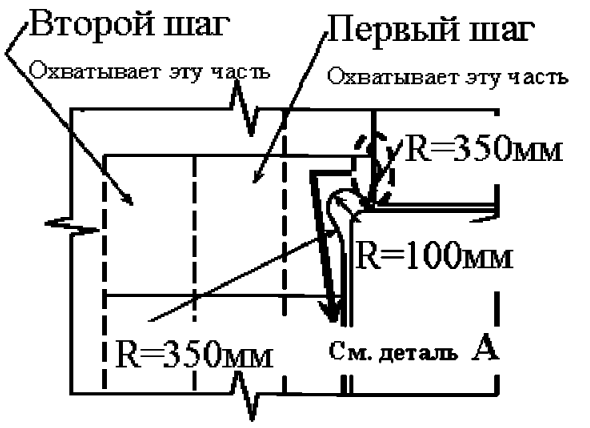
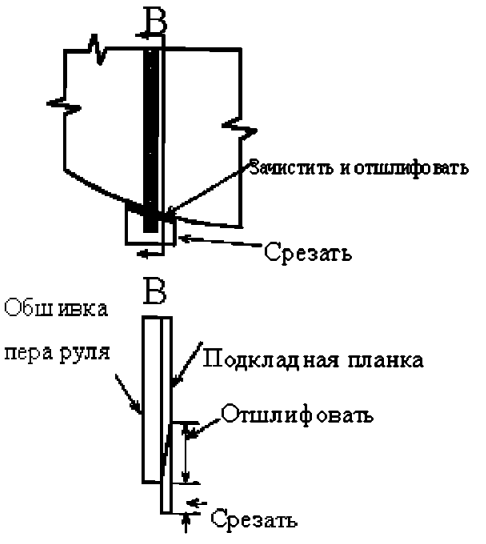


Схема ремонта



Примечание: 1. R определяется в соответствии с с местными условиями.
2. Новый контур должен быть зачищен и отшлифован



Вид В - В

Возможные причины повреждения

1. Ошибки при конструировании, концентрация напряжений около подшипника штыря (трещина А).
2. Дефекты сварного шва (трещина В).

Замечания по ремонту

1. Обшивка с трещинами должна быть вырезана.
2. Два вставных листа способствуют снятию напряжений. Для вертикального шва подкладная планка не используется. Сварка выполняется с обеих сторон с последующей зачисткой шва.
3. Вариант ремонта (см. деталь А): сварка производится, как указано в п. 2, с использованием подкладной планки для получения одностороннего вертикального шва. После сварки подкладная планка под шов частично удаляется шлифовкой.

3.3 Часть 3. Машинное отделение

Часть 3	Машинное отделение и жилые отсеки	**Пример №**
Участок 1	Конструкции машинного отделения	2
Повреждение	Коррозия обшивки днища под измерительной или наливной трубой	

Схема повреждения

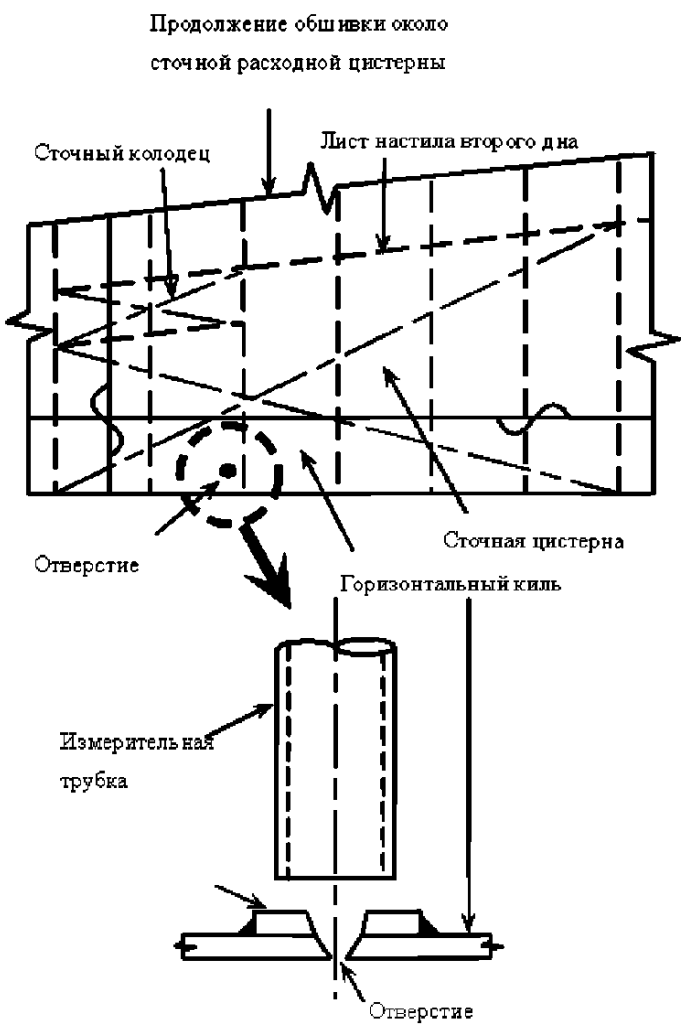
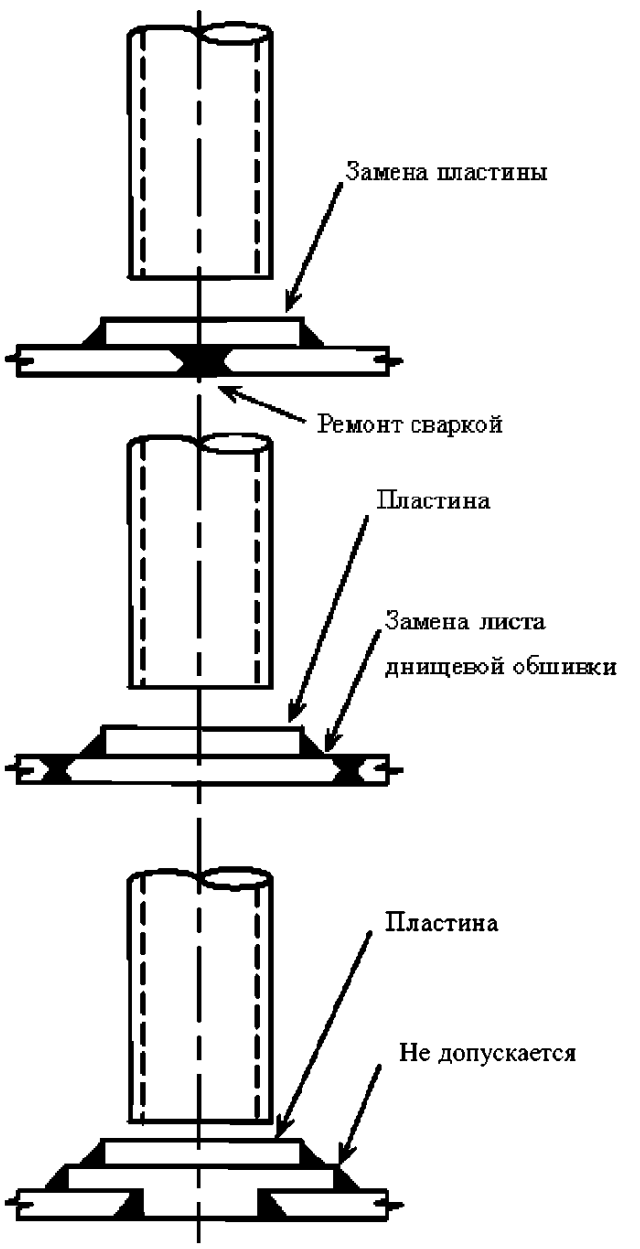


Схема ремонта



Возможная причина повреждения
Сильная коррозия обшивки днища.

Замечания по ремонту
1. Пораженный коррозией подкладной лист должен быть заменен.
2. Днищевая часть должна быть отремонтирована в зависимости от степени коррозионного износа.
3. Расстояние между стыковым и угловым швом должно быть не менее 50 мм.

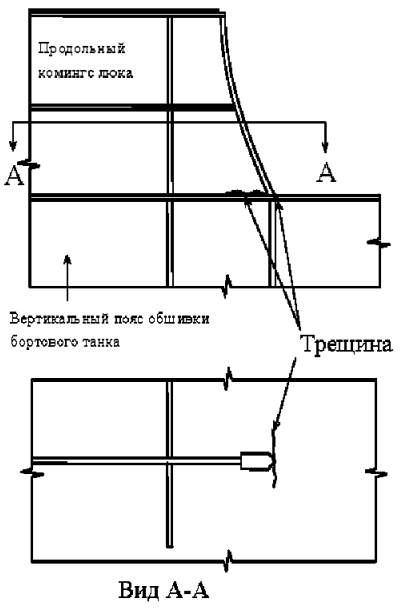
4 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕМОНТУ БАЛКЕРОВ. РАЙОН ГРУЗОВОГО ТРЮМА

4.1 УЧАСТОК 1. ПАЛУБНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Пример №	Примеры разрушения деталей конструкций – Участок 1
	Наименование
1	Трещины в стенке или в палубе у нижних кромок бимсовой кницы продольного комингса люка
2	Трещины в палубном настиле, развившиеся из трещины в сварном шве лаза
3	Деформация и трещины в палубном настиле вокруг буксирного кнехта
4	Трещины вокруг вырезов поперечной балки
5	Деформации комингса люка и концевого люкового бимса
6	Трещины в концевом люковом бимсе в месте изменения сечения.
7	Трещины в концевом люковом бимсе в месте соединения с бортовой подпалубной цистерной
8	Трещины в концевом люковом бимсе в районе загрузочных горловин
9	Трещины в верхнем листе люкового комингса от стыкового сварного шва комингса крышки люкового закрытия

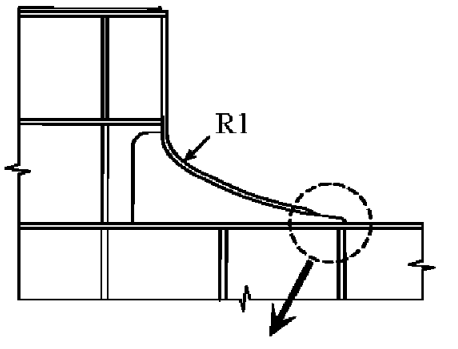
БАЛКЕР	Рекомендации по осмотру, оценке и ремонту корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 1	Палубные конструкции	1
Повреждение	Трещины в стенке или в палубе у окончания продольного комингса люка	

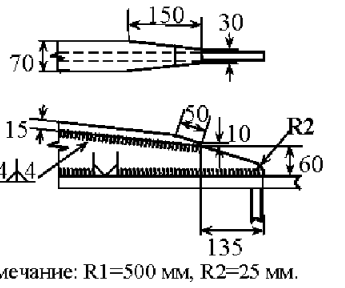
Схема повреждения



Вид А-А

Схема ремонта





Примечание: R1=500 мм, R2=25 мм.

Возможная причина повреждения

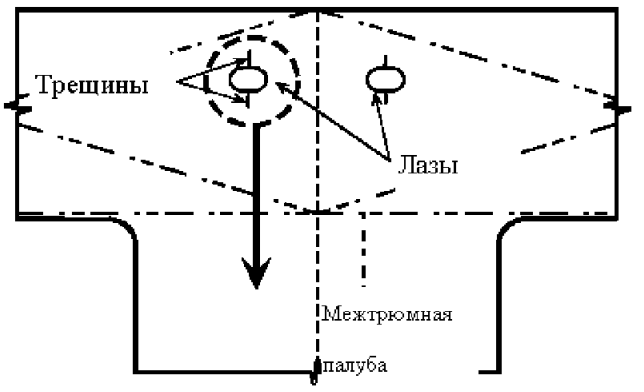
Конструктивные недостатки.

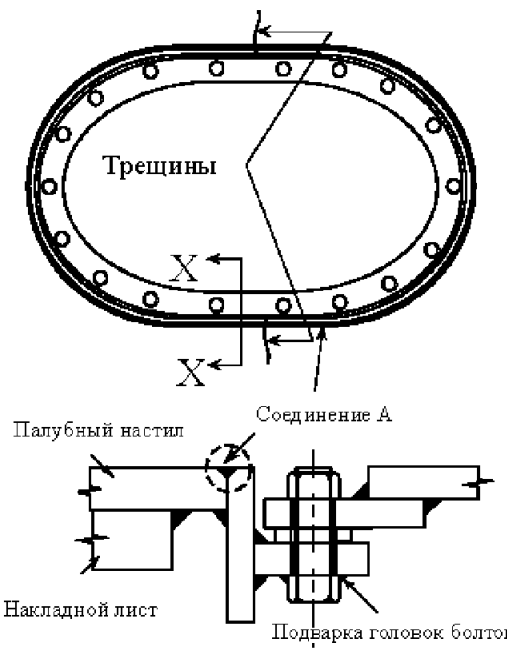
Замечания по ремонту

1. Конструкция кницы может быть изменена, как показано выше. При этом необходимо установить дополнительную жесткость под нижней свободной кромкой модернизированной кницы, смещенной по отношению к штатному элементу жесткости.
2. Трещина в палубном настиле должна быть заварена с применением V–образной разделки кромок или поврежденная часть настила должна быть вырезана и заменена. При сварке необходимо использовать электроды с контролируемым содержанием водорода.

БАЛКЕРЫ	Рекомендации по осмотру, оценке и ремонту корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 1	Палубные конструкции	2
Повреждение	Трещины в палубном настиле в районе горловин	

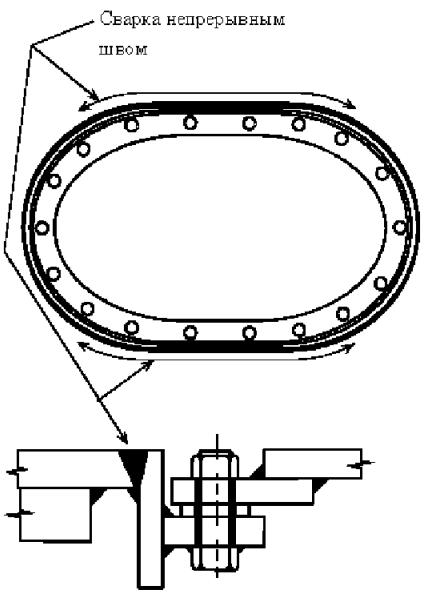
Схема повреждения





Разрез X-X

Схема ремонта



Возможная причина повреждения

Некачественная сварка соединения «А».

Замечания по ремонту

1. Трещина в палубном настиле разделана с применением V-образной разделки кромок и заварена или палубный настил с повреждением вырезан и заменен.
2. Сварной шов соединения «А» должен быть с гарантированным проплавлением.

БАЛКЕРЫ	Рекомендации по осмотру, оценке и ремонту корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 1	Палубные конструкции	4
Повреждение	Трещины вокруг вырезов в наборе	

Схема повреждения

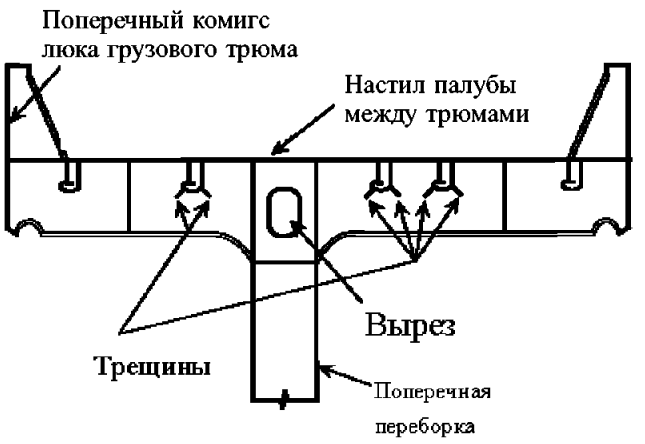
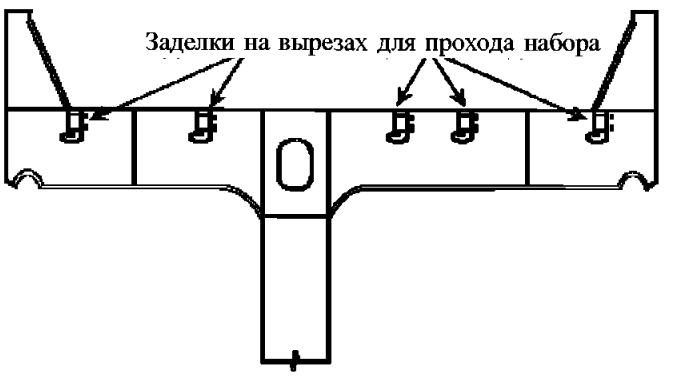


Схема ремонта



Возможная причина повреждения
Концентрация напряжений в районе вырезов.

Замечания по ремонту
1. Стенка поперечной балки с трещинами должна быть вырезана и заменена.
2. Должны быть установлены заделки у вырезов для прохода набора.
3. Обеспечить зачистку кромок вырезов от концентраторов напряжений.

БАЛКЕРЫ	Рекомендации по осмотру, оценке и ремонту корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 1	Палубные конструкции	5
Повреждение	Деформации комингса люка и концевого люкового бимса	

Схема повреждения

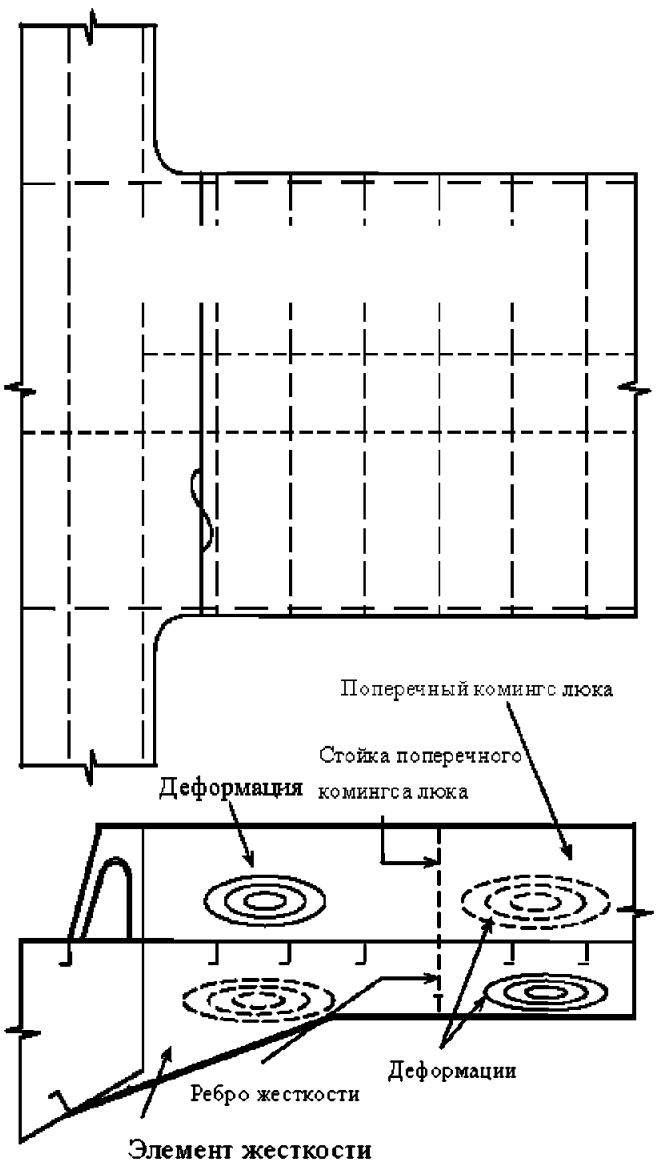
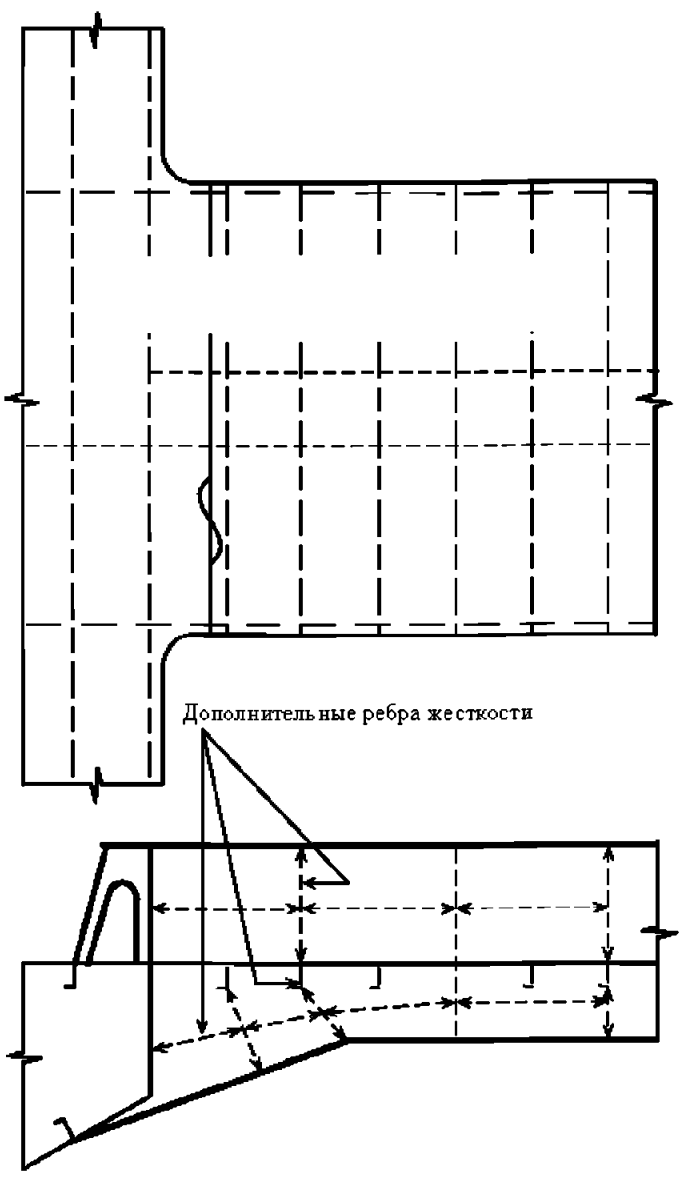


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

Нештатные нагрузки на люковые закрытия.

Замечания по ремонту

1. Если деформации в виде потери устойчивости произошли из-за коррозии элемента конструкции, деформированная зона должна быть вырезана и заменена.
2. Если деформации в виде потери устойчивости произошли из-за недостаточной жесткости конструкции, должны быть помимо замены элемента конструкции установлены дополнительные ребра жесткости.

БАЛКЕРЫ	Рекомендации по осмотру, оценке и ремонту корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 1	Палубные конструкции	6
Повреждение	Трещины в концевом люковом бимсе в месте изменения сечения	

Схема повреждения

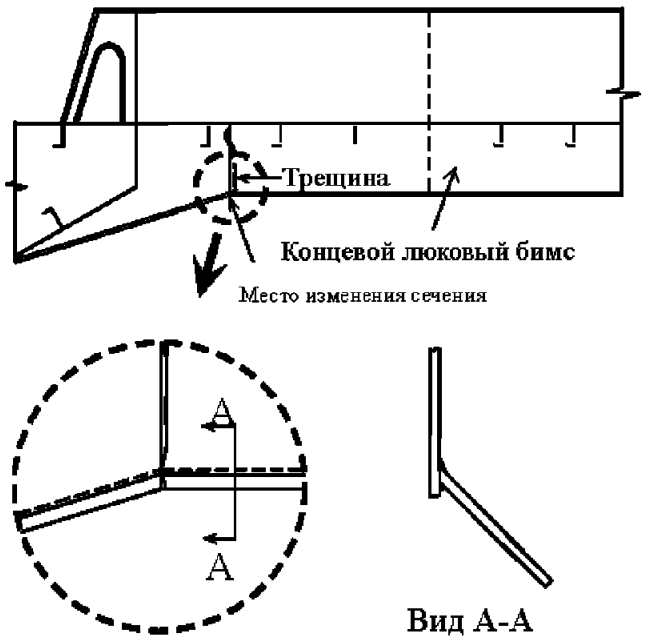
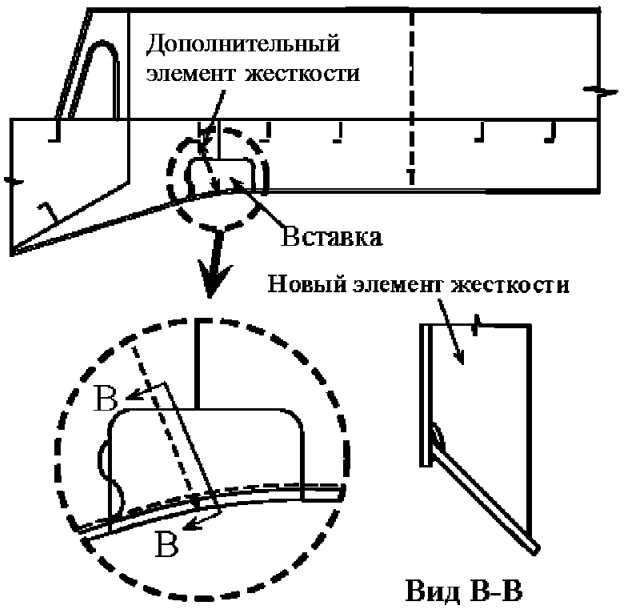


Схема ремонта



Возможная причина повреждения Концентрация напряжений в месте изменения сечения.	**Замечания по ремонту** 1. Элемент с трещиной должен быть вырезан и заменен. 2. Возможно изменение конструкции соединения для снижения уровня напряжений.

БАЛКЕРЫ	Рекомендации по осмотру, оценке и ремонту корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 1	Палубные конструкции	7

Повреждение	Трещины в концевом люковом бимсе в месте соединения с подпалубным танком

Схема повреждения

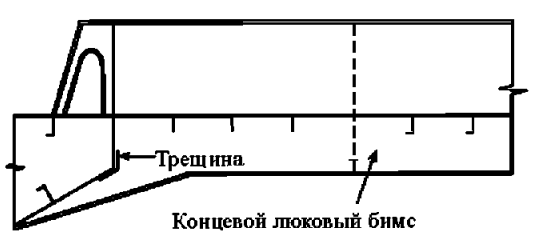
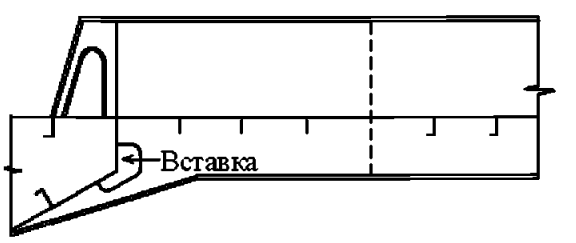


Схема ремонта



Возможные причины повреждения

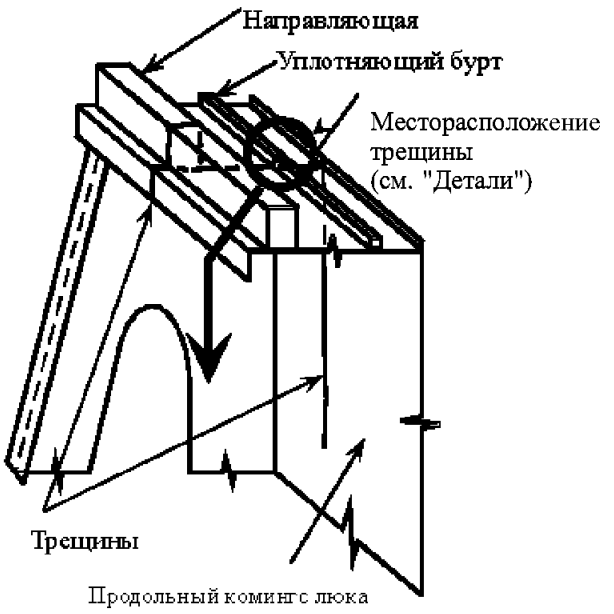
1. Ошибка при конструировании.
2. Концентрация напряжений.

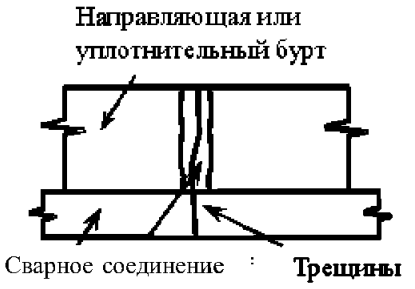
Замечания по ремонту

1. Элемент с трещиной должен быть вырезан и заменен.
2. В районе соединения вертикальных наклонных листов подпалубного танка (во вставке) выполнить голубницу радиусом не менее 20 мм.

БАЛКЕРЫ	Рекомендации по осмотру, оценке и ремонту корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 1	Палубные конструкции	9
Повреждение	Трещины в комингсе грузового люка	

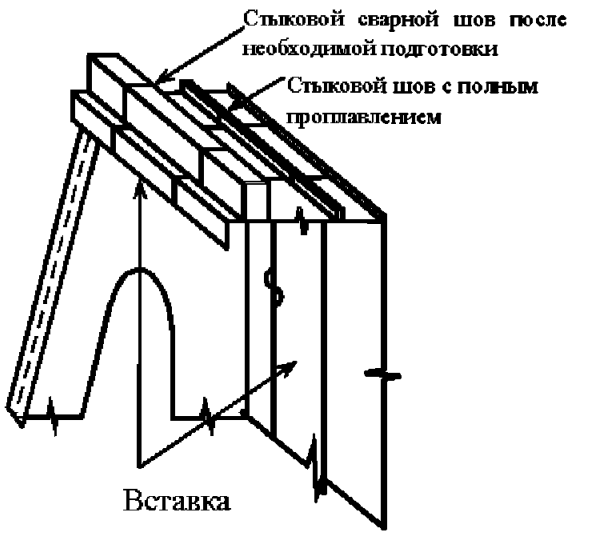
Схема повреждения





Детали

Схема ремонта



Возможные причины повреждения

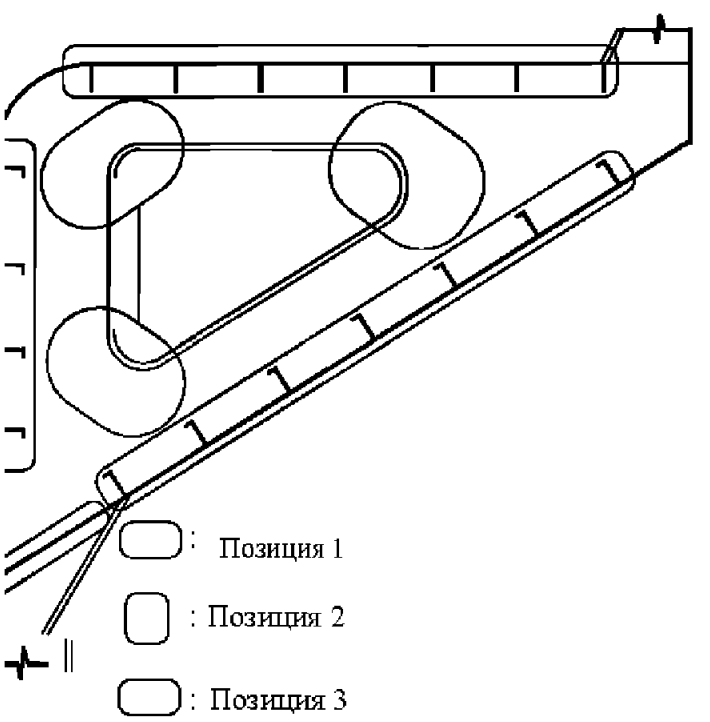
1. Избыточная волновая нагрузка при шторме.
2. Неудовлетворительное качество сварного шва комингса крышки люка и/или направляющей
3. Неполное проплавление сварного шва при приварке направляющей для крышки люкового закрытия.

Замечания по ремонту

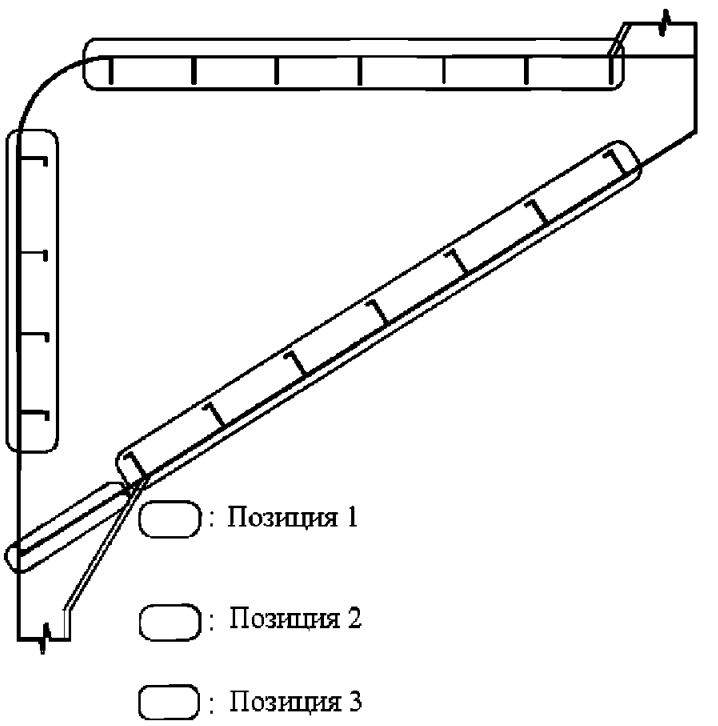
1. Рекомендуется перед ремонтом обеспечить посадку судна с перегибом.
2. Конструкция с трещинами должна быть вырезана и заменена в случае необходимости. (Небольшие по протяженности трещины могут быть заварены после V-образной разделки кромок под сварку).
3. Для стыковых соединений комингса крышки люка и направляющей должны использоваться типы швов с гарантированным проплавлением.

4.2 УЧАСТОК 2. КОНСТРУКЦИЯ БОРТОВОГО ПОДПАЛУБНОГО ТАНКА

Примеры разрушения деталей и ремонт - Участок 2	
Пример №	Название
1	Трещины вокруг вырезов для снижения веса конструкции и лазов в проницаемой переборке
2	Износ и последующая деформация обшивки стенки рамных связей скруглений выреза
3	Трещины в поперечной стенке рамной связи
4а	Трещины в районе вырезов в рамном шпангоуте для прохода ребра жесткости
4б	Трещины и деформации в углах вырезов рамного шпангоута
5	Трещины в ребре жесткости около рамного шпангоута или переборки
6а	Трещины в поперечной книце
6б	Трещины в книце
7	Трещины в наклонном листе и вертикальном листе, возникшие около соединения подпалубного танка с концевым люковым бимсом
8	Трещины в обшивке на линии перегиба
9	Трещины в носовой переборке трюма №1



а — сечение поперечного рамного шпангоута:
Позиция 1. Трещины/коррозия вокруг соединения продольной связи с рамным шпангоутом.
Позиция 2. Коррозия/деформация в углах поперечного рамного шпангоута.
Позиция 3. Износ наклонного настила.

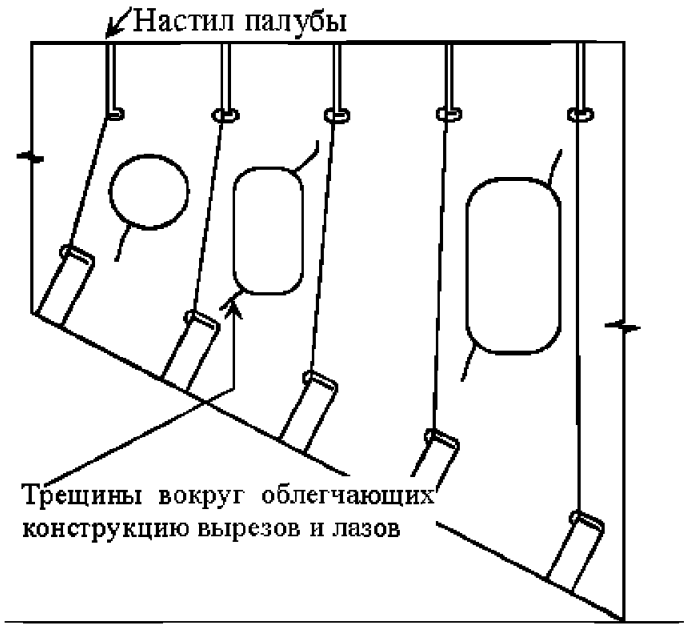


б — сечение поперечной переборки:
Позиция 1. Износ /трещины в обшивке переборки и элементов жесткости, особенно в переборке, смежной с подогреваемой топливной цистерной.
Позиция 2. Трещины/коррозия вокруг соединения продольной связи с поперечной переборкой.
Позиция 3. Питтинг/износ наклонной обшивки.

Рис. 4.2 Бортовой подпалубный танк - Потенциальные проблемные участки

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 2	Конструкция бортового подпалубного танка	1
Повреждение	Трещины в районе вырезов для снижения веса конструкции и лазов в проницаемой переборке	

Схема повреждения



Вариант С

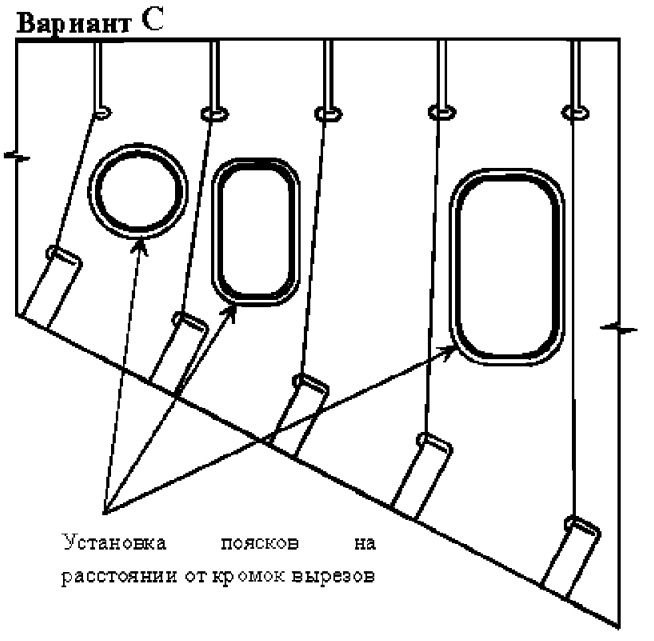
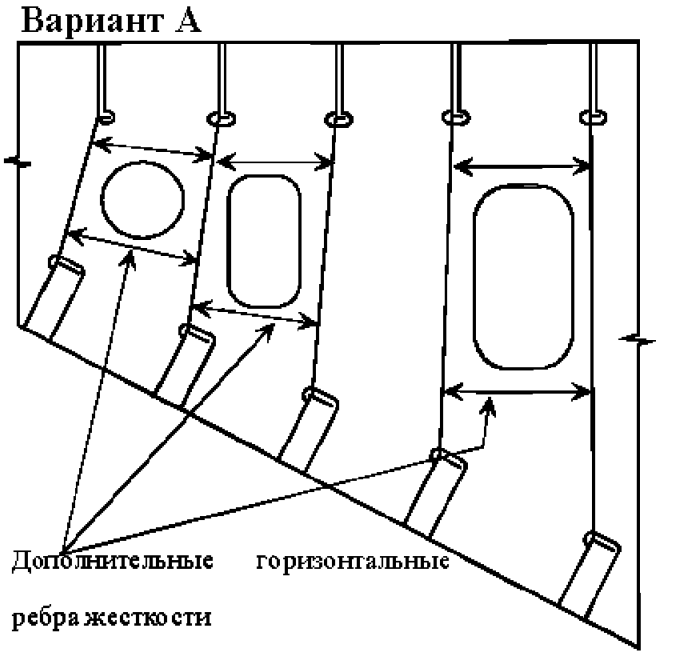
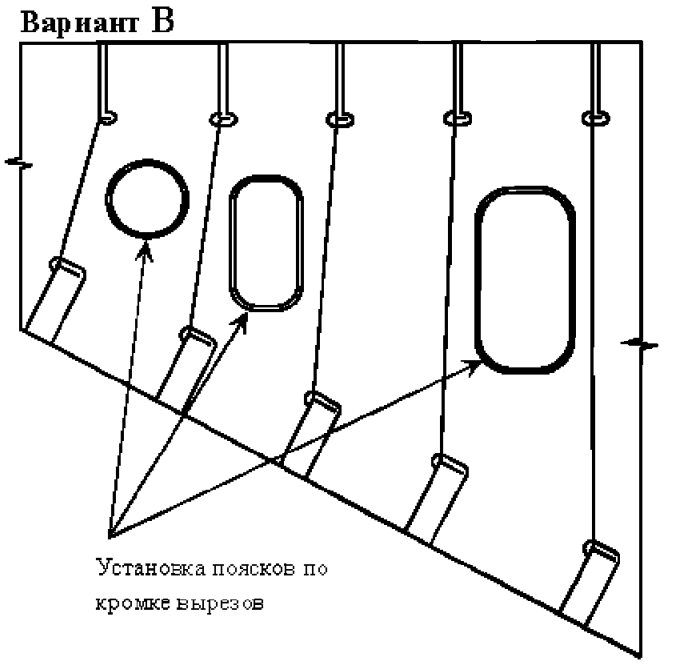


Схема ремонта

Вариант А



Вариант В



Возможная причина повреждения

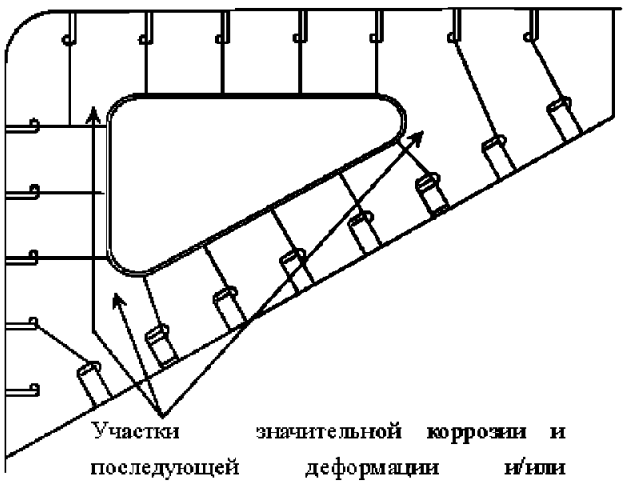
Общая коррозия и наличие концентраторов напряжений.

Замечания по ремонту

1. Дефектные листы стенки должны быть вырезаны и заменены.
2. Должно быть предусмотрено подкрепление.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 2	Конструкция бортового подпалубного танка	2
Повреждение	Износ и последующая деформация обшивки стенки рамных связей в районе скруглений вырезов	

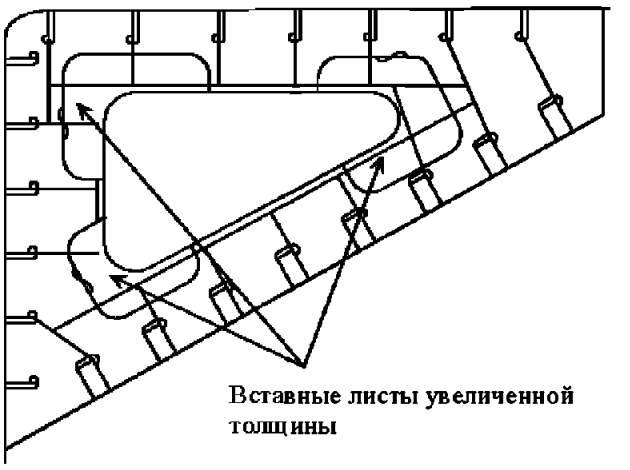
Схема повреждения



Участки значительной коррозии и последующей деформации и/или образования трещин

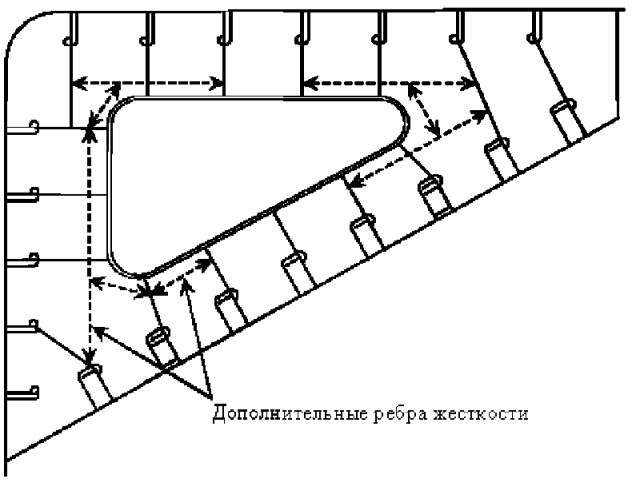
Схема ремонта

Вариант А



Вставные листы увеличенной толщины

Вариант В



Дополнительные ребра жесткости

Возможные причины повреждения

1. Недостаточная жесткость конструкции.
2. Коррозионные повреждения в результате концентрации напряжений в местах скруглений.

Замечания по ремонту

1. Дефектные участки стенок должны быть вырезаны и заменены, если необходимо.
2. Рекомендуется установка дополнительных ребер жесткости, как показано выше, и/или замена дефектных участков стенок при использовании листов большей толщины.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 2	Конструкция бортового подпалубного танка	3
Повреждение	Трещины в поперечной стенке рамной связи	

Схема повреждения

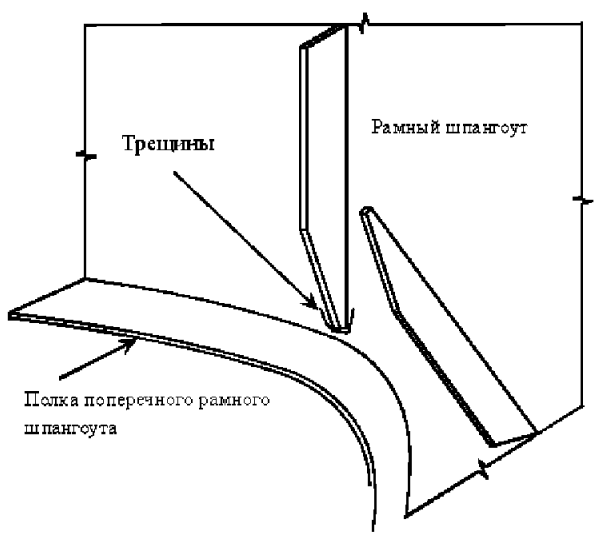
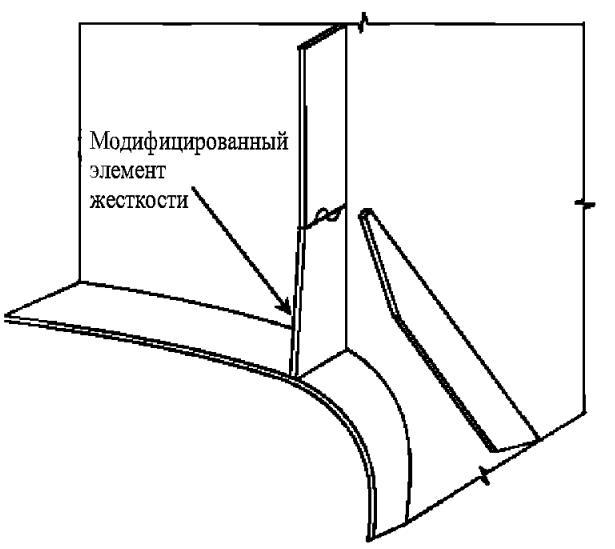


Схема ремонта



Возможная причина повреждения
Конструктивный недостаток.

Замечания по ремонту
Если обшивка не имеет коррозионных разрушений, то трещины могут быть разделаны с применением V-образной разделки и заварены.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 2	Конструкция бортового подпалубного танка	4а
Повреждение	Трещины в районе вырезов в рамном шпангоуте для прохода ребра жесткости	

Схема повреждения

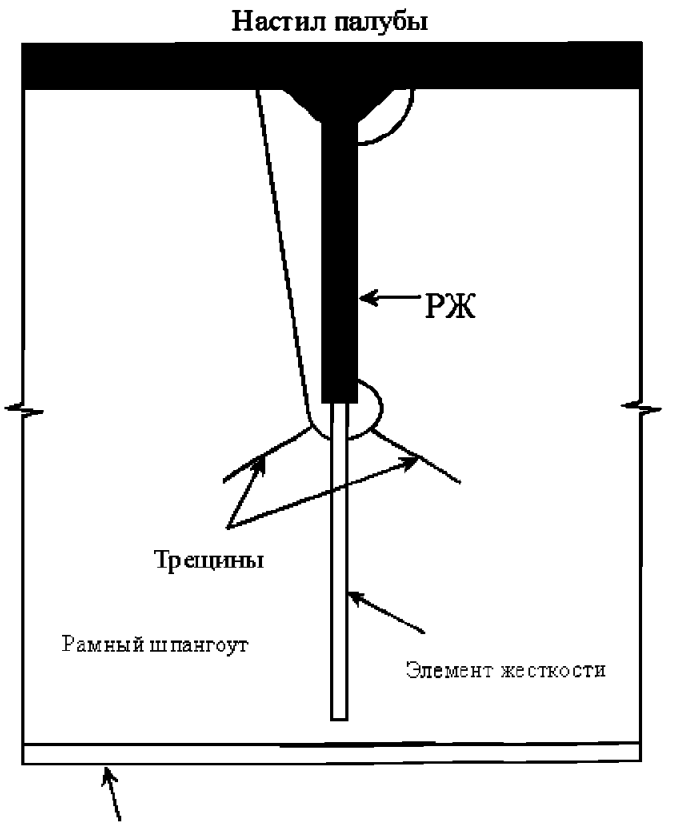
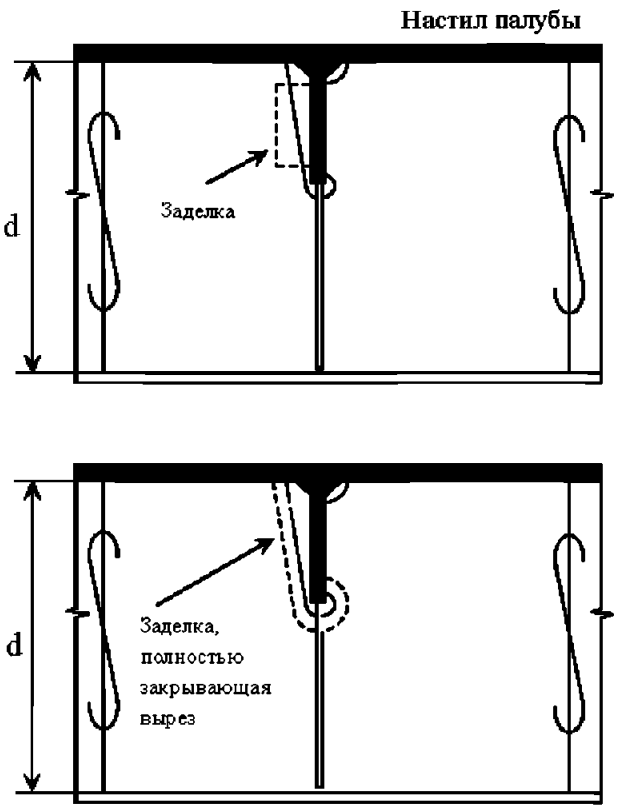


Схема ремонта



Примечание. Заделка,полностью закрывающая вырез, устанавливается для вырезов в рамном шпангоуте глубиной более 0,4 высоты стенки (0,4d), а также на участках, подвергающихся высоким сдвиговым напряжениям.

Возможная причина повреждения
Конструктивный недостаток.

Замечания по ремонту
1. Вырезать и частично заменить стенку рамного шпангоута.
2. Закрыть вырез для прохода РЖ либо частично, либо полностью заделкой.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 2	Конструкция бортового подпалубного танка	4б
Повреждение	Трещины и деформации в углах вырезов шпангоута	

Схема повреждения

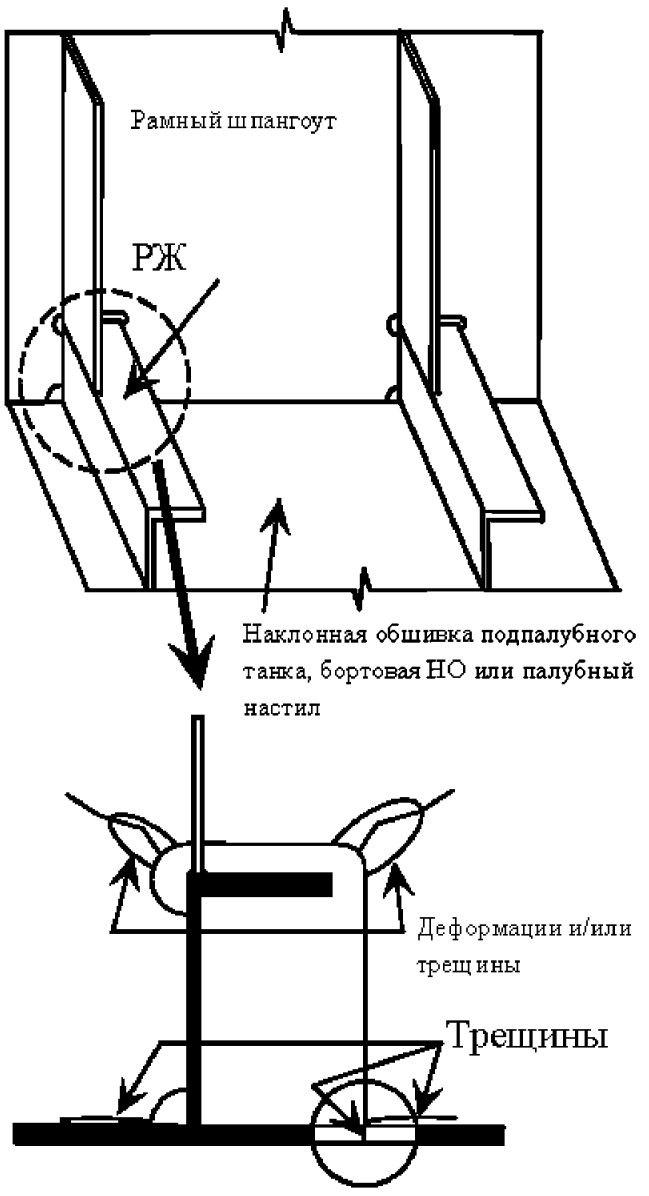
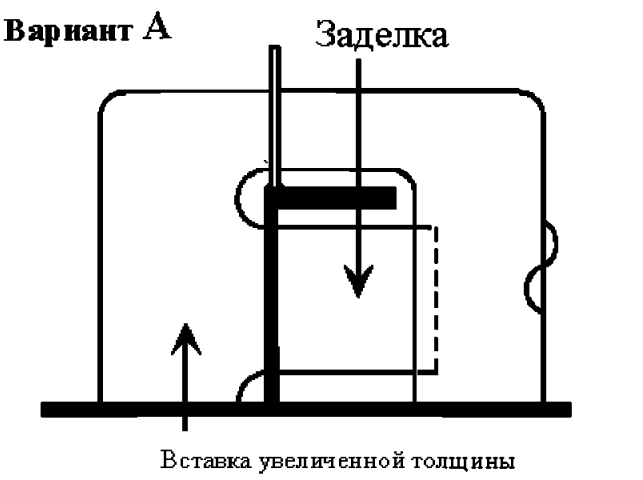
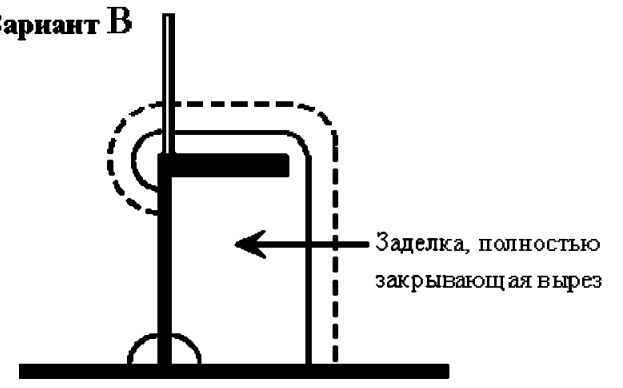


Схема ремонта





Возможная причина повреждения

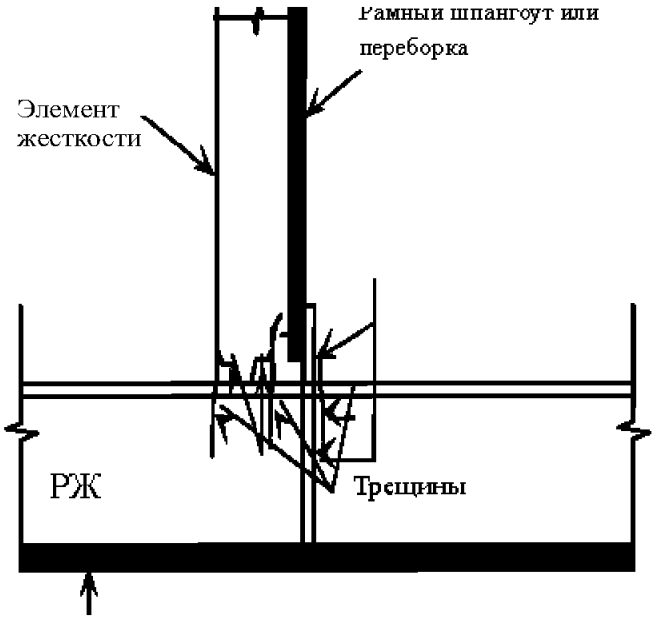
Повреждение может быть вызвано общей коррозией и концентрацией напряжений, вызванной наличием вырезов.

Замечания по ремонту

1. Если трещины значительны, следует вырезать и заменить часть обшивки или заварить трещины с применением V-образной разделки.
2. **Вариант А**. Возможен вариант использования заделки, не полностью закрывающей вырез.
3. **Вариант В**. Рекомендуется устанавливать заделку, полностью закрывающую вырез, когда размер выреза более 0,4 высоты стенки рамного шпангоута, а также на участках, испытывающих значительные напряжения, или если существующая заделка оказывается неэффективной.

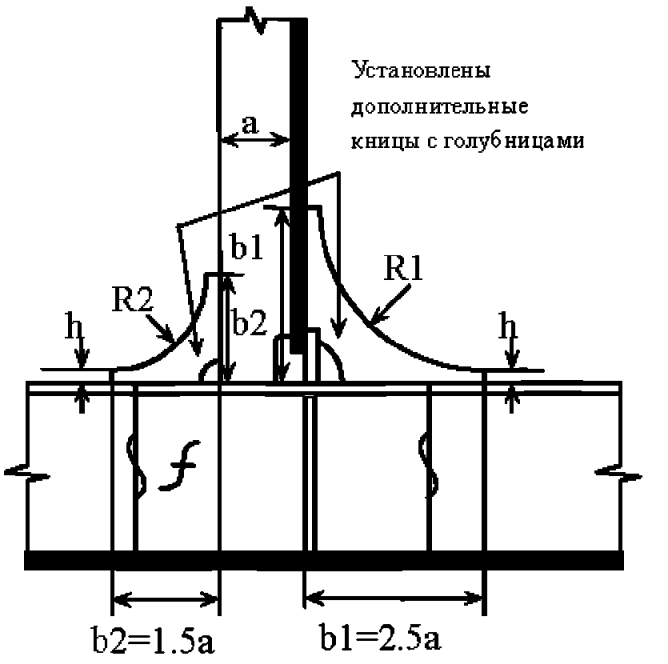
Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 2	Конструкция бортового подпалубного танка	5
Повреждение	Трещины в стрингере около рамного шпангоута или переборки	

Схема повреждения



Наклонная обшивка подпалубного танка,
или настила палубы

Схема ремонта



f: если необходимо, РЖ должно быть вырезано и заменено на этом участке

1. R1= (b1 – h) × 1,6 и R2 = (b2 – h) × 1,6
2. Кница сначала должна быть приварена к РЖ
3. Вырез в книце должен быть как можно меньше, рекомендуется max. 35 мм
4. Максимальное отношение катета к толщине кницы = 50:1
5. Высота нижней кромки h кни . быть как можно меньше (10 — 15 мм).

Возможная причина повреждения
Повреждение может быть вызвано концентрацией напряжений, связанной с наличием выреза.

Замечания по ремонту
Если трещина распространяется более чем на 1/3 высоты РЖ, то эта часть стрингера должна быть вырезана и заменена.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 2	Конструкция бортового подпалубного танка	6а

Повреждение	Трещины в поперечной книце

Схема повреждения

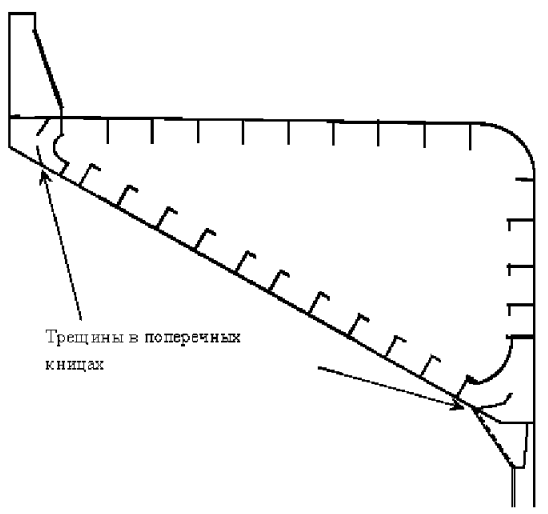
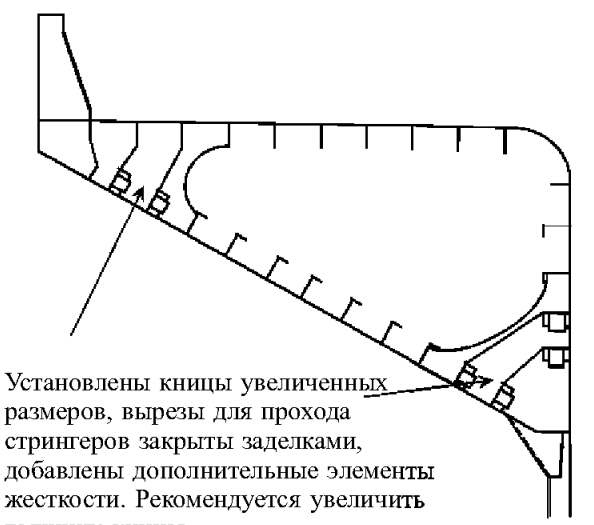


Схема ремонта



Возможные причины повреждения

1. Наличие концентраторов напряжений.
2. Высокие напряжения сдвига вследствие недостаточного размера кницы.

Замечания по ремонту

Если повреждение **вызвано ошибками при конструировании,** следует **произвести замену книц на кницы увеличенных размеров.**

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 2	Конструкция бортового подпалубного танка	6б
Повреждение	Трещины в книце	

Схема повреждения

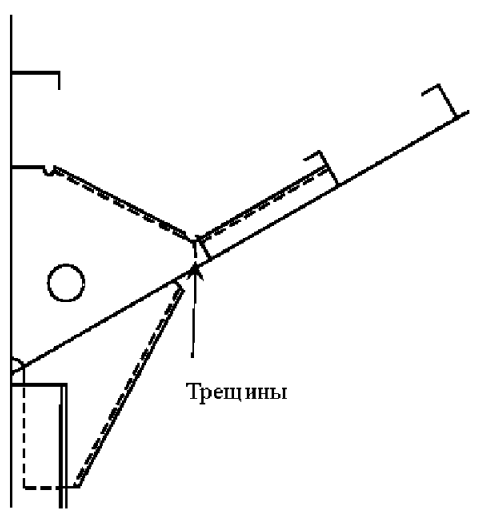
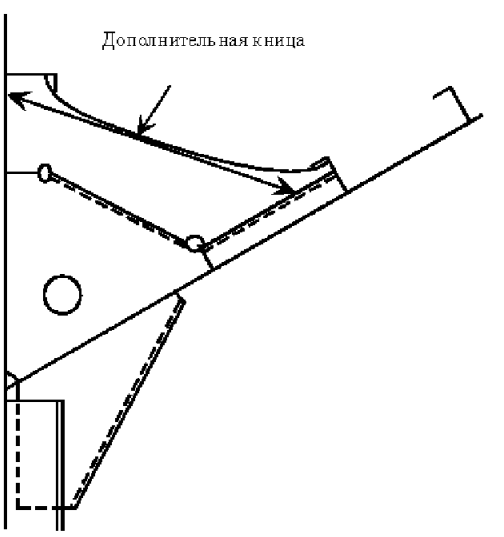


Схема ремонта



Возможная причина повреждения
Конструктивный недостаток.

Замечания по ремонту
Сварной шов с трещиной должен быть заварен после выполнения V-образной разделки кромок.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 2	Конструкция бортового подпалубного танка	7
Повреждение	Трещины в наклонном листе и вертикальном листе, возникшие около соединения подпалубного танка с концевым люковым бимсом	

Схема повреждения

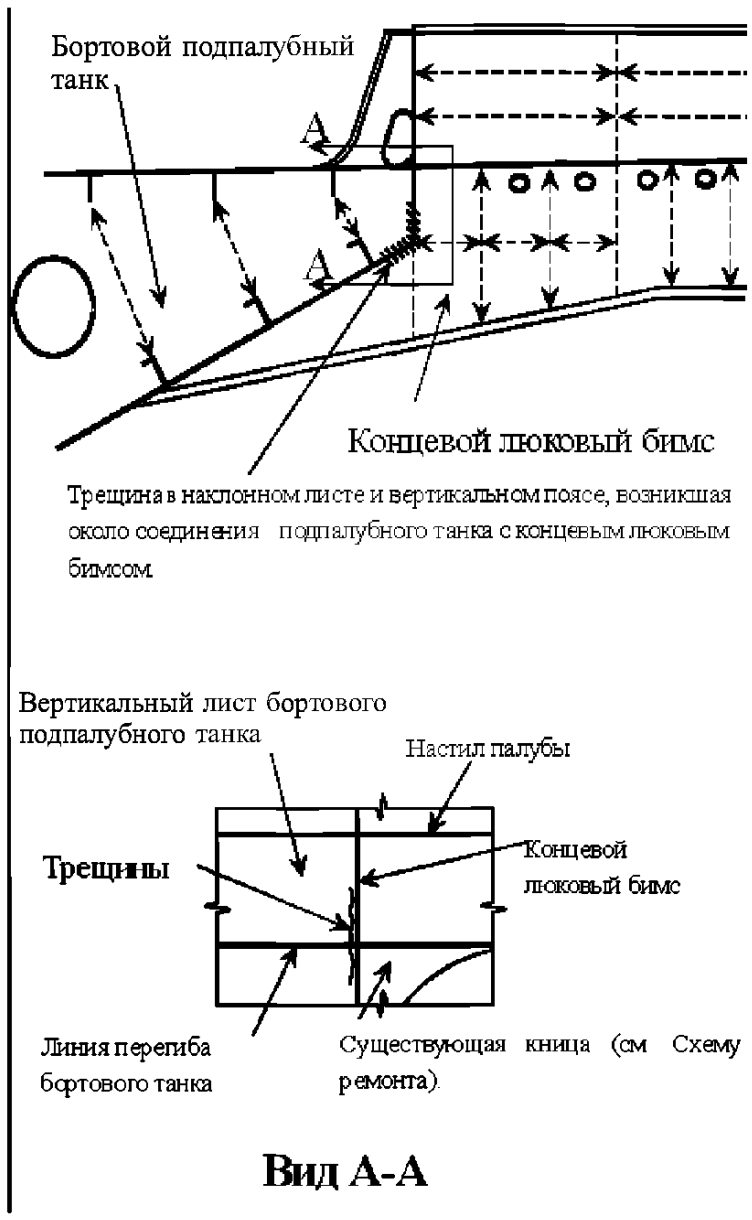
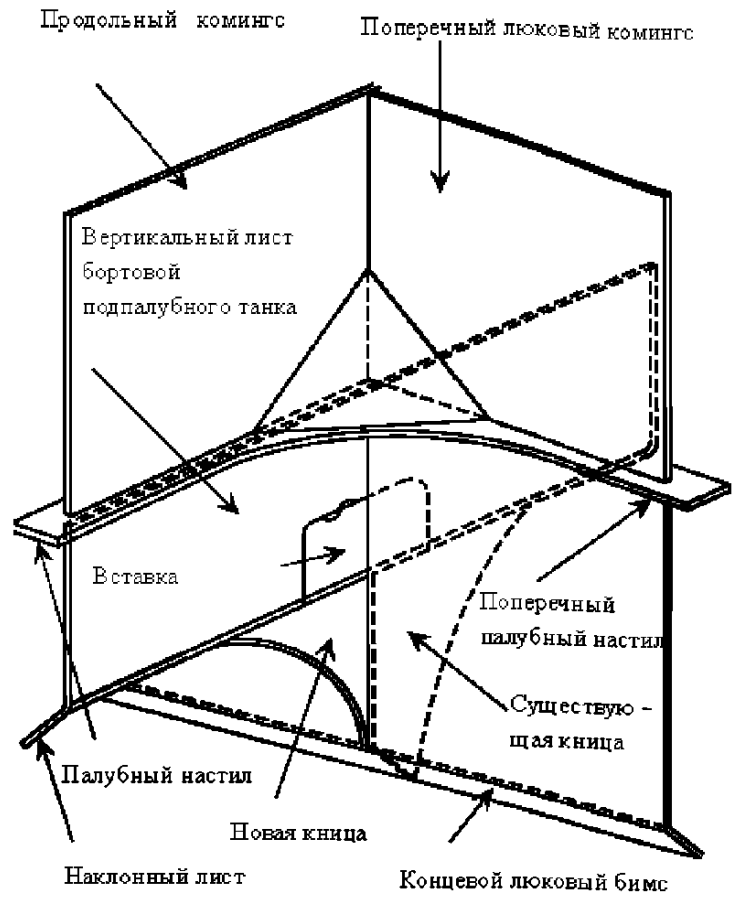


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

Концентрация напряжений соединения концевого люкового бимса и бортового подпалубного танка.

Замечания по ремонту

1. Деталь с трещинами следует вырезать и заменить.
2. Для увеличения жесткости может быть установлена дополнительная кница.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 2	Конструкция бортового подпалубного танка	8
Повреждение	Трещины в обшивке на линии перегиба	

Схема повреждения

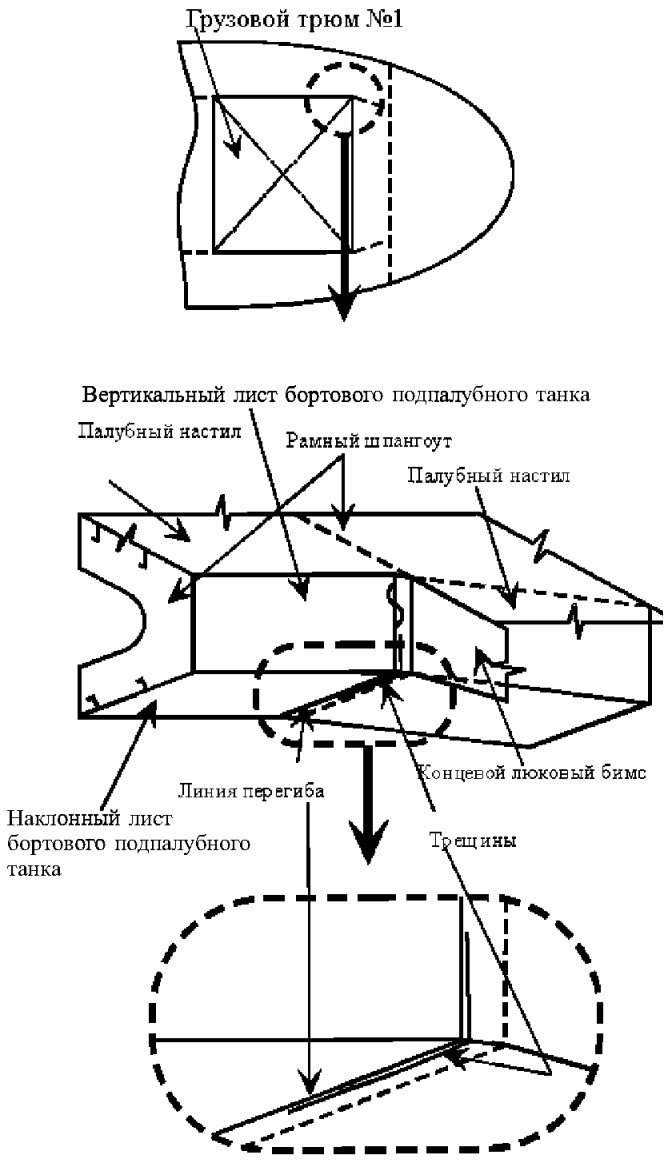
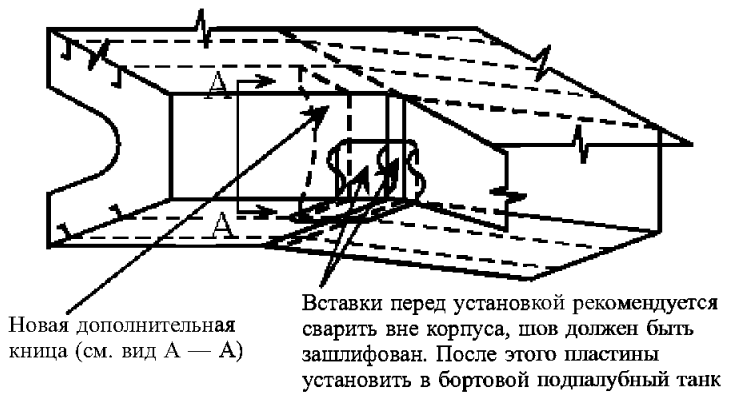
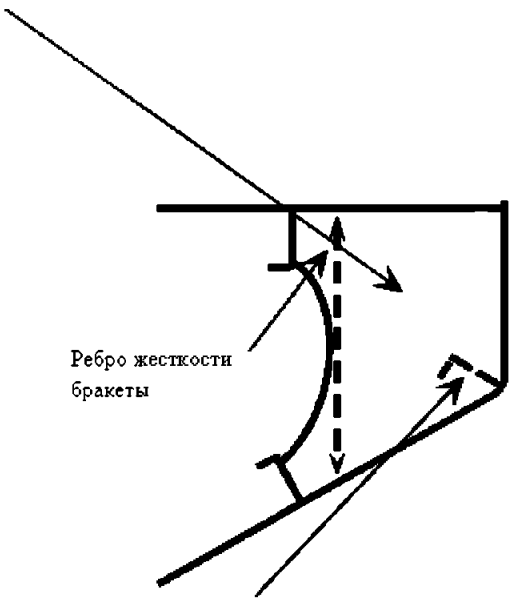


Схема ремонта





Вид А-А

Возможная причина повреждения
Конструктивный недостаток.

Замечания по ремонту
Жесткость места перегиба должна быть увеличена соответствующим образом.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 2	Конструкция бортового подпалубного танка	10
Повреждение	Трещины в таранной переборке в месте пересечения с конструкцией бортовой подпалубной цистерны в первом носовом грузовом трюме	

Схема повреждения

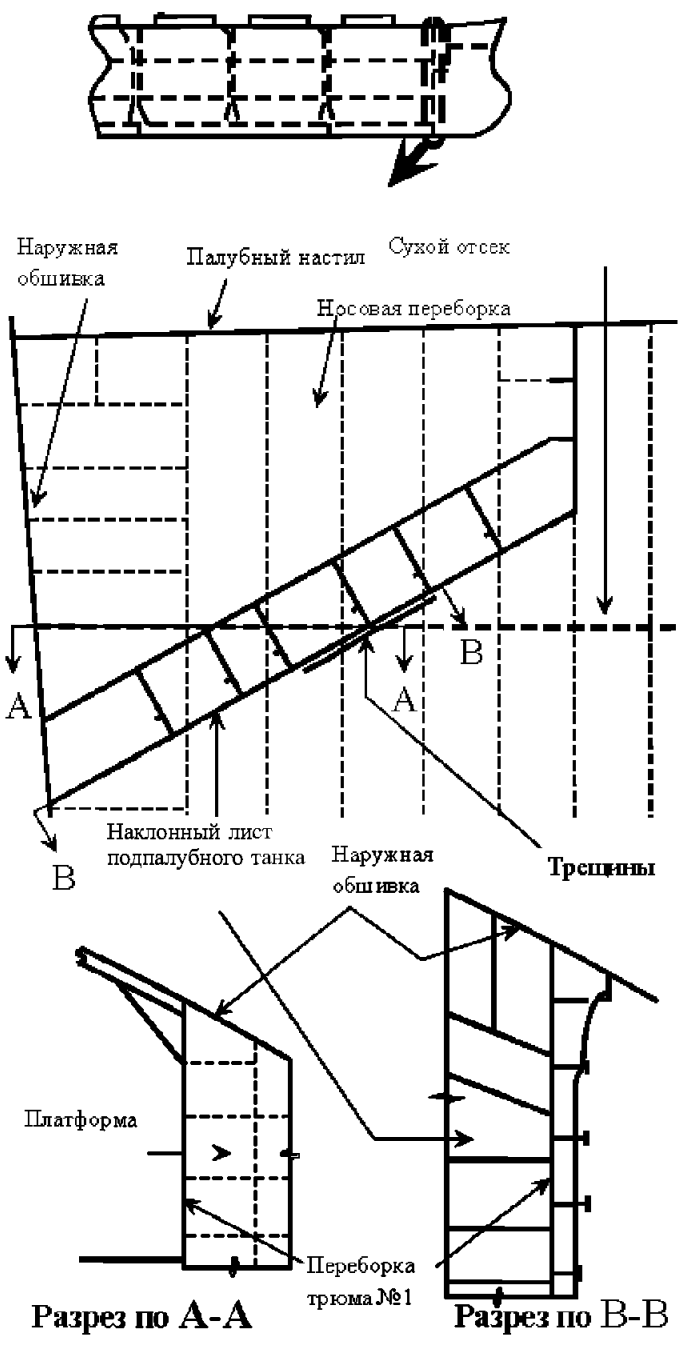
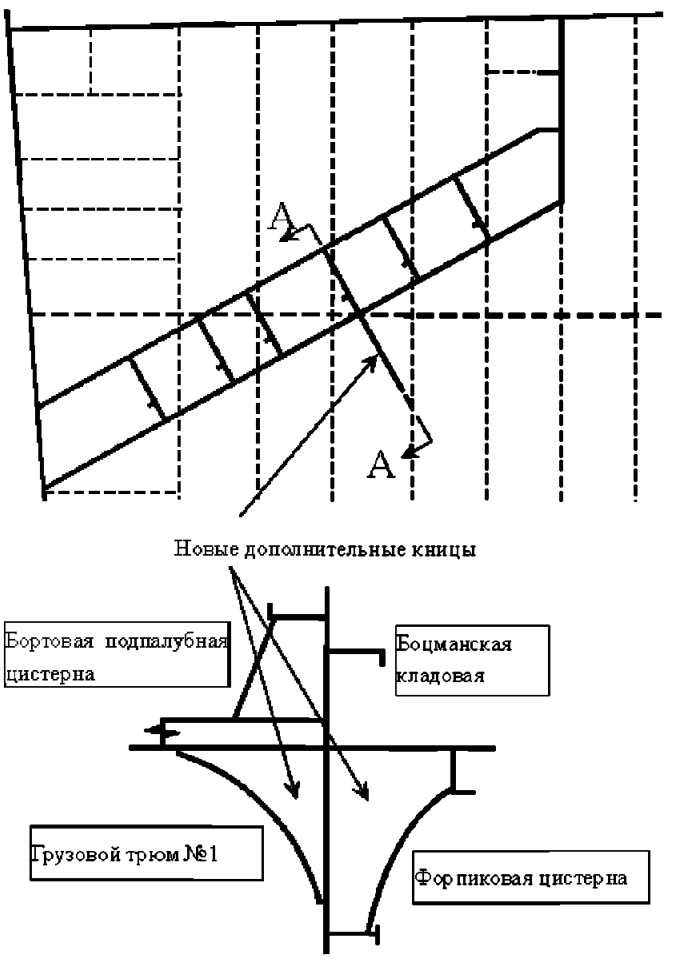


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

Наличие жесткой точки.

Замечания по ремонту

Листы с трещинами должны быть вырезаны и заменены.

4.3 УЧАСТОК 3. БОРТОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ ГРУЗОВОГО ТРЮМА

Рисунки и/или фотографии - Участок 3	
№	Название
Рис. 4.3-1 Рис. 4.3-2 Рис. 4.3-3	Потенциальные участки возможных повреждений Шпангоут - Потенциальные проблемные участки Районы переменных сечений - Участки возможных повреждений
Примеры разрушений деталей конструкции и ремонт- Участок 3	
Пример №	Название
1 2 3	Трещины в наружной обшивке борта около скулового танка Деформации и трещины в бортовой обшивке носового грузового трюма Трещины в опорных кницах около форпиковой переборки

Основные потенциальные проблемные участки представлены в общих чертах на рис. 4.3-1 — 4.3-3.

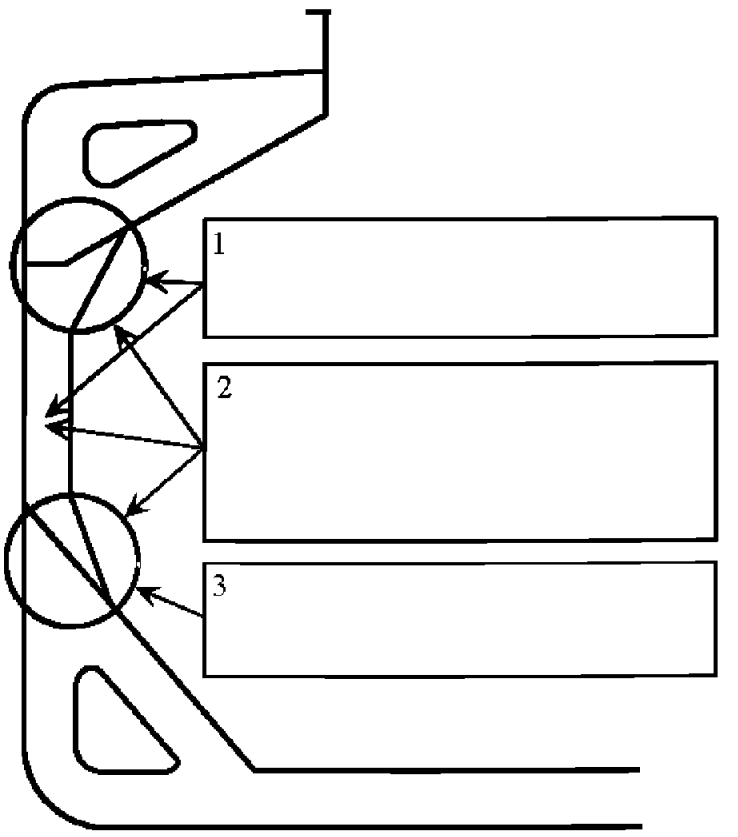


Рис. 4.3-1 Потенциальные участки возможных повреждений:

1, 2, 3 — места потенциальных повреждений.
Трещины в обшивке/фланцах книц, растрескавшиеся/отвалившиеся шпангоуты, местная коррозия и образование канавок, общий износ

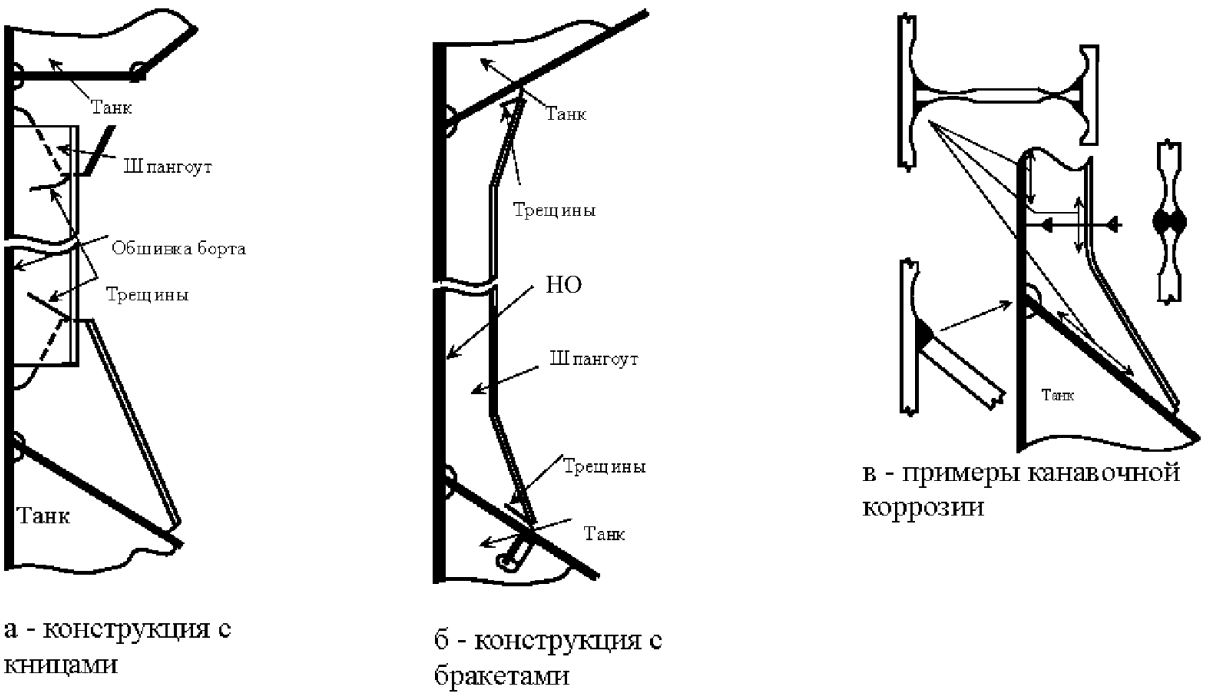


Рис. 4.3-2 Шпангоут — Потенциально проблемные участки

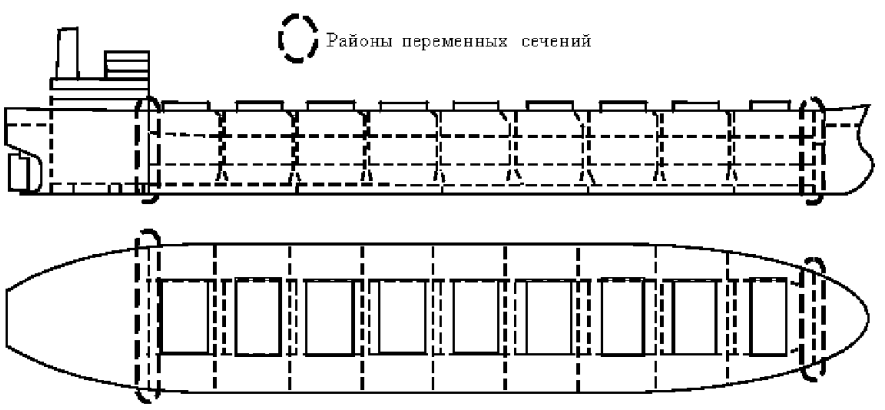
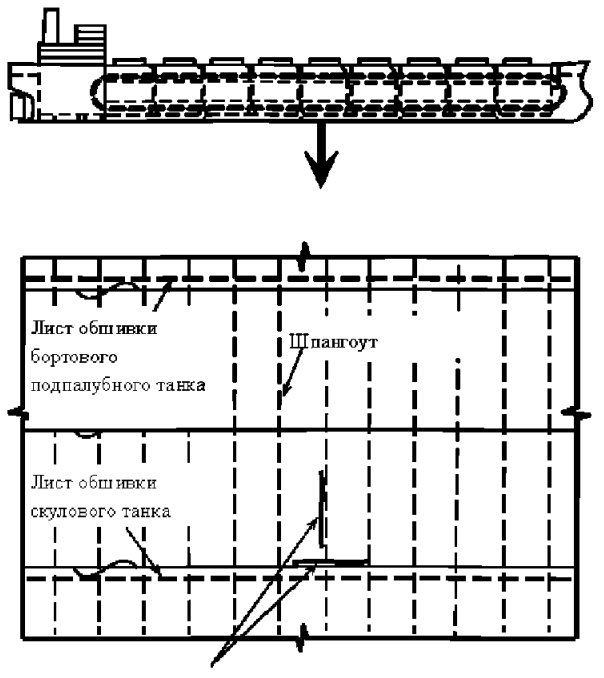


Рис. 4.3-3 Районы переменных сечений — Участки возможных повреждений

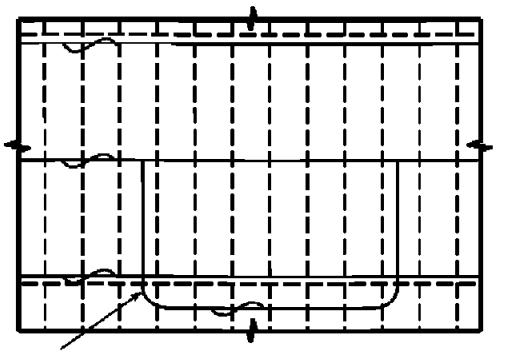
Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 3	Бортовые конструкции грузового трюма	3
Повреждение	Трещины в наружной обшивке борта около скулового танка	

Схема повреждения



Трещина в бортовой обшивке вдоль шпангоута и наклонного листа скулового танка.

Схема ремонта



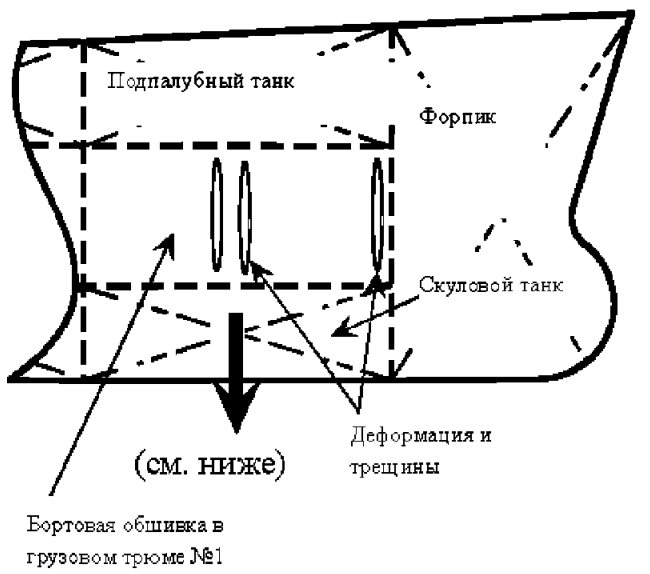
Частичная замена НО по мере необходимости

Возможная причина повреждения
Сильная канавочная коррозия.

Замечания по ремонту
1. Места с канавочной коррозией могут быть восстановлены наплавкой.
2. Элементы НО с трещинами должны быть заменены.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 3	Бортовые конструкции грузового трюма	5
Повреждение	Деформации и трещины в бортовой обшивке носового грузового трюма	

Схема повреждения



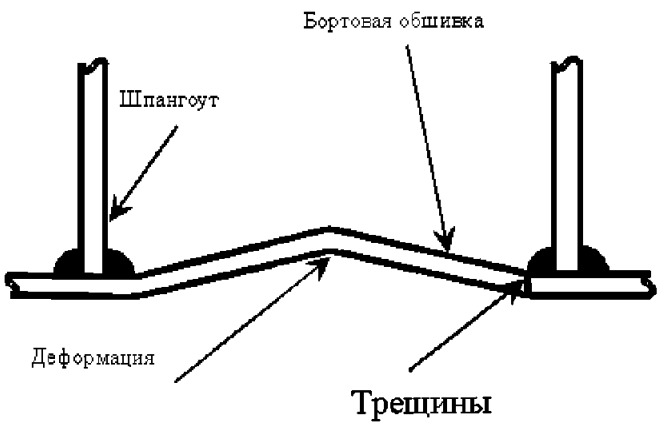
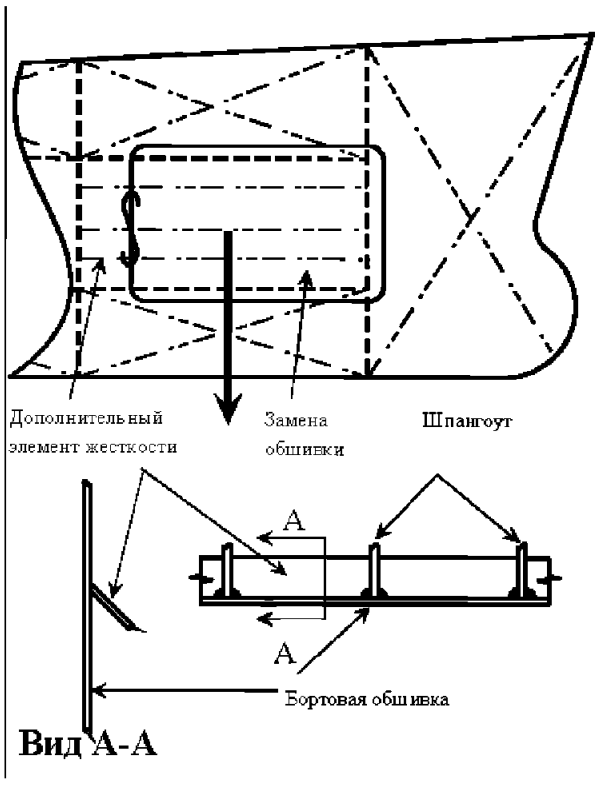


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

Недостатки конструкции.

Замечания по ремонту

1. Обшивка с трещинами/недопустимыми деформациями должна быть вырезана и заменена.
2. Следует установить листы наружной обшивки и/или дополнительные элементы жесткости.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 3	Бортовые конструкции грузового трюма	6
Повреждение	Трещины в опорных кницах около форпиковой переборки	

Схема повреждения

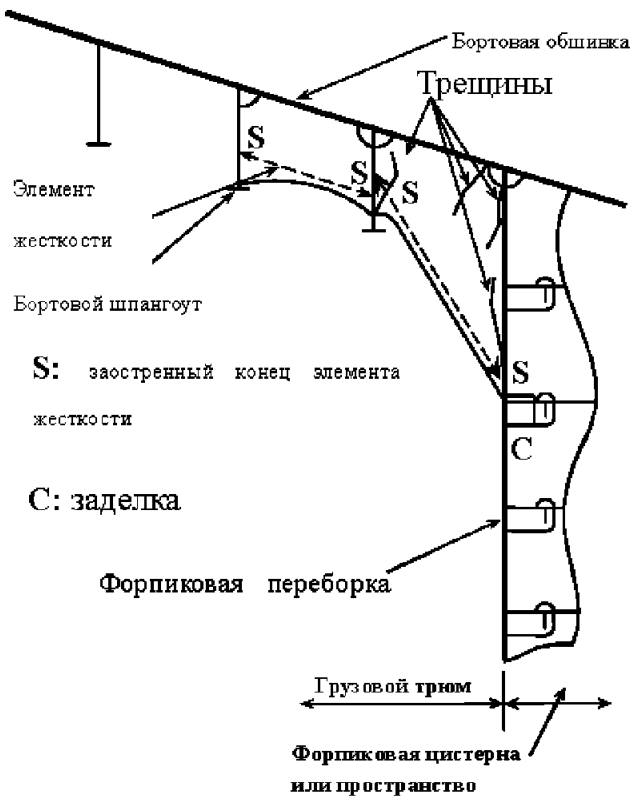
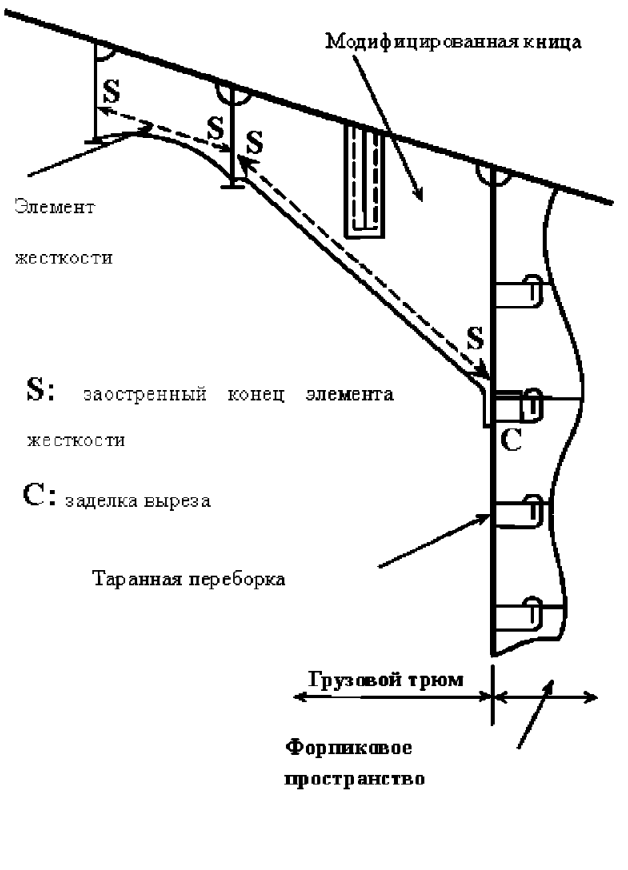


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

Недостаточный размер кницы, в результате чего возникает высокое напряжение от нагрузки, передаваемой от шпангоута.

Замечания по ремонту

1. Вытянутая сторона кницы, которая соединяется с переборкой должна иметь скругление; любые вырезы в элементах жесткости в форпиковом пространстве должны иметь заделки вырезов, если они расположены вблизи конца бракеты.
2. Если трещины распространяются в обшивку борта или переборки, обшивка должна быть вырезана и заменена.

4.4 УЧАСТОК 4. ПОПЕРЕЧНАЯ ПЕРЕБОРКА И СВЯЗАННЫЕ С НЕЙ КОНСТРУКЦИИ В ГРУЗОВОМ ТРЮМЕ

Рисунки и/или фотографии - Участок 4	
№	Название
Рис. 4.4-1 Рис.4.4-2	Поперечная переборка - Участки возможных повреждений Типичное растрескивание в месте соединения конструкций поперечной переборки
Примеры разрушений деталей конструкции и ремонт - Участок 4	
Пример №	Название
1 2 3 4 5 6	Трещины в сварных соединениях нижней опоры переборки Трещины по верхним границам гофрированной переборки и подпалубными танками Трещины в стенке гофра, начинающиеся на пересечении с шеддерными листами Трещины в сварных соединениях наклонной опоры стенки со вторым дном около туннельного киля Трещины в соединениях нижней опоры со скуловым танком Деформации опорной стойки концевого люкового бимса

Потенциальные проблемные участки обобщенно показаны на рис. 4.4-1 и 4.4-2.

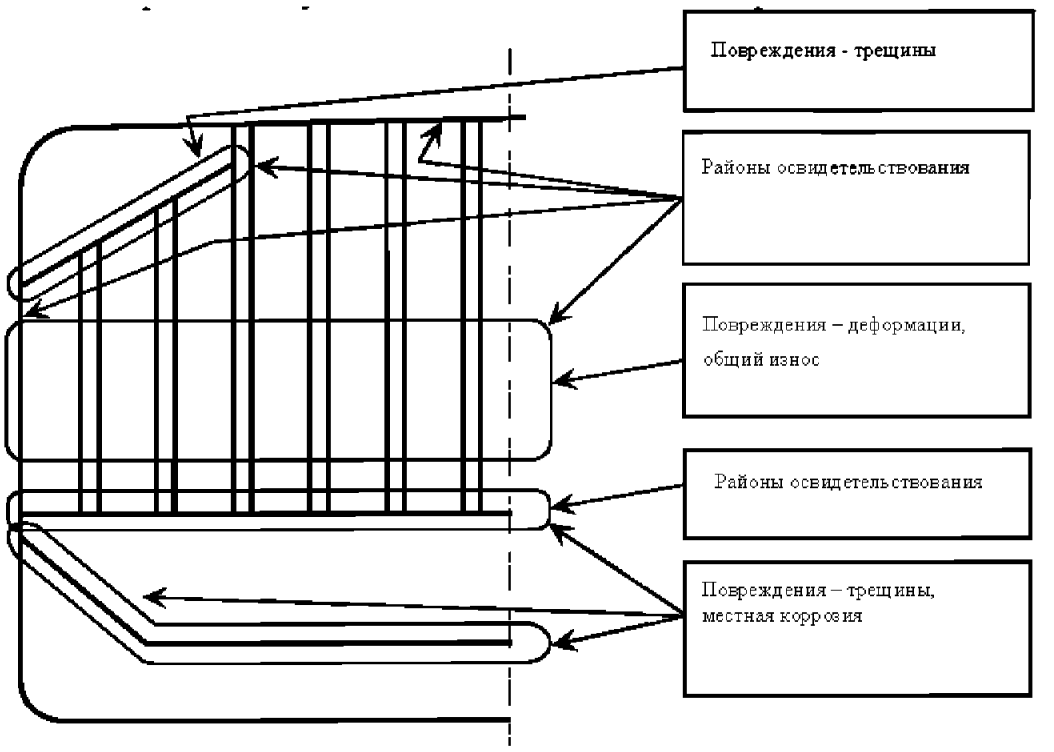
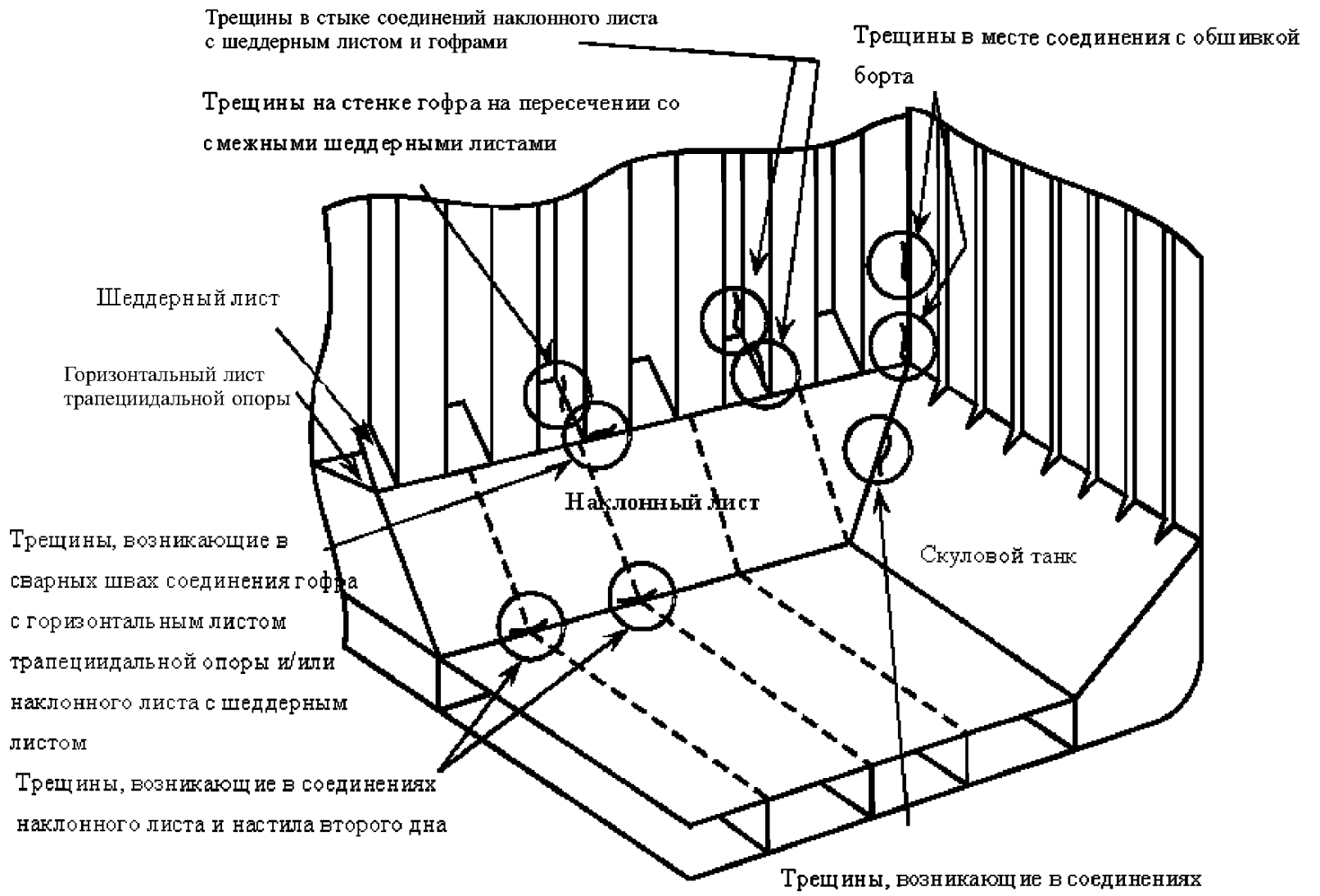


Рис. 4.4-1 Поперечная переборка — Потенциальные участки повреждений



(Примечание: аналогичные повреждения могут появиться в верхних соединениях переборки с конструкцией палубы)

Рис. 4.4-2 Типовые повреждения в местах соединений конструкций поперечной переборки

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 4	Поперечная переборка и связанные с ней конструкции в грузовом трюме	1
Повреждение	Трещины в сварных соединениях нижней опоры переборки	

Схема повреждения

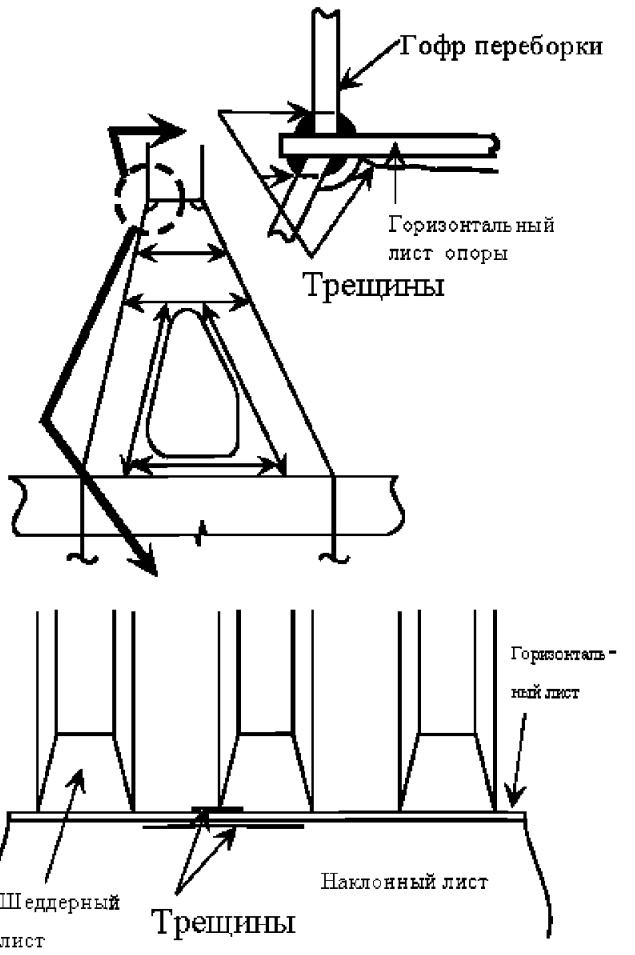
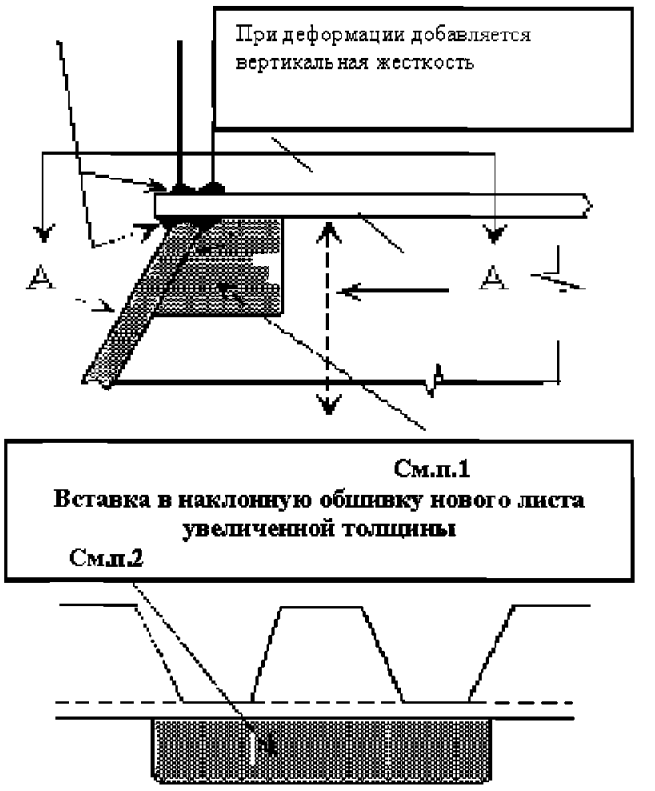


Схема ремонта



Вид А — А

Возможные причины повреждения

1. Концентрация напряжений в сварных швах в районе голубниц.
2. Концентрация напряжений в месте перегиба гофра, где стенка не поддерживается кницей внутри нижней опоры.

Замечания по ремонту

1. Трещины должны быть заварены после V-образной разделки кромок. Уменьшение концентрации напряжений путем приварки накладного листа рядом с голубницей.
2. Вставной лист устанавливается в наклонной опорной стенке.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 4	Поперечная переборка и связанные с ней конструкции в грузовом трюме	2
Повреждение	Трещины по верхним границам с гофрированными переборками и подпалубными танками	

Схема повреждения

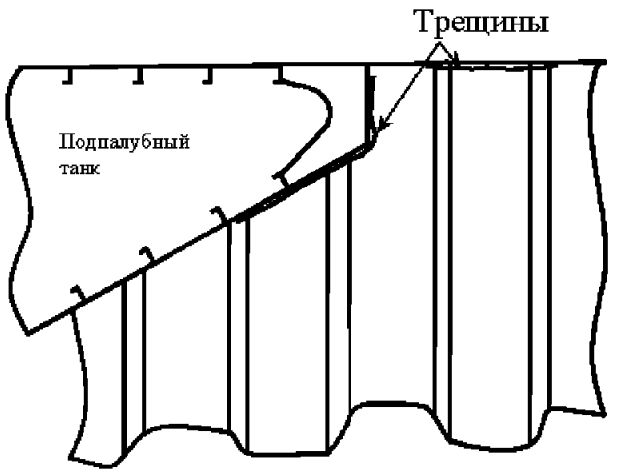
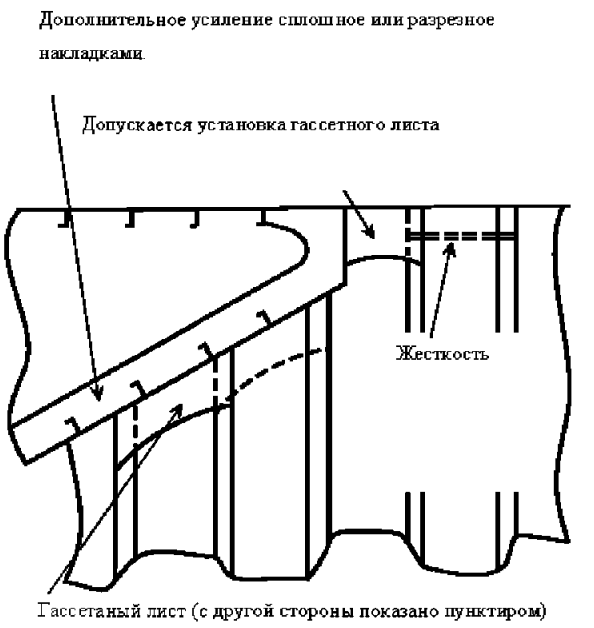


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

Повреждение вызвано конструктивными недостатками и/или дефектами сварных швов.

Замечания по ремонту

1. Трещины могут быть заварены после V-образной разделки кромок. Если необходимо, гофрированная переборка может быть вырезана и заменена.
2. Рекомендуется использовать указанное выше упрочнение конструкции, принимая во внимание следующие критерии:
2.1. Важно правильно состыковать гассетные листы с поперечной конструкцией внутри цистерны.
2.2. Если внутри подпалубного танка нет поперечной балки, проходящей в линию с кромками гофров или гассетными листами, должно быть установлено подкрепление, как показано выше.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 4	Поперечная переборка и связанные с ней конструкции в грузовом трюме	3
Повреждение	Трещины в стенке гофра, начинающиеся на пересечении с шеддерными листами	

Схема повреждения

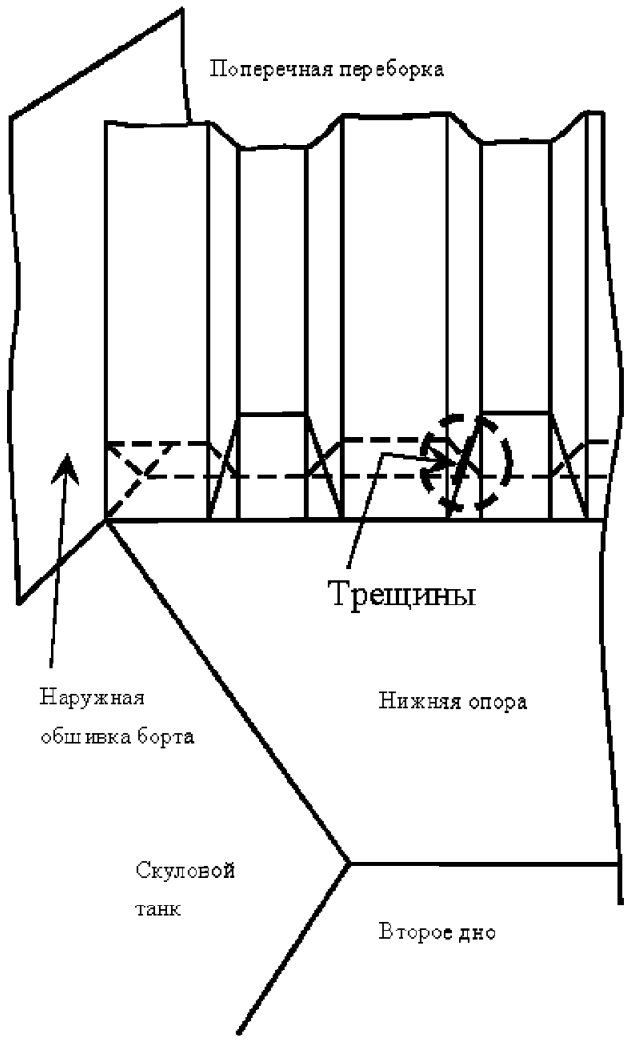
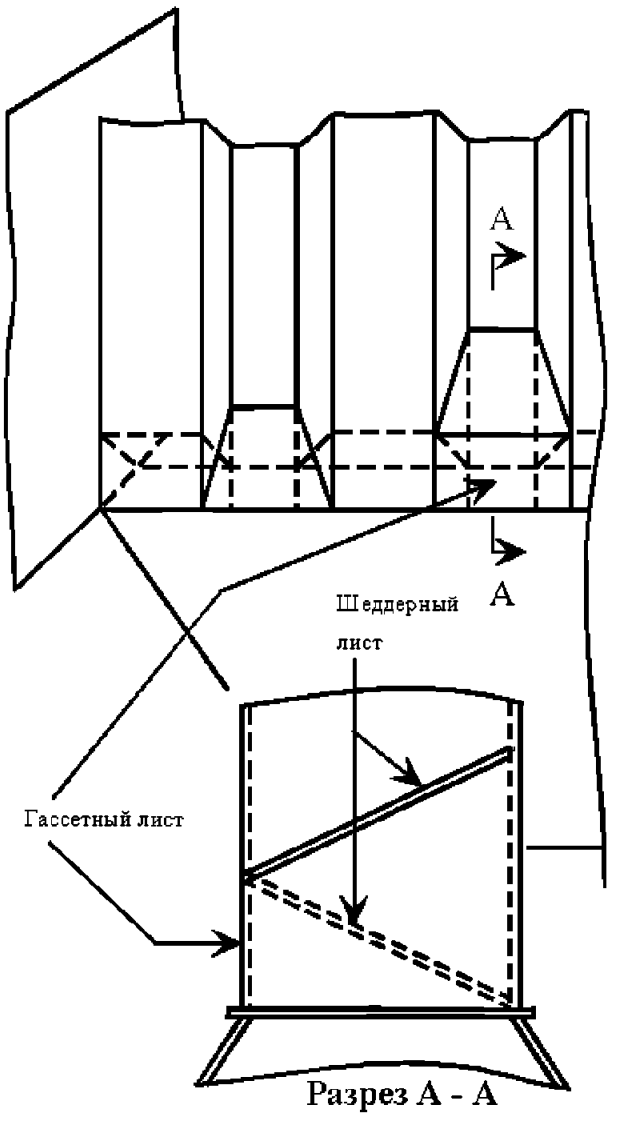


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

Повреждение вследствие концентрации напряжений на пересечении шеддерных листов.

Замечания по ремонту

1. В случае износа гофрированная переборка и гассетные листы должны быть заменены частично или полностью, по мере необходимости.
2. В случае замены целесообразна установка деталей (как показано выше) для изменения места пересечения и, следовательно, уменьшения концентрации напряжений.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 4	Поперечная переборка и связанные с ней конструкции в грузовом трюме	4
Повреждение	Трещины в сварных соединениях наклонной опорной стенки со вторым дном около туннельного киля	

Схема повреждения

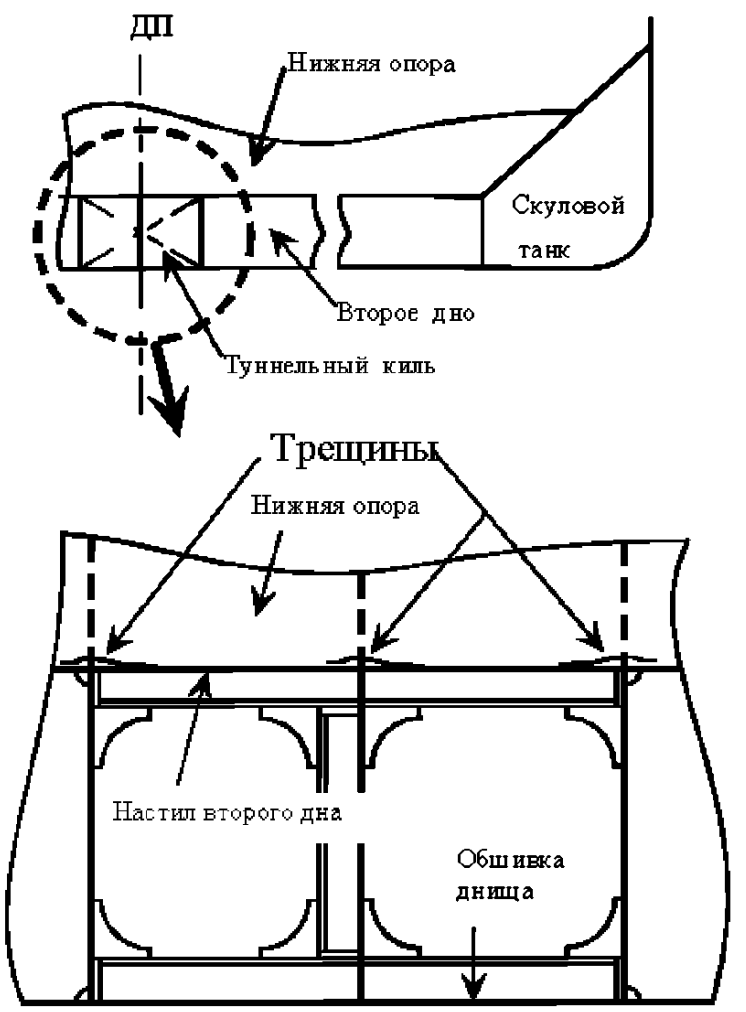
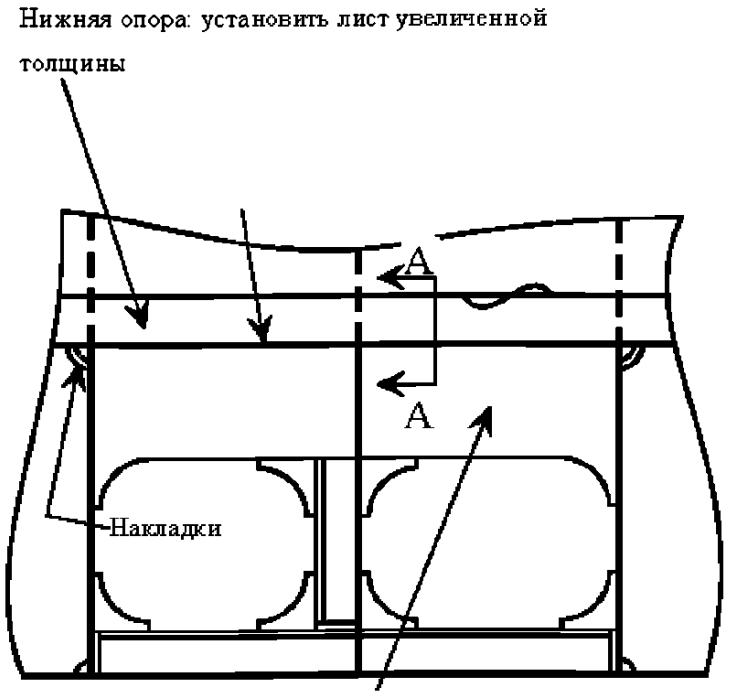
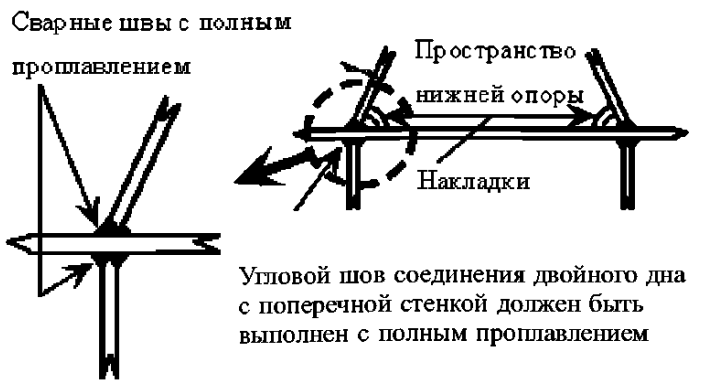


Схема ремонта



Увеличение размера жесткости с учетом размещения труб в туннельном киле.



Угловой шов соединения двойного дна с поперечной стенкой должен быть выполнен с полным проплавлением

Вид А - А

Возможная причина повреждения	**Замечания по ремонту**
Трещины возникают вследствие концентрации напряжений около вырезов и развиваются в результате недостаточной жесткости конструкции второго дна рядом с коробчатым килем.	Для предотвращения повторного повреждения рекомендуется установка дополнительного подкрепления.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 4	Поперечная переборка и связанные с ней конструкции в грузовом трюме	5
Повреждение	Трещины в сварных соединениях нижней трапецеидальной опоры со скуловым танком	

Схема повреждения

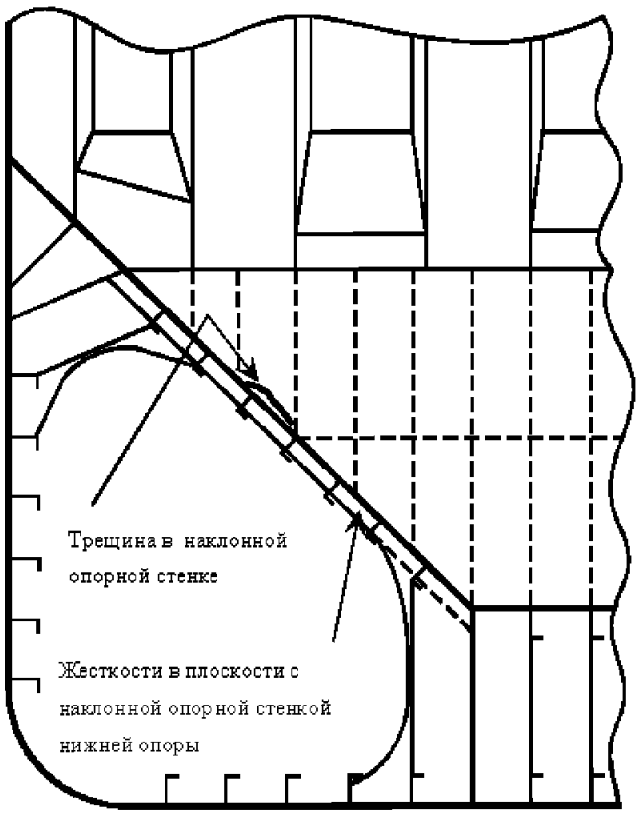
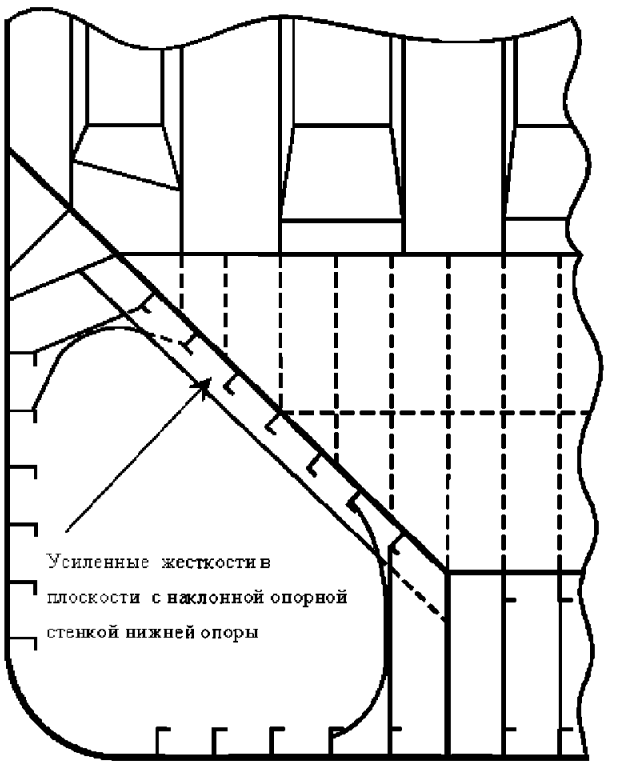


Схема ремонта



Возможная причина повреждения
Конструктивный недостаток.

Замечания по ремонту
1. Наклонная опорная стенка с трещинами должна быть вырезана и заменена (листом большей толщины), если это необходимо.
2. Если повреждение возникло вследствие недостаточной жесткости, элементы жесткости в плоскости с обшивкой опоры должны быть увеличены.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 4	Поперечная переборка и связанные с ней конструкции в грузовом трюме	6
Повреждение	Деформации опорной стойки концевого люкового бимса	

Схема повреждения

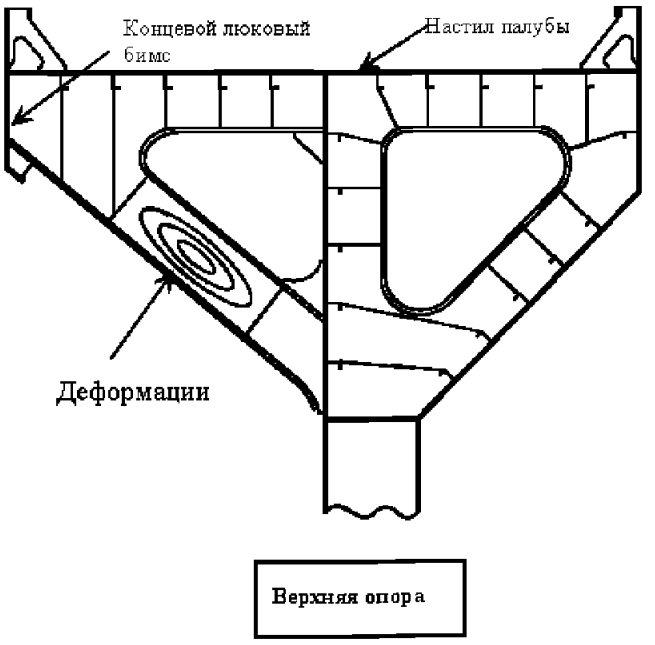
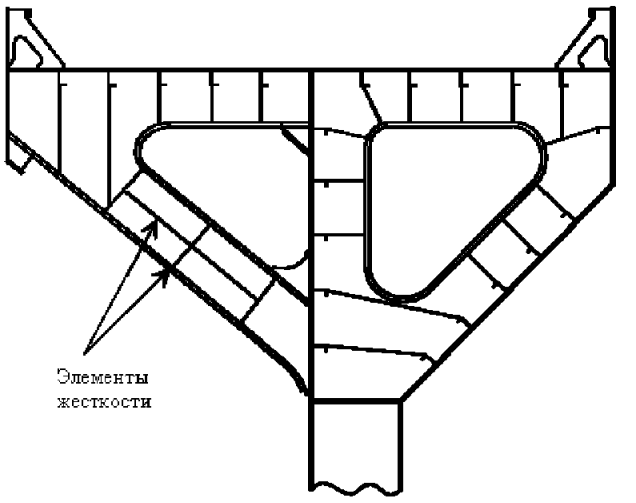


Схема ремонта



Возможная причина повреждения
Конструктивный недостаток.

Замечания по ремонту
1. Деформированная часть должна быть вырезана и заменена в случае необходимости.
2. Если причина повреждения в недостаточной прочности, должно быть предусмотрено увеличение жесткости (листы большей толщины/дополнительные элементы жесткости).

4.5 УЧАСТОК 5. КОНСТРУКЦИИ ВТОРОГО ДНА И СКУЛОВОЙ ЦИСТЕРНЫ

Рисунки и/или фотографии - Участок 5	
№	Название
Рис. 4.5	Типичные трещины в соединении обшивки скуловой цистерны с настилом второго дна
Примеры разрушений деталей конструкции и ремонт- Участок 5	
Пример №	Название
1	Трещины, коррозия и/или деформации в районе вырезов в наборе
2	Трещины в сварных соединениях флоров рядом с границей скулового танка/второго дна (скругленный изгиб)
3	Трещины в сварных соединениях флоров рядом с границей скулового танка/внутреннего дна
4	Трещины в продольных балках днища и внутреннего дна
5	Трещины в продольных балках около сточного колодца
6	Деформации рамной связи
7	Деформация носовой наружной обшивки днища вследствие слеминга

Усталостные трещины можно разделить на следующие категории (см. рис. 4.5):

.1 параллельные сварному шву;

.2 распространяющиеся на обшивку скуловой цистерны и сварные соединения флоров и начинающиеся в углах голубниц.

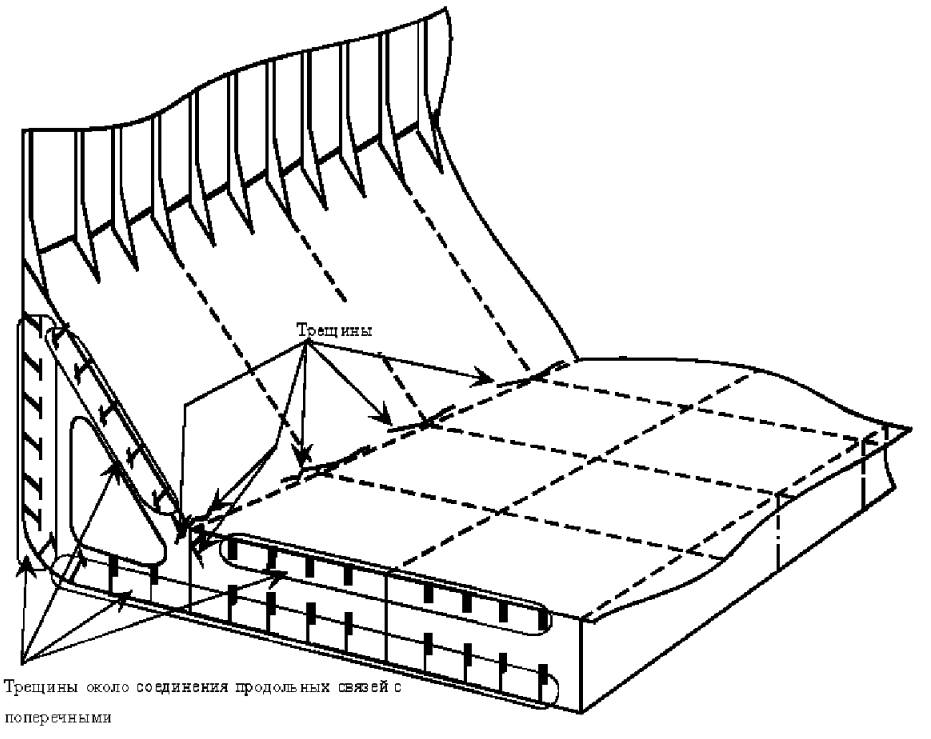
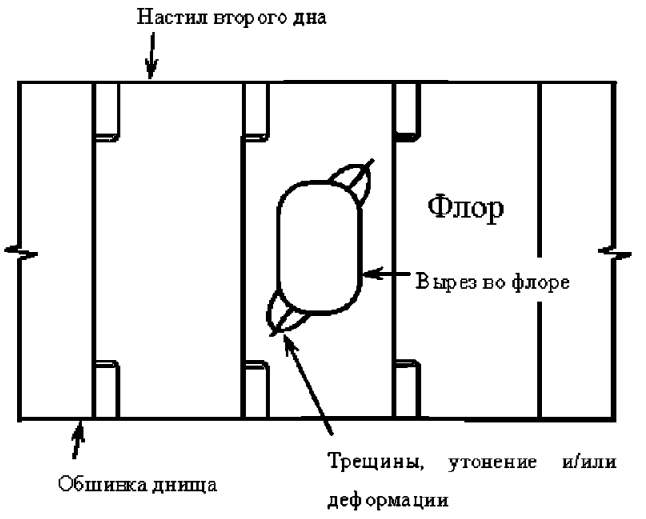


Рис. 4.5 Типичные трещины в соединениях наклонной обшивки скуловой цистерны с внутренним дном (настилом внутреннего дна) и продольных связей с поперечными (или с поперечной переборкой)

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 5	Конструкция второго дна и скулового танка	1
Повреждение	Трещины, коррозия и/или деформации в районе вырезов в наборе	

Схема повреждения



Вариант ремонта В

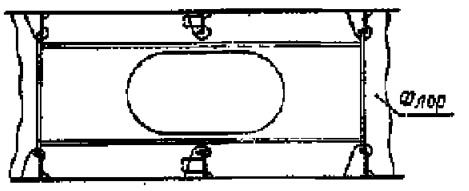
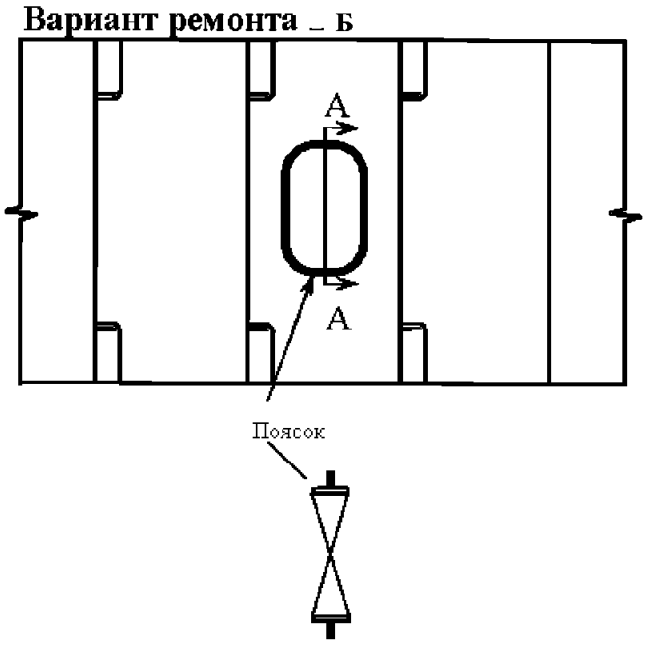


Схема ремонта

Вариант ремонта А



Вариант ремонта – Б



Разрез А-А

Возможные причины повреждения

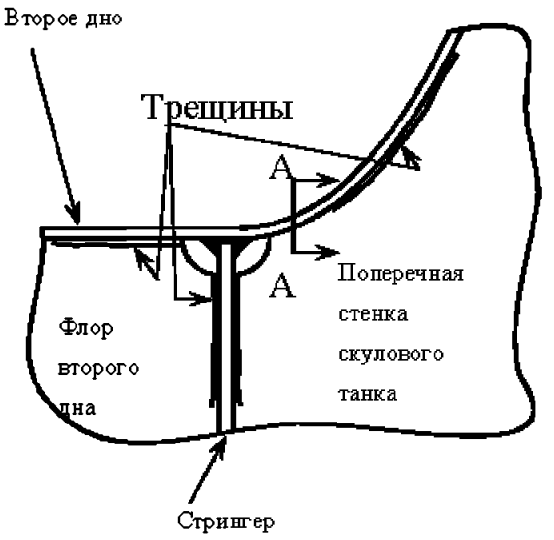
1. Недостаточная прочность.
2. Трещины, коррозия и/или деформации в районе отверстия в результате высокого напряжения.

Замечания по ремонту

1. Обшивка с трещинами, коррозией и/или деформацией должна быть вырезана и заменена, если это необходимо.
2. Необходимо предусмотреть достаточное подкрепление.
3. Установка дополнительных РЖ.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 5	Конструкция второго дна и скулового танка	2
Повреждение	Трещины в сварных соединениях флоров рядом с границей скуловой цистерны/второго дна (скругленный изгиб)	

Схема повреждения



Вид А - А

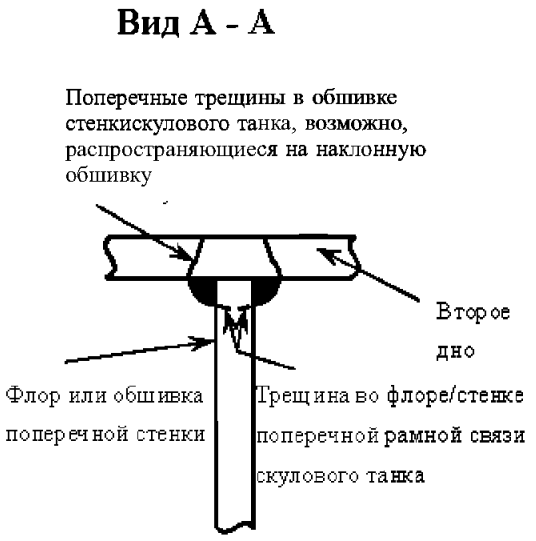
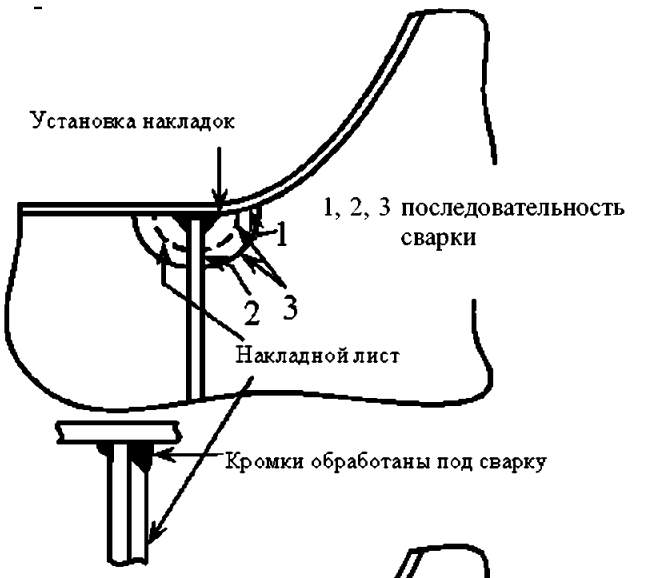
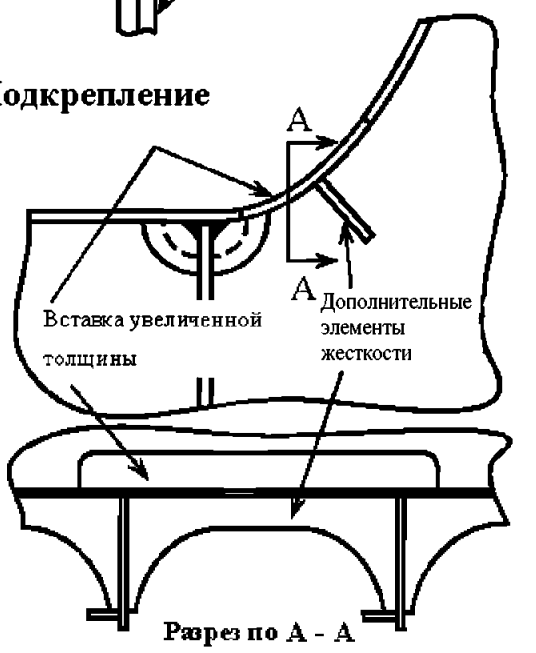


Схема ремонта



Подкрепление



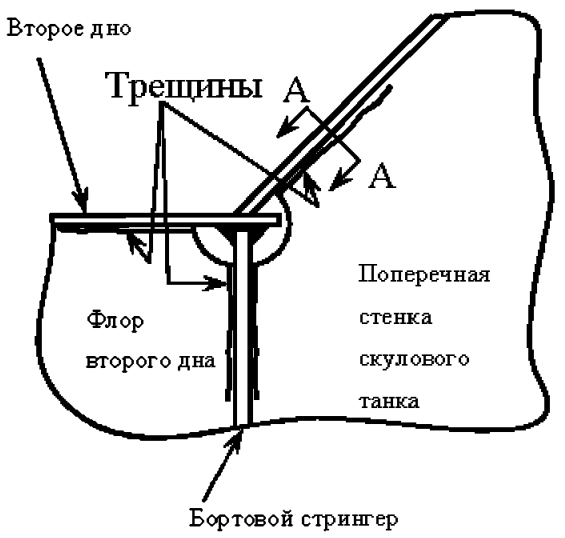
Разрез по А - А

Возможная причина повреждения
Концентрация напряжений.

Замечания по ремонту
1. Трещины в сварном шве и/или обшивке разделываются с использованием V-образной разделки кромок/вырезаются и завариваются, либо заменяется поврежденная часть.
2. Дефекты в районе вырезов устраняют установкой накладки, особое внимание уделяют разделке кромок и последовательности сварочных операций, как показано выше.
3. Дополнительные подкрепления должны быть установлены по согласованию с инспектором РС.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 5	Конструкция второго дна и скулового танка	3
Повреждение	Трещины в сварных соединениях флоров рядом с границей скуловой цистерны/второго дна (скругленный изгиб)	

Схема повреждения



Вид A - A

Поперечные трещины в обшивке стенки скулового танка, возможно, распространяющиеся на его наклонную обшивку

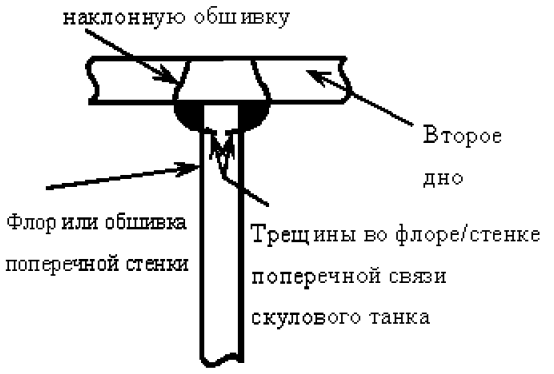
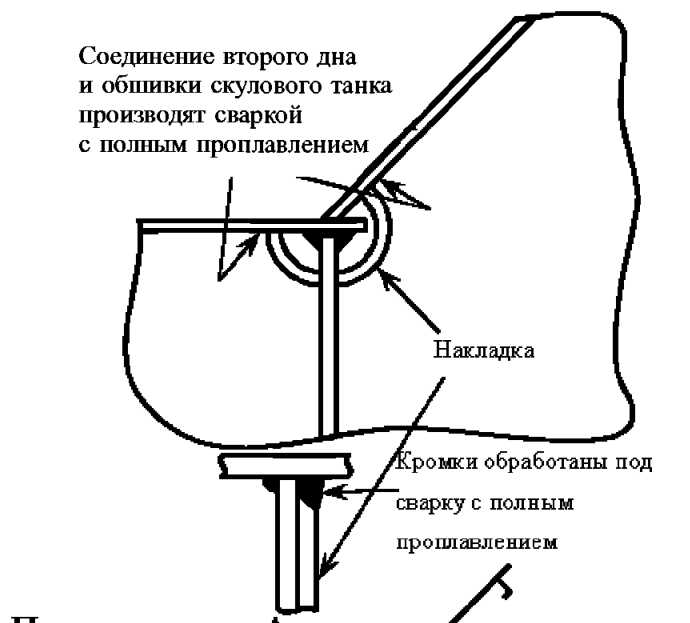
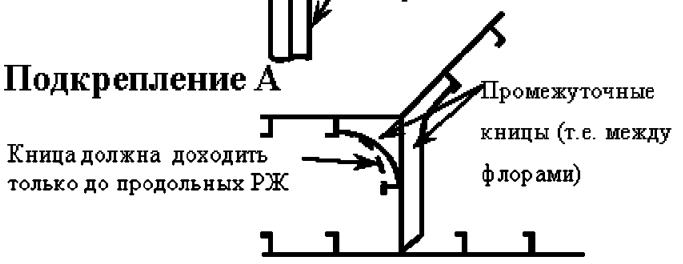


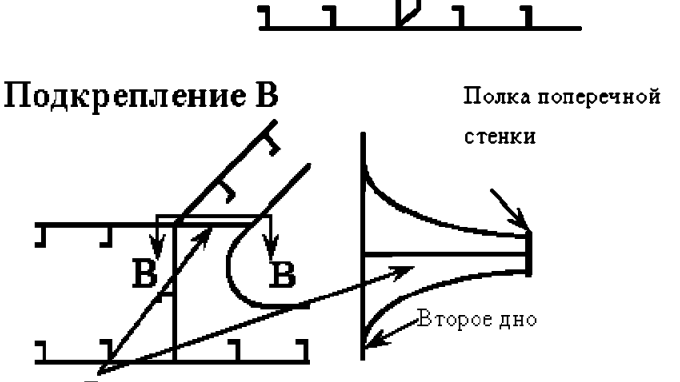
Схема ремонта



Подкрепление A



Подкрепление B



Вид B - B

Возможная причина повреждения
Концентрация напряжений.

Замечания по ремонту
1. Трещины в сварном шве и/или обшивке разделываются с использованием V-образной разделки кромок/вырезаются и завариваются, либо заменяется поврежденная часть.
2. Дефекты в районе вырезов устраняют установкой накладки, особое внимание уделяют разделке кромок и последовательности сварочных операций.
3. Может быть использовано дополнительное подкрепление, как показано выше, в зависимости от установленной причины повреждения.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 5	Конструкция второго дна и скулового танка	4
Повреждение	Трещины в продольных балках днища	

Схема повреждения

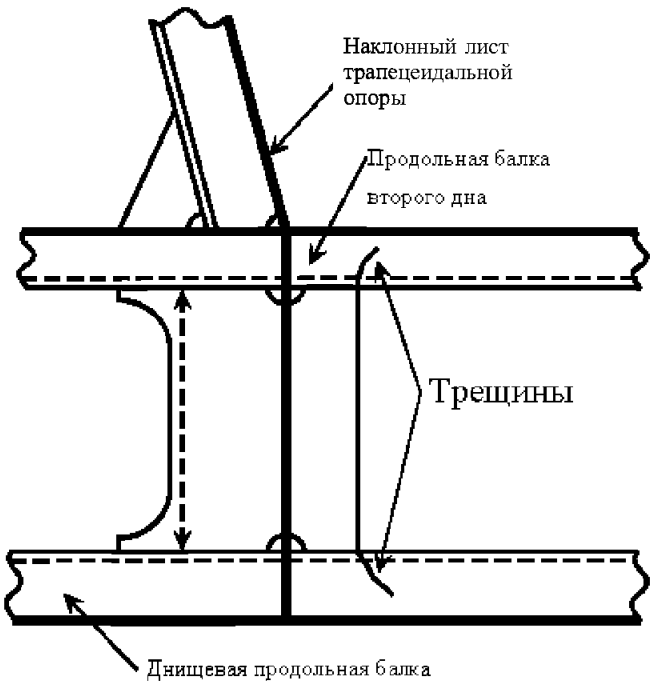
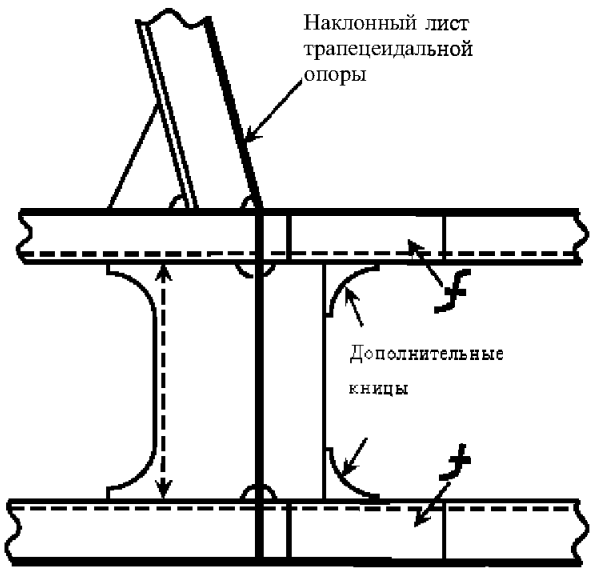


Схема ремонта



: там, где требуется, часть продольной балки должна быть вырезана и заменена

Возможная причина повреждения

Повреждение может быть вызвано концентрацией напряжений в условиях знакопеременных нагрузок, вызывающих усталостные разрушения.

Замечания по ремонту

Продольные балки с усталостными трещинами подлежат замене.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 5	Конструкция второго дна и скулового танка	5
Повреждение	Трещины в продольных балках около сточного колодца	

Схема повреждения

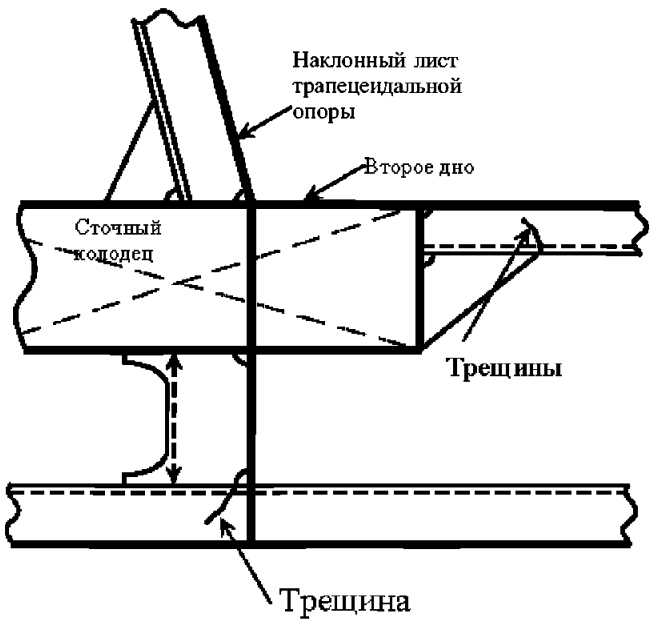
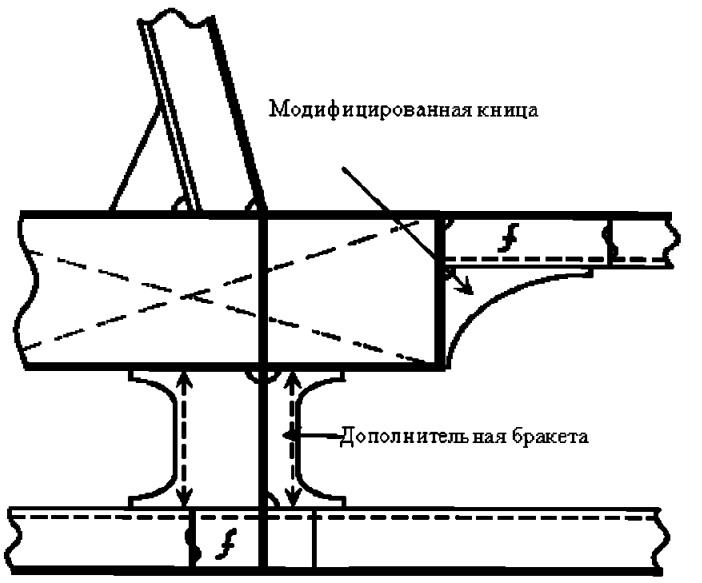


Схема ремонта



f: там, где требуется, часть продольной балки должна быть вырезана и заменена

Возможная причина повреждения

Повреждение может быть вызвано концентрацией напряжений в условиях знакопеременных нагрузок, вызывающих усталостные разрушения.

Замечания по ремонту

Участки продольных балок с усталостными трещинами подлежат замене.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 5	Конструкция второго дна и скулового танка	6
Повреждение	Деформации рамной связи	

Схема повреждения

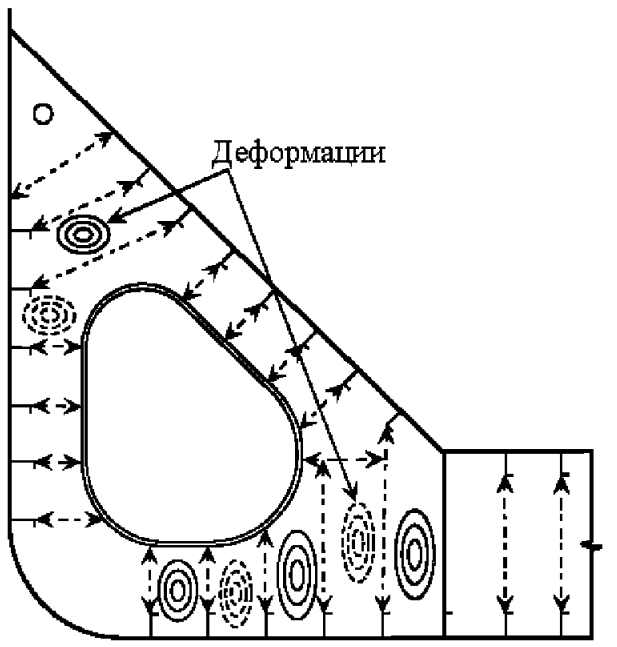
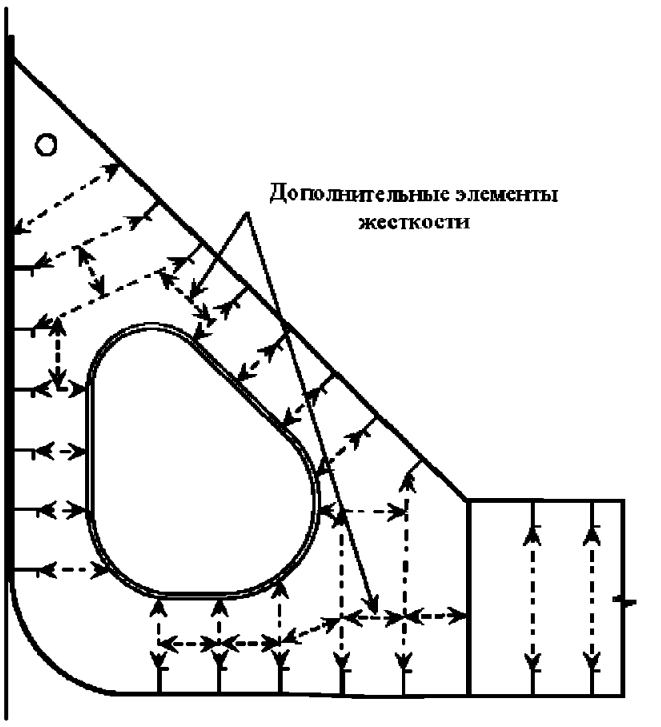


Схема ремонта



Возможная причина повреждения
Недостаточная жесткость конструкции.

Замечания по ремонту
1. Если деформации не сопровождаются значительной коррозией, должно быть обеспечено дополнительное подкрепление.
2. Если деформации появились в результате коррозии, поврежденные участки должны быть вырезаны и заменены.

Балкеры	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 5	Конструкция второго дна и скулового танка	7
Повреждение	Деформации наружной обшивки днища в носовой части вследствие слеминга	

Схема повреждения

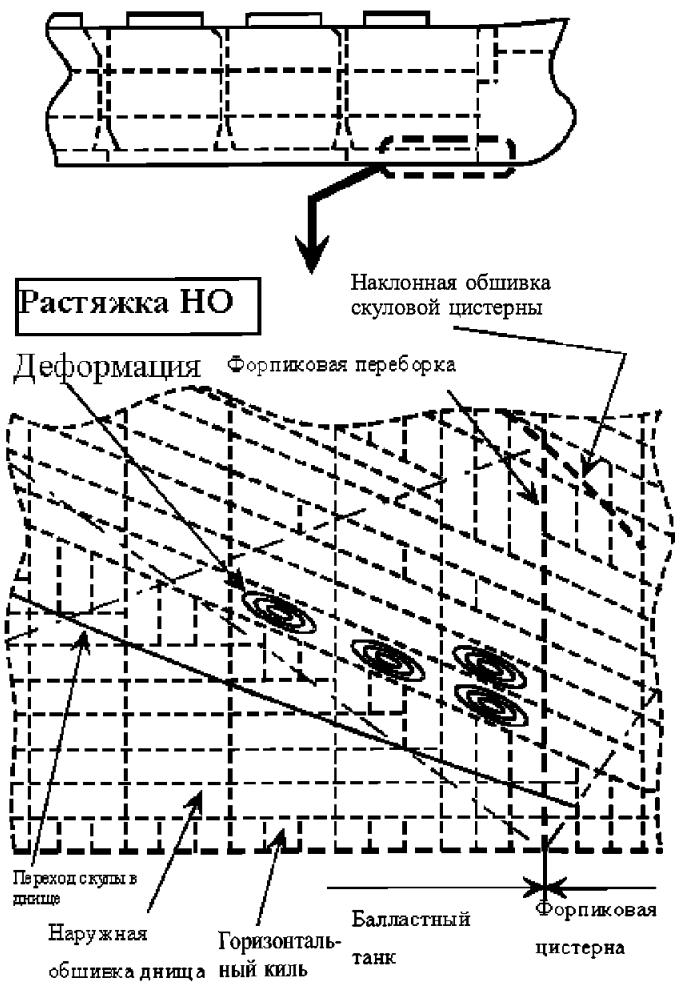
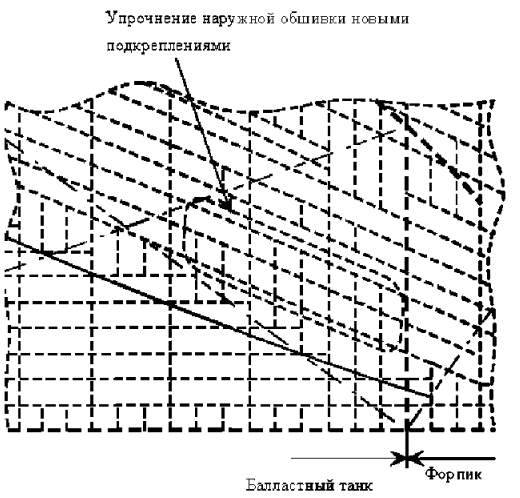


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

Слемминг.

Замечания по ремонту

1. Деформированная обшивка днища должна быть выправлена или частично вырезана и заменена, если необходимо.
2. Обшивка днища должна быть усилена элементами жесткости.

5 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕМОНТУ СУХОГРУЗОВ. РАЙОН ГРУЗОВОГО ТРЮМА

5.1 УЧАСТОК 1. ПАЛУБНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Примеры разрушения деталей конструкций — Участок 1	
Пример №	Наименование
1	Потеря устойчивости рамного бимса
2	Трещины в конструкциях стоек комингсов люков трюмов

Сухогрузы	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 1	Конструкция верхней палубы	1
Повреждение	Потеря устойчивости рамного бимса	

Схема повреждения

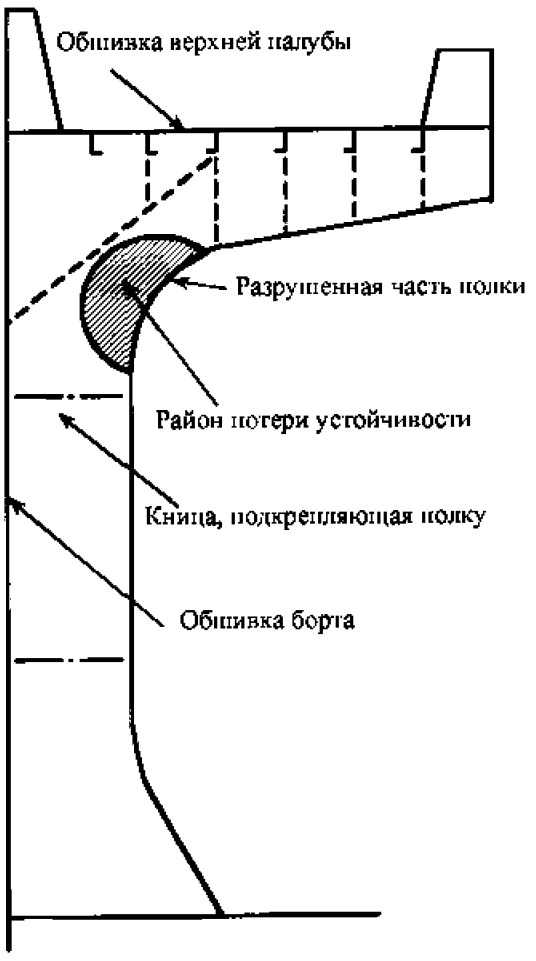
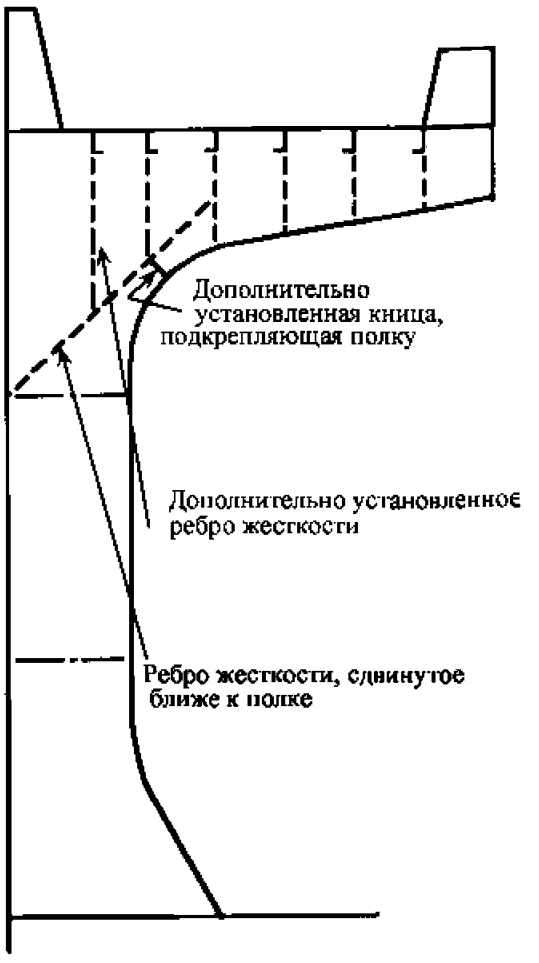


Схема ремонта



Возможная причина повреждения
Конструкционные недостатки.

Замечания по ремонту
1. Деформированные элементы следует вырезать и заменить.
2. Если повреждение не связано с коррозией, предпочтительна замена с использованием более толстых листов (стенка и/или полка) или подкрепление ребром жесткости и кницей, подкрепляющей полку.

Сухогрузы	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 1	Конструкция верхней палубы	2
Повреждение	Трещины в конструкциях стоек комингсов трюмов	

Схема повреждения

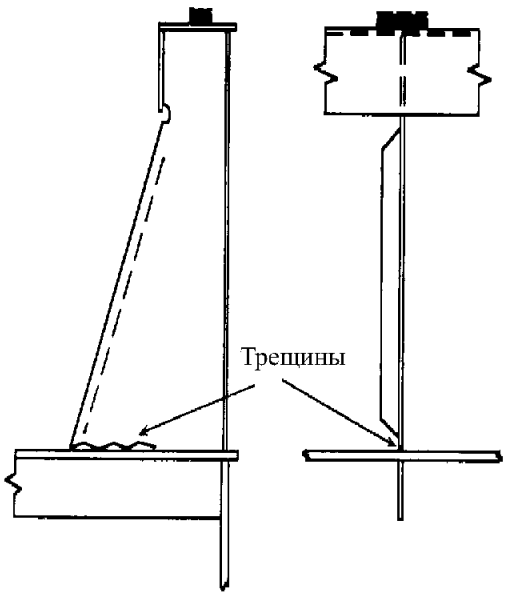
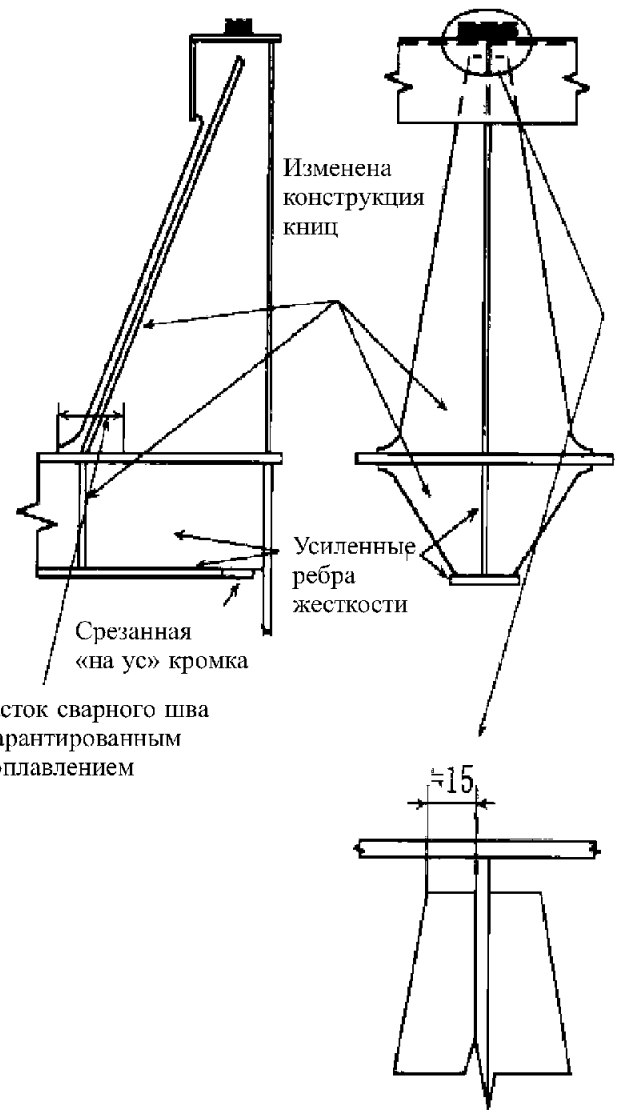


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

Недостатки конструкции связей опор комингсов люков.

Замечания по ремонту

1. Необходимо изменение конструкции.
2. Подкрепление конструктивных связей под палубой.

5.2 УЧАСТОК 2. КОНСТРУКЦИЯ ВТОРОГО ДНА

Сухогрузы	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
Участок 2	Конструкция второго дна	1
Повреждение	Деформация настила второго дна и днищевого набора (под пиллерсом)	

Схема повреждения

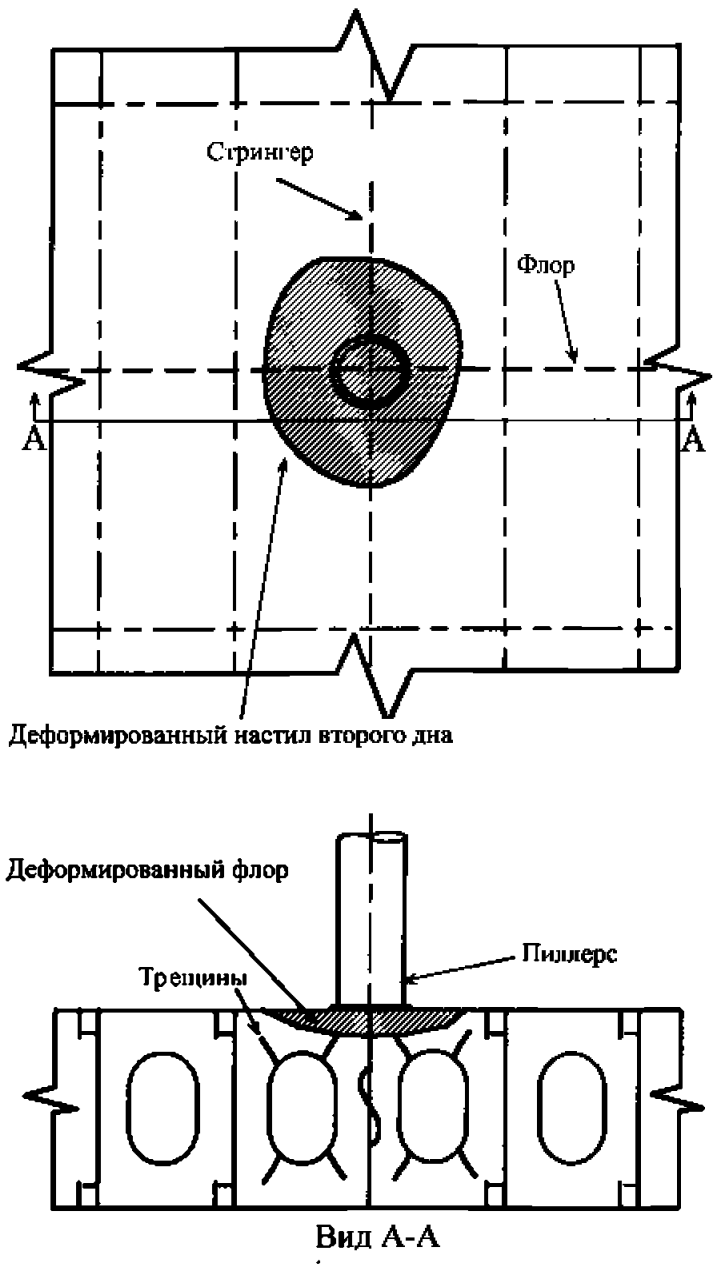
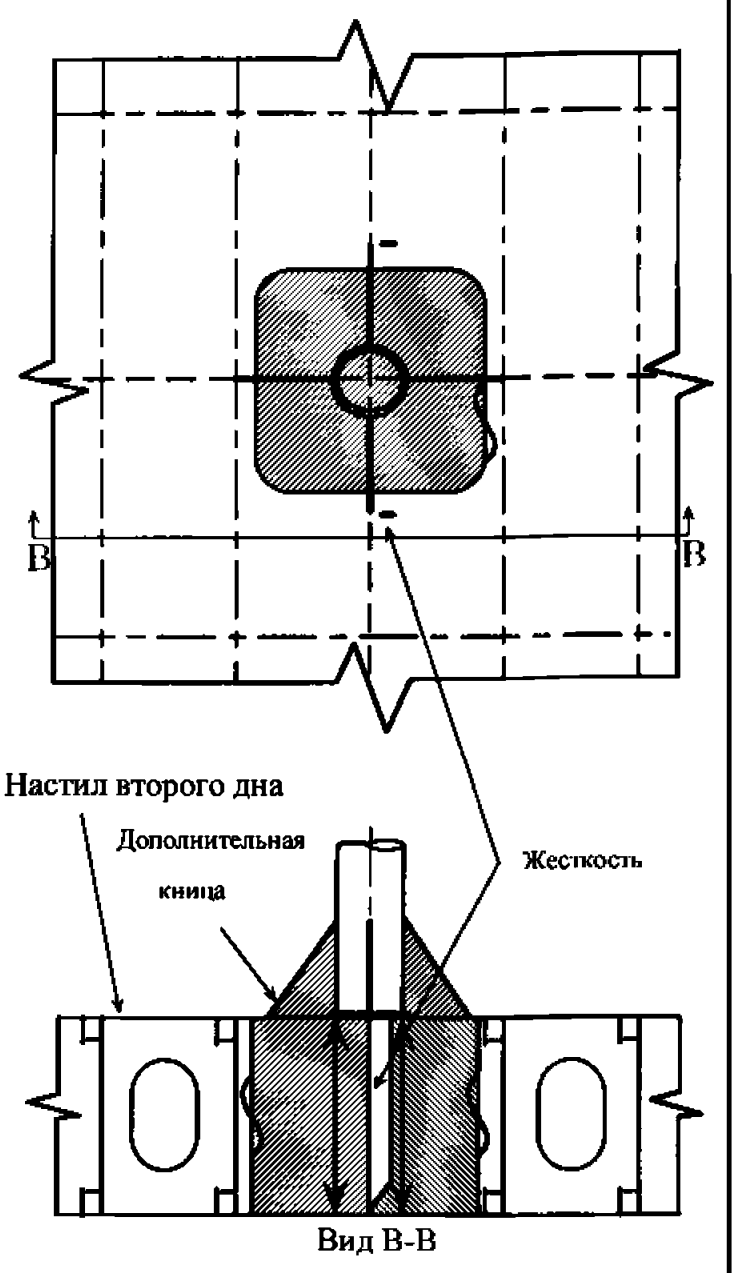


Схема ремонта



Возможная причина повреждения
Конструктивный недостаток.

Замечания по ремонту
1. Деформированную часть настила второго дна вырезать и заменить.
2. Участок флора с трещинами вырезать и заменить.
3. Замененный участок флора не должен иметь вырезов.
4. На флоре/стрингере должны быть установлены жесткости (установка книц в трюме должна быть выполнена по согласованию с судовладельцем).

6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕМОНТУ ТАНКЕРОВ. РАЙОН ГРУЗОВОГО ТРЮМА

Примеры разрушения деталей конструкций	
Пример №	Наименование
1	Соединение продольных балок с поперечными рамными связями. Трещины в продольных связях бортовой обшивки
2	Соединение продольных балок с плоскими поперечными переборками. Трещины в продольной балке. Переборка имеет шельф
3	Соединение продольных балок с плоскими поперечными переборками. Трещины в кницах переборок у бортовой обшивки. Переборка имеет шельф
4	Соединение продольных балок с плоскими поперечными переборками. Трещины в продольных балках бортовой обшивки у носовой поперечной переборки
5	Соединение продольных балок с гофрированными поперечными переборками. Трещины в переборках у концов ребер жесткости. Переборка с вертикальными гофрами
6	Соединение продольных балок с гофрированными поперечными переборками. Трещины в переборках в местах прохода бортовых продольных балок. Переборки с горизонтальными гофрами
7	Облегчающие вырезы в основных рамных связях корпуса и отбойных переборках. Трещины в районе вырезов в стрингерах

Элементы корпусных конструкций танкеров, наиболее сильно подверженные коррозионному износу показаны на рис. 6-1.

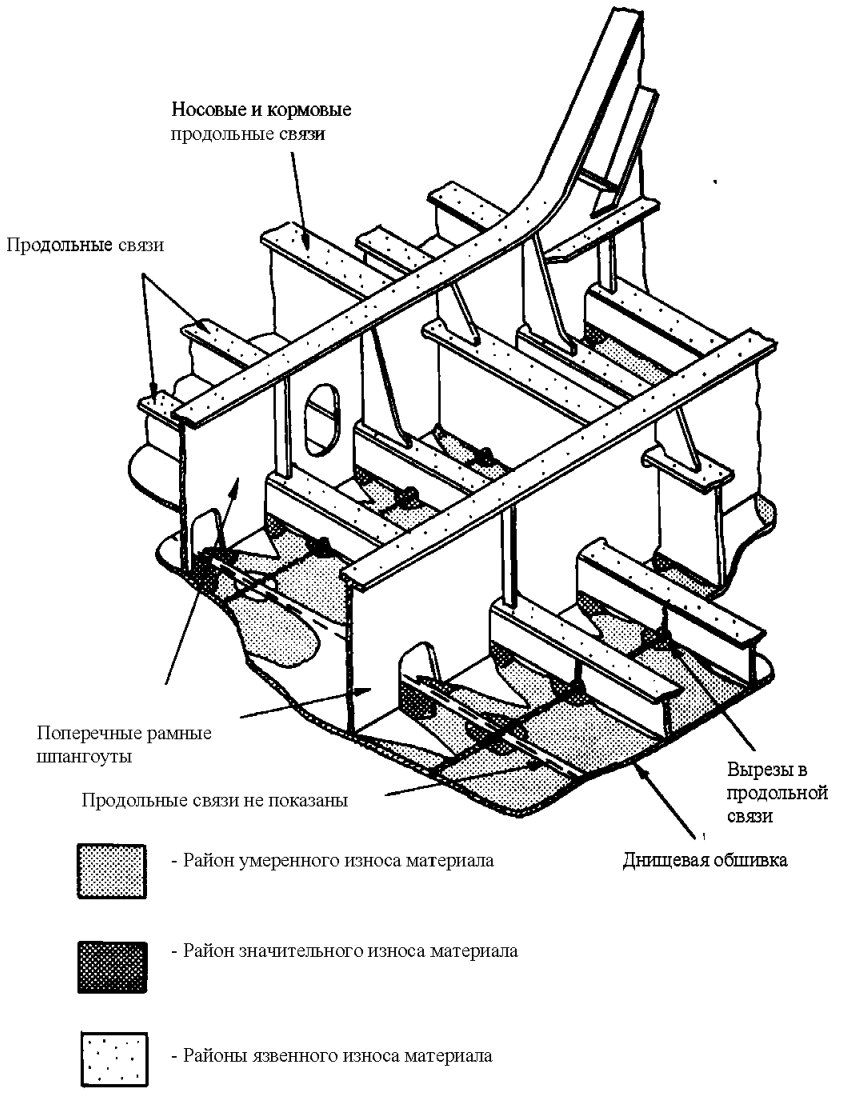


Рис. 6-1 Элементы корпусных конструкций танкеров, наиболее подверженные коррозионному износу

ТАНКЕРЫ	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
—	Соединение продольных балок с поперечными рамными связями	1
Повреждение	Трещины в продольных связях бортовой обшивки	

Схема повреждения

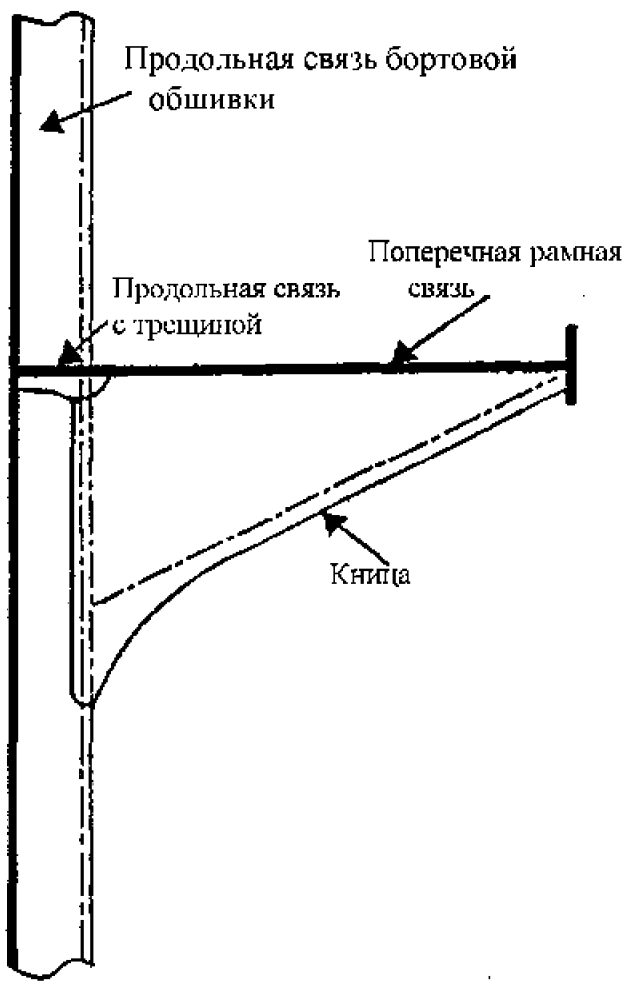
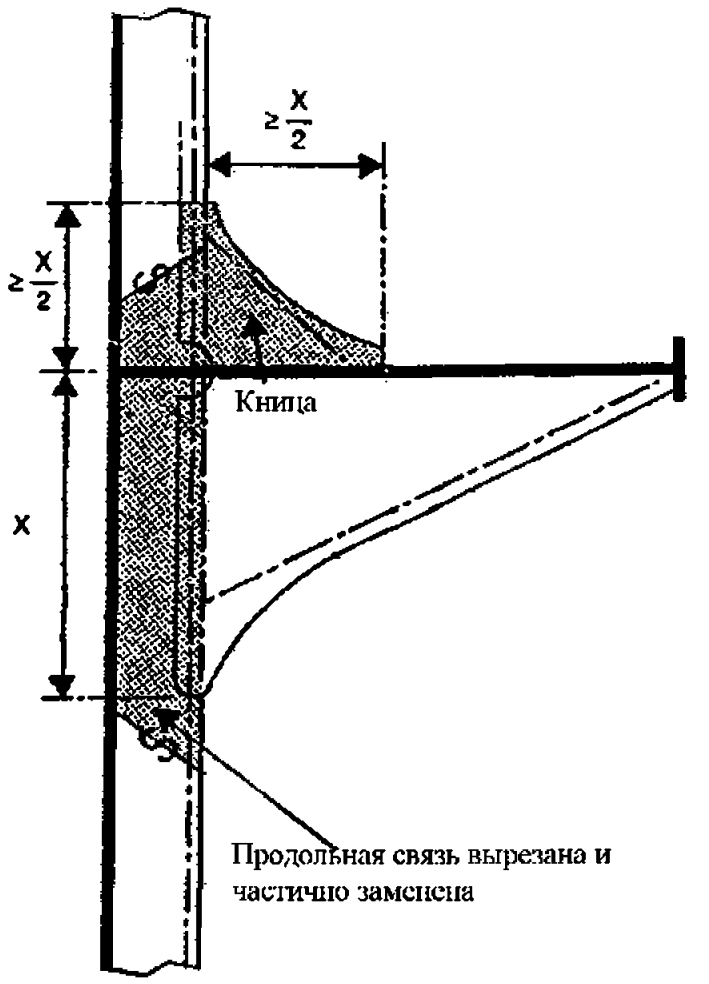


Схема ремонта



Возможная причина повреждения
Конструктивные недостатки.

Замечания по ремонту
Имеющие трещины рамные шпангоуты и ребра жесткости следует, как правило, вырезать и частично заменить. Мелкие трещины могут быть отремонтированы сваркой после установления концов трещин методами неразрушающего контроля.

ТАНКЕРЫ	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
—	Соединение продольных балок с плоскими поперечными переборками	2

Повреждение	Трещины в продольной балке. Переборка имеет шельф

Схема повреждения

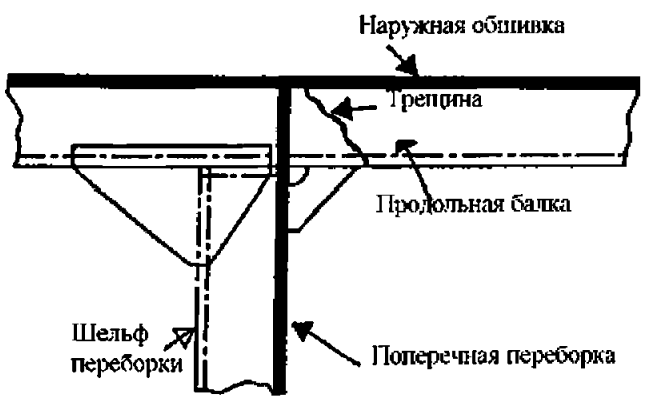
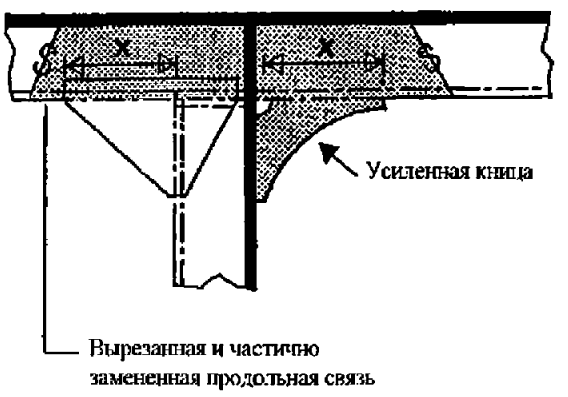


Схема ремонта

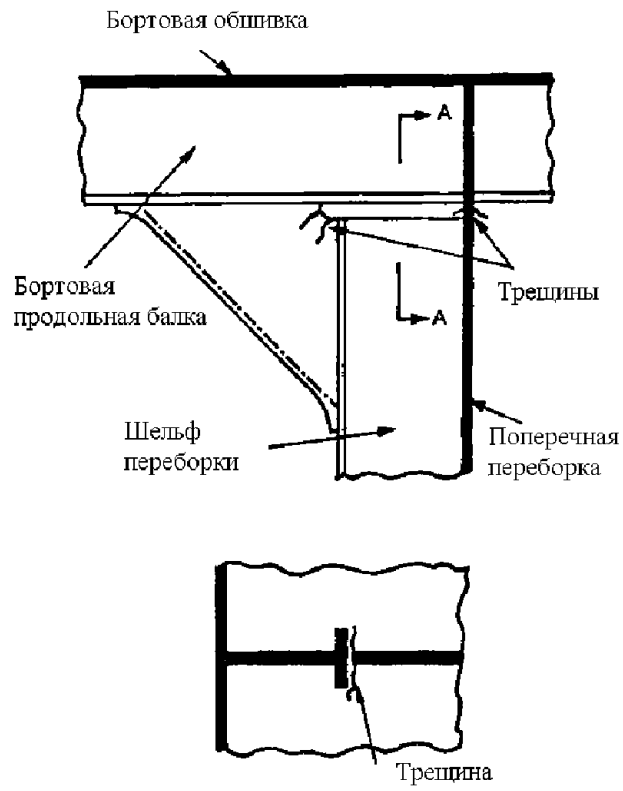


Возможная причина повреждения
Конструктивные недостатки.

Замечания по ремонту
1. Продольные связи, имеющие трещины, должны быть вырезаны и частично заменены. Может быть применена сварка в тех случаях, когда расположение максимального напряжения изменилось, вследствие установки дополнительной/большего размера кницы.
2. Опорные кницы должны быть совмещены с ребрами жесткости переборок.

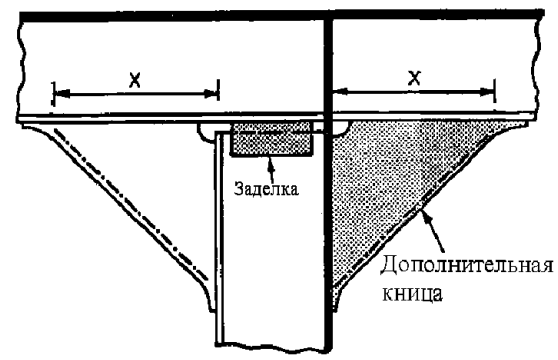
ТАНКЕРЫ	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	**Район грузового трюма**	**Пример №**
—	Соединение продольных балок с плоскими поперечными переборками	3
Повреждение	Трещины в кницах переборок у бортовой обшивки. Переборка имеет шельф	

Схема повреждения



ВИД А - А

Схема ремонта



Трещина в переборке заварена, а кница с трещиной заменена

Возможная причина повреждения
Конструктивные недостатки.

Замечания по ремонту
Опорные кницы должны быть совмещены с ребрами жесткости переборок.

ТАНКЕРЫ	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
—	Соединение продольных балок с плоскими поперечными переборками	4

Повреждение	Трещины в продольных балках бортовой обшивки у носовой поперечной переборки

Схема повреждения

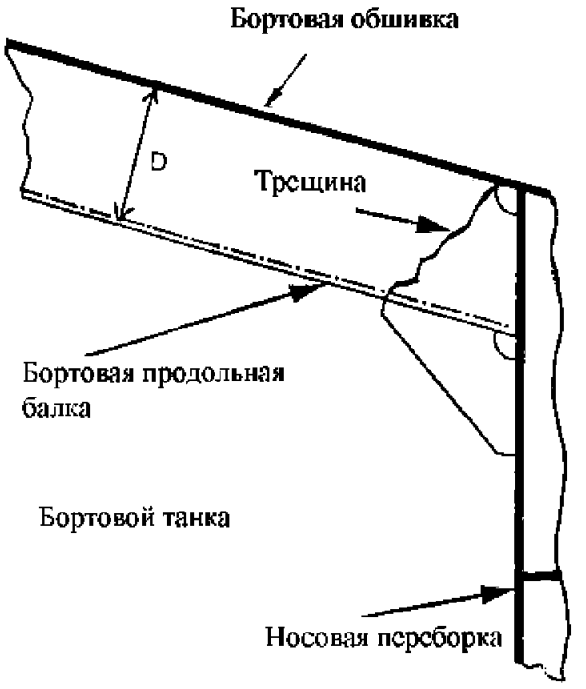
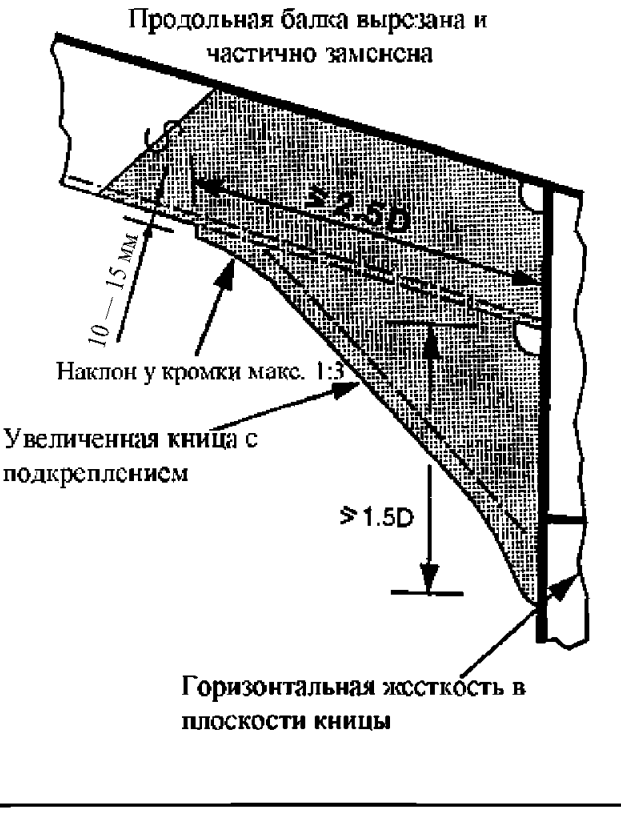


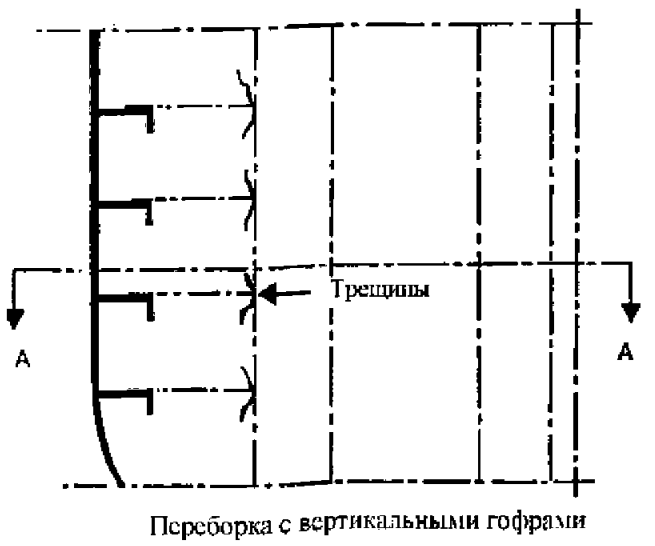
Схема ремонта



Возможная причина повреждения	**Замечания по ремонту**
Конструктивные недостатки.	Опорные кницы и ребра жесткости должны быть в одной плоскости.

ТАНКЕРЫ	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
—	Соединение продольных балок с гофрированными поперечными переборками	5
Повреждение	Трещины в переборках у концов ребер жесткости. Переборка с вертикальными гофрами	

Схема повреждения

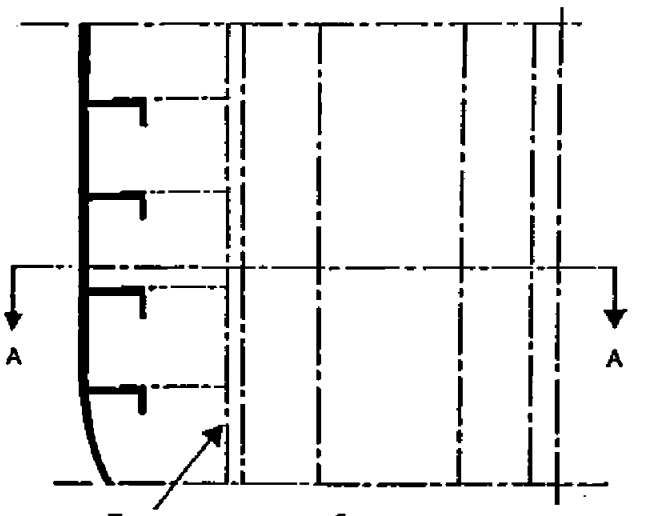


Переборка с вертикальными гофрами

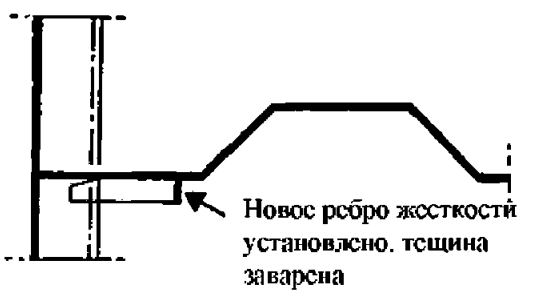


ВИД А-А

Схема ремонта



Дополнительное ребро жесткости



ВИД А-А

Возможная причина повреждения
Конструктивные недостатки.

Замечания по ремонту
Трещина должна быть заварена, а затем проконтролирована неразрушающим контролем. В случае наличия нескольких трещин переборка должна быть частично заменена.

ТАНКЕРЫ	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
—	Соединение продольных балок с гофрированными поперечными переборками	6
Повреждение	Трещины в переборках в местах прохода бортовых продольных балок. Переборка с горизонтальными гофрами	

Схема повреждения

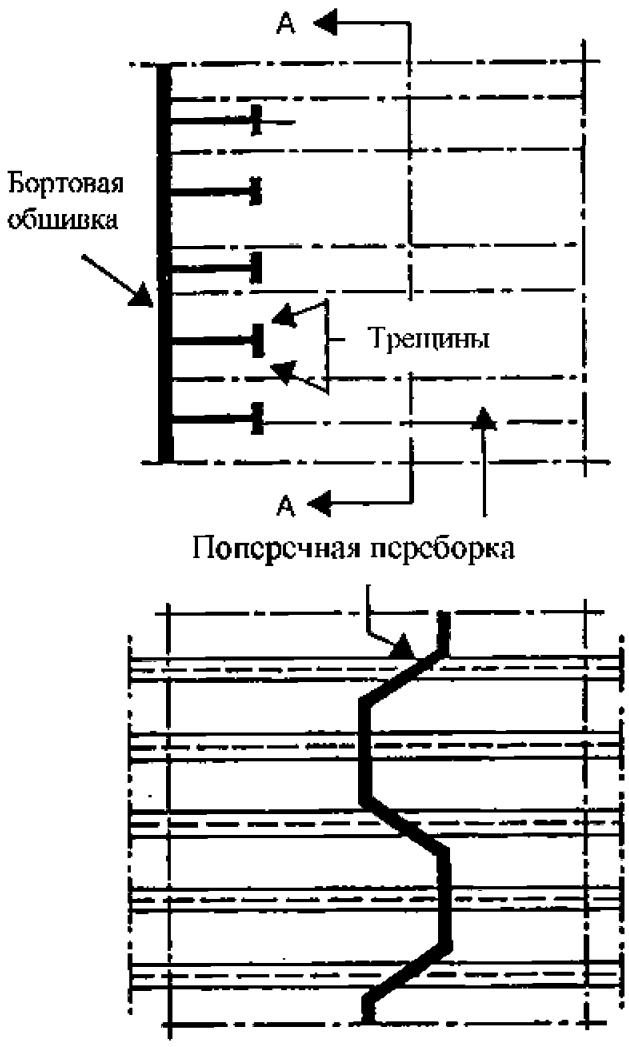
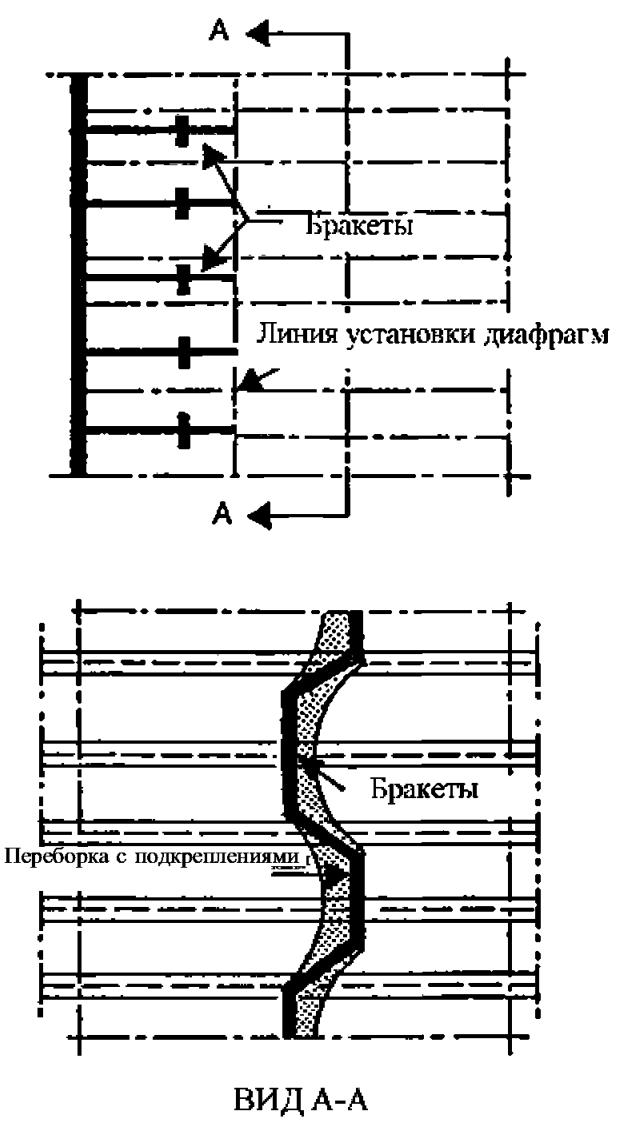


Схема ремонта



Возможная причина повреждения

1. Конструктивные недостатки.
2. Большой шаг горизонтального гофра.

Замечания по ремонту

Трещина должна быть заварена, а затем проконтролирована неразрушающим контролем. В случае наличия нескольких трещин переборка должна быть частично заменена.

ТАНКЕРЫ	Рекомендации для осмотров, оценки и ремонта корпусных конструкций	
Часть 1	Район грузового трюма	**Пример №**
—	Облегчающие вырезы в основных рамных связях корпуса и отбойных переборках	7
Повреждение	Трещины в районах вырезов в стрингерах	

Схема повреждения

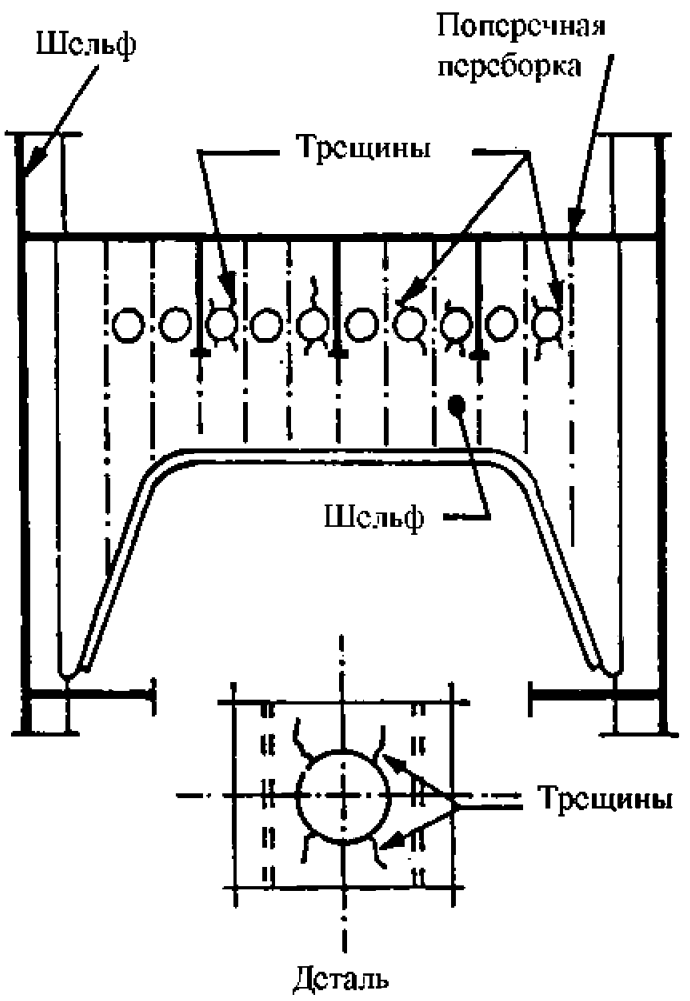
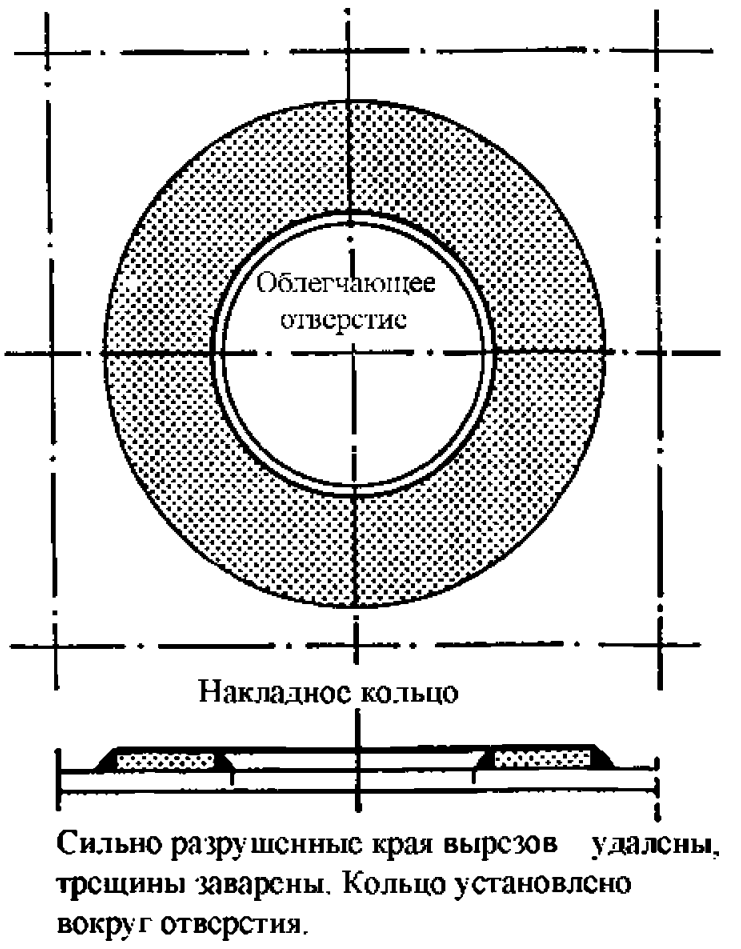


Схема ремонта



Сильно разрушенные края вырезов удалены, трещины заварены. Кольцо установлено вокруг отверстия.

Возможная причина повреждения

1. Конструктивные недостатки.
2. Коррозионный износ кромок.

Замечания по ремонту

1. В общем случае обшивка в районе трещин должна быть вырезана и заменена. В случае, если трещины небольшие, допускается удаление металла с коррозией и установка накладного кольца.
2. Если установлено дополнительное кольцо, любые острые края вокруг отверстия должны быть удалены. Внутренний радиус накладного кольца должен быть на 10 мм больше радиуса отверстия, чтобы обеспечить надлежащие параметры углового шва.
3. Минимальное расстояние между параллельными кольцевыми швами должен быть не менее 50 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА РЕМОНТОМ ЭЛЕМЕНТОВ РУЛЕВЫХ УСТРОЙСТВ

1 ТИПЫ РУЛЕВЫХ УСТРОЙСТВ *

1.1 Полубалансирные полуподвесные рули.

В рулевом устройстве (рис. 1.1-1) с одним штырем, профилированным полубалансирным рулем и приводом от электрогидравлической рулевой машины баллер и штырь соединены с пером руля с помощью конических соединений (см. узел I). Штырь, ганки штыря и баллера надежно фиксируют приварными стопорами.

С двух сторон обоих оснований конусов баллера и штыря установлены резиновые уплотнения. Баллер и штырь в районе опор защищены облицовками из коррозионностойкой стали.

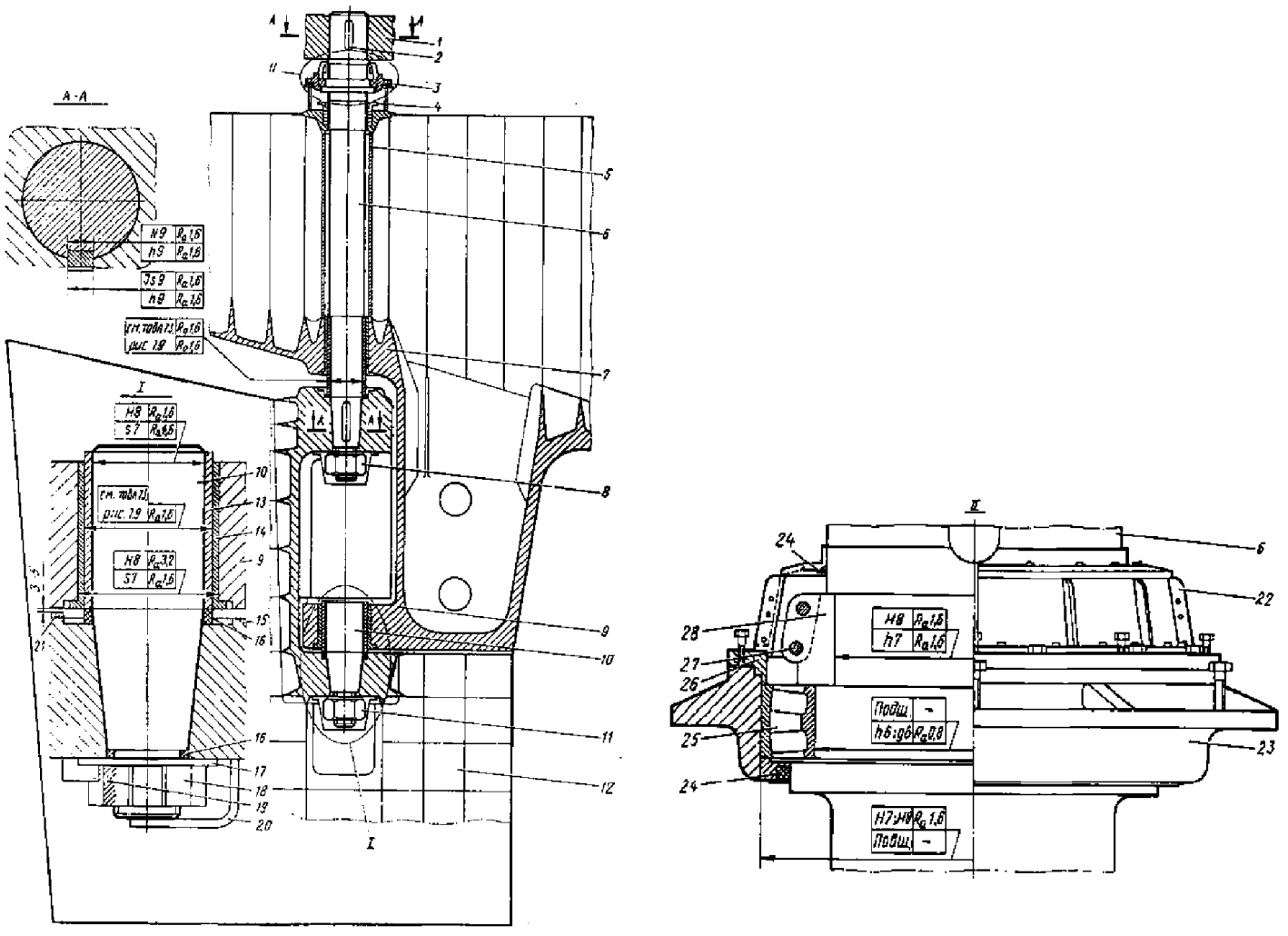


Рис. 1.1-1 Руль полубалансирный (с одним штырем):
1 — румпель; 2 — шпонка; 3 — верхний подшипник баллера 6; 4 — сальниковое уплотнение баллера; 5 — гельмпортовая труба; 6 — баллер, 7, 9 — кронштейн и петля ахтерштевня; 8 — гайка баллера; 10 — штырь с облицовкой 13; 11, 14 — гайка и втулка штыря; 12 — перо руля; 15 — отливка пера руля; 16 — уплотнения; 17— шайба; 18 — гайка со стопором; 19, 20 — стопоры гайки и штыря; 21— ограничитель подъема пера руля; 22, 23 — крышка и корпус подшипника; 24 — уплотнения; 25 — радиальный сферический двухрядный роликовый подшипник; 26 — упорное кольцо; 27 — болт; 28 — упорный гребень

* Использованы материалы Справочника судоремонтника-корпусника под ред. А. Д. Юнитера, изд. 4-е, М.: Транспорт, 1991, 320 с.

В конструкции предусмотрено два подшипника баллера: (узел II) верхний радиальный сферический двухрядный роликоподшипник установлен в румпельном отделении на самостоятельном фундаменте, нижний — бронзовая втулка запрессована в кронштейн ахтерштевня.

В рулевых устройствах полуподвесного типа часто баллер устанавливают на двух подшипниках скольжения — бронзовых втулках, запрессованных в гельпортовую трубу (рис. 1.1-2). В этом случае в румпельном отделении для восприятия массы подвижных составных частей рулевого устройства устанавливают, как правило, в отдельном корпусе упорный однорядный (реже двухрядный) шарикоподшипник.

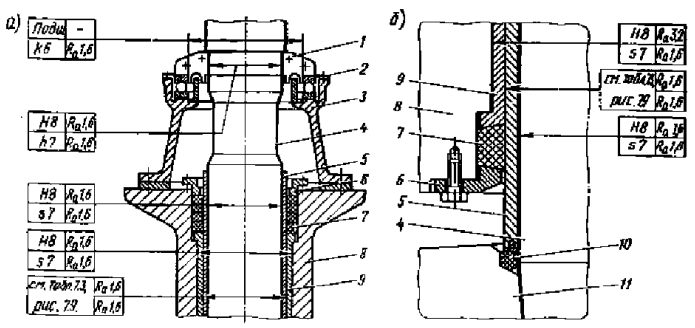


Рис. 1.1-2 Верхний (а) и нижний (б) гельмпортовые подшипники баллера:
1 — упорный гребень;
2 — шарикоподшипник упорный однорядный;
3 — корпус упорного подшипника; 4 — баллер;
5 — облицовка баллера; 6 — нажимной сальник;
7 — набивка; 8,9 — гельмпортовые труба и втулка;
10 — уплотнение баллера; 11 — отливка пера руля

При таком варианте конструкции предусматривается ограничитель подъема руля вверх, устанавливаемый на пере руля (см. рис. 1.1-1, узел I).

В рулевом устройстве (рис. 1.1-3) в подшипниках пера руля используют набор планок из бакаута либо другого антифрикционного неметаллического материала или капролоновые втулки; в случае значительного давления используют бронзу.

На съемном рудерпосте в районе опор установлены бронзовые или из коррозионностойкой стали облицовки. Съемный рудерпост соединен с ахтерштевнем вверху с помощью фланцевого, а внизу — конического соединения. Баллер с пером руля соединен при помощи фланцев (рис. 1.1-4). Конус рудерпоста уплотнен с обеих сторон резиновыми кольцами, гайка надежно стопорится.

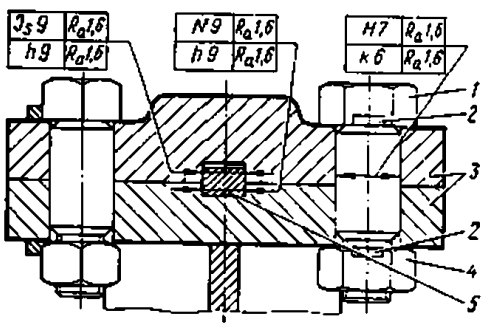


Рис. 1.1-4 Фланцевое соединение баллера или съемного рудерпоста:
1 — болт; 2 — стопоры; 3 — фланцы;
4 — гайка; 5 — шпонка

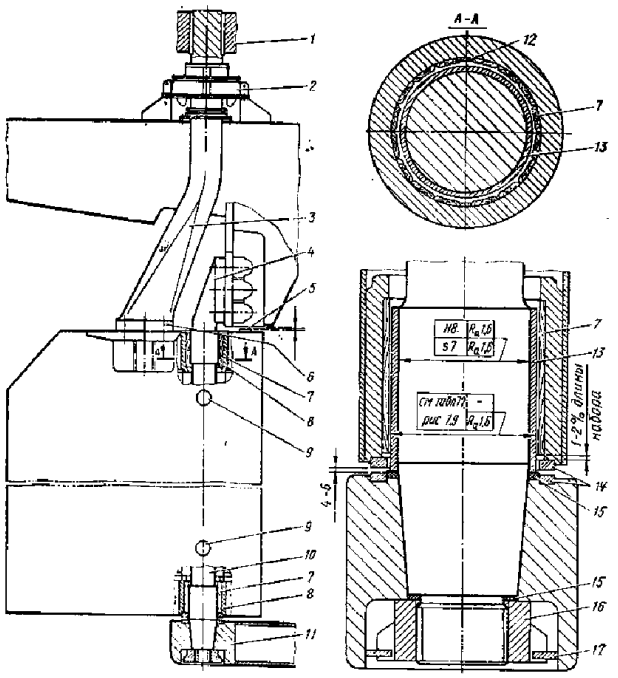


Рис. 1.1-3 Рулевое устройство со съемным рудерпостом:
1 — румпель: 2 — подшипник баллера; 3 — баллер; 4, 6 — болты фланцев съемного рудерпоста и пера руля:
5 — ограничитель подъема пера руля; 7 — наборы подшипников пера руля; 8 — отливки пера руля: 9 — крышки для осмотров;
10 — съемный рудерпост; 11 — пятка ахтерштевня; 12 — упорная планка; 13 — облицовка съемного рудерпоста;
14 — упорные кольца; 15 —уплотнения конуса; 16 — гайка съемного рудерпоста; 17 — стопор

В румпельном отделении установлен опорно-упорный подшипник баллера (рис. 1.1-5), в котором для восприятия веса подвижных составных частей используют стальной либо чугунный упорный гребень и упорное бронзовое кольцо, а в качестве опоры — бронзовую втулку. Предусмотрен ограничитель подъема руля вверх, установленный на пере руля.

Для восприятия веса подвижных составных частей в случае выхода из строя упорного подшипника либо при чрезмерной просадке руля в районе пятки ахтерштевня установлены упорные кольца.

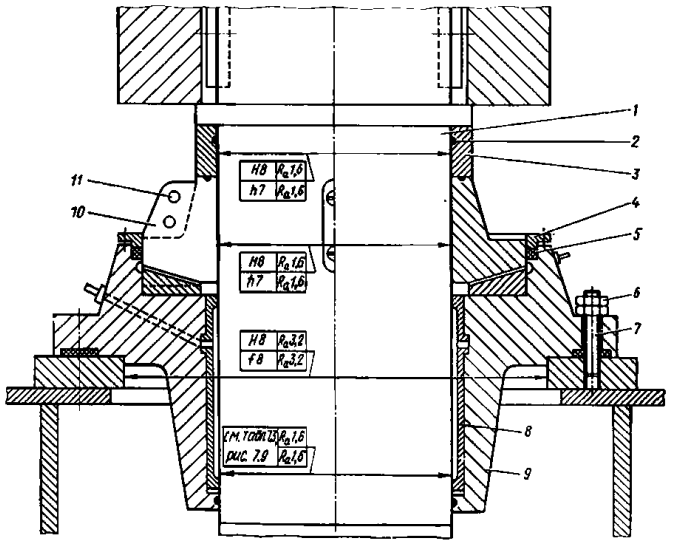


Рис. 1.1-5 Опорно-упорный подшипник баллера:
1 — баллер; 2 — уплотнение; 3 — проставочное кольцо;
4 — крышка сальника; 5 — набивка; 6 — гайка; 7 — шпилька;
8 — втулка; 9 — корпус подшипника; 10 — упорный гребень;
11 — болт

В конструкциях пера руля предусмотрены съемные крышки для доступа к подшипникам пера руля при доковых осмотрах.

У некоторых рулей полуподвесного типа штыри имеют цилиндрическую направляющую (рис. 1.1-6),

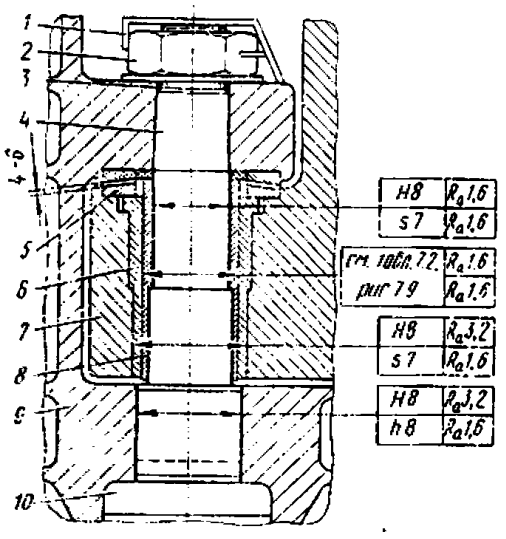
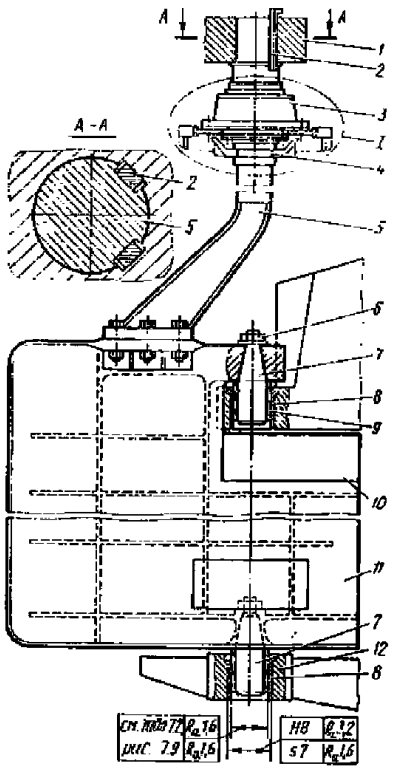


Рис. 1.1-6 Штырь с цилиндрической направляющей втулкой:
1— стопор штыря и гайки; 2,6,10 — гайка, втулка и стопор штыря;
3 — уплотнения штыря; 4 — штырь; 5 — упорные кольца;
7 — петля ахтерштевня; 8 — облицовка штыря:
9 — отливка пера руля

что исключает консольное их закрепление. В таких конструкциях для восприятия веса подвижных деталей в случае выхода из строя упорного подшипника баллера или при чрезмерной просадке руля устанавливают упорные кольца.

Навесные рули. В рулевом устройстве навесного типа с двумя штырями и приводом от электрогидравлической рулевой машины (рис. 1.1-7) в конические отверстия отливок пера руля установлены штыри с облицовками из коррозионностойкой стали. В качестве подшипников штырей используют бронзовые втулки, запрессованные в петли ахтерштевня; штыри и гайки штырей надежно стопорятся; с двух сторон обоих оснований конусов штырей установлены резиновые уплотнения. В рулевом устройстве



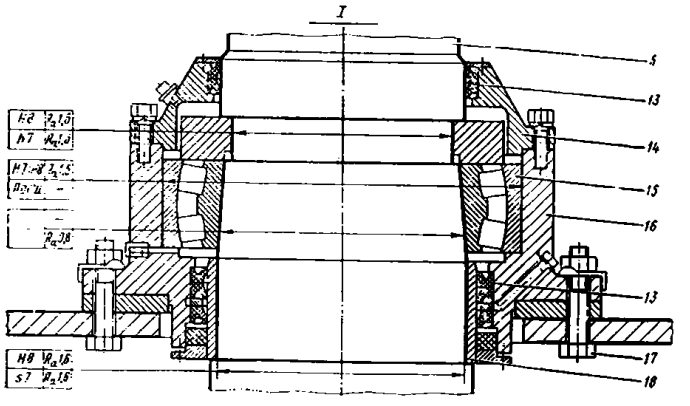


Рис. 1.1-7 Руль навесного типа:
1 — румпель; 2 — клиновая шпонка; 3 — подшипник баллера;
4 — ограничитель подъема пера руля; 5 — баллер;
6,8 — гайка и втулки штыря; 7 — штыри; 9 — облицовки штырей;
10, 11 — перо руля; 12 — пятка ахтерштевня; 13 — манжеты;
14,16 — крышка и корпус подшипника; 15 — радиальный
сферический двухрядный подшипник; 17 — болт;
18 — облицовка баллера

предусмотрен один подшипник баллера (см. рис. 1.1-7, узел I).

Рули с поворотной насадкой. В конструкциях рулей с поворотной насадкой для баллера и поворотной насадки применено коническое или фланцевое соединение; подшипники баллера и штырей, а также другие конструктивные элементы аналогичны рассмотренным в других рулях.

2 МАТЕРИАЛЫ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ РУЛЕВОГО УСТРОЙСТВА

2.1 Перо руля представляет собой сварную конструкцию обтекаемой формы, состоящую из обшивки (подкрепленной изнутри горизонтальными ребрами и вертикальными диафрагмами), отливок (поковок) в виде фланцев или ступиц для соединения с баллером, петель для установки штырей или втулок штырей (набора подшипников штырей). Аналогичные элементы содержит конструкция поворотной насадки.

Баллер изготавливают обычно из стальной поковки прямой или изогнутой формы (с фланцем). На баллере имеются шейки подшипников, а также шейка для крепления румпеля, сектора или ротора роторно-лопастной машины. Нижнюю часть баллера крепят к перу руля или поворотной насадке при помощи фланцевого либо конического соединения со шпонкой.

Шейки баллера, соприкасающиеся с водой (нижнюю, а иногда и верхнюю), защищают от коррозии облицовками (рубашками) из коррозионностойкой стали; иногда коррозионностойкая сталь наплавлена на шейки баллера. Толщина облицовки зависит от диаметра шейки баллера. Допустимая наименьшая толщина облицовки, независимо от диаметра баллера, 10 мм.

Для изготовления штырей применяют поковки из углеродистых сталей марок 25, 30, 35, 40, 45 либо легированных сталей марок 40Х, 40ХН 38ХВЛ, 38Х2Н2ВА.

Съемный рудерпост представляет собой стальную поковку, в верхней части которой находится фланец для присоединения к фланцу ахтерштевня, а в нижней — конус для закрепления в пятке ахтерштевня. В качестве материала для изготовления съемного рудерпоста применяют углеродистые стали марок 25, 30, 35, 40, 45, для облицовок — те же материалы, что и для облицовок штырей

В верхних опорных подшипниках баллера часто используют радиальные сферические двухрядные роликоподшипники, упорные однорядные шарикоподшипники (см. рис. 1.1-2, *а*) и двухрядные упорные шарикоподшипники.

Опорные втулки верхних и нижних подшипников баллера (см. рис. 1.1-2, *а, б*) изготовляют из бронзы. В нижних подшипниках баллера, кроме бронзы, используют неметаллические материалы.

Упорные кольца опорно-упорных подшипников баллеров изготовляют из бронзы таких же марок, как и опорные втулки.

Упорные кольца для восприятия веса подвижных составных частей при выходе из строя упорного подшипника либо при чрезмерной просадке руля типа «Симплекс», а также кольца в штырях с цилиндрической направляющей (см. рис. 1.1-6) изготавливают из сталей марок I2XI8H9T, 08XI8H9T, 20Х13, 30Х13 или из бронзы.

Неподвижные части рулевых устройств (петли, пятки, кронштейны, фланцы ахтерштевней и гельмпортовые трубы или верхние и нижние отливки гельмпортовых труб) обычно изготовляют из стальных отливок марок 20Л, 25Л, 30Л и др.

В качестве уплотнения для конусов штырей, баллеров, съемных рудерпостов применяют шнур резиновый либо листовую резину с условием обеспечения работы в морской воде.

Манжеты изготовляют из резины повышенной маслобензостойкости и твердости, а при необходимости — и с условием обеспечения работы в морской воде.

Крепежные детали, шпонки (болты и гайки фланцевых соединений пера руля, баллера, съемного рудерпоста, штыря, шпонки баллера, пера руля и съемного рудерпоста) изготовляют из поковок категорий прочности КП28, КП32, КП35, марок сталей 25, 30, 40, 45, 35Х, 40Х, ВСт5сп.

3 ПОСАДКИ (ЗАЗОРЫ И НАТЯГИ) В ОСНОВНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ РУЛЕВОГО УСТРОЙСТВА

3.1 Общие сведения.

На рис. 1.1-1 — 1.1-6 приведены рекомендации по назначению посадок, а также шероховатости поверхностей сопрягаемых деталей в соединениях рулевых устройств.

Рулевые устройства ремонтируют с восстановлением (наплавкой или другим способом), заменой одной или двух сопрягаемых деталей либо без восстановления или замены деталей (обтачивание или калибрование рабочих шеек баллеров, съемных рудерпостов и штырей, наплавка и зачистка отдельных язвин на рабочих шейках, замена отдельных поврежденных планок набора и т.п.).

При восстановлении или замене одной-двух сопрягаемых деталей должны быть обеспечены установочные (т.е. построечные) посадки (зазоры и натяги) в соединениях. При ремонте без восстановления или замены сопрягаемых деталей зазоры в соединениях должны быть такими, чтобы в период эксплуатации судна до следующего ремонта они не

Таблица 3.1

Натяги в соединении капролоновой втулки в подшипниках пера руля и поворотной насадки (размеры указаны в миллиметрах)

Наружный диаметр втулки	Натяг	Наружный диаметр втулки	Натяг
30 — 60	0,1 — 0,15	400 — 500	0,75 — 0,95
60 — 100	0,15 — 0,25	500 — 600	0,95 — 1,2
100 — 150	0,25 — 0,35	600 — 700	1,2 — 1,4
150 — 200	0,35 — 0,45	700 — 800	1,4 — 1,6
200 — 300	0,45 — 0,6	800 — 900	1,6 — 1,7
300 — 400	0,6 — 0,75	900 — 1060	1,7 —1 ,8

Примечание. Натяги приведены для расчетной (нормальной) температуры (20°С). Приведенные значения натягов следует устанавливать также в нижних подшипниках баллера, смачиваемых водой.

превысили предельно допустимых значений. Обоснование возможности оставления зазора без ремонта должно быть представлено судовладельцем и согласовано с Регистром.

Предельно допустимыми в эксплуатации зазорами считают такие, при которых не может быть гарантирована надежная эксплуатация рулевого устройства.

При ремонте необходимо учитывать следующие требования:

при установке капролоновых втулок подшипников пера руля, поворотной насадки и втулок нижних подшипников баллера, смачиваемых водой, должна быть обеспечена посадка, близкая к H7/*s*7, с учетом возможного изменения наружного диаметра втулки в связи с отличием эксплуатационной температуры подшипников (5 °С) от расчетной (20 °С). Натяги в соединениях с учетом этого фактора приведены в табл. 3.1;

капролоновые втулки подшипников должны быть надежно застопорены от проворота и осевого смещения с помощью упорных планок (см. рис. 1.1-3) и винтов либо других средств, согласованных с Регистром.

3.2 Зазоры в подшипниках.

Зазоры, предельно допустимые в эксплуатации. Основным критерием при определении предельно допустимых зазоров явилось обобщение данных по фактическим наибольшим зазорам в подшипниках рулевых устройств большого числа судов, которые надежно эксплуатировались без повреждений. С учетом этого можно рекомендовать следующее: предельно допустимые при эксплуатации зазоры в подшипниках баллера, пера руля и поворотной насадки не должны превышать 4 — 5 средних установочных зазоров в бронзовых подшипниках (рис. 3.2 и табл. 3.2-1 и 3.2-2).

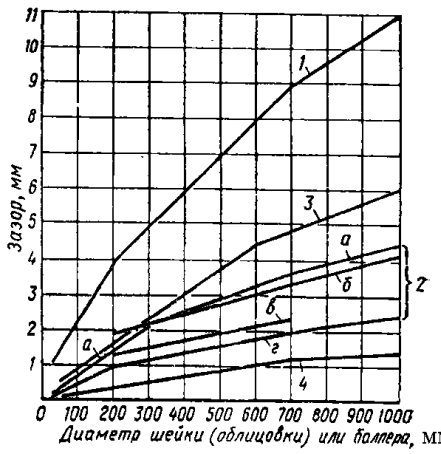


Рис. 3.2 График для определения зазоров в подшипниках пера руля (поворотной насадки) и баллера:
1 — предельно допустимого в подшипниках пера руля при эксплуатации; 2 — установочных в подшипниках пера руля с капролоновыми втулками (а), с текстолитовым ПТК-С набором (б), с набором бакаутовым и из древесно-слоистых пластиков (в) с бронзовыми втулками (г); 3 — предельно допустимого в подшипниках баллера при эксплуатации; 4 — установочного в подшипниках баллера

Таблица 3.2-1

Зазоры в подшипниках пера руля и поворотной насадки (размеры указаны в миллиметрах)

Диаметр шейки (облицовки)	Установочные зазоры в подшипниках				Предельно допустимый в эксплуатации зазор
	из бронзы	из бакаута и ДСП	из тестолита/ПТК-С	с капролоновыми втулками	
30 — 60	0,1 — 0,2	—	—	0,3 — 0,5 (b = 6)	1,1 — 1,7
60 — 100	0,2 — 0,4	—	—	0,5 — 0,8 (b =6)	1,7 — 2,4
100 — 150	0,4 — 0,7	—	—	0,8 — 1,2 (b = 8)	2,4 — 3,1
150 — 200	0,7 — 1	—	—	1,2 — 1,5 (b = 10)	3,1 — 4
200 — 300	1 — 1,2	1,3 — 1,5	1,9 — 2,2 (b = 20)	1,9 — 2,2 (b = 12)	4 — 5
300 — 400	1,2 — 1,4	1,5 — 1,7	2,2 — 2,5 (b = 22)	2,2 — 2,5 (b =15)	5 — 6
400 — 500	1,4 — 1,6	1,7 — 1,9	2,5 — 2,8 (b = 24)	2,5 — 2,9 (b =17)	6 — 7
500 — 600	1,6 — 1,8	1,9 — 2,1	2,8 — 3,1 (b = 26)	2,9 — 3,3 (b = 20)	7 — 8
600 — 700	1,8 — 2	2,1 — 2,3	3,1 — 3,4 (b = 28)	3,3 — 3,6 (b = 22)	8 — 9
700 — 800	2 — 2,1	—	3,4 — 3,7 (b = 28)	3,6 — 3,9 (b = 22)	9 — 9,5
800 — 900	2,1 — 2,2	—	3,7 — 3,9 (b = 30)	3,9 — 4,2 (b = 24)	9,5 — 10
900 — 1000	2,2 — 2,4	—	3,9 — 4,1 (b = 32)	4,2 — 4,5 (b = 26)	10 — 11

Примечания: 1. Зазоры для подшипников с капролоновыми втулками приведены для расчетной (нормальной) температуры (20°С).
2. b — номинальная толщина планки набора или втулки.

Таблица 3.2-2

Зазоры в подшипниках баллера (размеры указаны в миллиметрах)

Диаметр шейки (облицовки)	Зазор		Диаметр шейки (облицовки)	Зазор	
	установочный	предельно допустимый в эксплуатации		установочный	предельно допустимый в эксплуатации
До 50	0,1 — 0,15	0,3 — 0,5	500 — 600	0,8 — 0,9	3,7 — 4,5
50 — 100	0,15 — 0,25	0,5 — 0,8	600 — 700	0,9 — 1,0	4,5 — 4,8
100 — 200	0,25 — 0,4	0,8 — 1,6	700 — 800	1,0 — 1,1	4,8 — 5,2
200 — 300	0,4 — 0,5	1,6 — 2,3	800 — 900	1,1 — 1,2	5,2 — 5,6
300 — 400	0,5 — 0,6	2,3 — 3,0	900 — 1000	1,2 — 1,3	5,6 — 6,0
400 — 500	0,6 — 0,8	3,0 — 3,7			

Примечания. 1 В таблице приведены зазоры для верхних бронзовых подшипников баллера, смазываемых маслом и устанавливаемых на отдельных фундаментах (см. например, рис. 1.1-3 и 1.1-5). В верхнем гельмпортовом бронзовом подшипнике зазор должен быть увеличен примерно на 15 — 20% по сравнению с приведенным в табл. 3.2-2, в нижнем гельмпортовом или установленном в кронштейне подшипнике баллера — на 40 — 50%. В подшипниках баллера в корпусах рулевых машин роторно-лопастного типа установочные зазоры назначают по данным предприятий — изготовителей машин либо в соответствии с рекомендуемой посадкой.

2. В нижних подшипниках баллера, смачиваемых водой, с набором планок из неметаллических материалов или капролоновых втулок зазоры определяют с учетом требований, приведенных для подшипников пера руля и поворотной насадки, приняв в качестве исходных зазоры в бронзовых подшипниках баллера.

3. При определении зазоров в верхних подшипниках баллера с капролоновыми втулками набуханием капролона (при масляном смазывании) можно пренебречь; должно быть учтено возможное изменение зазора в связи с отличием эксплуатационной температуры от расчетной.

Зазоры могут быть одинаковыми независимо от материала подшипника, они могут быть изменены для судов отдельных серий при наличии достаточных данных по эксплуатации, подтверждающих возможность и необходимость такого изменения.

Зазоры, допустимые после ремонта. Эти зазоры назначают с учетом сведений по скорости нарастания их значений в подшипниках судов конкретных серий и периодичности докования. Приближенно зазор может быть определен как сумма установочного зазора в бронзовом подшипнике и 2/3 разности предельно допустимого при эксплуатации и установочного зазоров в бронзовом подшипнике.

4 ДЕФЕКТАЦИЯ И РЕМОНТ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ РУЛЕВОГО УСТРОЙСТВА

4.1 Обшивка.

Характерными дефектами обшивки являются: износ листов и сварных швов в результате коррозии и эрозии, трещины по сварным швам и целому металлу, вмятины, гофры.

При осмотре пера руля особое внимание следует обращать на места концентрации напряжений (пробочные швы, переходы сечений, углы вырезов и т.п.), где возможно образование трещин. Интенсивному эрозионному разрушению подвержены стыковые швы обшивки пера руля, расположенные непосредственно в районе действия гребного винта.

В соответствии с требованиями Регистра общий износ листов обшивки пера руля не должен превышать 25% строительной толщины; при большем износе листы заменяют. Кроме того, подлежат замене участки обшивки в местах глубоких вмятин, бухтин и других деформаций.

Трещины на пробочных швах (рис. 4.1-1, *а, б*) удаляют путем их вырубки, расширения, а в необходимых случаях — путем удлинения прорези и последующей заварки. При расположении трещин на перемычках, пробочных швах и обшивке эти участки обшивки заменяют. Единичные трещины на перемычке в виде исключения допускается разделывать и заваривать.

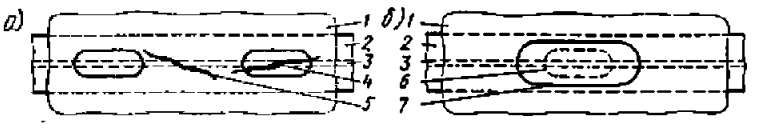


Рис. 4.1-1 Расположение трещин (*а*) и их устранение (*б*) на пробочном шве:
1 — лист обшивки, 2 — полоса; 3 — ребро;
4, 5 — трещины на перемычке и пробочном шве;
6,7 — контуры прежнего и нового шлицев

Вследствие конструктивных недостатков в процессе эксплуатации иногда возникают трещины в обшивке пера руля в районе отливок, поковок (петель) вследствие недостаточной толщины обшивки и концентрации напряжений в местах резкого перехода сечений пера руля. При ремонте конструкции подкрепляют установкой вварного утолщенного листа. Основные операции технологического процесса установки такого листа обшивки можно проследить на примере, приведенном на рис. 4.1-2 и в Приложении 10.

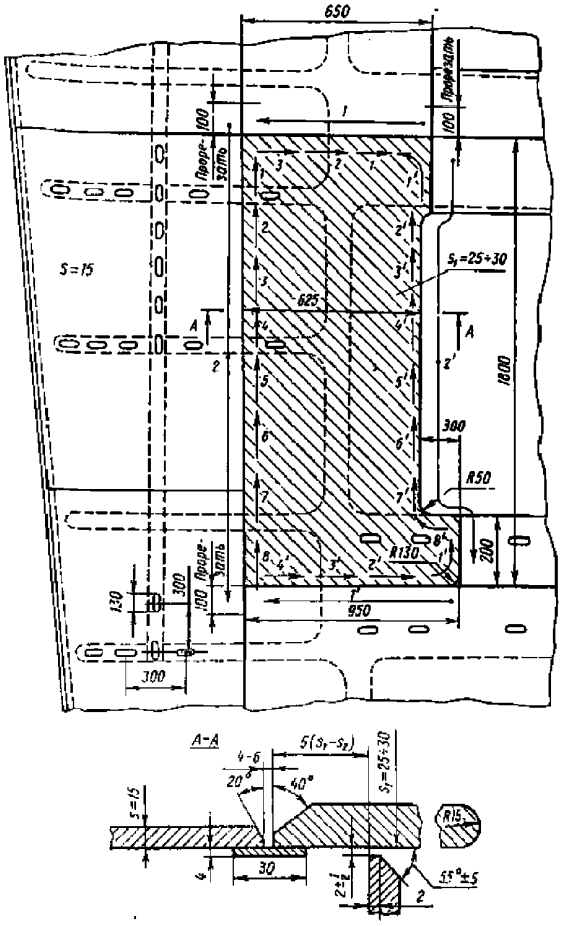


Рис. 4.1-2 Установка усиленного листа обшивки пера руля

Пустотелые рули испытывают на непроницаемость в соответствии с Правилами Регистра наливом воды с напором или испытанием воздухом с избыточным давлением.

Аналогичные требования предъявляют к ремонту и испытаниям обшивки поворотных насадок.

4.2 Фланец.

На присоединительной поверхности фланца места, разрушенные коррозией, достаточно только зачистить, если они рассредоточены и суммарная площадь зачистки не превышает 25% общей площади. При повреждениях на большей площади необходимо выполнить фрезерование (обтачивание), при этом утонение фланца не должно превышать 10% построечной толщины.

После чистовой обработки присоединительной плоскости фланца шероховатость поверхности должна быть R_a = 1,6 — 2,5 мкм, допускается вогнутость не более 0,03 — 0,07 мм (в зависимости от размера фланца). Однако присоединительную плоскость, как правило, пригоняют, проверяя на краску. Точность пригонки 1 — 2 пятна на квадрат 25 × 25 мм.

Окончательно проверяют качество обработки или пригонки после обжатия присоединительных плоскостей фланцев пера руля и баллера. Щуп толщиной 0,05 мм может проходить только на отдельных участках (общей длиной не более 25% периметра фланца) на глубину не более 15 мм.

Разрушенные коррозией места шпоночного паза фланца достаточно только зачистить, если их суммарная площадь не превышает 15% поверхности паза. Аналогично требование к отдельным участкам паза со смятием поверхности. При большем дефекте боковые поверхности шпоночного паза необходимо фрезеровать. Увеличение ширины паза не должно превышать 10% его номинального размера. При необходимости может быть применена заварка отдельных участков или всей поверхности паза.

В соединении «баллер — перо руля» по согласованию с Регистром допускается установка ступенчатой шпонки.

Коррозионные разрушения, риски, задиры на поверхностях под соединительные болты устраняют зачисткой либо растачиванием (развертыванием). Суммарная площадь зачищенных мест не должна превышать 25% общей поверхности; шероховатость поверхности R_a = 1,6 — 4 — 2,5 мкм. Эти требования относятся к отверстиям, где установлены болты из-под развертки (призонные), т.е. это все отверстия в бесшпоночном фланцевом соединении. Не менее двух призонных болтов должно быть в соединении, когда имеется шпонка.

Почти все указанные требования выполнять нет необходимости, когда фланцевое соединение собирают, а соединительные болты устанавливают с помощью полимерных клеев.

При растачивании конических либо цилиндрических поверхностей отливок (поковок) пера руля, а также при обработке присоединительной поверхности фланца необходимо учитывать, что отверстия в пере руля (под штыри, баллер, втулки или набор подшипников) должны быть соосны рабочим шейкам баллера. После сборки подвижных деталей рулевого устройства (пера руля в сборе с баллером и штырями) это отклонение от соосности не должно быть более 0,6 — 0,7 установочного зазора в подшипниках пера руля.

Отклонения от соосности подвижных деталей рулевого устройства устраняют несколькими традиционными способами: растачиванием либо наплавкой и растачиванием отверстий пера руля (под баллер, штыри, подшипники), фрезерованием фланцев баллера или пера руля, в необходимых случаях наплавкой и фрезерованием фланцев.

По согласованию с Регистром могут быть применены более простые и менее трудоемкие

способы: установка эксцентрично расточенных втулок (либо их набора) подшипников пера руля, установка штырей с эксцентричной цилиндрической поверхностью либо эксцентричной облицовкой.

Набор подшипников. Планки из бакаута устанавливают, как правило, с торцовым расположением волокон. Планки текстолитового набора и из ДСП устанавливают так, чтобы слои ткани были расположены по касательной к окружности расточки. При определении длины планок должен быть предусмотрен осевой зазор, компенсирующий набухание набора в продольном направлении; его принимают равным 1 — 2% общей длины планок, набранных в подшипнике.

Планки набора должны плотно прилегать друг к другу, а также к поверхностям расточек пера руля. Щуп толщиной 0,1 мм не должен проходить между соседними планками; допускается закусывание щупа, если глубина его проникновения не превышает половины высоты боковой плоскости планки. Плотность прилегания планок к поверхности расточек пера руля проверяют простукиванием набора легкими ударами молотка массой 150 — 200 г; допускается неплотность прилегания не более 30% поверхности планки. Забойные планки устанавливают с натягом 0,2 — 0,25 мм.

Допустимое отклонение от соосности расточек набора подшипников пера руля и рабочих шеек баллера то же, что и рабочих поверхностей штырей и рабочих шеек баллера, т.е. 0,6 — 0,7 установочного зазора в подшипниках пера руля.

Приведенные требования применимы также для набора, выполненного из капролоновых планок или втулок. Капролоновые втулки могут быть набраны по длине подшипника из двух частей. Для стопорения их от проворота используют упорные планки набора или стопорные винты.

4.3 Баллер.

При скручивании на 5° и более баллер может быть допущен к работе при условии выполнения отжига и установки новых шпонок в соединении с румпелем (сектором). Режим термообработки баллера устанавливают в зависимости от марки стали баллера. Баллер подлежит замене при скручивании на 15° и более, а также при обнаружении трещин.

Посадку румпеля (сектора) на баллере восстанавливают наплавкой (по согласованному Регистром технологическому процессу) и обтачиванием шейки баллера либо обтачиванием шейки баллера и наплавкой и растачиванием румпеля (сектора).

Диаметр шейки баллера после обтачивания не должен быть менее расчетного по Правилам Регистра. Овальность и конусообразность шейки после обтачивания не должны превышать 0,01 — 0,03 мм. Отдельные риски, забоины, задиры допускается зачищать, места зачистки по площади не должны превышать 20% общей поверхности шейки, шероховатость поверхности Ra = 1,6 — 3,2 мкм.

Износ и коррозионные разрушения рабочих шеек баллера — дефекты, устранением которых приходится заниматься очень часто, особенно в тех случаях, когда шейки баллера не защищены облицовками либо наплавкой из коррозионностойкой стали. Рабочие шейки обтачивают или калибруют, овальность и конусообразность шеек не должны превышать 0,02 — 0,05 мм.

Наплавку производят по технологическому процессу, согласованному с Регистром (см. также Приложение 12). Из-за больших размеров баллера часто невозможна термообработка всего баллера, поэтому выполняют местную термообработку участка баллера в районе наплавленных рабочих шеек. Толщина слоя наплавки после окончательной обработки должна быть не менее 3 мм и не более 15 мм.

Облицовки делают из коррозионностойких сталей таких же марок, как и при изготовлении нового рулевого устройства; посадка облицовки на баллер также аналогична построечной. Толщина облицовки не должна, как правило, быть менее 10 мм.

Применяют также двухслойную облицовку из углеродистой стали, наплавленную коррозионностойкой сталью. В этом случае толщина облицовки (без слоя наплавки) также должна быть не менее 10 мм.

Нередки случаи коррозионных разрушений конической части баллера, сопрягаемой с пером руля. При незначительных повреждениях (сплошных в районе большого основания конуса на длине менее 10% длины конической поверхности и менее 25% общей площади) места разрушений могут быть только зачищены. При расположении дефектов на большей площади необходимо выполнять сборку конического соединения с помощью полимерных клеев либо наплавлять и обтачивать коническую поверхность баллера. После обтачивания образующая конуса должна быть прямолинейна (см. табл. 4.3).

Надежную защиту от коррозионных разрушений обеспечивает наплавка конической поверхности коррозионностойкой сталью.

Таблица 4.3

Точность прилегания конуса баллера

Длина конуса, мм	Длина окрашенной поверхности конуса (не менее), %	Длина конуса, мм	Длина окрашенной поверхности конуса (не менее),%
До 80	90	200 — 320	65
80 — 120	85	320 — 500	55
120 — 200	75	Более 500	50

4.4 Съемный рудерпост.

Износ, коррозионные и эрозионные разрушения облицовок съемного рудерпоста —характерные дефекты. Облицовки обтачивают либо заменяют. Толщина стальной облицовки после обтачивания должна быть не менее 10 мм, бронзовой — не менее 15 мм, овальность и конусообразность по наружному диаметру — не более 0,05 мм.

Наработки, задиры, риски на облицовках запиливают и зачищают, места зачистки (обнижений) не должны превышать 25% всей поверхности. Овальность и конусообразность рабочих поверхностей облицовок не должны быть более 1/3 зазора в подшипниках пера руля.

Коррозионные разрушения под облицовками устраняют обтачиванием поврежденных участков либо всей посадочной поверхности. Обтачивание части шейки допускают в тех случаях, когда общая площадь коррозионных разрушений незначительна (не более 15% всей поверхности шейки) и они расположены от торца облицовки на расстоянии не менее 30 — 50 мм.

Коррозионные разрушения нерабочих поверхностей съемного рудерпоста между рабочими шейками устраняют запиловкой и зачисткой (при местных разрушениях) либо обтачиванием (при сплошных разрушениях).

Места глубоких разрушений наплавляют. В случае невозможности термообработки съемного рудерпоста целиком допускается местная термообработка наплавленного участка.

Незначительные коррозионные разрушения на конической поверхности съемного рудерпоста — сплошные, расположенные в районе большого основания конуса на длине не более 10% длины конической поверхности и общей площадью не более 25%, достаточно только зачистить.

Способы устранения дефектов нарезной части съемного рудерпоста (срыва, смятия, коррозионного разрушения резьбы) аналогичны приведенным для резьбы баллера. Отличие в том, что наружный диаметр новой резьбы должен быть не менее 0,8 наименьшего диаметра конуса.

Места коррозионных разрушений на присоединительной плоскости фланца запиливают и зачищают, если их площадь не превышает 25% общей площади. При больших размерах дефекта фланцы собирают с помощью полимерных клеев либо фрезеруют (строгают) присоединительную плоскость, иногда после предварительной наплавки.

У съемных рудерпостов с цилиндрической присоединительной поверхностью возможны незначительные коррозионные разрушения поверхности. Места разрушений необходимо зачищать либо наплавлять и зачищать.

4.5 Штырь.

Износ и коррозионные разрушения рабочей поверхности — наиболее характерные дефекты штырей, у которых цилиндрическая поверхность не защищена облицовкой или наплавкой из коррозионностойкой стали. При обтачивании и установке облицовки следует учитывать, что коническая часть штыря должна переходить в цилиндрическую без уступа. Облицовку изготовляют из коррозионностойкой стали или из углеродистой стали, наплавленной коррозионностойкой. Толщина облицовки должна быть не менее 10 мм, толщина слоя наплавки после обработки — не менее 3 мм. Овальность и конусообразность рабочей поверхности не более 0,02 — 0,05 мм.

Наработки, задиры, глубокие риски на штыре или облицовке необходимо зачищать. Общая площадь обниженных мест не должна быть более 25% всей рабочей поверхности. Овальность и конусообразность при таком способе ремонта не должны превышать 1/3 зазора в подшипнике.

Для устранения коррозионных разрушений конической поверхности штыря применяют наплавку, причем наиболее целесообразна наплавка из коррозионностойкой стали. Требования к конической поверхности аналогичны требованиям, предъявляемым к конусам баллеров. Эффективным способом борьбы с коррозионными разрушениями конических поверхностей является установка штырей с применением полимерных составов.

При коррозионных разрушениях под облицовкой и при ослаблении ее посадки штырь восстанавливают наплавкой и заменяют облицовку. Облицовку можно сохранить: спрессовать ее со штыря с применением нагрева, восстановить посадочную поверхность штыря, затем вновь напрессовать облицовку. Можно установить облицовку с помощью полимерных составов. В этом случае нет необходимости восстанавливать посадочную поверхность штыря. Такие способы ремонта применимы и при установке облицовок на штырь с эксцентричной цилиндрической рабочей шейкой относительно конической поверхности. Эксцентриситет не должен превышать 5 мм.

4.6 Прочие детали.

Дефекты гаек баллера, съемного рудерпоста, штыря (срыв, смятие, коррозионные разрушения резьбы) устраняют калиброванием, если общая длина участков резьбы неполного профиля не превышает 15% длины всех витков. При больших дефектах изготовляют новую гайку либо наплавляют внутреннюю поверхность гайки и нарезают новую резьбу. Поля допусков размеров резьбы 7Н, биение опорной поверхности гайки относительно оси не более 0,05 — 0,1 мм.

Дефекты фланца ахтерштевня, способы ремонта и технические требования, предъявляемые после ремонта, ничем не отличаются от рассмотренных для фланцев съемного рудерпоста.

При износе внутренней рабочей поверхности втулок петель и подшипников баллера чаще всего втулки заменяют, при ослаблении посадки — устанавливают с применением полимерных составов.

В корпусе подшипника баллера при коррозионных разрушениях посадочной поверхности и ослаблении посадки втулки ее установку можно выполнить с использованием полимерных клеев.

При неравномерном износе, задирах, глубоких рисках рабочую поверхность упорного гребня обтачивают; перед обтачиванием при необходимости пригоняют плоскости разъема. Смятие шпоночного паза устраняют запиловкой (при повреждениях менее 15% рабочей поверхности) или фрезерованием (строганием). Ширина шпоночного паза может быть увеличена на 10% номинального размера. При установке упорного гребня на баллер с помощью полимерных составов нет необходимости восстанавливать коррозионную посадочную поверхность.

Задиры и глубокие риски упорного кольца устраняют обтачиванием, затем рабочую поверхность пригоняют по упорному гребню (3 — 4 пятна на квадрат 25×25 мм). Смазочные канавки восстанавливают на полную глубину.

5 ПРОВЕРКА СООСНОСТИ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ РУЛЕВОГО УСТРОЙСТВА

5.1 Общие сведения.

При ремонте рулевого устройства выполняют проверку соосности его подвижных и неподвижных составных частей. При этом определяется взаимное положение рабочих поверхностей деталей в сборе и возможность окончательного монтажа без недопустимых отклонений от соосности этих поверхностей, которые могут вызвать чрезмерные нагрузки и износ подшипников. На основании данных центрирования принимается решение о способе устранения возникших в эксплуатации отклонений от соосности.

При традиционных способах ремонта устранение недопустимых отклонений от соосности осуществляют механической обработкой конических поверхностей и присоединительных поверхностей фланцев (зачастую с предварительной наплавкой), эксцентрической установкой штырей, облицовок штырей и втулок подшипников баллера и штырей, а также переустановкой подшипников баллера на фундаментах и другими способами.

При ремонтах с помощью полимерных составов при выполнении центрирования детали устанавливают друг относительно друга с помощью центрирующих элементов с зазором так, чтобы обеспечивались условия центрирования (отклонения от соосности не превышали допустимых значений), а затем при монтаже на судне зазор заполняют полимерным материалом.

5.2 Проверка соосности составных частей.

Подвижные составные части. Проверку соосности обычно выполняют на стенде (рис. 5.2-1). Там же часто выполняют операции по обработке отверстий под болты фланцевых соединений баллера с пером руля или поворотной насадкой, другие ремонтные работы (замену листов обшивки, заварку трещин, пригонку сопрягаемых поверхностей фланцев, пригонку конических поверхностей соединяемых деталей и др.).

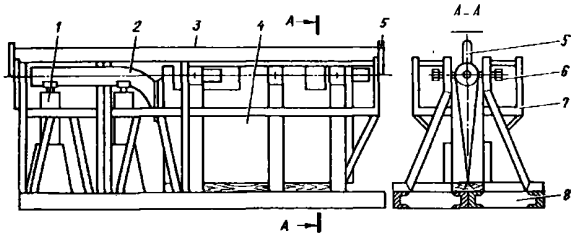


Рис. 5.2-1 Универсальный стенд для проверки соосности баллера пера руля:
1— устройство для центрирования баллера; 2 — баллер; 3 — струна; 4 — перо руля; 5 — устройство для установки струн; 6 — зажимы пера руля; 7 — выносные кронштейны; 8 — рама

Перо руля фиксируют на стенде при помощи винтовых зажимов, а прицентровку фланца баллера к фланцу пера руля осуществляют при помощи опорных центрирующих устройств. После сборки фланцевого соединения проверяют соосность рабочих поверхностей баллера и штырей (или конических отверстий под штыри) с помощью струн, установленных в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Для натяжения струн используют специальное устройство.

Если подшипники установлены в пере руля, проверяют соосность рабочих поверхностей шеек баллера и внутренних рабочих поверхностей подшипников или расточек в пере руля под втулки либо набор планок.

При традиционных способах ремонта перед сборкой должны быть зачищены и при необходимости пригнаны сопрягаемые поверхности фланцев, а также сопрягаемые конические поверхности штыря и пера руля. Фланцевое соединение должно быть обжато не менее чем четырьмя болтами, из которых не менее двух установлены по посадке.

В качестве базы для центрирования струн используют вверху шейку баллера под румпель рулевой машины или сектор либо ротор роторно-лопастной машины, снизу — рабочую шейку

нижнего штыря либо нижнее основание конического отверстия под штырь.

В конструкциях, где подшипники установлены в пере руля, в качестве базы для проверки соосности внизу используют внутренние поверхности втулок (набора планок) или расточек под втулки (набор планок); точность установки струн 0,1 мм.

Замеры от струны до рабочих поверхностей деталей выполняют нутромером или микроштихмасом в двух местах по длине вне районов износов или коррозионных разрушений. В необходимых случаях допускается центрирование струны по рабочим шейкам двух штырей, двум рабочим шейкам баллера или верхней шейке баллера и рабочей шейке верхнего штыря и т.п.

По полученным при дефектации размерам расцентровок решают вопрос о способе ремонта.

При отсутствии стенда проверки соосности можно производить на деревянных подкладках, установленных в цехе или на площадке у цеха, а также в вертикальном положении на стапель-палубе дока, в цехе или на площадке у цеха, иногда на разметочных плитах.

Проверку соосности баллера с поворотной насадкой выполняют аналогичным образом.

При ремонтах, связанных с восстановлением или заменой одной-двух деталей подшипников пера руля или поворотной насадки, допустимые отклонения от соосности рабочих поверхностей подвижных составных частей не должны превышать 0,6 — 0,7 установочного зазора в подшипниках. При таких отклонениях от соосности заклинивания в подшипниках не произойдет и будет обеспечена нормальная эксплуатация рулевого устройства.

При ремонтах, не связанных с восстановлением или заменой деталей подшипников пера руля или поворотной насадки, могут быть допущены большие отклонения от соосности. При этом проверяют усилие проворота руля и зазоры в подшипниках, которые не должны превышать допустимых после ремонта значений, а наименьший расчетный зазор на сторону с учетом имеющихся смещений и перекосов шеек не должен быть менее нуля; усилие проворота руля не должно превышать допустимых расчетных значений.

Неподвижные составные части. Проверку соосности выполняют с помощью струны (рис. 5.2-2). В качестве базы используют поверхности втулки верхнего подшипника баллера и втулки (планки набора) нижней петли ахтерштевня либо поверхности расточек под эти втулки или планки набора; точность установки струны 0,1 мм. Замеры выполняют в двух взаимно перпендикулярных направлениях (нос — корма, правый борт — левый борт) и в двух местах по высоте.

В необходимых случаях струну можно центровать по подшипникам верхней и нижней петель ахтерштевня, по двум подшипникам баллера и т.п.

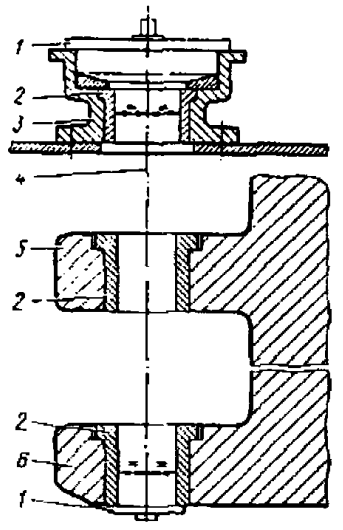


Рис. 5.2-2 Проверка соосности неподвижных составных частей рулевых устройств:
1 — кронштейн для закрепления струн; 2 — втулки;
3 — корпус подшипника; 4 — струна;
5, 6 — петля и пятка ахтерштевня

6 СБОРКА РУЛЕВОГО УСТРОЙСТВА

6.1 Установка штырей.

От качества установки штырей зависит надежность работы всего рулевого устройства. Штыри устанавливают с натягом не менее 0,05% диаметра штыря без облицовки. При запрессовке штырей натяг в соединении может быть проконтролирован по осевому перемещению штыря, мм, в петле, определяемому по табл. 6.1, номограмме (рис. 6.1) либо по формуле

$$\delta_{oc} = 0{,}5d\,\frac{1}{k}\,10^{-3},$$

где d — диаметр штыря без облицовки, мм; k — конусность посадочной поверхности.

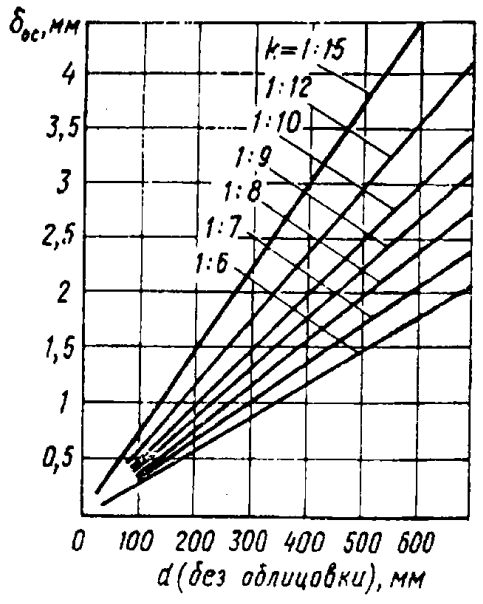


Рис. 6.1 Зависимость осевого перемещения штыря от диаметра и конусности

Таблица 6.1

Зависимость осевого перемещения штыря от его диаметра и конусности посадочной поверхности

Диаметр d (без облицовки), мм	Осевое перемещение в мм, при конусности k						
	1:6	1:7	1:8	1:9	1:10	1:12	1:15
50	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
100	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8
150	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1
200	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5
250	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1 ,5	1,9
300	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,8	2,3
350	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,6
400	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	3,0
450	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,7	3,4
500	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	3,0	3,8
550	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,3	4,1
600	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,6	4,5

Допуск на осевое перемещение составляет $\pm 0{,}1$ мм, если оно не превышает 1 мм, и $\pm 0{,}2$ мм при осевом перемещении более 1 мм.

Отсчет осевого перемещения штыря ведут от начального положения, т.е. такого, при котором на штырь в осевом направлении действует усилие, численно равное 6 — 8-кратному весу штыря (при этом не должно быть установлено резиновое уплотнение, обжимаемое торцом облицовки штыря).

При подборе приспособлений для запрессовки штырей желательно, чтобы имелся запас для создания усилий, превышающих расчетные на 20 — 25%.

Для получения необходимого осевого перемещения штыря устанавливают гидравлические домкраты между гайкой штыря и торцом петли (кольцевые, секционные) или со стороны цилиндрической части штыря (осевые). Для уменьшения усилия при запрессовке часто применяют нагрев петли.

Осевое перемещение контролируют с помощью индикатора часового типа, устанавливаемого на магнитной стойке в месте, удобном для замера, либо путем замера штангенциркулем расстояния между ряской на штыре, нанесенной до запрессовки, и торцом петли.

Перед запрессовкой рекомендуется посадочные поверхности штыря и петли покрыть тонким слоем полимерного состава, сурика или белил. Такое покрытие предохраняет поверхности от морской воды и коррозионного разрушения.

Затяжка гаек, стопорение. Обеспечить необходимое осевое перемещение штыря обжатием гайки, как правило, невозможно, так как чрезмерные усилия при обжатии могут привести к срыву или смятию резьбы. При запрессовке с помощью гидравлических домкратов и контроле по осевому перемещению штыря для обжатия гаек вполне достаточен момент затяжки 20 — 50 кН·м (для гаек, имеющих резьбу более 200 мм) и 10 — 30 кН·м (для гаек меньших размеров).

Прилегание опорной поверхности гайки проверяют в доступных местах щупом толщиной 0,05 мм. Прохождение щупа допускается на отдельных участках на длине не более 10% периметра боковых граней гайки.

Гайки и штыри обязательно должны быть застопорены (гайки с помощью двух приварных планок или одной приварной планки и шплинта, штыри с помощью приварной планки).

6.2 Сборка баллера с пером руля или поворотной насадкой.

Осевое перемещение, мм, баллера при запрессовке в перо руля или поворотную насадку определяют по табл. 6.2 и номограмме (рис. 6.2). Допуски на осевое перемещение такие же, как для штырей. Начальным следует считать положение баллера при осевом усилии, равном его 1,5 — 2 массам. Можно также фиксировать начальное положение, когда баллер установлен на место под действием собственного веса и находится в вертикальном положении.

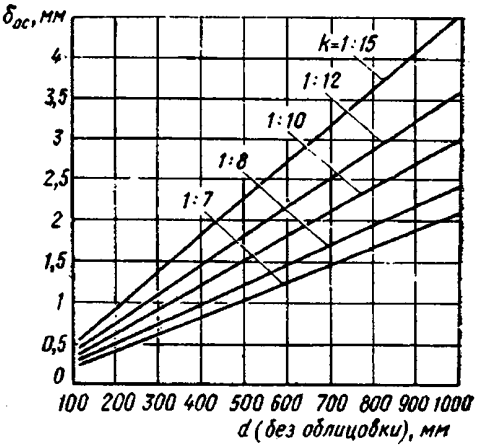


Рис. 6.2 Зависимость осевого перемещения баллера $\delta_{ос}$ от диаметра d в районе большого основания конуса и от конусности k

Таблица 6.2

Зависимость осевого перемещения баллера от диаметра его шейки в районе большого основания конуса и от конусности посадочной поверхности

Диаметр d (без облицовки), мм	Осевое перемещение $\delta_{ос}$, мм, при k				
	1:7	1:8	1:10	1:12	1:15
150	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
200	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9
300	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4
400	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8
500	1,1	1,2	1,5	1,8	2,3
600	1,3	1,4	1,8	2,2	2,7
700	1,5	1,7	2,1	2,5	3,2
800	1,7	1,9	2,4	2,9	3,6
900	1,9	2,2	2,7	3,2	4,0
1000	2,1	2,4	3,0	3,6	4,5

Определение усилия, необходимого для запрессовки баллера, а также требования к запрессовке и обжатию гайки баллера аналогичны приведенным для штыря. Уплотнения конических поверхностей не отличаются от аналогичных уплотнений штыря. Обжатие уплотнительного резинового кольца в районе большого основания конуса часто выполняют нажимным фланцем.

Шпонки должны быть плотно пригнаны по шпоночным пазам баллера и закреплены; щуп толщиной 0,05 мм не должен проходить между боковыми поверхностями шпонки и паза.

При фланцевом соединении баллера и пера руля или поворотной насадки сопрягаемые поверхности должны быть пригнаны или чисто обработаны на станке, качество пригонки проверяют на краску (1 — 2 пятна на квадрат 25×25 мм). После обжатия болтов фланцевого соединения щуп толщиной 0,05 мм может проходить только на отдельных участках на глубину не более 10 — 15 мм, причем их общая длина не должна превышать 25% периметра фланца.

Соединительные болты перед установкой в отверстия из-под развертки (призонные) рекомендуется охлаждать (например, жидким азотом). Гайки болтов должны иметь стандартные размеры. Моменты затяжки гаек обычно не регламентируются и не измеряются — обжимают «до звона». При наличии динамометрических ключей и возможности измерений могут быть рекомендованы моменты затяжки гаек от 1 кН·м для резьбы М56 до 5кН·м для резьбы М100.

Прилегание головок болтов и гаек проверяют щупом (в доступных местах); щуп толщиной 0,05 мм не должен проходить. На отдельных участках допускается прохождение щупа на длине не более 10% периметра боковых граней гайки или головки болта. Каждая гайка должна быть надежно застопорена приварной планкой. Аналогично выполняют стопорение болтов.

6.3 Установка подшипников баллера. Насадка и съемка румпеля.

Установка подшипников баллера. Корпуса подшипников обычно устанавливают на фундамент с пригонкой сопрягаемых поверхностей, реже на прокладках, изготовленных из паронита, парусины, пропитанной суриком, в последнее время — на полимерном клее.

В случаях крепления половин втулок опорного подшипника или упорных колец к корпусу подшипника винтами с потайными головками головки винтов должны быть утоплены с таким расчетом, чтобы даже при наибольшем допустимом износе кольца или втулки не произошло касания головки винта с баллером или упорным гребнем.

При установке опорных шарико- и роликоподшипников с цилиндрической посадочной поверхностью, а также тугих колец опорных подшипников подшипники обычно нагревают в машинном масле до температуры 80 — 120°С.

При установке опорных подшипников баллера с коническими отверстиями (как правило, это двухрядные сферические роликоподшипники, устанавливаемые непосредственно на коническую поверхность шейки баллера либо с помощью закрепительной втулки) тщательно контролируют радиальный зазор в подшипниках.

6.4 Испытания после ремонта.

После ремонта рулевое устройство проверяют сначала в доке, затем при необходимости — на швартовных и ходовых испытаниях (требования по техническому наблюдению установлены в 3.2 части V «Техническое наблюдение за постройкой судов» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов).

В доке проверяют: правильность монтажа основных деталей, наличие стопорения, отсутствие заклиниваний; возможность перекладки пера руля на правый и левый борта до ограничителей; соответствие положений руля и показаний аксиометра;

зазоры на просадку руля и его перемещение вверх; легкость перекладки руля на максимальный угол (отсутствие заеданий в деталях при провороте).

Усилие, необходимое для свободной перекладки руля при отсоединенном приводе, можно приблизительно определить по суммарному моменту трения в упорном подшипнике баллера, а также в верхнем и

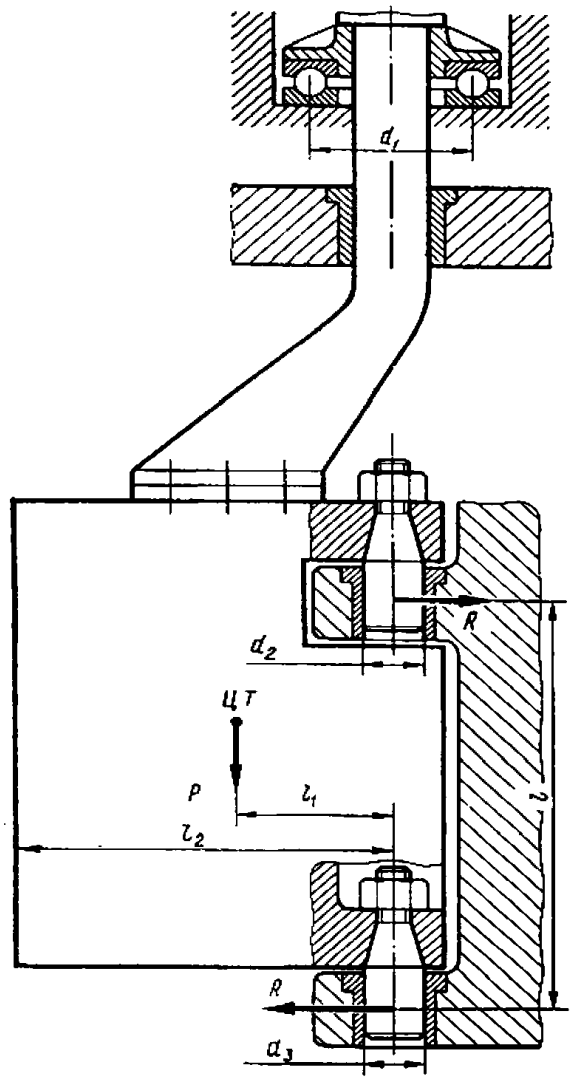


Рис. 6.4 Схема для расчета усилия проворота рулевого устройства

нижнем подшипниках пера руля (рис. 6.4):

$$M_{тр} = M_1 + M_2 = M_3.$$

Момент трения в упорном подшипнике баллера, кН·м:

$$M_1 = Pf_1d_1/2,$$

где P — вес подвижных деталей рулевого устройства, кН;
f_1 — коэффициент трения в упорном подшипнике баллера.

Момент трения в верхнем подшипнике пера руля, кН·м:

$$M_2 = Rf_2d_2/2,$$

где $R = Pl_1/l$;
f_2 — коэффициент трения в верхнем и нижнем подшипниках пера руля.

Момент трения в нижнем подшипнике пера руля: $M_3 = M_2$.

После подстановки и преобразований получим соотношение

$$M_{тр} = Pf_1d_1/2 + (Pl_1f_2/l)[(d_2 + d_3)/2].$$

В расчетах принимают следующие значения коэффициента трения:

для подшипников качения 0,01 — 0,05;

для подшипников скольжения 0,08 — 0,1 (сталь — бронза со смазкой), 0,35 — 0,4 (сталь — бронза без смазки), 0,12 — 0,15 (бронза — бакаут, ДСП, текстолит, капролон).

Усилие перекладки, кН:

$$N = M_{тр}k/l_2,$$

где k — коэффициент запаса, учитывающий несоосность подшипников и другие факторы (k = 1,5);
l_2 — расстояние от оси вращения пера руля до места приложения усилия для перекладки, м.

7 РЕМОНТ РУЛЕВЫХ УСТРОЙСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ КЛЕЕВ

7.1 Ремонт рулевых устройств с применением

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ НАБЛЮДЕНИЮ ЗА ДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ СУДОВЫХ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И РЕМОНТЕ

полимерных клеев допускается по специальному согласованию с Регистром.

Настоящая Инструкция распространяется на дуговую наплавку стальных деталей судовых деталей цилиндрической формы диаметром от 50 мм и более и плоских — толщиной от 5 мм и более при их изготовлении и ремонте, а также при ремонте и изготовлении баллеров, штырей рулей, находящихся под техническим наблюдением РС.

Инструкция устанавливает технологические процессы дуговой наплавки и упрочнения, указания по приемке и методы контроля наплавленных деталей, требования к основному и наплавленному металлам, к квалификации рабочих.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Дуговой наплавке могут подвергаться детали, характеристика и условия работы которых, а также примеры и условное распределение по группам представлены в табл. 1.1.

1.2 Детали, подлежащие дуговой наплавке, должны быть изготовлены из стали, марки и нормативы на поставку которой приведены в табл. 1.2.

1.3 Наплавка деталей, подлежащих наблюдению РС, должна производиться на предприятиях, имеющих признание РС.

1.4 Баллеры, штыри рулей и гребные валы, изготовленные или отремонтированные с применением наплавки, подлежат периодическому осмотру не более чем через 5 лет с обязательным проведением цветной дефектоскопии наплавленного участка.

1.5 Ссылки на требования настоящей Инструкции должны быть отражены в чертежах и технологической документации, разрабатываемых проектными организациями и предприятиями-изготовителями.

2 ТРЕБОВАНИЯ К СВАРОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ

2.1 В качестве сварочных материалов при дуговой наплавке должны применяться: сварочная проволока диаметром 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 3,0 мм, электроды диаметром 3 — 5 мм, флюс и защитный газ, марки и нормативы на поставку которых приведены в табл. 2.1.

2.2 Для предварительного подогрева деталей пламенем газовой горелки должны применяться ацетилен по ГОСТ 5457 или пропан-бутан по ГОСТ 20448, кислород технический по ГОСТ 5583.

Таблица 1.1

Условное распределение деталей по группам

Группа деталей	Характеристика и условия работы деталей	Примеры деталей
I	Детали, размеры которых определяются конструктивными условиями. Детали, подвергающиеся незначительным напряжениям. Детали малонагруженные, имеющие запас прочности, превышающий расчетный	—
II	Детали, работающие при статических или плавно прилагаемых нагрузках. Детали, подвергающиеся редким ударам	Ступицы перьев, уплотнительные поверхности, мортиры, головки шпилей, румпели, барабаны, тормозные диски и др.
III	Детали, работающие при циклических нагрузках	Баллеры, штыри, валы лебедок и др.

Таблица 1.2

Марка стали

Марка стали	Норматив на поставку
Ст.3, Ст.4, Ст.5	ГОСТ 380
20, 25, 30, 35, 40, 45	ГОСТ 1050
35Х, 40Х, 40ХН, 18ХГТ, 25ХГСА, 30ХГСА, 18Х2Н4ВА, 33ХН3МА, 38ХН3МА, 38Х2МЮА 38Х2Н2МА, 38ХН3МФА, 36Х2Н2МФА, 08ГДНФ	ГОСТ 4543
12Х13, 20Х13, 14Х17Н2 04Х19Н11М3 и др. указанные в табл. 3.1.2 и 3.1.3	ГОСТ 5632

Таблица 2.1

Сварочные материалы

Наименование сварочного материала	Марка
Проволока сварочная высоколегированная	Св-07Х25Н12Г2Т (ЭП-75), Св-08Х19Н9Ф2С2, Св-08Х20Н9Г7Т, Св-05Х20Н9ФБС (ЭИ-649), Св-10Х16Н25АМ6, Св-07Х25Н13, Св-09Х16Н25М6АФ, Св-08Х19Н10Г2Б, Св-04Х19Н11М3 и др. указанные в табл. 3.1.2 и 3.1.3
Проволока сварочная легированная	Св-08Г2С, Св-08ГСМТ и др. указанные в табл. 3.1.2 и 3.1.3
Проволока сварочная малоуглеродистая	Св-08А и др. указанные в табл. 3.1.2 и 3.1.3
Флюс сварочный	АН-348-А, ОСЦ-45, АН-42,, АН-26С, 48-ОФ-6, 48-ОФ-10, 48-ОФ-11
Газ защитный	Аргон высшего и первого сорта, двуокись углерода
Электроды сварочные	УОНИИ 13/45А, УОНИИ 13/55, УОНИИ 13/65 ЭА-400/10У, ЭА-395/9 и др. указанные в табл. 3.1.2 и 3.1.3

2.3 В качестве неплавящегося электрода при ручной аргоно-дуговой наплавке должны использоваться иттрированные или лантанированные вольфрамовые прутки по ГОСТ 23949.

2.4 Применять сварочные материалы допускается только при наличии сертификатов предприятия-изготовителя, подтверждающих, что материалы изготовлены под техническим наблюдением РС.

3 ТЕХНОЛОГИЯ НАПЛАВКИ

3.1 Способы наплавки и область их применения.

3.1.1 При дуговой наплавке деталей должны применяться следующие способы:

автоматический однозаходный под флюсом;

автоматический многозаходный под флюсом;

автоматический однозаходный плавящимся электродом в защитном газе;

автоматический однозаходный плавящимся электродом в защитном газе в импульсном режиме;

полуавтоматический плавящимся электродом в защитном газе;

полуавтоматический плавящимся электродом в защитном газе в импульсном режиме;

ручной дуговой неплавящимся электродом в защитном газе;

ручной дуговой электродами;

при использовании иных способов требуется специальное рассмотрение Регистра.

3.1.2 Способы наплавки и сварочные материалы

Таблица 3.1.2

Способы наплавки и сварочные материалы для коррозионной защиты деталей

Группа детали	Способ наплавки	Проволока или электроды		Флюс или защитный газ	Возможность термообработки
		подслой	слой		
I,II	Ручной дуговой электродами	—	ЭА-400/10У ЭА-400/10Т ЭА-400/11 ЗИО-8 ЭА-48М/22	—	Термообработка после наплавки не допускается
		—	ЭА-898/21Б	—	Термообработка после наплавки допускается
I,II,III		ЗИО-8 ЭА-48М/22	ЭА-400/10У ЭА-400/10Т Э-606/11	—	Термообработка допускается после наплавки подслоя
			ЭА-898/21Б	—	Термообработка допускается после наплавки как подслоя, так и слоя
I,II,III	Ручной дуговой электродами	—	ЗИО-8 ЭА-48М/22	—	Термообработка не допускается

Продолжение табл. 3.1.2

Группа детали	Способ наплавки	Проволока или электроды		Флюс или защитный газ	Возможность термообработки
		подслой	слой		
I,II	Автоматический, полуавтоматический плавящимся электродом в том числе в импульсном режиме и ручной дуговой неплавящимся электродом в защитном газе	—	Св-04Х19Н11М3 Св-08Х19Н9Ф2С2 Св-08Х20Н9Г7Т Св-07Х25Н12Г2Т Св-07Х25Н13	Аргон	Термообработка после наплавки не допускается
		—	Св-05Х20Н9ФБС Св-08Х19Н10Г2Б Св-04Х20Н10Г2Б		Термообработка после наплавки допускается
I,II,III		Св-07Х25Н12Г2Т Св-07Х25Н13	Св-04Х19Н11М3 Св-08Х20Н9Г7Т Св-08Х19Н9Ф2С2	Аргон	Термообработка допускается после наплавки подслоя
		—	Св-07Х25Н12Г2Т Св-07Х25Н13		Термообработка после наплавки не допускается
I,II,III	Автоматический, полуавтоматический плавящимся электродом в том числе в импульсном режиме и ручной дуговой неплавящимся электродом в защитном газе	Св-07Х25Н12Г2Т Св-07Х25Н13	Св-05Х20Н9ФБС Св-08Х19Н10Г2Б Св-04Х20Н10Г2Б	Аргон	Термообработка допускается после наплавки как подслоя, так и слоя
I,II	Автоматический, полуавтоматический дуговой неплавящимся электродом в защитном газе	—	Св-08Х19Н9Ф2С2 Св-07Х25Н12Г2Т Св-08Х20Н9Г7Т	Двуокись углерода	Термообработка после наплавки не допускается
		—	Св-05Х20Н9ФБС Св-08Х19Н10Г2Б Св-04Х20Н10Г2Б		Термообработка после наплавки допускается
I,II	Автоматический дуговой под флюсом	—	Св-04Х19Н11М3 Св-07Х25Н12Г2Т Св-08Х20Н9Г7Т Св-08Х19Н9Ф2С2	48-ОФ-6 48-ОФ-II АН-26С	Термообработка после наплавки не допускается
I,II,III		Св-07Х25Р12Г2Т Св-07Х25Р13	Св-04Х19Н11М3 Св-08Х19Н9Ф2С2 Св-08Х20Н9Г7Т		Термообработка после наплавки подслоя допускается
I,II,III	Автоматический дуговой под флюсом	—	Св-07Х25Н12Г2Т Св-07Х25Н13 Св-08Х29Н9Ф2С2	48-ОФ-6 48-ОФ-II АН-26С	Термообработка после наплавки не допускается
		Св-07Х25Р12Г2Т Св-07Х25Н13	Св-05Х20Н9ФБС Св-08Х19Н10Г2Б Св-04Х20Н10Г2Б		Термообработка допускается как после наплавки подслоя, так и слоя

Примечание. Наплавку подслоя рекомендуется выполнять на детали из закаливающихся сталей 5, 40, 45, 35Х, 40Х, 45Х, 38ХА, 40ХН, 35ХМ, 38ХА, 25ХГСА, 30ХГС, 18ХГТ, 33ХН3МА, 38ХН3МА, 38Х2Н2МА, 38ХН3МФА, 36Х2Н2МФА, 38Х2МЮА, 30ГСЛ при толщине наплавленного слоя более 10 мм.

для коррозионной защиты следует выбирать в зависимости от группы деталей по табл. 3.1.2.

3.1.3 Способы наплавки и сварочные материалы для восстановления размеров следует выбирать в зависимости от марки стали, предела текучести и группы деталей по табл. 3.1.3.

3.1.4 Многозаходная наплавка рекомендуется для цилиндрических деталей диаметром менее 110 мм.

3.2 Требования к оборудованию и оснастке для наплавки.

3.2.1 Автоматическую наплавку цилиндрических деталей следует осуществлять с применением специального вращателя с механизмом перемещения сварочного аппарата или переоборудованным для

Таблица 3.1.3

Способы наплавки и сварочные материалы для коррозионной защиты деталей

Марка стали детали	Предел текучести, МПа	Группа детали	Способ наплавки	Проволока или электроды	Флюс или защитный газ
Ст3, Ст4, 10, 15, 20, 25, 20Х, 20Г	200 — 220	I,II,III	Автоматический дуговой под флюсом	Св-08А	АН-348А ОСЦ-45
			Автоматический и полуавтоматический дуговой плавящимся электродом, в защитном газе, в т.ч. в импульсном режиме	Св-08ГСМТ	Аргон
			Ручной дуговой неплавящимся электродом в защитном газе		
			Ручной дуговой электродами	УОНИИ 13/45 УОНИИ 13/45А	—
		I,II	Автоматический и полуавтоматический плавящимся электродом в защитном газе	Св-08Г2С Св-08ГСМТ	Двуокись углерода
30, 35, 30Х, 09Г2, 08ГДНФ, сталь категорий А, В, Д, Е, 25Л, 08ГДНФЛ, 20ХМЛ	300 — 400	I,II,III	Автоматический дуговой под флюсом	Св-08ГСМТ	АН-348А ОСЦ-45 АН-42
			Автоматический и полуавтоматический дуговой плавящимся электродом, в т.ч. в импульсном режиме		Аргон
			Ручной дуговой неплавящимся электродом в защитном газе		
			Ручной дуговой электродами	УОНИИ 13/45 УОНИИ 13/45А	—
		I,II	Автоматический и полуавтоматический плавящимся электродом в защитном газе		Двуокись углерода
Ст5, 35, 40, 45, 35Х, 40Х, 40ХН, 25ХГСА, 38ХМ, 30ХГС, 30ХГСА	250 — 550	I,II,III	Автоматический дуговой под флюсом	Св-08ГСМТ	АН-348А ОСЦ-45 АН-42 АН-42М
18ХГТ, 18Х2Н4ВА, 10ХСНД, 10ХГСНЦД (СХЛ-45), 20ХГСА, 30ГСЛ	250 — 550	I,II,III,	Автоматический и полуавтоматический дуговой плавящимся электродом в защитном газе, в т.ч. в импульсном режиме	Св-08ГСМТ	Аргон
			Ручной дуговой неплавящимся электродом в защитном газе		
			Ручной дуговой электродами	УОНИИ 13/85	—
		I,II	Автоматический и полуавтоматический плавящимся электродом в защитном газе	Св-08ГСМТ	Двуокись углерода
18ХГТ, 40ХН, 30ХГСА, 18Х2Н4ВА, 33ХН3МА, 38ХН3МА, 38Х2Н2МА, 38ХН3МФА, 36Х2Н2МФА, 38Х2МЮА	600 — 800	I,II,III	Автоматический дуговой под флюсом	Св-07ХН3МД Св-07ХГСН3МД	48-КФ-14
			Автоматический и полуавтоматический дуговой плавящимся электродом, в защитном газе, в т.ч. в импульсном режиме		Аргон
			Ручной дуговой неплавящимся электродом в защитном газе		
			Ручной дуговой электродами	48Н-II 48-Н-13	—
	600 — 600	I,II	Автоматический и полуавтоматический плавящимся электродом в защитном газе	Св-07ХГСН3МД	Двуокись углерода

Продолжение табл. 3.1.3

Марка стали детали	Предел текучести, МПа	Группа детали	Способ наплавки	Проволока или электроды	Флюс или защитный газ
38ХН3МФА, 38Х2Н2МА, 36Х2Н2МФА	850 — 1000	I,II,III	Автоматический дуговой под флюсом	Св-07ХГСН3МД	48-КФ-14
			Автоматический и полуавтоматический дуговой плавящимся электродом в защитном газе, в т.ч. в импульсном режиме		Аргон
			Ручной дуговой неплавящимся электродом в защитном газе		
			Ручной дуговой электродами	48Н-15	—
		I,II	Автоматический и полуавтоматический плавящимся электродом в защитном газе	Св-07ХГСН3МД	Двуокись углерода

этой цели токарным станком, имеющим достаточное межцентровое расстояние и высоту центров, исходя из номенклатуры деталей, подлежащих на регулируемой частотой в пределах (0,2 — 10,0 об/мин), и перемещение наплавочной головки с плавно регулируемым шагом в пределах 5,0 — 50,0 мм/об.

3.2.2 Наплавку деталей следует осуществлять на специализированном участке.

3.2.3 Допускается выполнять предварительный подогрев деталей перед наплавкой способом, принятым на предприятии и обеспечивающим требования настоящей Инструкции. Режим предварительного подогрева следует определять по табл. 3.2.3 с учетом рекомендаций ОСТ5.9873.

3.3 Общие требования к подготовке деталей и наплавленному металлу.

3.3.1 Основной металл при изготовлении биметаллических деталей должен быть термообработан до наплавки на категорию прочности в соответствии с требованиями чертежа.

3.3.2 В случае отсутствия сведений о химическом составе основного или наплавленного металлов при ремонте деталей последний следует определять в соответствии с действующими стандартами.

3.3.3 Поверхность участка детали, подлежащая наплавке, должна быть обработана механическим способом с шероховатостью поверхности R_z от 20 до 10 мкм по ГОСТ 2789. Для деталей группы I допускается механическая обработка с шероховатостью R_z от 80 до 40 мкм по ГОСТ 2789.

3.3.4 Глубина обработки основного металла под наплавку должна выбираться из условия допустимой толщины наплавленного слоя.

3.3.5 Минимально допустимая толщина слоя, наплавленного высоколегированными сварочными материалами, после окончательной механической обработки для участков, не работающих в условиях фрикционного износа, не должна быть менее 3 мм, а для участков, работающих в условиях фрикционного износа — 5 мм.

3.3.6 Поверхность слоя, наплавленного высоколегированными сварочными материалами толщиной 3 мм и менее, должна подвергаться контролю содержания альфа-фазы, при этом содержание альфа-фазы не должно превышать 20%.

3.3.7 Минимально допустимая глубина обработки основного металла и минимально допустимая толщина слоя при наплавке легированными или малоуглеродистыми сварочными материалами не регламентируется.

3.3.8 При ремонте деталей максимально допустимая глубина обработки основного металла и максимально допустимая толщина наплавленного слоя при наплавке легированными и малоуглеродистыми сварочными материалами не должна превышать 0,125 диаметра или 0,125 толщины

Таблица 3.2.3

Режимы предварительного подогрева

Марка стали	Температура предварительного подогрева, °С	Диаметр детали, мм	Длина участка подогрева по образующей в обе стороны от начала наплавки, мм, не менее
Ст3, Ст4, 20, 25, 30, 08ГДНФ	40 — 60	До 100 Св. 100	25 50
Ст5, 35, 40, 45	200 — 250	До 100 Св. 100	50 100
30Х, 40Х. 40ХН, 40ХН2МА, 38Х2Н2МА, 18ХГТ, 30ХГСА, 25ХГСА и др.	250 — 300	Св. 50	См. рекомендации ОСТ5.9873

детали в зоне наплавки, но не должна быть более 15 мм. Глубина обработки основного металла должна рассчитываться исходя из первоначальных размеров, предусмотренных чертежом.

3.3.9 Допускается производить наплавку в два слоя, при этом первый слой должен быть наплавлен легированными или малоуглеродистыми сварочными материалами, а второй — высоколегированными сварочными материалами. При соблюдении требования 3.3.5 суммарная толщина наплавленного слоя не должна превышать 15 мм.

3.3.10 В начале и в конце разделки должен быть предусмотрен плавный переход под углом не менее 120° или с галтелью радиусом не менее радиуса наплавляемой детали с последующей тщательной зачисткой прилегающих поверхностей на 25 — 30 мм до чистого металла.

3.3.11 Концы разделки под наплавку должны

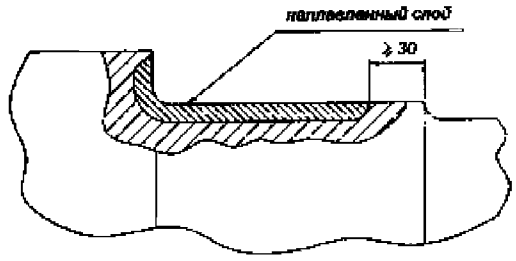


Рис. 3.3.11-1

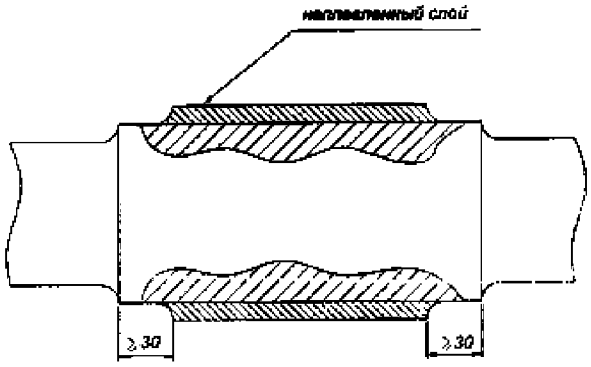


Рис. 3.3.11-2

быть смещены с опасных сечений деталей не менее чем на 30 мм (рис. 3.3.11-1 и 3.3.11-2).

3.3.12 Расстояние между концом разделки участка под наплавку легированными или малоуглеродистыми сварочными материалами и концом участка, ранее наплавленного высоколегированными сварочными материалами, не должно быть менее 10 мм.

3.3.13 Дефектные места ремонтируемых деталей должны быть обработаны до полного удаления хромового покрытия, коррозионных поражений, раковин на 1 мм глубже их залегания с учетом требований 3.3.4 и 3.3.8.

3.3.14 Повторную наплавку по металлу, ранее наплавленному в соответствии с требованиями настоящей Инструкции, допускается производить после удаления только дефектных участков без полного удаления ранее наплавленного металла, при этом наплавку следует выполнять сварочными материалами того же класса, какими выполнена предыдущая наплавка.

Если марка ранее наплавленного металла неизвестна, наплавленный металл подлежит полному удалению.

3.3.15 Применение наплавки легированными или малоуглеродистыми сварочными материалами на участках, ранее наплавленных высоколегированными сварочными материалами, допускается только после полного удаления ранее наплавленного слоя, при этом полнота удаления наплавленного слоя должна контролироваться по отсутствию аустенитных включений согласно рекомендаций ОСТ 5.9873.

3.3.16 Участки цилиндрических деталей с эксцентричным износом перед наплавкой должны быть обработаны до устранения эксцентричности.

3.3.17 Поверхность детали перед наплавкой должна быть обезжирена ацетоном или другими летучими растворителями, не содержащими масел.

3.4 Наплавка цилиндрических деталей.

3.4.1 Наплавку цилиндрических деталей рекомендуется производить автоматическим однозаходным под флюсом или автоматическим одно- и многозаходным под флюсом способами. Допускается применение других способов в соответствии с табл. 3.1.2 и 3.1.3

3.4.2 Наплавку цилиндрических деталей следует производить на постоянном токе обратной полярности по винтовой линии. При автоматическом способе наплавку первого кругового валика следует выполнять без продольного перемещения сварочного аппарата.

Допускается производить наплавку по образующей, если длина наплавляемого участка не превышает его диаметра, при этом рекомендуется наплавку валиков производить поочередно на четырех равноудаленных и диаметрально расположенных участках.

3.4.3 Электрод при автоматической наплавке должен быть установлен со смещением с «зенита» в сторону, противоположную направлению вращения детали.

3.4.4 Шаг при однозаходной наплавке должен выбираться из условия обеспечения горения дуги при наплавке последующего валика на наплавленном металле предыдущего и составлять 0,3 — 0,4 ширины валика (рис. 3.4.4).

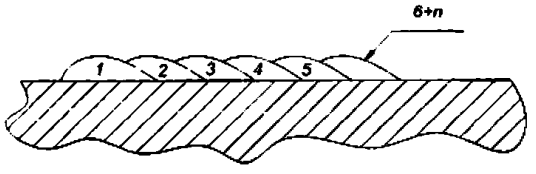


Рис. 3.4.4

3.4.5 При многозаходной наплавке сначала следует накладывать витки валика первого захода, а затем в промежутках между ними — витки валиков последующих заходов.

3.4.6 В процессе наплавки каждый валик должен тщательно очищаться от шлака. В случае ухудшения отделяемости шлака, в результате перегрева детали, наплавка должна быть прекращена и возобновлена при температуре детали, равной температуре предварительного подогрева. Деталь при этом должна охлаждаться, вращаясь в центрах.

3.4.7 В случае вынужденной остановки при наплавке и охлаждении детали ниже температуры предварительного подогрева наплавку следует возобновлять только после выполнения предварительного подогрева.

3.4.8 Начало и конец наплавки должны быть смещены с опасных сечений детали не менее чем на 30 мм, если участок наплавки находится выше опасного сечения менее чем на 10 мм. В остальных случаях величина смещения начала и конца наплавки не регламентируется. Опасное сечение определяется проектантом, конструкторским или технологическим отделом предприятия, выполняющего наплавку с учетом Приложения 1.

3.4.9 Конструкция наплавочной установки должна обеспечивать свободное продольное перемещение детали в процессе наплавки с целью компенсации теплового расширения.

3.4.10 Наплавленные детали следует охлаждать на станке с вращением. Допускается охлаждать наплавленные детали в вертикально подвешенном состоянии.

3.4.11 Выбор режимов автоматической, полуавтоматической наплавки должен производиться в соответствии с рекомендациями ОСТ5.9873.

3.5 Исправление дефектов.

3.5.1 Исправлению подлежат недопустимые дефекты, обнаруженные как в процессе наплавки, так и после механической обработки и контроля.

3.5.2 Недопустимые дефекты должны быть разделаны механическим способом и подготовлены к заварке в соответствии с требованиями 3.3.3, 3.3.10, 3.3.17, полнота удаления дефектов и качество кромок, подготовленных под заварку, должны контролироваться производственным мастером, представителем органа технического контроля и инспектором РС.

3.5.3 Недопустимые дефекты должны быть удалены, а соответствующие места детали заплавлены с тем же предварительным подогревом, теми же способами и сварочными материалами, какими производилась основная наплавка. Допускается производить заварку дефектов ручной аргонодуговой наплавкой или электродами, при этом марка присадочной проволоки или марка стержня электрода должны соответствовать марке сварочной проволоки, которая была применена при основной наплавке.

3.5.4 Если недопустимые дефекты обнаружены в металле, наплавленном согласно 3.3.9, то участки детали в местах удаленных дефектов должны быть заплавлены только теми высоколегированными сварочными материалами, которыми наплавлялся второй слой, независимо от глубины залегания дефектов.

3.5.5 После заплавления дефектных мест необходимо произвести повторный контроль исправленных и прилегающих участков детали.

Если после повторной заварки вновь обнаружены недопустимые дефекты, то исправление деталей следует выполнять после выяснения причин, вызвавших образование дефектов. Количество исправлений должно быть не более трех.

3.5.6 Если в наплавленной детали после ее исправления не обнаружены недопустимые дефекты, то наплавленная деталь признается годной и подвергается дальнейшему контролю и обработке согласно технологическому процессу и настоящей Инструкции.

4 ТЕХНОЛОГИЯ УПРОЧНЕНИЯ НАПЛАВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

4.1 Упрочнению обкаткой подлежат наплавленные цилиндрические и конические поверхности, а также наплавленные галтельные переходы деталей группы III.

4.2 Упрочнение наплавленных деталей следует производить методом обкатки в соответствии с ОСТ5.9049 с учетом требований, изложенных в настоящем разделе.

4.3 Обкатку следует осуществлять гидравлическим двухроликовым приспособлением типа, одобренного РС.

4.4 Окончательная обработка упрочненных наплавленных участков должна производиться в соответствии с требованиями чертежей: при этом поверхности деталей, работающие в условиях трения, после механической обработки должны иметь шероховатость R_a от 0,25 до 0,20 мкм по ГОСТ 2789-73.

4.5 Радиальное биение упрочняемых участков не должно превышать значений, указанных в ОСТ5.4097.

4.6 Обкатку деталей следует производить с применением люнетов, которые следует устанавливать как можно ближе к обкатываемой поверхности.

4.7 Не допускается обкатка наплавленных деталей, имеющих после механической обработки следующие дефекты:

трещины в наплавке и прилегающих к ней участках основного металла;

непровары, несплавления, расслоения;

отдельные газовые поры и шлаковые включения, количество и размеры которых превышают значения, указанные в настоящей Инструкции.

4.8 Упрочнение обкаткой наплавленных конусных участков и галтелей следует выполнять за одну установку.

4.9 Обкатку галтельных переходов с радиусом более 15 мм и высотой ступени менее 3 мм следует производить непрерывно с обкаткой цилиндрических участков.

4.10 Обкатку галтельных переходов с радиусом менее 15 мм следует производить с применением ролика с профильным радиусом, меньшим или равным радиусу галтели, при этом обкатка должна начинаться от фланца или торца ступени при вращающейся детали и продольной подаче суппорта с ускоренным нагружением роликов до заданного усилия. После прохода роликами галтели и цилиндрического участка вала за галтелью на длине 40 — 50 мм нагрузка плавно должна быть уменьшена до нуля на длине 50 мм.

4.11 В процессе обкатки в месте перехода галтели на большую по диаметру цилиндрическую часть детали допускается скругление кромки до радиуса 3 — 5 мм.

4.12 Зона упрочнения при обкатке цилиндрических или конических поверхностей должна перекрывать смежные ненаплавленные участки на длину 30 — 40 мм с каждой стороны для постепенного повышения нагрузки до заданного значения при входе роликов в контакт и снижения нагрузки до нуля на выходе.

4.13 Усилие при обкатке следует устанавливать в зависимости от диаметра наплавленного участка согласно требованиям ОСТ5.9873.

4.14 Обкатку следует осуществлять за один проход при скорости вращения детали 0,3 — 0,45 м/с и продольной подаче суппорта 0,2 — 0,3 мм/об.

4.15 Упрочнение наплавленных деталей гидравлическим двухроликовым приспособлением кроме увеличения условного предела коррозионно-усталостной прочности наплавленных деталей, обеспечивает повышение поверхностной твердости наплавленного металла до 60% по сравнению с исходной.

5 ПРИЕМКА НАПЛАВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

5.1 Виды контроля и порядок приемки наплавленных деталей.

5.1.1 Детали, изготовленные или отремонтированные с применением наплавки, должны быть приняты техническим контролем предприятия и предъявлены инспектору РС.

5.1.2 Технический контроль наплавленных деталей должен включать:

входной контроль;

операционный контроль;

приемочный контроль.

5.1.3 Операции технического контроля по всем его видам должны быть внесены в технологический процесс изготовления и ремонта деталей с применением наплавки.

5.1.4 Результаты контроля наплавленных деталей под наблюдением РС должны регистрироваться по форме, с ним согласованной.

5.1.5 Наплавленные детали, удовлетворяющие требованиям чертежа, технологического процесса и настоящей Инструкции, признаются годными и подлежат приемке техническим контролем.

Наплавленные детали, не удовлетворяющие указанным требованиям, подлежат исправлению и повторному контролю.

5.1.6 Предприятия, изготовляющие или ремонтирующие детали с применением наплавки, обязаны вести учет качества наплавленных деталей, устанавливать причины, вызывающие дефекты в деталях, и разрабатывать мероприятия по устранению дефектов.

5.1.7 При обнаружении трещин в наплавленной детали работы по наплавке должны быть прекращены до выявления причин появления трещин. Об обнаружении трещин должны быть поставлены в известность руководитель работ по сварке предприятия-изготовителя и Регистр. Сварку следует возобновить распоряжением руководителя работ по сварке предприятия после согласования с инспектором РС.

5.2 Входной контроль.

5.2.1 Входной контроль должен включать:

контроль качества основного металла;

контроль качества сварочных материалов и материалов для дефектоскопии;

контроль квалификации сварщиков и дефектоскопистов;

контроль сварочного оборудования, инструмента, оснастки и приборов.

5.2.2 Качество основного металла и сварочных материалов должно проверяться техническим контролем предприятия-изготовителя и инспектором РС.

5.2.3 Контроль основного металла и сварочных материалов на соответствие требованиям техни-

ческой документации и чертежей должен осуществляться путем проверки сертификатных данных.

5.2.4 Перед наплавкой поверхность деталей, относящихся к группам II и III, необходимо контролировать цветным или люминесцентным методом в соответствии с требованиями ОСТ5.9537.

По требованию заказчика или инспектора РС деталь перед наплавкой после проведения капиллярного контроля должна быть проконтролирована ультразвуковым методом.

5.2.5 Условия хранения наплавочных материалов, а также качество их упаковки и подготовки для наплавки (дегазация, очистка, обезжиривание, прокалка) должны контролироваться техническим контролем для установления их соответствия требованиям технической документации.

Сварочные материалы аустенитно-ферритного класса, применяемые для наплавки деталей из стали 14Х17Н2, к которым предъявляются требования стойкости к МКК, должны подвергаться контролю на стойкость к МКК в соответствии с требованиями ГОСТ 6032.

5.2.6 Контроль качества материалов для дефектоскопии (реактивов, красителей и др.) должен производиться персоналом лаборатории дефектоскопии для каждой партии материалов по сертификатным данным на отсутствие порчи и по истечении срока годности.

5.2.7 Запрещается использовать основной металл, материалы для наплавки и дефектоскопии в случае их несоответствия требованиям 5.2.3, 5.2.5 и 5.2.6.

5.2.8 Сварщики, выполняющие наплавку, должны быть аттестованы РС и иметь Свидетельства о допуске сварщиков по форме 7.1.30 Организации, выполняющие наплавку, должны иметь Свидетельства об одобрении технологических процессов сварки по форме 7.1.33, дающие право на производство наплавочных работ. Квалификация дефектоскопистов должна быть подтверждена компетентными органами.

5.2.9 Постоянный контроль за состоянием сварочного оборудования, наличием средств для замера температуры, оснастки и инструмента возлагается на производственного мастера, а контроль приборов дефектоскопии — на испытательную лабораторию.

5.2.10 Контроль технического состояния сварочного оборудования должен производиться службой, определенной приказом по предприятию. Контроль технического состояния сварочного оборудования должен устанавливать:

комплектность и исправность сварочного оборудования;

возможность обеспечения технологического процесса по наплавке;

наличие исправных средств измерения, входящих в комплект оборудования, и своевременность их метрологического надзора согласно ГОСТ 8.002.

5.2.11 Правильность показаний измерительных приборов, используемых при наплавке, должен контролировать наладчик сварочного оборудования при помощи контрольных приборов не реже одного раза в квартал, а также по первому требованию производственного мастера, службы технического контроля, заказчика или инспектора РС.

5.3 Операционный контроль.

5.3.1 Операционный контроль включает:

контроль качества подготовки деталей к наплавке;

контроль технологии наплавки.

5.3.2 Контроль качества подготовки деталей к наплавке должен производить производственный мастер представитель технического контроля с соответствующей отметкой в журнале операционных приемок, а деталей группы III — также инспектор РС.

5.3.3 Детали, подлежащие наплавке, должны быть проверены внешним осмотром и измерением для определения:

наличия и правильности сборки технологических элементов (технологических планок, шпоночных вставок и др.);

углов разделки и радиусов сопряжения наплавляемых поверхностей;

отсутствия поверхностных дефектов, трещин, закатов, расслоений, рыхлот;

отсутствия загрязнений наплавляемых поверхностей.

5.3.4 Контроль технологии наплавки деталей группы I должен осуществляться производственным мастером и периодически представителем технического контроля. Контроль деталей II и III групп должен осуществляться производственным мастером и представителем технического контроля. При этом проверяется соблюдение требований технологического процесса:

на применяемом сварочном оборудовании;

производственных условий выполнения наплавочных работ;

выполнения мероприятий по устранению деформаций деталей;

температуры предварительного подогрева деталей;

последовательности и правильности наложения валиков;

режима наплавки.

5.3.5 При обнаружении несоблюдения технологического процесса представитель технического контроля или производственный мастер должны остановить выполнение наплавочных работ на участке до устранения нарушения.

5.4 Приемочный контроль.

5.4.1 Приемочный контроль наплавленных деталей должен осуществляться:

за внешним осмотром и измерением;

за капиллярным методом;

за ультразвуковым методом;

за содержанием альфа-фазы в наплавленном металле деталей.

5.4.2 Методы и объем контроля следует назначать согласно табл. 5.4.2 и указывать в ведомости (схеме) контроля наплавленных деталей.

При ремонте деталей методом наплавки номер группы устанавливает конструкторский или технологический отдел ремонтного предприятия в соответствии с табл. 1.1.

Ведомость контроля наплавленных деталей должна быть согласована с заказчиком и инспектором РС.

Таблица 5.4.2

Методы контроля наплавленных деталей

Группа деталей	Метод контроля по всей площади наплавленной поверхности.
I	Внешний осмотр и измерение
II	Внешний осмотр и измерение, капиллярный (цветной или люминесцентный)
III	Внешний осмотр и измерение, капиллярный (цветной или люминесцентный), ультразвуковой

5.4.3 Операции приемочного контроля наплавленных деталей, а также методы и объем контроля должны быть указаны в рабочем технологическом процессе.

5.4.4 Контроль неразрушающими методами наплавленных деталей, подвергающихся термической обработке, необходимо производить после ее проведения.

5.4.5 Места, недоступные для контроля, должны быть оговорены в чертежах или ведомостях (схемах) контроля.

5.5 Контроль внешним осмотром и измерением.

5.5.1 Контролю внешним осмотром и измерением должны подвергаться детали по всей наплавленной поверхности и прилегающим участкам основного металла на длину не менее 20 мм до проведения других контрольных операций и обкатки.

5.5.2 Перед контролем поверхность наплавки и прилегающие участки основного металла должны быть очищены от загрязнений и шлака.

5.5.3 Контроль следует производить службой технического контроля предприятия и инспектором РС после окончания наплавки и после механической обработки.

5.5.4 Контроль производится с целью определения размеров наплавки и выявления наружных дефектов.

5.5.5 По результатам контроля после наплавки не допускаются следующие дефекты:

трещины в наплавке и прилегающих к ней участках основного металла;

незаплавленные кратеры, подрезы, наплывы, западания между валиками;

отдельные газовые поры и шлаковые включения, цепочки и скопления газовых пор и шлаковых включений, размеры которых превышают величины припуска на механическую обработку, оговариваемые в технологических процессах на наплавку конкретных деталей.

5.5.6 После механической обработки детали должны быть подвергнуты контролю внешним осмотром и измерением на отсутствие:

трещин в наплавке и прилегающих к ней участках основного металла, несплавлений между валиками;

отдельных пор и шлаковых включений, цепочек и скоплений газовых пор и шлаковых включений, размеры которых превышают значения, указанные в табл. 5.5.6.

5.5.7 По результатам контроля наплавленные детали следует считать годными, если в них не обнаружены дефекты, перечисленные в 5.5.5 и 5.5.6.

5.5.8 Внешний осмотр следует осуществлять невооруженным глазом, а в сомнительных местах при помощи лупы с 4 — 7-кратным увеличением.

5.5.9 Последующие операции контроля необходимо осуществлять после устранения недопустимых дефектов, выявленных внешним осмотром и измерением.

5.6 Контроль капиллярными методами (цветным или люминесцентным).

Таблица 5.5.6

Допустимые поверхностные дефекты наплавленных деталей

Группа деталей	Допустимые поверхностные дефекты наплавленных участков
I	Отдельные поры и шлаковые включения до 3 мм, но не более 5 шт., или одно скопление, или одна цепочка пор и шлаковых включений размером до 2 мм и длиной до 15 мм на 100 $см^2$ поверхности в месте наибольшего скопления дефектов
II	Отдельные поры и шлаковые включения до 1 мм, но не более 5 шт., или одно скопление, или одна цепочка пор и шлаковых включений до 0,3 мм и длиной до 5 мм на 100 $см^2$ поверхности в месте наибольшего скопления дефектов
III	Отдельные поры и шлаковые включения до 1 мм, но не более 5 шт. на 100 $см^2$ поверхности в месте наибольшего скопления дефектов

5.6.1 Контролю должны подвергаться наплавленные детали относящиеся к группам II и III, с целью выявления только поверхностных трещин.

5.6.2 Контроль капиллярным методом проводится по заявке службы технического контроля лабораторией предприятия, аккредитованной РС. Контролю подлежат детали, подготовленные под наплавку в соответствии с 5.3, а также наплавленные после механической обработки до проведения ультразвуковой дефектоскопии и обкатки.

Контроль также распространяется на участки, прилегающие к наплавленному металлу, длиной до 20 мм.

5.6.3 Наплавленная поверхность и прилегающие к ней поверхности длиной до 20 мм перед проведением капиллярной дефектоскопии должны быть обработаны механическим способом с Rz от 20 до 10 мкм по ГОСТ 2789.

5.6.4 Контроль методом капиллярной дефектоскопии следует производить в соответствии с ОСТ5.9537. Класс чувствительности назначается проектантом и указывается в чертежах или ведомостях (схемах) контроля. Для наплавленных деталей группы III класс чувствительности должен быть не ниже второго.

5.6.5 Качество наплавленных деталей считается неудовлетворительным, если при контроле на наплавленной поверхности образуется линейный индикаторный след или цепочка округлых индикаторных следов.

Примечание. Линейным считается индикаторный след с отношением длины к ширине более трех.

Цепочкой считается три и более округлых индикаторных следа, если расстояние между ними 2 мм и менее, независимо от размера отдельного следа.

5.7 Контроль ультразвуковым методом.

5.7.1 Контролю ультразвуковым методом должны подвергаться наплавленные детали, относящиеся к группе III, после проведения капиллярного контроля до обкатки.

Ультразвуковой контроль распространяется также на участки, прилегающие к наплавленному металлу на расстоянии до 20 мм.

5.7.2 Контроль проводится для выявления внутренних дефектов наплавки: трещин, несплавлений, газовых пор, шлаковых включений без расшифровки их характера, но с указанием количества дефектов, их эквивалентной площади, условной протяженности и координат расположения.

5.7.3 Оценка качества наплавленных деталей по результатам ультразвукового контроля должна производиться по системе:

«не годен» — если по результатам контроля обнаруженные дефекты превышают значения, указанные в табл. 5.7.3;

«годен» — если по результатам контроля обнаруженные дефекты имеют характеристики и количество, равные или меньшие указанным для балла «не годен».

5.7.4 Обнаруженные при ультразвуковом контроле дефекты, выходящие за пределы норм, указанных в табл. 5.7.3, должны быть исправлены в соответствии с требованиями 3.5, после чего производится повторный контроль исправленных участков капиллярным, а затем ультразвуковым методом.

5.7.5 Результаты ультразвукового контроля должны быть зафиксированы в журнале и в заключении, представляемой испытательной лабораторией, службе технического контроля и инспектору РС, с указанием эквивалентной площади, условной протяженности, количества и координат расположения зафиксированных дефектов и оценки качества. К заключению прилагается эскиз изделия с указанием мест расположения дефектов.

5.7.6 Наплавленную деталь, оцененную по результатам ультразвукового контроля «годен», следует направлять на обкатку и дальнейшую обработку согласно технологическому процессу.

5.7.7 Лаборатория ультразвуковой дефектоскопии должна быть оснащена набором испытательных образцов для настройки чувствительности и определения эквивалентной площади обнаруженных дефектов. Вид и конструкция испытательных образцов приведены в ОСТ5.9873.

Таблица 5.7.3

Допустимые дефекты в наплавленном металле при контроле ультразвуковым методом

Тип искателя	Вид дефекта	Эквивалентная площадь дефекта, мм^2	
		Фиксируемого	Предельно допустимого
Раздельно-совмещенный	Одиночный	3	4
	Протяженный	3	Не допускается
	Скопление (на 10000 мм^2 поверхности)	3	20
	Цепочка (на 100 мм длины)	3	12
Призматический	Одиночный	4	5
	Протяженный	4	Не допускается
	Любые дефекты, не выявленные при прозвучивании в противоположном направлении	4	Не допускается

5.7.8 Основной и наплавленный металл испытательных образцов должен быть той же марки и иметь такие же структуру и коэффициент затухания, как и контролируемая деталь.

5.7.9 На каждом испытательном образце должна быть нанесена маркировка, указывающая марку основного и наплавленного металлов, толщину наплавленного слоя. Рекомендуется также маркировать размер и глубину залегания торцовых сверлений.

5.7.10 Наличие и тип испытательных образцов должно быть зафиксировано в паспорте испытательной лаборатории.

6 КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ АЛЬФА-ФАЗЫ В НАПЛАВЛЕННОМ МЕТАЛЛЕ

6.1 Контроль содержания альфа-фазы должен производиться в случае, предусмотренном ОСТ5.9873 и 3.3.6 Инструкции для сталей, указанных в табл. 1.2, кроме сталей 12Х13, 20Х13 и 14Х17Н2.

6.2 Определение содержания альфа-фазы должно производиться до обкатки наплавленной поверхности приборами для локального, неразрушающего определения процентного содержания альфа-фазы. Использование иных методов определения процентного содержания альфа-фазы требует специального рассмотрения Регистра.

6.3 Если содержание альфа-фазы превышает 20%, наплавленный слой подлежит удалению и повторной наплавке после установления причин, вызвавших повышенное содержание альфа-фазы.

Такими причинами могут быть несоответствие сварочных материалов, режимов наплавки или минимального значения толщины наплавленного слоя требованиям ОСТ5.9873 и настоящей Инструкции.

Типовые схемы разделки и наплавки отдельных участков деталей представлены в ОСТ 5.9873.

РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

ПРИЛОЖЕНИЯ К РУКОВОДСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ НАБЛЮДЕНИЮ ЗА РЕМОНТОМ МОРСКИХ СУДОВ

Редакционная коллегия Российского морского регистра судоходства

Ответственный за выпуск *Е.Б. Мюллер*
Главный редактор *М.Ф. Ковзова*
Компьютерная верстка *И.И. Лазарев*

Подписано в печать 17.02.05. Формат 60 × 84/8. Гарнитура Таймс.
Печать офс. Уч.-изд. л. 33. Усл. печ. л. 33,7. Тираж 300. Заказ 2222/1.

Лицензия ИД № 04771 от 18.05.01

Российский морской регистр судоходства
191186, Санкт-Петербург, Дворцовая набережная, 8

gost.e-ecolog.ru