МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА СССР

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СУДОВ. МЕТОДИКА ДЕФЕКТАЦИИ КОРПУСОВ МОРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СУДОВ

РД 31.28.30—88

МОСКВА
В/О «МОРТЕХИНФОРМРЕКЛАМА»
1988

спасибо кумо

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА СССР

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СУДОВ. МЕТОДИКА ДЕФЕКТАЦИИ КОРПУСОВ МОРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СУДОВ

РД 31.28.30—88

МОСКВА
В/О «МОРТЕХИНФОРМРЕКЛАМА»
1988

Комплексная система технического обслуживания и ремонта судов. Методика дефектации корпусов морских транспортных судов. РД 31.28.30—88. — М.: В/О «Мортехинформреклама», 1988. — 56 с.

Разработана
Центральным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом морского флота (ЦНИИМФ)
Зам. директора по научной работе, руководитель проблемы —
д-р техн. наук *С. Н. Драницын*
Зав. отделом стандартизации и управления качеством продукции —
А. П. Вольваченко
Зав. сектором, руководитель темы и ответственный исполнитель —
д-р техн. наук, проф. *А. И. Максимаджи*
Руководитель разработки и ответственный исполнитель —
канд. техн. наук *А. С. Брикер*

Согласована
Главным управлением Регистра СССР
Начальник отдела *А. И. Чульский*
Главный инженер *Ю. И. Быков*
Утверждена
В/О «Мортехсудоремпром»
Зам. председателя *Ю. П. Бабий*

Комплексная система технического обслуживания и ремонта судов.
Методика дефектации корпусов морских транспортных судов

РД 31.28.30—88

Редактор Р. Г. Киризлеева

Художественный редактор З. П. Фролова

Технический редактор Л. П. Бушева

Корректоры Г. Д. Шуман, Г. Е. Грибкова

Сдано в набор 6.05.88 г. Подписано в печать 4.08.88 г. Формат изд. 60×90/16. Бум. тип. № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Печ. л. 3,5. Уч.-изд. л. 4,22. Тираж 3300 экз. Изд. № 242/8-В. Заказ тип. № 460. Бесплатно.
В/О «Мортехинформреклама»
125080, Москва, А-80, Волоколамское шоссе, 14

Типография «Моряк», Одесса, ул. Ленина, 26

© В/О «Мортехинформреклама», 1988.

МИНИСТЕРСТВО
МОРСКОГО ФЛОТА СССР
от 24.02.88 № МТ-43-58/563

РУКОВОДИТЕЛЯМ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ МИНМОРФЛОТА

О введении в действие РД 31.28.30—88

В/О «Мортехсудоремпром» утвержден руководящий документ РД 31.28.30—88 «Комплексная система технического обслуживания и ремонта судов. Методика дефектации корпусов морских транспортных судов» со сроком введения в действие с 1 января 1989 г.

Руководящий документ РД 31.20.50—87, являющийся составной частью комплексной системы технического обслуживания и ремонта судов, устанавливает методологию измерения величин и определения характеристик повреждений корпусных конструкций (износы, остаточные деформации, трещины), а также методику оценки технического состояния корпуса и отдельных его конструкций.

Внедрение РД 31.28.30—88 позволит уменьшить объем и стоимость ремонта, упорядочить техническое обслуживание и ремонт корпусов морских транспортных судов.

Методика дефектации корпусов морских транспортных судов служит основой для разработки специальных норм допускаемых износов и деформаций корпусных конструкций.

Для внедрения РД 31.28.30—88 ПРЕДЛАГАЮ:

1. Руководителям предприятий и организаций:

1.1. Использовать РД 31.28.30—88 при проведении дефектации корпусов судов в условиях судоремонтного завода, при предремонтной дефектации, а также при техническом обслуживании и ремонте по состоянию.

1.2. Организовать изучение РД 31.28.30—88 всеми заинтересованными работниками и судовыми экипажами.

2. ЦНИИМФу:

2.1. До 01.03.88 подготовить руководящий документ к изданию.

2.2. Оказывать методическую помощь по внедрению РД 31.28.30—88.

3. Издание и рассылку РД 31.28.30—88 заинтересованным предприятиям и организациям Минморфлота производит В/О «Мортехинформреклама» согласно разнарядке ЦНИИМФа.

Контроль за исполнением настоящего письма осуществляет В/О «Мортехсудоремпром».

4. С введением настоящей методики отменить действие Методики дефектации корпусов морских транспортных судов издания 1978 г. (РД 31.28.30—78).

Первый заместитель председателя
В/О «Мортехсудоремпром» *Ю. П. БАБИЙ*

Комплексная система технического обслуживания и ремонта судов. Методика дефектации корпусов морских транспортных судов

РД 31.28.30—88

Взамен
РД 31.28.30—78

Директивным письмом
В/О «Мортехсудоремпром»
от 24.02.88 № МТ-43-58/563
срок введения в действие
установлен с 1 января 1989 г.

Настоящий руководящий документ распространяется на транспортные суда Минморфлота.

Руководящий документ не распространяется на атомные суда.

Руководящий документ устанавливает методику определения технического состояния корпуса и его элементов.

Руководящий документ обязателен для пароходств, администрации судов, судоремонтных заводов (СРЗ), баз технического обслуживания флота (БТОФ), научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций Минморфлота.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Область распространения

1.1.1. Настоящая методика предназначена как для оценки технического состояния корпусных конструкций в процессе дефектации на судоремонтных заводах и при предремонтной дефектации, так и для разработки специальных норм допускаемых износов и остаточных деформаций основных элементов корпуса морских транспортных судов Минморфлота.

1.1.2. Положения методики распространяются на следующие типы судов: сухогрузные (длиной 12—220 м); наливные (длиной 20—350 м); для навалочных грузов, включая рудовозы (длиной 80—250 м); комбинированные — нефтенавалочники и нефтерудовозы (длиной 150—250 м); грузовые ограниченного района плавания (длиной 12—160 м); буксирные (длиной 12 м и более).

Распространение положений методики на суда других назначений должно производиться по согласованию с Регистром СССР[1].

В зависимости от назначения и конструктивного типа суда разделяются по группам. Группа I — обычные сухогрузные суда, суда для перевозки навалочных грузов, буксиры. Группа II — наливные суда, специальные суда для перевозки тяжелых навалочных грузов (удельно-погрузочный объем груза более 0,85 м³/т), рудовозы, а также нефтерудовозы и нефтенавалочники.

[1] В дальнейшем — Регистр.

1.1.3. Отступления от регламентируемых методикой количественных характеристик дефектов допускаются по согласованию с Регистром и при представлении необходимых обоснований.

1.1.4. Нормативы допускаемых дефектов корпусных конструкций, указанные в данной методике, установлены из условия обеспечения безопасной эксплуатации между очередными освидетельствованиями согласно части I «Классификация» Правил классификации и постройки морских судов Регистра СССР[1].

1.2. Определения и пояснения

1.2.1. В тексте методики используются следующие определения:

1) Лист — ограниченный сварными швами элемент наружной обшивки, настила палуб и других конструкций корпуса.

2) Ячейка листа — участок листа, ограниченный подкрепляющим набором, примыкающими конструкциями.

3) Элемент набора — стенка, свободный поясок балки набора корпуса.

4) Ячейка стенки (пояска) рамного набора — участок элемента набора, ограниченный ребрами жесткости, примыкающими конструкциями.

5) Остаточная толщина — фактическая толщина элемента корпуса в точке замера.

6) Построечная толщина — толщина, указанная на отчетных чертежах корпуса судна.

1.2.2. Дефекты подразделяются на:

разрушения — исключают возможность дальнейшей эксплуатации конструкций, требуют немедленного ремонта;

повреждения — нарушают нормальные условия эксплуатации конструкций. Допускаемые количественные характеристики регламентируются методикой.

К повреждениям относятся:

износ — уменьшение построечных размеров элементов корпуса со временем;

остаточная деформация — изменение первоначальной формы конструкции;

трещина, разрыв — нарушение целостности элементов корпуса.

Определение величины и характера повреждения производится в соответствии с разделами 2 и 3, допускаемых значений повреждений — с разделом 4; заключение о техническом состоянии корпуса — в соответствии с разделом 5.

1.2.3. Техническое состояние корпуса (корпусных конструкций) — совокупность параметров, определяющих прочность, жесткость и непроницаемость корпуса (корпусных конструкций), подверженных изменению в процессе эксплуатации.

Техническое состояние корпусов судов устанавливается в зависимости от: величины износа листов и набора; характеристики ос-

[1] В дальнейшем — Правила.

таточных деформаций листов и набора; состояния сварных швов и заклепочных соединений; наличия трещин в элементах корпуса.

1.2.4. Для корпуса судна установлены следующие виды технического состояния: «годен», «ограниченно годен», «не годен».

1) «Годен» — устанавливается для корпуса судна, количественные характеристики повреждений которого удовлетворяют требованиям нормативной документации.

2) «Ограниченно годен» — устанавливается для корпуса судна, количественные характеристики повреждений которого удовлетворяют требованиям нормативной документации только для ограниченных (по сравнению с первоначально установленными) условий эксплуатации, регламентируемых Регистром.

3) «Не годен» — устанавливается для корпуса судна, количественные характеристики повреждений которого не удовлетворяют требованиям нормативной документации.

1.2.5. Износ подразделяется на:

1) Общий износ отдельного листа — уменьшение толщины листа, примерно одинаковое по всей его поверхности (рис 1.2.5,*а*).

2) Общий износ однородных листов — уменьшение толщины ряда листов, имеющих одинаковое функциональное назначение и расположенных в одном поперечном сечении корпуса.

3) Местный износ — локальное уменьшение толщины на отдельных участках элементов корпуса.

Различаются разновидности местного износа:

износ пятнами — утонение листа (элемента набора) на отдельных участках поверхности (рис. 1.2.5,*б*);

канавочный износ (односторонний или двусторонний) — избирательное утонение листа (элемента набора) в виде канавки вдоль границы сварного шва и/или околошовной зоны и т. п. (рис. 1.2.5,*в*);

линейный износ — утонение листа на узкой полосе вдоль линии приварки стенок продольного и/или поперечного набора (рис. 1.2.5,*г*).

4) Язвенный износ — сосредоточенное в ограниченной области утонение листа в виде отдельных питтингов, раковин, точек и т. п. (рис. 1.2.5,*д*).

1.2.6. Остаточные деформации подразделяются на:

вмятины — остаточные прогибы листов обшивки или настила совместно с подкрепляющим набором;

гофрировки — остаточные прогибы листов между несколькими смежными балками набора;

бухтины — остаточные прогибы ограниченного участка листа обшивки (настила) между двумя смежными балками набора; бухтины разделяются на большие и малые (тычки);

выпучины — местные остаточные деформации стенок набора в районе вмятины.

1.2.7. Дефектация корпуса судна выполняется либо на судоремонтном заводе, либо в процессе эксплуатации судна группами предремонтной дефектации пароходства, учитывая ранее осуществленные ремонты.

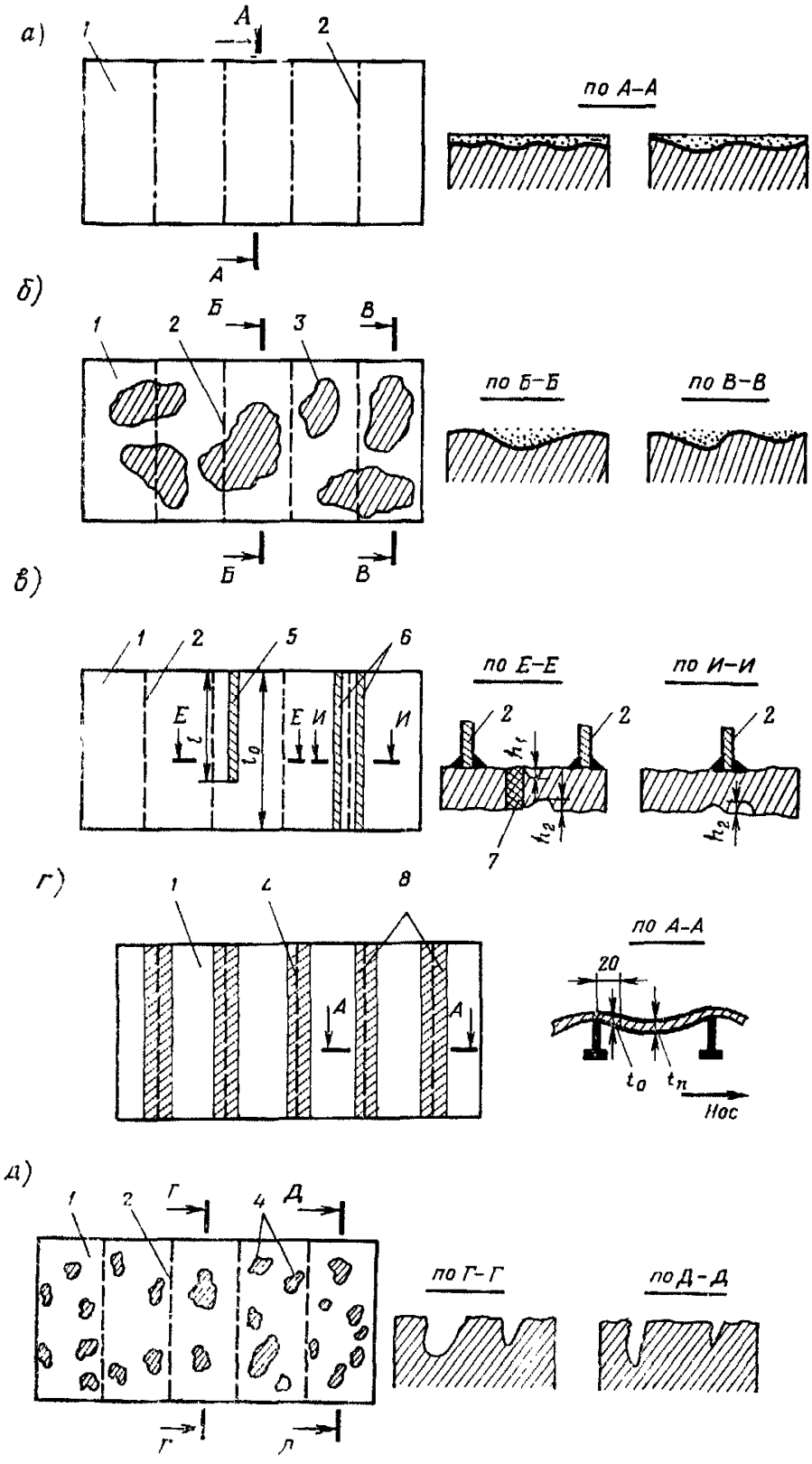

Рис. 1.2.5. Виды коррозионного износа:
а — общий износ отдельного листа; *б* — износ пятнами участка листа; *в* — канавочный износ; *г* — линейный износ; *д* — язвенный износ.
1 — лист обшивки; *2* — набор; *3* — контур пятна; *4* — контур язвины; *5, 6* — канавка; *7* — сварной шов; *8* — зона ледового истирания

При дефектации используются: Положение о ремонте судов Минморфлота (РД 31.50.03—78), Руководство Регистра СССР по техническому надзору за судами в эксплуатации[1], настоящая методика и Специальные нормы допускаемых износов для данной серии судов (отдельного судна).

Дефектация включает в себя:

измерение числовых характеристик повреждений и сопоставление с допускаемыми значениями;

установление технического состояния корпуса или отдельных его элементов.

1.2.8. Дефектация подразделяется на:

частичную — обследование ограниченных участков судового корпуса в пределах отдельных перекрытий или поперечных сечений;

полную — подробное планомерное обследование всех элементов корпуса.

Решение о проведении полной или частичной дефектации в общем случае принимается по результатам осмотра корпуса и выборочным замерам остаточных толщин его элементов с учетом опыта надзора и технической эксплуатации однотипных судов. Проведение дефектации приурочивается к очередному освидетельствованию в соответствии с указаниями части I «Классификация» Правил Регистра.

Необходимость в частичной дефектации возникает обычно через 8 лет на судах группы II и через 12 лет на судах группы I.

Полная дефектация выполняется, как правило, после 12—16 лет эксплуатации (в зависимости от степени износа корпуса судна).

1.2.9. Результаты дефектации — акт совместно с чертежами растяжек обшивки, настилов палуб и водонепроницаемых переборок, элементов набора либо материалы дефектации в форме таблиц, приведенных в прил. 1, — должны храниться на судне и у судовладельца (см. п. 3.1.7). На чертежах должны быть нанесены остаточные толщины, характеристики гофрировок, бухтин и вмятин, сведения о замене элементов корпуса, а также расположение и протяженность подваренных сварных швов.

В целях учета, контроля и прогнозирования технического состояния корпуса судна, установления объемов ремонта судовладельцу рекомендуется применять автоматизированную систему на основе использования персональных ЭВМ.

1.2.10. Объемы измерений и сроки освидетельствования корпусных конструкций регламентируются Руководством. В частности, обследуются элементы подводной и надводной частей корпуса (с наружной стороны), а также помещения внутри корпуса в соответствии с таблицей раздела 3 «Корпус» Руководства. Район обследования изношенных конструкций устанавливается по результатам визуальных осмотров и на основании выборочных замеров с учетом опыта надзора за корпусами судов данного типа.

[1] В дальнейшем — Руководство.

2. ОБСЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

2.1. Основные положения

2.1.1. Износ элементов корпуса характеризуется остаточными толщинами, определенными с помощью средств измерения. Средства измерения и их метрологические свойства должны быть признаны Регистром и соответствовать одобренным Регистром стандартам.

2.1.2. Остаточные толщины листовых элементов должны, как правило, определяться методами неразрушающего контроля. При необходимости проверки полученных данных допускается измерение остаточных толщин другими одобренными способами.

Измерения толщин элементов набора там, где это технически возможно, могут выполняться штангенциркулем, микрометром и другими соответствующими средствами измерения.

Измерения глубины коррозионных язвин, раковин выполняются с помощью глубиномера, индикатора часового типа или иными подобными приборами.

Для организации выполнения измерений должна быть заранее подготовлена схема, на которой указываются: положение точек измерения; построечные толщины элементов корпуса в этих точках; вид применяемого для измерения оборудования.

Указываются места для установки лесов (если это необходимо) или других устройств доступа к точкам измерения.

2.1.3. Выборочные измерения остаточных толщин корпусных конструкций выполняются в первую очередь в районах, которые подвергаются интенсивному износу по причине агрессивности среды, отпотевания, недостаточной вентиляции и постоянной сырости, где затруднено проведение технического обслуживания в условиях эксплуатации. Остаточная толщина в точке измерения должна определяться с учетом состояния поверхности листа как снаружи, так и изнутри корпуса.

Выборочные измерения остаточных толщин должны производиться в следующих местах:

1) В трюмах и отсеках, где по роду перевозимого груза (уголь, минеральные удобрения, руда, различные нефтепродукты, соль, химикаты, кислота, рыба в бочках и т. д.) возможна интенсивная коррозия со стороны грузовых помещений, в отсеках двойного дна под котлами или попеременно используемых для жидкого топлива и балласта, в балластных отсеках, в насосных отделениях нефтеналивных судов, в местах прохождения трубопровода подогрева, в льялах, в отсеках с цементным и другими покрытиями, в сточных колодцах, в танках изолированного (чистого) балласта нефтеналивных судов.

2) На элементах корпуса, где по опыту эксплуатации отмечались повышенные износы, на поверхностях, где возможен застой воды (например, на настилах палуб под палубными механизмами в носовой части, в районах шпигатов, в районе комингсов вентиляционных каналов).

3) На элементах корпуса, имеющих более тонкие построечные толщины, особенно в носовой и кормовой частях пояса переменных ватерлиний, на приварных патрубках донной и бортовой арматуры, а также на листах, на которых допущено уменьшение толщины из-за применения одобренных средств защиты от коррозии.

4) На конструктивных элементах судна, где может появиться канавочный износ (в районе стыков и пазов листов наружной обшивки в подводной части корпуса, на обшивке продольных и поперечных переборок нефтеналивных судов; в околошовной зоне приварки балок набора к наружной обшивке в подводной части, а также к обшивке переборок грузобалластных танков, переборок цистерн).

В танках нефтеналивных судов канавочный износ появляется также и на обшивке днища в районе голубниц для перетока жидкости, прорезанных в стенках балок набора.

5) В районах линейного износа (листы ледового пояса, носовые участки днищевой обшивки, пояс переменных ватерлиний, особенно в районах перехода от носового заострения к цилиндрической вставке, а также в кормовой части).

6) В районах пересечения балок продольного и поперечного набора, главным образом на днище, где возможно появление очагов местного износа пятнами.

7) На обшивке нижних участков поперечных переборок в районе соединения с твиндечными палубами, настилом второго дна.

8) В зонах язвенного износа.

2.1.4. При выполнении частичной дефектации элементов корпуса необходимо произвести измерения в одном—трех кольцевых поперечных сечениях корпуса (в зависимости от возраста судна). Поперечные сечения должны выбираться там, где по опыту надзора предполагаются наибольшие износы, или там, где это обнаружено по выборочным измерениям остаточных толщин настила расчетной палубы, обшивки днища.

В случаях, когда измерения должны быть произведены в двух или трех сечениях, по крайней мере одно сечение должно включать конструктивно ослабленный район (например, люковый вырез) или балластный (грузобалластный) танк (для наливных судов) в пределах 0,4 L средней части судна.

2.1.5. При выполнении измерений остаточных толщин элементов набора в пределах одного отсека (например, трюма, твиндека, грузового танка, цистерны и т. п.) количество замеров выбирается следующим:

1) Для днищевого набора:

на каждом четвертом флоре (в том числе на всех водонепроницаемых) выполняется по одному замеру в промежутках между вертикальным килем и стрингером, стрингером и междудонным листом или при отсутствии днищевых стрингеров — в трех-четырех точках по ширине судна (отсека). Если в отсеке меньше четырех флоров, должен быть измерен один любой флор. Замеры желательно проводить вблизи расположения вырезов;

на вертикальном киле, днищевых стрингерах, крайнем междудонном листе, рамных связях скуловых цистерн навалочников — в трех-пяти точках по длине каждого трюма или отсека;

на продольных балках днища и второго дна — на трех-четырех балках по ширине судна (отсека) в двух-трех точках на каждой балке в каждом отсеке;

на двух-трех балках днищевого набора в танках нефтеналивных судов должны быть измерены остаточные толщины стенок в районе голубниц, прорезанных для перетока жидкости.

2) Для бортового набора:

на каждом четвертом рамном шпангоуте, каждом бортовом стрингере — в двух-трех точках по высоте (длине) трюма;

на каждом четвертом трюмном шпангоуте — на двух-трех продольных бортовых балках в двух-трех точках по высоте (длине) трюма.

3) Для палубного набора:

на карлингсах, отбойном листе — в трех-пяти точках по длине каждого трюма или отсека;

на каждом четвертом рамном бимсе — в трех-четырех точках по ширине судна (отсека). Если в отсеке меньше четырех бимсов, то измеряется один бимс в носовой части отсека;

на продольных подпалубных балках — на трех-четырех балках по ширине судна (отсека) в двух-трех точках на каждой балке;

на каждом четвертом бимсе — в трех-четырех точках по ширине судна (отсека).

4) Для набора переборок:

на каждой четвертой рамной стойке продольной переборки — в двух-трех точках по высоте отсека. Если в отсеке меньше четырех рамных стоек, измеряется одна;

на шельфах, доковых стойках — в двух-трех точках по высоте трюма;

на каждой четвертой вертикальной стойке — в двух-трех точках по высоте;

на горизонтальных балках — на двух-трех балках на половине ширины трюма (отсека) в трех-четырех точках.

5) Для набора форпика и ахтерпика:

на каждом третьем шпангоуте в нижней части в местах соединения со скуловыми кницами, в местах цементной заливки под скулами, в районе бортовых стрингеров.

6) Количество замеров остаточных толщин элементов набора может уточняться с учетом опыта надзора, особенностей конструкции, размеров судна и технического состояния корпуса.

2.2. Определение остаточных толщин листов

2.2.1. Различаются остаточные толщины листа:

s_1 — средняя остаточная толщина при общем износе одного листа;

s_2 — средняя остаточная толщина при общем износе однородных листов;

s_{3i} — средняя остаточная толщина отдельного участка (ячейки) листа при местном износе;

s_4 — минимальная остаточная толщина ячейки листа в язвине.

2.2.2. Средняя остаточная толщина листа s_1 определяется:

$$s_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} s_i}{n}, \qquad (2.2.2)$$

где s_i — измеренная остаточная толщина в точке i; n — количество замеров.

Измерение остаточных толщин листа выполняется в соответствии со схемами *1* и *2* рис. 2.2.2. Количество замеров на листе может

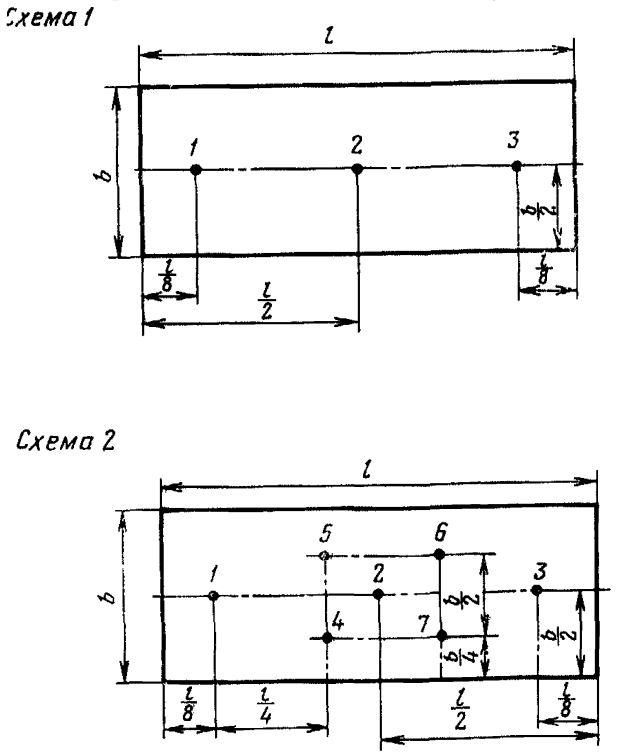

Рис. 2.2.2. Схемы измерения остаточных толщин листа:
схема *1* — по трем точкам; схема *2* — по семи точкам

быть ограничено тремя (схема *1*), если разность между измеренными остаточными толщинами s_i менее 1,5 мм. В случаях, когда разность между измеренными остаточными толщинами s_i более 1,5 мм, но менее 3 мм, количество замеров увеличивается до семи (схема *2*). По схеме *2* измеряются также остаточные толщины листа, если s_1, измеренная по схеме *1*, составляет менее 80% толщины, указанной на отчетных чертежах.

В случаях, когда разность толщин $s_i - s_{i+1}$ превышает 3 мм (что свидетельствует о наличии зон местного износа), должны быть учтены следующие указания:

1) При определении величины s_i в количество замеров s_i должны быть включены также и замеры в местах местного износа пятнами.

Если местным износом пятнами охвачено более 40% ячеек, имеющихся на данном листе, количество замеров для определения s_i должно быть увеличено вдвое по сравнению со схемой *2* (см. рис. 2.2.2).

2) Допускается оценивать коррозионный износ листа отдельно по участкам.

Если лист перекрывает 2 трюма (отсека), в одном из которых перевозятся более коррозионно агрессивные грузы, допускается определять s_i отдельно для участка листа в каждом трюме (отсеке).

2.2.3. Средняя остаточная толщина однородных листов определяется:

$$s_2 = \frac{\sum\limits_{j=1}^{m} s_{1j} b_j}{\sum\limits_{j=1}^{m} b_j}, \qquad (2.2.3)$$

где m — количество однородных листов в рассматриваемом поперечном сечении; b_j — ширина j-го листа; s_{1j} — средняя остаточная толщина, рассчитанная по выражению 2.2.2 для отдельного листа с номером j.

2.2.4. Средняя остаточная толщина в районе местного износа определяется в зависимости от его вида.

1) Износ пятнами характеризуется средней остаточной толщиной $s_{3п}$ и долей площади ячейки листа, пораженной износом, — β.

Величина $s_{3п}$ определяется по выражению (2.2.2) на основании замеров остаточных толщин, выполняемых в рассматриваемой ячейке листа.

Величина β вычисляется: $\beta = F_1/F_0$, где F_1 — площадь ячейки листа, охваченная износом пятнами; F_0 — площадь рассматриваемой ячейки.

Площадь F_1 определяется глазомерно либо с помощью проволочных шаблонов, сетчатых трафаретов, нанесенных на кальку, либо с помощью других подобных приспособлений.

2) Линейный износ листа характеризуется остаточными толщинами t_{0i}, измеренными у стенок набора, и остаточными толщинами $t_{пi}$, измеренными в пролете между набором.

Для определения этих параметров рекомендуются следующие способы.

При поперечной системе набора. Измеряются толщины t_{0i} и $t_{пi}$ в трех шпациях: у носовой части листа, посередине его длины и в кормовой части (рис. 2.2.4).

Точки измерений возле набора должны располагаться не далее 20 мм от его стенки на стороне, обращенной к носу судна. Район

измерений по высоте (ширине) листа должен выбираться в наиболее изношенном участке.

В результате измерений определяются:

$$\left.\begin{aligned} t_0^{ср} &= \sum_{i=1}^{n} t_{0i}/n; \\ t_n^{ср} &= \sum_{i=1}^{n} t_{ni}/n; \\ & t_n^{ср}/t_0^{ср}, \end{aligned}\right\} \qquad (2.2.4)$$

где n — количество измерений.

При продольной системе набора. Остаточные толщины t_{0i} и t_{ni} измеряются вдоль продольной балки в районе наибольшего износа

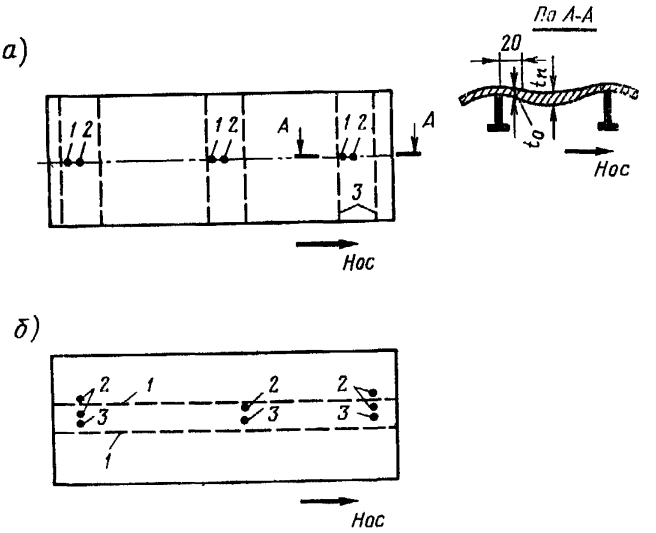

Рис. 2.2.4. Схема измерения остаточных толщин при линейном износе:
а — при поперечной системе набора: *1* — точка замера у стенки набора (на опоре); *2* — точка замера между набором (в пролете); *3* — шпангоут (флор, продольная балка);
б — при продольной системе набора: *1* — продольная балка; *2* — точки замера у стенки набора; *3* — точки замера в пролете

в трех сечениях по длине листа (см. рис. 2.2.4). В результате измерений определяются параметры остаточной толщины по выражению (2.2.4 подпункта 2).

3) Канавочный односторонний или двусторонний износ характеризуется остаточной толщиной в районе канавок.

Остаточная толщина в канавке определяется: $s_{3к} = s_1' - (h_1 + h_2)$, где s_1' — измеренная остаточная толщина возле канавки;

h_1, h_2 — глубина канавки с наружной и внутренней сторон листа соответственно.

4) Язвенный износ характеризуется наименьшей остаточной толщиной в районе отдельных язвин — s_4. Измеряется в наиболее глубокой язвине в пределах ячейки листа. Этот замер выполняется, если глубина язвины превышает 3 мм или половину построечной толщины листа.

2.3. Определение остаточных толщин элементов набора

2.3.1. Различаются остаточные толщины элементов набора:

s_1 — средняя остаточная толщина при общем износе стенки, свободного пояска;

s_3 — средняя остаточная толщина при местном износе пятнами отдельного участка стенки, свободного пояска рамного набора, стенки основного набора в данном поперечном сечении;

s_4 — наименьшая остаточная толщина стенки, свободного пояска в язвине.

2.3.2. Средняя остаточная толщина элемента набора s_1 в пределах судового перекрытия (либо на длине расчетного пролета) определяется:

$$s_1 = (\sum_{i=1}^{n} s_i)/n, \qquad (2.3.2)$$

где s_i — остаточная толщина в i-й точке; n — количество замеров.

Измерения остаточных толщин элементов набора выполняются в соответствии с п. 2.1.5.

2.3.3. В случае, если на длине пролета балки рамного и/или основного набора имеется неравномерный износ, измерения остаточных толщин элементов набора выполняются в районе местного износа. Для определения параметров поперечного сечения балки (момента сопротивления, момента инерции) выбирается наиболее изношенное сечение в рассматриваемом пролете.

1) Местный износ пятнами стенки, пояска рамного набора характеризуется средней остаточной толщиной $s_{3р}$ и частью площади ячейки стенки (пояска) рамного набора, пораженного коррозией, — βF_0 (F_0 — площадь ячейки рамного набора, см. п. 1.2.1, подпункт 4).

Определение параметров местного износа в наиболее изношенной по длине балки ячейке рамного набора производится в соответствии с подпунктом 1 п. 2.2.4.

2) Местный износ стенки основного набора в рассматриваемом поперечном сечении характеризуется средней остаточной толщиной $s_{3н}$ и наименьшей остаточной толщиной s_4.

Средняя остаточная толщина стенки в данном поперечном сечении $s_{3н}$ определяется:

$$s_{3н} = (\sum_{i=1}^{m} s_{3н_i})/m, \qquad (2.3.3)$$

где $s_{3н}$ — остаточная толщина в i-й точке; m — количество замеров.

В расчетном сечении выполняется не менее трех замеров. В качества s_4 принимается наименьшая из замеренных $s_{3н_i}$.

3. ОБСЛЕДОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ, СВАРНЫХ И ЗАКЛЕПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ТРЕЩИН

3.1. Остаточные деформации корпусных конструкций

3.1.1. Обследование остаточных деформаций элементов корпуса выполняется с учетом особенностей эксплуатации корпусных конструкций судов и опыта технического надзора за ними.

Измерение максимальных стрелок прогиба бухтин, гофрировок и вмятин производится по отношению к первоначальной недеформированной поверхности стандартным измерительным инструментом.

3.1.2. При обследовании остаточных деформаций набора, в частности шельфов, рамных стоек переборок нефтеналивных судов, рамных шпангоутов и бортовых стрингеров судов ледового плавания, необходимо обращать внимание на участки балок, расположенные вблизи опорных сечений (примерно в пределах $^1/_{10}$ пролета), а также на кницы.

3.1.3. Подлежат обследованию элементы бортового набора, главным образом на судах ледового плавания, с целью выявления районов «заваливания» (потери устойчивости плоской формы изгиба) на участках, где стенки набора располагаются не перпендикулярно к бортовой обшивке и не имеют достаточного подкрепления против заваливания.

3.1.4. При обследовании остаточных деформаций поперечных переборок необходимо обращать внимание на район, где листы переборок притыкаются к борту и где возможно появление остаточных прогибов при воздействии льда и при швартовке.

3.1.5. В качестве численных характеристик остаточных деформаций принимаются:

1) Для больших и малых бухтин:

максимальная стрелка прогиба f_i обшивки (настила) в районе бухтины;

наименьший размер $b_{б_i}$ бухтины в плане, измеренный в районе максимума стрелки прогиба.

Бухтина считается большой, если отношение $b_б/a$ удовлетворяет условию $0{,}3 \leqslant (b_б/a) \leqslant 1$, где a — расстояние между балками набора.

Бухтина считается малой (тычком), если отношение $b_б/a$ удовлетворяет условию $(b_б/a) < 0{,}3$.

2) Для гофрировки:

максимальная стрелка прогиба обшивки (настила) в районе каждой гофры;

отношение стрелки прогиба к расстоянию между балками набора.

3) Для вмятин:

габаритные размеры вмятины (длина, ширина) в плане;

величина максимальной стрелки прогиба каждой рассматриваемой балки набора в районе вмятины;

длина вмятины вдоль рассматриваемой балки;

отклонение стенки набора рассматриваемой балки от своей первоначальной плоскости, измеренное на уровне свободного пояска;

высота профиля поперечного сечения балки.

4) Для выпучин:

стрелка прогиба балки рамного набора в районе вмятины;

стрелка выпучины стенки рамного набора (флора, рамного шпангоута, рамного бимса). Если вмятина расположена в районе пересечения борта (днища) с поперечной (продольной) переборкой, то прогиб переборки в этом районе рассматривается как выпучина.

3.1.6. Фиксированию в документах (актах, чертежах и т. п.) не подлежат:

бухтины и гофрировки, если их максимальная стрелка прогиба менее или равна 25 мм;

вмятины, если максимальная стрелка прогиба балки набора в районе вмятины менее 25 мм. Для вмятин, у которых максимальная стрелка прогиба балки равна 25 мм, измеряются все параметры в соответствии с подпунктом 3 п. 3.1.5.

3.1.7 Бухтины, гофрировки, вмятины и выпучины должны быть кратко описаны с указанием их количественных характеристик (см. п. 1.2.9).

На судах, выделенных Регистром для специального наблюдения за их техническим состоянием, параметры остаточных деформаций отражаются согласно Инструкции[1], разработанной Регистром СССР.

3.2. Сварные и заклепочные соединения

3.2.1. Состояние сварных швов определяется визуально путем сопоставления с поверхностью соединяемых листов и выполнением замеров, если это необходимо.

3.2.2. Коррозионные повреждения сварных швов, околошовной зоны и металла в районе сварного шва могут иметь равномерный характер (шов и металл изнашиваются примерно одинаково) и локализованный характер (коррозионные повреждения сосредоточиваются на шве, в зоне термического влияния или преимущественно на основном металле). Наблюдаются сочетания нескольких видов износа. В ряде случаев на сварных швах и в околошовной зоне отмечаются отдельные трещины.

3.2.3. Сварные швы, пораженные коррозией на участках длиной до 100 мм, дефектуются с применением нормативов, установленных для язвенной коррозии.

[1] Инструкция по заполнению первичных информационных документов по комплексу задач «Повреждения корпусов судов (КЗ ПКС) подсистемы «Флот» АИС "Регистр"».

Остаточная толщина сварного шва в районе местного канавочного износа определяется как разность между остаточной толщиной листа вблизи изношенного шва и глубиной канавок (канавки).

3.2.4. Состояние заклепочных соединений проверяется визуальным осмотром, обстукиванием заклепочных швов, выборочными замерами заклепок, кромок листов, испытанием непроницаемости в тех местах, где это требуется.

3.3. Трещины

3.3.1. Должны подвергаться тщательному осмотру на предмет выявления трещин:

районы корпусных конструкций с повышенной концентрацией напряжений;

места, подверженные интенсивной вибрации или ударным нагрузкам (ледовая и швартовная нагрузки, гидродинамические нагрузки).

3.3.2. На нефтеналивных и подобных им судах трещины наиболее часто наблюдаются в следующих конструкциях:

в узлах пересечения вертикального киля с поперечными переборками;

в узлах пересечения днищевых продольных балок с флорами, подпалубных продольных балок с рамными бимсами, продольных бортовых балок с рамными шпангоутами, а также с поперечными переборками;

в узлах соединения флоров центральных танков с продольными переборками (особенно если эти переборки гофрированные);

в узлах соединения гофрированных переборок с рамными стойками, шельфами — в нижней части переборок и примерно посередине их высоты, а также в пазовых швах, соединяющих между собой гофры. Трещины появляются также в местах приварки продольной переборки к днищу;

в узлах соединения распорок с ветвями рамного шпангоута;

в обшивке плоских продольных переборок, разделяющих балластные и грузовые танки (танки изолированного, чистого балласта);

по контуру вырезов палубного настила в районе расширителей, особенно при наличии гребенчатого набора;

в днищевой обшивке под балками в районе голубниц для перетекания груза;

в зонах канавочной коррозии на обшивке продольных и поперечных переборок (обычно со стороны, противоположной сварным швам, соединяющим набор с обшивкой);

в районах, указанных в пп. 3.1.2 —3.1.4, где трещины могут образоваться вследствие значительных остаточных прогибов в обшивке и наборе;

в районах окончания промежуточных шпангоутов судов ледового плавания при отсутствии дополнительных подкреплений.

3.3.3. На сухогрузных и подобных им судах трещины наиболее часто наблюдаются в следующих конструкциях:

в узлах соединения стоек фальшборта с палубой;

в узлах пересечения трюмных шпангоутов с бортовыми стрингерами, а также в пролетных и опорных сечениях шпангоутов, особенно на судах ледового плавания;

в панелях поперечных переборок, расположенных у ледового пояса, в днищевой обшивке под флорами в районе голубниц;

в листах наружной обшивки в зонах канавочной коррозии (обычно в подводной части со стороны, противоположной сварным швам, крепящим набор);

в конструкциях кормовой оконечности (наружной обшивке, наборе, переборках, стенках цистерн);

в конструкциях ахтерштевня и его соединений с наружной обшивкой, в районе приварки патрубков бортовой арматуры;

в скуловом киле, в углах вырезов кингстонного ящика;

в конструкциях бака (обшивка и набор палубы и борта).

3.3.4. На судах для навалочных грузов и нефтерудонавалочниках трещины наиболее часто отмечаются в следующих конструкциях:

в узлах соединения трапецеидальной коробки, установленной под поперечной переборкой, с настилом второго дна и обшивкой скуловой бортовой цистерны;

в узлах соединения карлингсов с обшивкой подпалубной трапецеидальной коробки, установленной над поперечной переборкой;

на палубе в местах окончания книц, установленных в плоскости продольных комингсов;

в районе сварки наклонных листов, установленных над трапецеидальной коробкой, с гофрами поперечной переборки;

в горизонтальном листе трапецеидальной коробки, где отмечается слоистое растрескивание металла.

3.3.5. Визуально обнаруженные трещины должны быть описаны по форме таблиц прил. 1 с указанием длины, степени раскрытия и места расположения, возможных причин их появления. Рекомендуется приложить эскиз повреждения и дать рекомендации по устранению и профилактике появления трещин в аналогичных конструкциях.

4. НОРМЫ ДОПУСКАЕМЫХ ДЕФЕКТОВ

4.1. Основные положения

4.1.1. Количественные характеристики допускаемых дефектов устанавливаются по отношению к размерам и характеристикам элементов корпуса, требуемым Правилами классификации и постройки морских судов Регистра СССР, часть II «Корпус».

Для корпуса, который построен по Правилам иностранного классификационного общества (по согласованию с Регистром), допускается определять указанные характеристики в соответствии с этими Правилами.

В отдельных случаях, когда построечные размеры ряда отдельных связей не удовлетворяют требованиям Правил, по согласованию с Регистром допускаемые характеристики повреждений для этих связей могут быть определены в соответствии с размерами, указанными на одобренных классификационным обществом построечных чертежах.

В случае отсутствия в Правилах требований к конструкциям, примененным на данном судне, требования к ним устанавливаются по согласованию с Регистром.

В случае, если толщины (моменты сопротивления поперечного сечения связей) корпуса судна определялись и устанавливались с учетом эффективной антикоррозионной защиты, количественные характеристики допускаемого износа должны определяться в соответствии с толщинами (моментами сопротивления), требуемыми Правилами, без учета этой защиты.

4.1.2. Нормативы допускаемых повреждений для технического состояния «годен» устанавливаются в зависимости от назначения судна, типа конструкций и положения повреждений по длине корпуса.

1) По назначению суда разделяются на 2 группы:

группа I и группа II (см. п. 1.1.2).

2) Тип конструкции:

обшивка и настилы; набор.

3) Расположение повреждений:

в средней части длины (по 0,2L в нос и корму от миделя, если в Правилах нет особых указаний);

вне средней части.

4.1.3. Основными характеристиками для оценки повреждений по условиям износа являются:

остаточный момент сопротивления поперечного сечения корпуса (палубы, днища) там, где он регламентируется Правилами, или остаточная площадь поперечного сечения продольных связей расчетной палубы;

остаточные площади поперечного сечения обшивки борта и продольных переборок на один борт (там, где они регламентируются Правилами);

средняя остаточная толщина листовых однородных связей палубы (днища) в данном поперечном сечении корпуса;

средняя остаточная толщина отдельного элемента корпуса;

наименьшая остаточная толщина отдельного элемента в районе язвенного износа;

остаточный момент сопротивления отдельной балки набора и площадь поперечного сечения стенки балки там, где она регламентируется Правилами.

4.1.4. Основными характеристиками для оценки повреждений по условиям остаточных деформаций являются:

максимальная и относительная стрелка прогиба обшивки (настила), балки набора;

размер деформированного участка обшивки (настила), балки набора.

4.1.5. Основными параметрами трещин, разрывов являются:

длина и раскрытие трещины;

место расположения и направление распространения трещины в конструкции, ее характер (хрупкая, вязкая).

4.2. Допускаемые характеристики поперечного сечения изношенного корпуса

4.2.1. Допускаемая величина остаточного момента сопротивления поперечного сечения корпуса для палубы (днища) определяется:

$$[W_{п(дн)}] = kW_{d(b)}, \qquad (4.2.1)$$

где k — коэффициент; $W_{d(b)}$ — момент сопротивления палубы (для нижней кромки палубного стрингера), днища (для верхней кромки горизонтального киля), требуемый Правилами.

4.2.2. Величина коэффициента k в выражении (4.2.1) определяется в зависимости от длины, конструктивных особенностей и назначения судна.

1) Суда группы I.

Значение коэффициента k определяется по выражению

$$k = \left(1 - \frac{1-\varkappa_1}{\varkappa_2\varkappa_3\varkappa_4}\right)\varkappa_5, \qquad (4.2.2,\ 1)$$

где $\varkappa_1$ — коэффициент, определяемый линейной интерполяцией величин: $\varkappa_1 = 0{,}78$ при $L = 80$ м; $\varkappa_1 = 0{,}90$ при $L \geqslant 200$ м;

$\varkappa_2$, $\varkappa_3$ — коэффициенты, определяемые по кривым рис. 4.2.2, в соответствии с отношениями L/D и B'/B; D — высота борта; B — ширина судна; B' — ширина палубного настила между бортом и линией люковых вырезов на один борт.

Представленные на графике рис. 4.2.2 величины $\varkappa_2(L/D)$ и $\varkappa_3$ (B'/B) могут быть аппроксимированы выражениями:

$$\varkappa_2{}^* = 104\left(\frac{1}{L/D}\right)^2 + 0{,}278; \qquad (4.2.2,\ 2)$$

$$\varkappa_3 = 3{,}8\,(B'/B)^2 + 0{,}77.$$

Указанные зависимости применяются в интервалах значений: для $L/D = 8 \div 17$; для $B'/B = 0{,}15 \div 0{,}40$;

$\varkappa_4$* [см. выражение (4.2.2, подпункт 1)] — коэффициент, зависящий от количества палуб:

количество палуб	$\varkappa_4$
1 ...	1,0
2 ...	1,1
3 и более	1,15

* При разработке специальных норм износа допускается корректировать с использованием расчетных обоснований: коэффициент $\varkappa_2$ — для судов, у которых отношение $L/D < 12$; коэффициент $\varkappa_4$ — с учетом фактического положения палуб по высоте борта рассматриваемого судна.

$\varkappa_5$ — коэффициент, учитывающий механические свойства стали корпуса: $\varkappa_5 = (0{,}2R_{ен}/10^3) + 0{,}97$, где $R_{ен}$ — предел текучести стали, МПа.

2) Суда группы II.

Значение коэффициента k принимается следующим:

$k = 0{,}66\varkappa_5$ при $L = 80$ м;

$k = 0{,}90$ при $L \geqslant 220$ м.

Для длин судов $80 < L < 220$ м коэффициент k определяется линейной интерполяцией.

4.2.3. Допускаемая остаточная площадь поперечного сечения

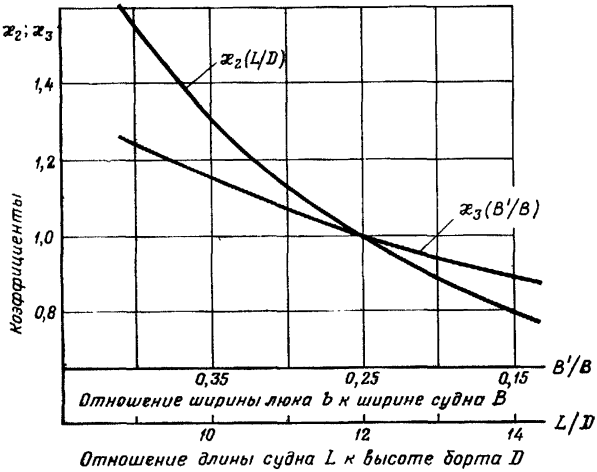

Рис. 4.2.2. Поправочные коэффициенты

обшивки борта и продольных переборок $[A_s]$ определяется по выражению

$$[A_s] = kA_s, \tag{4.2.3}$$

где A_s — требуемые Правилами площадь поперечного сечения обшивки борта (на один борт) и площадь продольных переборок (на один борт), если они имеются; k — коэффициент, определяемый для судов соответствующей группы (см. п. 4.2.2).

4.2.4. Коэффициент k для судов длиной менее 80 м, у которых Правилами регламентируется момент сопротивления поперечного сечения корпуса, определяется по согласованию с Регистром.

4.2.5. Допускаемая остаточная площадь поперечного полусечения продольных связей расчетной палубы судов длиной менее 80 м определяется:

$$[F_{пал}] = k_{пал}F_d, \tag{4.2.5}$$

где F_d — площадь поперечного полусечения продольных связей расчетной палубы, требуемая Правилами; $k_{пал}$ — коэффициент, принимаемый равным

для судов группы I: в средней части — 0,70, вне средней части — 0,66;

для судов группы II: в средней части — 0,65, вне средней части — 0,62.

4.2.6. Допускаемая средняя остаточная толщина однородных листовых связей палубы (днища) в рассматриваемом поперечном сечении определяется:

$$[s_{2,\ пал(дн)}] = \alpha_2 s_{2,0};$$

$$s_{2,0} = \sum_{i=1}^{m} s_{0i} b_i / \sum_{i=1}^{m} b_i, \qquad (4.2.6)$$

где s_{0i} — требуемая Правилами толщина i-й связи; b_i — ширина рассматриваемой связи; m — количество связей; α_2 — коэффициент, определяемый по графику рис. 4.2.6.

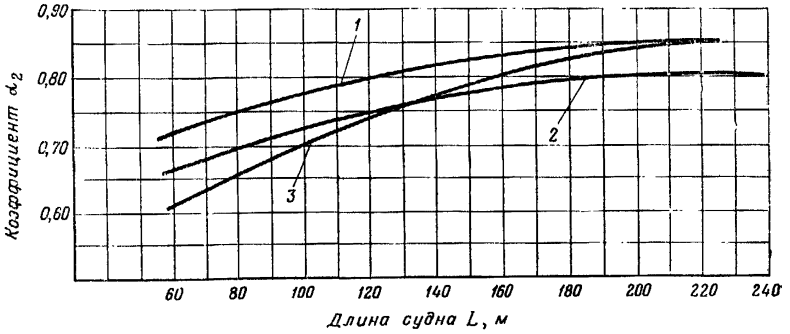

Рис. 4.2.6. Значения коэффициента α_2: *1* — палубный настил судов группы I; *2* — днищевая обшивка судов группы I; *3* — палубный настил и днищевая обшивка судов группы II

Величина $[s_2]$ [см. выражение (4.2.6)] используется только в средней части длины для оценки общей прочности судов, у которых Правилами нормируется момент сопротивления поперечного сечения корпуса $W_{d(b)}$.

Приведенные на рис. 4.2.6 величины α_2 являются ориентировочными.

В Специальных нормах допускаемых износов коэффициент α_2 должен уточняться исходя из требуемого п. 4.2.1 допускаемого остаточного момента сопротивления поперечного сечения корпуса.

4.3. Допускаемые характеристики отдельных элементов изношенного корпуса

4.3.1. Допускаемая остаточная толщина $[s_1]$ отдельного листа

обшивки, настила, стенки и пояска балки по условиям общего износа определяется:

$$[s_1] = \alpha_1 s_0, \qquad (4.3.1)$$

где s_0 — толщина, требуемая Правилами; α_1 — коэффициент общего износа, определяемый по табл. 4.3.1.

Допускаемые остаточные толщины, определенные по пп. 4.3.1, 4.3.2, корректируются согласно требованиям пп. 5.2.1, 5.2.3 в случаях, когда фактические среднегодовые износы превышают среднестатистические (см. табл. 1 и 2 п. 5.1.2).

4.3.2. Допускаемая остаточная толщина $[s_{3п}]$ элементов корпуса (ячейки листа или набора) по условиям местного износа пятнами устанавливается:

1) По толщине: $[s_{3п}] = \alpha_3 s_0$, где α_3 — коэффициент местного износа, определяемый по табл. 4.3.1 (см. также п. 4.3.1).

2) По поверхности, охваченной коррозионными поражениями: $[F_1] = \beta F_0$, где β — коэффициент, определяемый по табл. 4.3.1; F_1, F_0 — определяется по подпункту 1 п. 2.2.4.

4.3.3. Допускаемая остаточная толщина листа в районе линейного износа определяется: $[t] = \mu [s_1]$, где $[s_1]$ — допускаемая толщина листа, определяемая по п. 4.3.1; μ — коэффициент, определяемый по выражению $\mu = 1{,}127 - 0{,}167\ (t_п^{ср}/t_о^{ср})$, где $t_п^{ср}$, $t_о^{ср}$ определяется по подпункту 2 п. 2.2.4.

Величина $[t]$ должна удовлетворять условию $[t] \geqslant [s_{3п}]$.

4.3.4. Допускаемая остаточная толщина листа в районе канавочного износа $[s_{3к}]$ принимается равной:

$$[s_{3к}] = [s_{3п}], \qquad (4.3.4,1)$$

если длина канавки более 100 мм;

$$[s_{3к}] = [s_4], \qquad (4.3.4,2)$$

если длина канавки меньше или равна 100 мм.

В этих формулах: $[s_{3п}]$ — допускаемая толщина, определяемая по п. 4.3.2; $[s_4]$ — допускаемая толщина, определяемая по п. 4.3.5.

4.3.5. Допускаемая остаточная толщина листа в районе язвенного износа определяется по выражению

$$[s_4] = 0{,}5 s_{min}, \qquad (4.3.5)$$

где s_{min} — минимальная толщина, требуемая Правилами.

4.3.6. Допускаемый остаточный момент сопротивления балки набора $[W_н]$ определяется по выражению

$$[W_н] = k_н W_{но}, \qquad (4.3.6)$$

где $W_{но}$ — момент сопротивления балки, требуемый Правилами: $k_н$ — коэффициент, принимаемый равным:

$k_н = 0{,}70$ — для балок набора, подверженных действию поперечной нагрузки; $k_н = 0{,}75$ — для балок набора, подверженных действию продольной и одновременно поперечной нагрузок.

Таблица 4.3.1

Параметры допускаемого износа

Наименование связи	Общий износ α_1	Местный износ пятнами	
		α_3	β, %
1. Обшивка и настилы			
1.1. Суда группы I			
1.1.1. Настил расчетной палубы, исключая участки между люковыми вырезами; ширстрек; обшивка подпалубных цистерн			
в средней части	0,70	0,60	60
вне средней части	0,60	0,55	70
1.1.2. Настил второй палубы на судах с тремя и более палубами, исключая участки между просветами люков; обшивка борта вне района переменных ватерлиний; обшивка внутреннего борта			
в средней части	0,65	0,60	60
вне средней части	0,60	0,55	70
1.1.3. Настилы нижних палуб; обшивка борта в районе переменных ватерлиний; обшивка водонепроницаемых поперечных переборок; настил второго дна в котельном отделении по всей длине судна	0,60	0,50	70
1.1.4. Настил второго дна в трюмах по всей длине судна	0,65	0,60	70
1.1.5. Горизонтальный киль			
в средней части	0,70	0,60	60
вне средней части	0,60	0,55	60
1.1.6. Обшивка днища; скуловой лист; наклонный междудонный лист			
в средней части	0,70	0,60	60
вне средней части	0,60	0,55	60
1.1.7. Другие листовые элементы корпуса, обеспечивающие местную прочность и непроницаемость по всей длине судна	0,55	0,50	70
1.2. Суда группы II			
1.2.1. Настил расчетной палубы; ширстрек; верхний пояс водонепроницаемых продольных переборок и/или обшивки внутреннего борта; обшивка бортовых подпалубных цистерн; обшивка борта вне района переменных ватерлиний			
в средней части	0,65	0,55	60
вне средней части на длине грузовых танков	0,60	0,55	60
1.2.2. Горизонтальный киль			
в средней части	0,70	0,60	60
вне средней части	0,60	0,55	60

Наименование связи	Общий износ α_1	Местный износ пятнами	
		α_3	β, %
1.2.3. Обшивка днища; скуловой лист; нижние поясья продольных, поперечных водонепроницаемых переборок, в том числе элементы трапецеидальной коробки; нижний пояс обшивки внутреннего борта; обшивка бортовых скуловых цистерн			
в средней части	0,65	0,55	60
на длине грузовых танков вне средней части	0,60	0,50	70
1.2.4. Обшивка борта в районе переменных ватерлиний; обшивка плоских продольных переборок между верхним и нижним поясьями; обшивка плоских поперечных переборок; настил второго дна			
на длине грузовых танков	0,60	0,50	60
1.2.5. Обшивка гофрированных продольных и поперечных переборок			
на длине грузовых танков	0,65	0,60	60
1.2.6. Обшивка коффердамных переборок	0,55	0,50	60
2. Набор			
2.1. Рамный набор судов группы I			
2.1.1. Продольные рамные связи расчетной палубы (карлингсы, непрерывные продольные комингсы, рамные бимсы); днища (вертикальный киль, туннельный киль, днищевые стрингеры)			
в средней части	0,75	0,60	60
вне средней части	0,70	0,60	60
2.1.2. Продольный рамный набор палуб по пп. 1.1.2, 1.1.3 данной таблицы			
по длине судна	0,70	0,60	60
2.1.3. Рамные балки поперечного набора: рамные бимсы, консольные бимсы, концевые люковые бимсы — по длине судна; рамные шпангоуты борта и бортовые стрингеры в районе 0,25 длины судна от носового перпендикуляра, в машинном отделении, в цистернах, в районе ледовых усилений и усилений бортов судов, швартующихся в море	0,75	0,60	60
Эти же связи в остальных районах судна	0,70	0,60	60
2.1.4. Флоры непроницаемые, флоры под главными механизмами машинного отделения, котлами, упорными подшипниками			
по длине судна	0,75	0,60	60
2.1.5. Рамные стойки водонепроницаемых переборок, шельфы			
по длине судна	0,75	0,60	60
2.1.6. Пиллерсы			
по длине судна	0,80	—	—

Наименование связи	Общий износ α_1	Местный износ пятнами	
		α_3	β, %
2.2. Основной набор судов группы I			
2.2.1. Продольные подпалубные балки расчетной палубы			
в средней части	0,70	0,60	—
вне средней части	0,65	0,55	—
2.2.2. Продольные подпалубные балки палуб по п. 1.1.2 данной таблицы, днищевые продольные балки			
в средней части	0,70	0,60	—
вне средней части	0,65	0,55	—
2.2.3. Продольные балки под настилом второго дна			
по длине судна	0,70	0,60	—
2.2.4. Поперечный набор палуб, двойного дна (кроме элементов, указанных в п. 2.1.3), днища, борта (в том числе двойного); бимсы в районе цистерн, форпика, ахтерпика; разрезные комингсы грузовых люков; стойки водонепроницаемых переборок			
по длине судна	0,70	0,60	—
2.2.5. Другие элементы набора, обеспечивающие местную прочность	0,60	0,50	—
2.3. Рамный набор судов группы II			
2.3.1. Продольные рамные связи расчетной палубы днища (отбойный лист, карлингсы, вертикальный лист, днищевые стрингеры)			
в средней части	0,75	0,60	60
вне средней части на длине грузовых танков	0,70	0,60	60
2.3.2. Продольный рамный набор судов с двойным дном, двойными бортами; бортовые стрингеры			
по длине грузовых танков	0,70	0,60	60
2.3.3. Поперечный рамный набор (рамные бимсы, рамные шпангоуты, флоры); рамные стойки и шельфы продольных и поперечных переборок			
по длине грузовых танков	0,75	0,60	60
2.4. Основной набор судов группы II			
2.4.1. Продольные балки палубы, борта, днища, верхних и нижних поясьев продольных переборок			
в средней части	0,65	0,60	—
вне средней части на длине грузовых танков	0,60	0,55	—

Наименование связи	Общий износ α_1	Местный износ пятнами	
		α_3	β, %
2.4.2. Продольные балки под настилом второго дна, второго борта, на продольных переборках между верхним и нижним поясьями на длине грузовых танков	0,65	0,55	—
2.4.3. Шпангоуты, стойки поперечных водонепроницаемых переборок по длине грузовых танков	0,70	0,60	—
2.4.4. Набор переборок коффердамов	0,60	0,55	—
2.4.5. Прочие элементы набора внутри грузовых танков и коффердамов	0,55	0,50	—

Примечания: 1. Для конструкций судов группы II, расположенных вне района грузовых танков и коффердамов (в том числе для конструкций двойного дна), применяются нормативы, указанные для судов группы I.

2. Указанные в таблице коэффициенты α_1 и α_3 применяются для судов, длина которых $L \geqslant 80$ м.

3. Для судов, длина которых $L \leqslant 40$ м, указанные коэффициенты принимаются одинаковыми по всей длине судна и равными значениям α_1 и α_3 вне пределов средней части.

4. Для промежуточных длин 40 м$<L<$80 м значения α_1 и α_3 определяются линейной интерполяцией между их значениями для средней части и вне ее.

5. Допускаемые остаточные толщины в районе изменения нормативных значений α_1 и α_3 должны уменьшаться постепенно по длине судна.

4.3.7. Допускаемая остаточная площадь поперечного сечения стенки рамной балки $[s_f]$ (за вычетом вырезов) должна быть не менее

$$[s_f] = k_н s_{f_0}, \qquad (4.3.7)$$

где s_{f_0} — требуемая Правилами величина площади поперечного сечения стенки; $k_н$ — те же значения, что и в п. 4.3.6 для балок.

4.3.8. Допускаемые остаточные толщины обшивки гофрированных переборок (коробчатых и волнистых), допускаемые остаточные моменты сопротивления поперечного сечения гофр определяются по выражениям пп. 4.3.1, 4.3.2, 4.3.4, 4.3.6. При этом должно быть выдержано соотношение:

для коробчатого гофра

$$\frac{b}{[s_1]} \leqslant \frac{1{,}24}{\sqrt{R_{eн}}}; \qquad (4.3.8,1)$$

для волнистого гофра

$$\frac{R}{[s_1]} \leqslant \frac{22{,}1}{R_{eн}}, \qquad (4.3.8,2)$$

где b — ширина грани коробчатого гофра, параллельной плоскости переборки, м; R — радиус волнистого гофра, м; $R_{eн}$ — предел текучести стали, МПа.

4.3.9. Допускаемые остаточные толщины гофрированных коффердамных переборок наливных судов, учитывая конструктивные особенности коффердамов и наличие внутреннего часто расположенного набора, определяются по п. 4.3.8 без учета выражений (4.3.8,1) и (4.3.8,2).

4.3.10. Определенные по требованиям пп. 4.3.1—4.3.6 допускаемые средние остаточные толщины должны быть не менее 0,6, а допускаемые остаточные толщины по условиям местного износа — не менее 0,5 минимальных толщин, требуемых Правилами (см. пп. 5.2.1, 5.2.3).

4.3.11. Для судов, работающих в ледовых условиях, допускаемые остаточные толщины элементов корпуса, расположенных в районах, усиленных по требованиям Правил, устанавливаются равными:

1) Допускаемая средняя остаточная толщина листа для обшивки ледового пояса по условиям общего износа

$$[s_1] = n_1 (s_0 - c); \qquad (4.3.11,1)$$

2) Допускаемая остаточная толщина ячейки листа для обшивки ледового пояса по условиям местного износа пятнами

$$[s_3] = n_2 (s_0 - c), \qquad (4.3.11,2)$$

где s_0 — толщина, требуемая Правилами; $c=3$ мм для судов ледовой категории УЛА, УЛ, Л1 и $c=2$ мм для судов ледовой категории Л2 и Л3.

Значения коэффициентов n_1 и n_2 в зависимости от района ледовых усилений принимаются по табл. 4.3.11.

Таблица 4.3.11

Коэффициенты ледового износа

Район ледовых усилений	n_1	n_2
Носовой	0,9	0,78
Средний	0,85	0,74
Кормовой	0,875	0,75

3) Допускаемый остаточный момент сопротивления балок набора в районе ледовых усилений

$$W_н = 0{,}8 W_{но}, \qquad (4.3.11,3)$$

где $W_{но}$ — момент сопротивления поперечного сечения, требуемый Правилами.

4) Допускаемая остаточная площадь поперечного сечения стен-

ки рамной балки $[s_f]$ (за вычетом вырезов) в районе ледовых усилений должна быть не менее

$$[s_f] = 0{,}8 s_{f_0}, \qquad (4.3.11, 4)$$

где s_{f_0} — требуемая Правилами площадь сечения стенки.

4.3.12. Толщины элементов корпуса, определенные по п. 4.3.11, должны быть не менее 0,75 s_{min}, где s_{min} — минимальная толщина, требуемая Правилами для конструкций, в том числе и для элементов корпуса, расположенных в районе ледовых усилений.

4.3.13. Для конструкций днища в носовой оконечности, усиленных по Правилам при воздействии гидродинамических давлений, допускаемая остаточная толщина обшивки $[s_{1сл}]$ вычисляется по выражению

$$[s_{1\,сл}] = 1{,}2\,[s_1], \qquad (4.3.13)$$

где $[s_1]$ определяется по п. 4.3.1.

4.4. Допускаемые остаточные деформации

4.4.1. Бухтины.

1) Допускаемые значения остаточных стрелок прогиба больших бухтин определяются по табл. 4.4.1.

Таблица 4.4.1

Допускаемые остаточные стрелки прогиба больших бухтин

b/a	0,75 и менее	0,80	0,85	0,90	0,95	1,0
$[f_б]/b$	0,052	0,058	0,064	0,070	0,076	0,082

Примечание. b — наименьший размер бухтины в плане; a — расстояние между балками набора в районе бухты; $[f_б]$ — допускаемая стрелка прогиба большой бухтины.

Приведенные в таблице величины могут быть аппроксимированы выражением

$$[f_б]/b = 0{,}12 b/a - 0{,}038. \qquad (4.4.1, 1)$$

Для судов, настил расчетной палубы и обшивка днища которых имеют поперечную систему набора, допускаемые стрелки прогиба больших бухтин $[f_б]$ определяются: $[f_б]/a = 1/20$ при $L \geqslant 80$ м; $[f_б]/a = 1/12$ при $L \leqslant 60$ м, где b — наименьший размер бухтины в плане; a — расстояние между балками набора в районе бухтины.

При 60 м$<L<$80 м допускаемые стрелки прогиба определяются линейной интерполяцией.

2) Допускаемые значения остаточных стрелок прогиба малых бухтин (тычков) определяются:

$$[f_т] = 0{,}18 b_т, \qquad (4.4.1, 2)$$

где $b_т$ — наименьший размер тычка в плане (см. п. 3.1.5).

Допускается подкрепление больших бухтин и тычков установкой ребер жесткости, дублирующих накладок.

4.4.2. Гофрировка.

1) Допускаемые значения остаточных стрелок прогиба гофр листовых элементов корпуса определяются:

$$[f]/a = 1/14. \qquad (4.4.2, 1)$$

Для настила расчетной палубы и обшивки днища в средней части длины судна с поперечной системой набора допускаемая гофрировка равна: при $L \geqslant 80$ м $[f]/a = 1/20$; при $L \leqslant 60$ м $[f]/a = 1/14$.

При 60 м$<L<$80 м $[f]/a$ определяется линейной интерполяцией между 1/14 и 1/20 в зависимости от L (a — расстояние между балками набора).

4.4.3. Приведенные в пп. 4.4.1, 4.4.2 нормативы для бухтин и гофр распространяются на:

1) Нижние палубы и платформы по всей длине судна; настил второго дна по всей его протяженности с учетом указаний подпункта 2 п. 4.4.3; наружную обшивку по всей длине судна с учетом указаний подпункта 2 п. 4.4.3; настил расчетной палубы по всей длине с учетом указаний подпункта 2 п. 4.4.3.

Допускаемые значения остаточных стрелок прогиба гофр и бухтин ширстречного пояса и палубного стрингера в средней части судна для судов длиной 80 м и более не должны превышать величину $[f] = 25$ мм.

2. Допускаемая суммарная протяженность бухтин и гофр по ширине судна в рассматриваемом сечении в средней части судов с поперечной системой набора составляет: для настила расчетной палубы — 0,4 ширины палубы в районе люковых вырезов; для обшивки днища — 0,4 ширины судна; для настила второго дна — 0,75 ширины судна; для обшивки борта — 0,75 высоты борта.

4.4.4. Вмятины.

1) Вмятины в расчетной палубе и днище в средней части длины судна, как правило, подлежат устранению. Могут быть оставлены в этом районе единичные вмятины плавного характера, наибольший размер которых в плане не превышает пяти расстояний между балками основного набора, а отношение максимальной стрелки прогиба любой из балок в районе вмятины к наименьшему размеру вмятины не превышает 1/20.

2) Вмятины, расположенные в расчетной палубе и днище вне пределов средней части длины, вмятины борта, нижних палуб и платформ — по всей длине судна могут не ремонтироваться, если стрелки прогиба деформированных балок набора не превышают нормативов, указанных в табл. 4.4.4 и в тексте настоящего пункта.

Приведенные в табл. 4.4.4 значения могут быть аппроксимированы выражениями:

$$\frac{[f]}{l} = \left\{13{,}2\frac{l}{2h} - 0{,}43\left(\frac{l}{2h}\right)^2 - 8{,}22\right\}\cdot 10^{-3} \qquad (4.4.4,\ 1)$$

для величин $2 \leqslant l/2h \leqslant 12$;

$$\frac{[f]}{l} = \left\{4{,}92\frac{l}{2h} - 0{,}083\left(\frac{l}{2h}\right)^2 + 41\right\}\cdot 10^{-3} \qquad (4.4.4,\ 2)$$

для величин $12 \leqslant l/2h \leqslant 25$,

где $[f]$ — допускаемая стрелка прогиба деформированной балки; l — протяженность вмятины вдоль деформированной балки; h — высота стенки балки.

3) Балки набора, к которым в районе вмятины применяются указанные нормативы, не должны иметь потери устойчивости стенки и пояска, повреждений сварных и заклепочных соединений. Трещины в наборе должны быть устранены.

4) Отклонения набора от своей первоначальной плоскости не должны превышать

$$[d] = 0{,}07h, \qquad (4.4.4,\ 3)$$

где $[d]$ — допускаемое отклонение деформированной балки набора от первоначальной плоскости, измеренное на уровне свободного пояска, мм; h — высота стенки балки, мм.

Таблица 4.4.4

Допускаемые значения остаточных стрелок прогиба балок во вмятине

$l/2h$	$[f]/l$	$l/2h$	$[f]/l$
2	0,016	8	0,070
2,5	0,022	10	0,080
3	0,028	12	0,088
4	0,038	15	0,097
5	0,047	20	0,106
6	0,055	25	0,112

Примечания: 1. l — протяженность вмятины вдоль деформированной балки; h — высота стенки балки; $[f]$ — допускаемая стрелка прогиба деформированной балки.

2. Допускаемые значения стрелок прогиба приведены для балок, изготовленных из стали с пределом текучести $R_{eH} = 235$ МПа. Для балок набора, изготовленных из сталей, имеющих $R_{eH} \geqslant 390$ МПа, вычисленные значения должны быть уменьшены умножением на коэффициент 0,84. Для сталей с пределами текучести 235 МПа $< R_{eH} <$ 390 МПа коэффициенты уменьшения определяются линейной интерполяцией.

Если измеренное отношение d'/h превышает допускаемое значение, но менее или равно 0,14, разрешается подкреплять набор в районе вмятины путем установки разрезного стрингера или полосы-струны, привариваемой к свободным пояскам балок.

При $d'/h > 14$ необходимо устранение повреждения.

5) В случаях, если осмотр набора в районе вмятины со стороны трюма требует выполнения большого объема работ по демонтажу изоляции и других работ, допускается определять параметры вмятины, используя прил. 2.

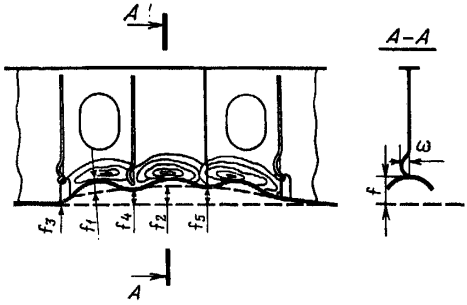

Рис. 4.4.5. Схема замера остаточных деформаций в районе вмятины с выпучинами (на примере флора)

4.4.5. Выпучины.

1) Допускаемые стрелки прогиба выпучин устанавливаются с учетом района их расположения и типа деформированных элементов корпуса (рис. 4.4.5). Регламентируются остаточные деформации связей корпуса, расположенных:

в местах пересечения рамных связей (например, в районе пересечения стенки вертикального киля, днищевого стрингера со стенкой флора; рамного шпангоута с бортовым стрингером и т. п.);

в местах пересечения основного набора с рамным (например, в районе пересечения стенки флора с продольными днищевыми балками; шпангоута с бортовым стрингером и т. п.);

в плоскости стенки рамной связи (например, в стенке флора, рамного шпангоута, рамного бимса и т. п.).

Характеристики остаточных деформаций для выпучин приведены в табл. 4.4.5.

4.4.6. В случае, если осмотр рамного набора внутри корпуса невозможен, оценка остаточного прогиба выпучины ω может быть выполнена по формуле

$$\omega = 0{,}34 l \sqrt{f_{1,2}/l}, \qquad (4.4.6)$$

где $f_{1,2}$, l — см. примечания к табл. 4.4.5.

Таблица 4.4.5

Параметры допускаемых остаточных деформаций рамного набора

Расположение вмятины	Параметр деформации	
	Допускаемая стрелка прогиба рамной связи во вмятине $[f_{1,2}]$	Допускаемая стрелка выпучины в стенке $[\omega]$
Район пересечения рамных связей и основного набора с рамным	25 мм	—
Стенки рамного набора:		
при наличии вырезов (голубниц)	$0{,}045l$	$0{,}06b$
при отсутствии вырезов	$0{,}055l$	$0{,}07b$

Примечания: 1. $f_{1,2}$ — стрелки прогиба во вмятине (см. рис. 4.4.5).

2. l — длина вмятины вдоль рамной связи, м; b — наименьшее расстояние между двумя смежными балками другого направления в пределах данной вмятины или подкрепляющими стенку ребрами жесткости, мм. Для расчетов принимается меньшая из величин l или b.

3. В случае превышения допускаемых нормативов рекомендуется, при условии отсутствия трещин в районе вмятины, подкрепить стенки рамных балок.

4.4.7. Допускаемый перекос участка стенки рамной связи в пределах одной вмятины определяется:

$$[f_i - f_{i+1}] = 0{,}036b, \qquad (4.4.7)$$

где f_i, f_{i+1} — стрелки остаточного прогиба двух смежных балок другого направления в районе пересечения с данной рамной связью (см. рис. 4.4.5).

Под участком стенки рамной связи понимается часть стенки, ограниченная подкрепляющим набором (ребрами жесткости).

Рассматриваются следующие остаточные прогибы элементов корпуса:

f_3 — прогиб вертикального ребра жесткости, опирающегося на продольную балку в месте ее пересечения с рамной связью;

f_4 — прогиб вертикального ребра жесткости, подкрепляющего стенку рамной связи;

f_5 — перемещение узла соединения двух рамных балок.

4.4.8. Замеры остаточных деформаций в местах расположения рамного набора выполняются применительно к схемам, приведенным на рис. 4.4.5.

При резко несимметричной вмятине в районе рамной связи необходимо осмотреть деформированный участок с целью обнаружения возможных трещин в элементах набора.

4.4.9. Если стрелка прогиба выпучины стенки рамного набора превышает допускаемые значения, но меньше или равна $0{,}08b$, рекомендуется подкрепить этот район (если отсутствуют трещины).

4.4.10. Допускается по согласованию с Регистром оставлять

до следующего освидетельствования или ближайшего ремонта единичные вмятины в виде «борозд», идущих вдоль судна по наружной обшивке.

Ширина такой борозды не должна превышать 0,7 расстояния между балками основного набора; стрелка прогиба выпучины в стенках рамного набора $f_в$ должна удовлетворять условию $f_в \leqslant \leqslant 0{,}06b$, где b — расстояние между ребрами жесткости, подкрепляющими стенку.

В деформированном районе должны быть устранены трещины и отсутствовать водотечность.

4.5. Допускаемые дефекты сварных швов

4.5.1. Допускаемые коррозионные повреждения сварных швов листовых конструкций (обшивок настилов) составляют:

для стыковых швов — до износа на глубину не ниже поверхности соединяемых листов;

для пазовых швов — износ до остаточной толщины шва, не меньшей чем 0,9 средней остаточной толщины наиболее тонкого из соединяемых листов, но не более 2 мм от поверхности этого листа.

Стыковые швы — сварные швы, расположенные поперек направления действия приложенного к данной конструкции основного усилия (например, швы листов днищевой обшивки, настила палубы, идущие поперек судна).

Пазовые швы — сварные швы, расположенные вдоль направления действия приложенного к данной конструкции основного усилия (например, сварные швы днищевой обшивки, настила палубы, идущие вдоль судна).

4.5.2. Допускаемые коррозионные повреждения сварных швов элементов набора (рамного и обыкновенного) составляют:

для угловых сварных швов — уменьшение калибра на 20% от требуемого Правилами;

для стыковых сварных швов — до износа на глубину не ниже поверхности допускаемых остаточных толщин соединяемых элементов.

4.5.3. На срок эксплуатации не более двух лет допускаемые дефекты сварных швов обшивок и настилов составляют:

для стыковых швов — износ до остаточной толщины шва, составляющий 0,95 средней остаточной толщины наиболее тонкого из соединяемых листов, но не более 1 мм от поверхности этого листа;

для пазовых швов — износ до остаточной толщины шва, составляющий 0,85 средней остаточной толщины наиболее тонкого из соединяемых листов, но не более 3 мм от поверхности этого листа.

4.5.4. Если освидетельствование с выборочными замерами и подварка швов наружной обшивки в подводной части корпуса производятся каждый год, то по согласованию с Регистром допускаемый износ швов может быть определен по формуле

$$\Delta t_1 = (s_1' - 0{,}72 s_0)\psi_1, \qquad (4.5.4)$$

где s'_1 — фактическая толщина листа, измеренная в районе сварного шва; s_0 — толщина, требуемая Правилами.

Коэффициент ψ_1 устанавливается: для стыковых швов $\psi_1 = \psi_{ст} = 0{,}6$; для пазовых швов $\psi_1 = \psi_{паз} = 0{,}8$.

При этом с целью уменьшения концентрации напряжений сварного соединения рекомендуется скруглять кромки глубоких коррозионных канавок в районе сварного шва и в околошовной зоне.

Шов и околошовную зону необходимо тщательно защитить эффективными лакокрасочными покрытиями.

4.6. Допускаемые дефекты клепаных соединений

4.6.1. Допускаемый износ головок заклепок составляет:

для плоской или полукруглой головки — не более 0,2 диаметра стержня;

для полупотайной — на глубину не более 0,1 диаметра стержня, измеряя от поверхности листа;

при износе кромок листов минимальное допустимое расстояние от центра заклепок крайнего ряда до изношенной кромки — 1,3 диаметра заклепок.

4.6.2. 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 мелкой зенковке и наличии пороков клепки (что проверяется выборочной засверловкой заклепок) допускаемая глубина разрушения потайной головки должна быть уменьшена до 0,05 диаметра заклепки. Подлежат также замене заклепки с однобоким обнаженным потаем на величину более 0,1 диаметра заклепки.

4.6.3. При утонении листа из алюминиевого сплава в районе заклепочного соединения со сталью более чем на 20% первоначальной толщины участок изношенного листа должен быть удален, а заклепочный шов переклепан.

4.7. Трещины

4.7.1. Наличие трещин в связях, обеспечивающих общую и местную прочность корпуса, как правило, не допускается. Способы устранения или предотвращения распространения трещины должны согласовываться с Регистром.

4.7.2. В случае массового образования трещин в отдельных

корпусных конструкциях должны быть приняты конструктивно-технологические меры по устранению причин их появления, в том числе и установка подкреплений.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСА

5.1. Общие положения

5.1.1. Результаты дефектации должны быть оформлены в соответствии с требованиями разделов 1, 2 и 3 с приведением необходимых численных характеристик повреждений, а также с указанием возможных условий и причин их появления. Техническое состояние корпуса судна определяется на основании сопоставления численных характеристик повреждений с их допускаемыми значениями.

5.1.2. Техническое состояние «годен» устанавливается, если численные характеристики повреждений корпуса меньше или равны допускаемым. В этом случае судно может эксплуатироваться до следующего очередного освидетельствования без ремонта (см. п. 1.1.4).

При этом имеется в виду, что фактические среднегодовые износы элементов корпуса равны или меньше среднестатистических величин, приведенных в табл. 5.1.2(1) и 5.1.2(2).

Таблица 5.1.2(1)

Среднегодовое уменьшение толщин элементов конструкций корпуса

№ п/п	Элемент конструкции корпуса	u_0, мм/год	
		Группа I	Группа II
	Обшивка и настилы		
1	Палуба		
1.1	Верхняя палуба	0,10	0,25[1,3]
1.2	Нижняя палуба	0,11	—
1.3	Палуба в жилых и производственных помещениях	0,14	0,14
2	Борт		
2.1	Борт при отсутствии второго борта		
2.1.1	Надводный борт	0,10	0,13[3]
2.1.2	Борт в районе переменных ватерлиний	0,17	0,19[3]
2.1.3	Борт ниже района переменных ватерлиний	0,14	0,16
2.2	Борт при наличии второго борта (отсеки двойного борта не предназначены для заполнения)		
2.2.1	Надводный борт	0,10	0,10
2.2.2	Борт в районе переменных ватерлиний	0,17	0,17
2.2.3	Борт ниже района переменных ватерлиний	0,14	0,14

№ п/п	Элемент конструкции корпуса	u_0, мм/год	
		Группа I	Группа II
2.3	Борт при наличии второго борта (отсеки двойного борта предназначены для груза, топлива или балласта)		
2.3.1	Надводный борт	0,13	0,13
2.3.2	Борт в районе переменных ватерлиний	0,19	0,19
2.3.3	Борт ниже района переменных ватерлиний	0,16	0,16
3	Днище		
3.1	Днище при отсутствии второго дна		
3.1.1	Днище, включая скулу	0,14	—
3.1.2	Днище в районе грузовых танков	—	0,17
3.1.3	Днище в районе топливных цистерн	0,15	0,15
3.1.4	Днище в районе балластных отсеков	0,20	0,20
3.1.5	Горизонтальный киль	0,25	0,25
3.2	Днище при наличии второго дна		
3.2.1	Днище, включая скулу	0,14	0,14
3.2.2	Днище в районе льял и сточных колодцев	0,20	0,20
3.2.3	Днище в районе топливных цистерн	0,15	0,15
3.2.4	Днище в районе балластных отсеков	0,20	0,20
3.2.5	Горизонтальный киль	0,25	0,25
4	Второе дно		
4.1	Второе дно в районе грузовых трюмов (танков)		
4.1.1	Второе дно в районе топливных цистерн	0,12	0,17
4.1.2	Второе дно в районе балластных отсеков	0,15	0,20
4.1.3	Второе дно в районе котельного отделения	0,30	0,30
4.1.4	Второе дно в районе машинного отделения	0,20	0,20
4.1.5	Второе дно без деревянного настила в трюмах, в которых предусматривается выполнение грузовых операций грейферами	0,30	0,30
4.2	Скуловые цистерны, трапецеидальные опоры под поперечными переборками, междудонный лист		
4.2.1	Обшивка скуловых цистерн и трапецеидальных опор:		
	нижний пояс	0,25	0,30
	прочие поясья	0,12	0,17
4.2.2	Междудонный лист в трюмах:		
	наклонный	0,20	0,22
	горизонтальный	0,15	0,20
4.2.3	Междудонный лист в котельном отделении:		
	наклонный	0,28	0,30
	горизонтальный	0,23	0,28
5	Продольные и поперечные переборки, второй борт		
5.1	Водонепроницаемые переборки		
5.1.1	Верхний пояс	0,10	—
5.1.2	Средний пояс	0,12	—
5.1.3	Нижний пояс	0,13	—
5.2	Переборки между грузовыми трюмами для навалочных грузов		

№ п/п	Элемент конструкции корпуса	u_0, мм/год	
		Группа I	Группа II
5.2.1	Верхний пояс (0,1D от верхней палубы)	0,13	0,13
5.2.2	Прочие поясья	0,18	0,18
5.3	Переборки между грузовыми трюмами для комбинированных грузов		
5.3.1	Верхний пояс (0,1D от верхней палубы)	—	0,16
5.3.2	Прочие поясья	—	0,18
5.4	Переборки между грузовыми танками		
5.4.1	Верхний пояс (0,1D от верхней палубы)	—	0,20[3]
5.4.2	Средний пояс	—	0,13[3]
5.4.3	Нижний пояс	—	0,18
5.5	Переборки между грузовыми и балластными отсеками		
5.5.1	Верхний пояс (0,1D от верхней палубы)	0,13	0,30
5.5.2	Средний пояс	0,15	0,25
5.5.3	Нижний пояс	0,16	0,20
5.6	Подпалубные цистерны	0,12	0,20
	Продольные и поперечные балки набора		
6	Палубы и платформы		
6.1	Продольные подпалубные балки и бимсы палуб и платформ, ограничивающих:		
	трюмы для генерального груза	0,12	—
	трюмы для навалочного груза	—	0,15
	трюмы для комбинированного груза	—	0,18
	грузовые танки	—	0,25[3]
	топливные цистерны	0,15	0,17
	балластные отсеки	0,18	0,20
6.2	Карлингсы, рамные бимсы палуб и платформ, ограничивающих:		
	трюмы для генерального груза	0,12	—
	трюмы для навалочного груза	—	0,13
	трюмы для комбинированного груза	—	0,15
	грузовые танки	—	0,20[3]
	топливные цистерны	0,15	0,17
	балластные отсеки	0,18	0,20
6.3	Комингсы грузовых люков	0,10	0,12
7	Борт и переборки		
7.1	Продольные балки, основные и рамные шпангоуты, вертикальные стойки бортов и переборок, ограничивающих:		
	трюмы для генерального груза	0,10	—
	трюмы для навалочного груза	—	0,13
	трюмы для комбинированного груза	—	15
	грузовые танки	—	0,20[2,3]
	топливные цистерны	0,15	0,20[2]
	балластные отсеки	0,20	0,25
8	Днище		
8.1	Вертикальный киль, днищевые стрингеры, флоры и продольные балки днища при отсутствии второго дна в:		

Окончание

№ п/п	Элемент конструкции корпуса	u_0, мм/год	
		Группа I	Группа II
	отсеках для генерального груза	0,14	—
	грузовых танках	—	0,20
	балластных отсеках	0,20	0,20
	котельном отделении	0,28	0,28
8.2	Вертикальный киль, днищевые стрингеры, флоры, продольные балки днища и второго дна при наличии второго дна в:		
	отсеках, не предназначенных для заполнения	0,14	0,14
	топливных цистернах	0,15	0,15
	балластных цистернах	0,20	0,20
	районе котельного отделения	0,25	0,25
	флоры непосредственно под котлами	0,35	0,35

[1] Для комбинированных судов и судов для навалочных грузов $u_0 = 0{,}15$ мм/год;

[2] Для горизонтальных балок, расположенных на верхнем участке шириной 0,1 высоты отсека, $u_0 = 0{,}25$ мм/год;

[3] При заполнении отсеков инертным газом u_0 увеличивается на 10%.

Таблица 5.1.2(2)

Среднегодовые износы районов наружной обшивки судов активного ледового плавания

Район наружной обшивки		Среднегодовой износ $u_л$, мм/год
Носовой район	листы днища	0,22
	листы пояса переменных ватерлиний	0,34
Средний район	листы скулового пояса	0,20
	листы пояса переменных ватерлиний	0,25
Кормовой район	листы пояса переменных ватерлиний	0,20
	Горизонтальный киль по всей длине судна	0,32

5.1.3. Если характеристики повреждений ряда корпусных конструкций не удовлетворяют нормативам, то для получения оценки технического состояния корпуса «годен» эти корпусные конструкции должны быть восстановлены посредством ремонта. Способ восстановления (замена, подкрепление) зависит от назначения и продолжительности эксплуатации судна, его конструкции, условий плавания и времени предполагаемой дальнейшей эксплуатации. Решение о ремонте в каждом отдельном случае принимается судовладельцем и согласовывается с Регистром.

5.1.4. В условиях п. 5.1.3 по заявке судовладельца может быть

рассмотрен вопрос об установлении технического состояния «ограниченно годен», т. е. об установлении эксплуатационных ограничений на основе соответствующих требований Правил, при которых нормативы допускаемых повреждений будут удовлетворяться. Эти же ограничения могут быть сняты при установке необходимых подкреплений корпуса.

Эксплуатационные ограничения, выполнение которых обеспечивает сохранение необходимой степени безопасности судна, устанавливаются в зависимости от конкретных условий в виде:

ограничения района плавания;

ограничения по величине и распределению загрузки судна (увеличение надводного борта, специальное распределение грузов и балласта, исключение перевозки тяжелых или палубных грузов, уменьшение числа пассажиров);

ограничений плавания, связанных с условиями погоды (сила ветра, интенсивность волнения), с сезоном эксплуатации;

ограничений, связанных с условиями плавания во льдах;

ограничений, связанных с видом перевозимых грузов;

ограничения минимальной осадки носом;

ограничений по мощности главных механизмов и скорости хода;

изменения назначения судна;

перевода самоходного судна в несамоходное.

Допускается комбинация ограничений. Кроме эксплуатационных ограничений, могут назначаться сокращенные периоды между освидетельствованиями корпуса судна.

5.1.5. Если характеристики повреждений корпусных конструкций не удовлетворяют требованиям нормативной документации, судно получает оценку технического состояния по корпусу «не годен».

5.1.6. Замена марки стали или сварочных материалов для отдельных конструкций допускается по согласованию с Регистром. Категория стали должна быть не ниже требуемой Правилами для данной конструкции корпуса.

Вновь устанавливаемые при ремонте листы должны быть очищены от прокатной окалины и также должны быть защищены соответствующим антикоррозионным покрытием.

5.1.7. При замене элементов корпуса вследствие износа толщина s, мм, вновь устанавливаемых при ремонте связей должна быть не менее

$$s = [s_1] + u_{ik}(\tau - 4), \qquad (5.1.7)$$

где $[s_1]$ — допускаемая остаточная толщина элемента корпуса, заменяемого в данном ремонте, мм; u_{ik} — среднегодовой износ рассматриваемой связи (на основе данных эксплуатации либо среднестатистической по табл. 5.1.2(1) и 5.1.2(2), в зависимости от того, что больше), мм; τ — предполагаемый срок эксплуатации данной конструкции, лет.

Для листов наружной обшивки, обшивок поперечных перебо-

рок и элементов набора, расположенных в районах интенсивной вибрации, вновь устанавливаемые связи должны иметь толщины, требуемые Правилами.

5.1.8. Допускается при наличии расчетных обоснований устанавливать при ремонте взамен стали повышенной прочности (СПП) сталь с меньшим пределом текучести, а также допускается замена обычной углеродистой стали (ОУС) сталью СПП уменьшенной толщины.

При этом должно быть принято во внимание, что установка листов СПП уменьшает толщины по сравнению с ОУС и будет приводить к соответствующему повышению расчетных напряжений в смежных листах из ОУС, расположенных в данном сечении.

5.1.9. По согласованию с Регистром может быть допущено дублирование листов наружной обшивки, настилов палуб, обшивок переборок, если предполагаемый срок эксплуатации судна до очередного освидетельствования или ремонта не превышает четырех лет. Должно быть обеспечено тщательное выполнение работ по очистке и подгонке соприкасающихся поверхностей листов. При успешном опыте эксплуатации дублеры могут быть оставлены на более длительный срок.

5.1.10. Разрешается по согласованию с Регистром при значительных повреждениях судовых конструкций устанавливать до ближайшего ремонта временные подкрепления, восстанавливающие прочность корпуса до требований, предусмотренных разделом 4 данной Методики, что должно быть обосновано соответствующими расчетами.

5.1.11. По согласованию с Регистром допускается эксплуатировать судно при наличии повреждений форштевня и ахтерштевня при условии, что отсутствует водотечность корпуса, а имеющиеся повреждения не препятствуют нормальной работе движителей и рулей.

5.2. Оценка технического состояния отдельного элемента корпуса (листовые связи, набор)

5.2.1. Подлежит восстановлению с учетом требований пп. 5.1.3, 5.1.4 отдельный лист корпуса или участок листа, если его средняя остаточная толщина s_1' не удовлетворяет условию $s_1' \geqslant [s_1]$,
где $[s_1]$ — допускаемая средняя остаточная толщина отдельного листа по условиям общего износа в соответствии с п. 4.3.1; s_1' — фактическая средняя остаточная толщина данного отдельного листа по результатам измерений.

Если фактические среднегодовые износы превышают указанные в табл. 5.1.2(1) и 5.1.2.(2) (см. пп. 4.3.1, 5.1.2), то допускаемая остаточная толщина должна определяться:

$$s_{1k} = [s_1] + \Delta s; \qquad \Delta s = 4(u_ф - u_{o1}), \tag{5.2.1}$$

где s_{ik} — исправленная допускаемая остаточная толщина; $u_ф$ — фактический среднегодовой износ i-го элемента корпуса, мм/год; u_{oi} — среднестатистическое годовое уменьшение толщины этой же связи, мм/год; принимается по табл. 5.1.2(1) и 5.1.2(2).

5.2.2. Если в рассматриваемом поперечном сечении средняя остаточная толщина s_1' единичных листов (в том числе и горизонтального киля) меньше допускаемых по п. 4.3.1, а значения s_2' по ширине отсека для однородных связей палубы (днища), в которую входят эти листы, удовлетворяют нормативам по п. 4.2.6, то такие единичные листы могут не заменяться при условии, что они удовлетворяют требованиям п. 4.3.10.

5.2.3. Подлежит восстановлению с учетом требований пп. 5.1.3 и 5.1.4 отдельный лист или участок листа, если его остаточная толщина по условиям местного износа пятнами не удовлетворяет требованиям:

$$s_{зп}' \geqslant [s_{зп}]; \quad \beta' \leqslant [\beta], \tag{5.2.3}$$

где $[s_{зп}]$, $[\beta]$ — допускаемая остаточная толщина, коэффициент площади ячейки по условиям местного износа пятнами в соответствии с п. 4.3.2; $s'_{зп}$, β' — фактическая остаточная толщина, коэффициент площади данной ячейки листа по результатам измерений.

Если фактические износы (см. пп. 4.3.2,1 и 5.1.2) превышают величины: для судов группы I $u_{1м}=0{,}7$ мм/год, для судов группы II $u_{2м}=1{,}0$ мм/год, то допускаемая остаточная толщина по условиям местного износа пятнами должна определяться: $s_{зп}^{u}=[s_{зп}]+\Delta s$; $\Delta s=4(u_{м.ф}-u_{iм})$, где $u_{м.ф}$ — местный фактический среднегодовой износ пятнами в ячейке листа; $u_{iм}$ — средние значения износа для i-й группы судов, указанные в настоящем пункте.

Допускается по согласованию с Регистром производить ремонт участков листа в районах местного износа пятнами путем наплавки отдельных язвин (раковин), остаточная толщина которых менее допускаемой по п. 4.3.2. При этом площадь наплавок не должна превышать 5% площади поверхности участка листа. Не допускается исправлять наплавкой коррозионные язвы, отстоящие от клепаного шва на величину, меньшую $l=(a/2)+60$ мм, где a — средний линейный размер наплавки, приближенно равный корню квадратному из ее площади, мм.

5.2.4. Подлежит восстановлению отдельный лист, участок листа, если его остаточная толщина по условиям местного канавочного износа не удовлетворяет требованиям п. 4.3.4.

Допускается по согласованию с Регистром производить ремонт участков листа в районе канавочного износа установкой полосдублеров, а также подваркой в соответствии с п. 5.3.4.

5.2.5. Подлежит восстановлению с учетом требований пп. 5.1.3, 5.1.4 отдельный лист, участок листа, если его остаточная толщина в районе линейного износа не удовлетворяет требованиям п. 4.3.3.

Допускается по согласованию с Регистром производить ремонт в районе линейного износа установкой подкреплений.

5.2.6. По заявке судовладельца и по согласованию с Регистром разрешается корректировка нормативов на допускаемые остаточные толщины, если по условиям эксплуатации судна до даты его ближайшего ремонта или списания остается менее четырех лет.

1) Допускается оставлять без замены единичные листы, средняя остаточная толщина которых определяется: $s_t = s_{1k} - (4-t)u_ф$, где s_{1k} — допускаемая остаточная толщина, определяемая в соответствии с п. 5.2.1; t — предполагаемое время эксплуатации, но не более четырех лет; $u_ф$ — величина среднегодового износа, определяемая для данного элемента корпуса: $u_ф = (s_1^o - s_1')/t_2$, где s_1' и s_1^o — средняя остаточная толщина листа по данным настоящей и предыдущей дефектации соответственно; t_2 — время между дефектациями (не менее четырех лет). Величина s_t должна удовлетворять требованиям пп. 4.3.10, 4.3.12.

2) Допускается не ремонтировать участки (ячейки) листа, подверженного местному износу пятнами, остаточная толщина которых определяется: $s_{пt} = s_{зп}^и - (4-t)u_{м.ф}$, где $s_{зп}^и$ — определяется по п. 5.2.4; $u_{м.ф}$ — местный фактический среднегодовой износ в рассматриваемом районе, определяемый по выражению $u_{м.ф} = (s_{зп}^o - s_{зп}')/t_2$, где $s_{зп}'$, $s_{зп}^o$ — средняя остаточная толщина участка листа при местном износе пятнами по данным настоящей и предыдущей дефектаций соответственно.

При отсутствии фактических данных о местном среднегодовом износе пятнами для судов они принимаются по п. 5.2.3.

5.2.7. Подлежит восстановлению с учетом требований пп. 5.1.3 и 5.1.4 отдельная балка набора, если:

1) Остаточный момент сопротивления поперечного сечения балки не удовлетворяет условию $W_н' \geqslant [W_н]$, где $[W_н]$ — допускаемый остаточный момент сопротивления поперечного сечения балки в соответствии с п. 4.3.6; $W_н'$ — фактическая величина момента сопротивления балки набора, определенная расчетом по измеренным остаточным толщинам стенки, свободного и присоединенного поясков.

2) Остаточная площадь поперечного сечения стенки балок рамного набора не удовлетворяет условию $s'_f \geqslant [s_f]$, где $[s_f]$ — допускаемая остаточная площадь поперечного сечения стенки в соответствии с п. 4.3.7; s'_f — фактическая площадь поперечного сечения стенки балки по результатам измерений.

3) Средняя остаточная толщина стенки (пояска) балки в любом поперечном сечении не удовлетворяет условию $s'_1 \geqslant [s_1]$, где $[s_1]$ — допускаемая остаточная толщина элемента набора в соответствии с п. 4.3.1; s'_1 — средняя остаточная толщина стенки (пояска) балки по замерам.

Для балок, которые могут считаться жестко заделанными, например, днищевых продольных балок, продольных балок бортов, продольных переборок нефтеналивных судов и т. п., допускается

при наличии расчетных обоснований с учетом эпюры изгибающих моментов и перерезывающих сил принимать в отдельных сечениях по длине балки в качестве допускаемой остаточной толщины стенки величину $[s_{зп}]$, определяемую в соответствии с п. 4.3.2.

5.2.8. Допускается при наличии расчетных обоснований и по согласованию с Регистром установка в процессе ремонта балок (или полос) меньшего размера, чем они были первоначально.

5.2.9. Подлежат восстановлению с учетом требований пп. 5.1.3, 5.1.4 элементы переборок — отдельный гофр (коробчатый, волнистый), участок гофра, если его остаточная толщина не удовлетворяет требованиям пп. 4.3.1, 4.3.8.

Допускается по согласованию с Регистром производить ремонт переборок установкой подкреплений.

В случае замены участка переборки плоской обшивкой вместо гофров должны быть учтены условия работы переборки и требования Правил к ней.

5.3. Оценка технического состояния по характеристикам поперечного сечения корпуса

5.3.1. Подлежат восстановлению с учетом требований пп. 5.1.3, 5.1.4 изношенные связи поперечного сечения корпуса в средней части на судах, для которых Правилами регламентируется момент сопротивления поперечного сечения корпуса, если фактический момент сопротивления в расчетном сечении $W'_{п(дн)}$ не удовлетворяет требованиям п. 4.2.1.

В качестве расчетного сечения принимается наиболее изношенное и конструктивно ослабленное сечение в пределах средней части длины судна.

Условие п. 4.2.1 должно выполняться с учетом редуцирования сжатых связей корпуса. Редуцирование связей при определении $W'_{п(дн)}$ производится для случаев прогиба (палуба сжата) и перегиба (днище сжато) судна. Расчетные изгибающие моменты при этом определяются в соответствии с требованиями Правил к устойчивости настила палубы и обшивки днища.

Необходимость в вычислении $W'_{п(дн)}$ возникает тогда, когда фактическая средняя остаточная толщина однородных листовых связей палубы (днища) $s^{\wedge}_{2пал(дн)}$ в данном поперечном сечении не удовлетворяет допускаемому значению в соответствии с п. 4.2.6.

5.3.2. Подлежат восстановлению с учетом требований пп. 5.1.3, 5.1.4 изношенные продольные связи расчетной палубы на судах, для которых Правилами регламентируется площадь поперечного сечения, если фактическая площадь поперечного сечения расчетной палубы $F'_{пал}$, измеренная в расчетном сечении, не удовлетворяет условиям п. 4.2.5.

В качестве расчетного сечения при определении $F'_{пал}$ принимается наиболее изношенное и конструктивно ослабленное сечение расчетной палубы в пределах средней части.

5.3.3. В районах между $0{,}15L$ и $0{,}35L$ в нос и корму от миделя или на других участках длины в соответствии с требованиями Правил в зависимости от назначения судна и условий его загрузки необходима проверка остаточной площади поперечного сечения бортовой обшивки от скулы до расчетной палубы (включая обшивку продольных переборок, двойных бортов, если они установлены).

Проверка площади выполняется в случае, если несколько поясьев обшивки имеют среднюю остаточную толщину, близкую или равную допускаемой.

Если фактическая площадь бортовой обшивки A_s' не удовлетворяет требованиям п. 4.2.3, необходимо выполнить ремонт с учетом требований пп. 5.1.3, 5.1.4.

5.4. Оценка технического состояния корпуса по остаточным деформациям

5.4.1. Конструкции корпуса, имеющие остаточные деформации, численные характеристики которых превышают допускаемые по п. 4.4, должны быть отремонтированы.

Допускается по согласованию с Регистром оставлять отдельные бухтины, гофры, вмятины, тычки, выпучины до очередного освидетельствования или ремонта. При ремонте разрешается заменять не весь лист, а только поврежденный участок листа. Правка остаточных деформаций на месте должна выполняться с соблюдением согласованной с Регистром технологии.

5.4.2. При оценке технического состояния днищевых конструкций, поврежденных вследствие слеминга и ледовой нагрузки в районе $(0{,}1 \div 0{,}3)L$ от носового перпендикуляра, необходимо учитывать следующее.

1) Если деформирована днищевая обшивка, а флоры и продольные балки не имеют повреждений, техническое состояние конструкций оценивается в соответствии с пп. 4.4.1, 4.4.2.

2) Если имеются плавные вмятины ограниченных размеров, наблюдаются выпучины в стенках набора, техническое состояние конструкций оценивается по пп. 4.4.4, 4.4.5. При этом рекомендуется выполнить подкрепления выпучин стенок набора.

3) При наличии остаточных деформаций продольного и поперечного набора, а также обшивки на значительных участках перекрытия или по всему перекрытию поврежденный участок подлежит замене или подкреплению в соответствии с требованиями Правил.

Проект замены и подкрепления конструкций днищевых перекрытий серийных судов должен быть согласован с Главным управлением Регистра СССР.

5.4.3. В конструкциях днища в районе $(0{,}05 \div 0{,}30)L$ от носового перпендикуляра могут быть оставлены отдельные плавные вмятины ограниченных размеров (наибольший размер в плане не превышает трех шпаций), у которых отношение наибольшей стрелки

прогиба балки набора к наименьшему размеру вмятины в плане не превышает 1/20. При этом должны удовлетворяться требования пп. 4.4.4, 4.4.5.

5.5. Оценка технического состояния сварных швов и заклепочных соединений

5.5.1. Подлежат восстановлению сварные швы, количественные характеристики дефектов которых не удовлетворяют допускаемым по п. 4.5.

Сварные швы, имеющие трещины, должны вырубаться до неповрежденного металла и восстанавливаться вновь до размеров, требуемых Правилами.

5.5.2. При восстановлении сварных швов и выполнении сварных соединений необходимо применение рациональных режимов сварки по погонной энергии, степени концентрации источника тепла, рациональной последовательности наложения сварных швов, применение соответствующих для данной марки стали электродов, обработка сварного шва после сварки.

Важнейшим мероприятием по снижению коррозионного разрушения швов и околошовной зоны является очистка листов от окалины, которая образуется при прокате, закалке, отжиге, а также лакокрасочная и электрохимическая защита сварных соединений.

5.5.3. Подлежат ремонту заклепочные соединения, количественные характеристики дефектов которых не удовлетворяют допускаемым по п. 4.6.

1) Обязательно подлежат смене заклепки слабые, водотечные, а также с однобоким обнаженным потаем на величину более 0,1 диаметра заклепки.

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 мелкой зенковке и наличии пороков клепки (что проверяется выборочной засверловкой заклепок) допускаемая глубина разрушения потайной головки должна быть уменьшена до 1/20 диаметра заклепки.

2) Если в заклепочных соединениях конструкций из алюминиевых сплавов со сталью имеется расхождение соединенных листов более 2 мм, то заклепки должны быть заменены.

При утонении листа из алюминиевого сплава в этом районе более чем на 20% первоначальной толщины участок изношенного листа должен быть удален, а заклепочный шов переклепан.

3) По согласованию с Регистром допускается обварка неослабленных и неводотечных корродированных заклепок, единичных водотечных заклепок, обварка заклепок барьерных и стыковых швов, а также другие виды ремонта заклепочных соединений, в том числе и применение клея на эпоксидной основе, оправдавшие себя в условиях эксплуатации.

5.6. Трещины

5.6.1. Восстановлению подлежат места нарушения сплошности связей, обеспечивающих общую и местную прочность в районах образования трещин.

5.6.2. В случае массового появления трещин в корпусных конструкциях на однотипных судах должны быть разработаны конструктивно-технологические меры по устранению причин их образования, а также рекомендации по эксплуатации корпусных конструкций.

6. ПОДКРЕПЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСА

6.1. При ремонте корпуса и разработке спецнорм рекомендуется предусматривать меры по подкреплениям изношенных и деформированных корпусных конструкций вместо их восстановления в построечном варианте.

6.2. Целью подкрепления слабых мест корпуса является наряду с устранением дефектов обеспечение необходимой прочности всех элементов подкрепляемой конструкции на заданный промежуток времени.

6.3. Выполнение подкреплений изношенных и/или деформированных конструкций возможно и целесообразно также и в тех случаях, когда по характеру конструкции или ее повреждений не обязательна замена дефектных участков.

6.4. Для сокращения объема и продолжительности ремонтных работ рекомендуется устанавливать профилактические подкрепления корпуса, если по опыту эксплуатации и технического надзора на однотипных судах серии выявлены «слабые места», в которых возникают массовые повреждения.

6.5. Конструкция и размеры подкрепляющих элементов, а также объем подкреплений должны определяться с учетом: причин возникновения дефекта; района и условий эксплуатации после подкрепления; эффективности средств антикоррозионной защиты; особенностей примененного материала; планируемого срока службы после подкрепления.

6.6. Для подкрепления корпусов судов наряду со сталью там, где это технически возможно и экономически целесообразно, допускается применение других материалов (бетона, железобетона, фибробетона, клеевых компонентов в сочетании со стеклотканью и других материалов аналогичного назначения) в соответствии с согласованной Регистром нормативно-технической документацией.

6.7. Рекомендации по подкреплению или усилению корпусных конструкций с целью восстановления общей или местной прочности и устойчивости подлежат рассмотрению Регистром и должны быть обоснованы расчетом и/или опытом эксплуатации.

7. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ИЗНОШЕННЫХ СУДОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

7.1. Применение положений и отдельных нормативов настоящей методики к судам специализированного назначения (контейнеровозам, накатным судам, паромам, катамаранам, понтонам плавкранов большой грузоподъемности и другим судам с необычными соотношениями главных размерений) в общем случае, впредь до разработки для них Правил, должно быть предметом согласования с Регистром.

7.2. Допускается применение методики к контейнеровозам, раскрытие палуб которых превышает 70% ширины судна. При этом дополнительно должна быть проверена прочность корпуса с учетом кручения.

Определенные расчетом нормальные и суммарные напряжения, а также другие параметры кручения не должны более чем на 10% превышать величины, указанные в Правилах для нового корпуса.

7.3. Определение допускаемых параметров изношенных конструкций корпуса, подверженных воздействию колесной техники (стационарные грузовые палубы судов с горизонтальным способом грузообработки, палубы автомобильных и железнодорожных паромов и т. п.), выполняется по согласованной с Регистром методике. В методике должны быть даны указания относительно расчетов прочности изношенных рам накатных судов и железнодорожных паромов (над вагонной палубой), подверженных деформациям сдвига при плавании в условиях волнения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТАБЛИЦЫ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕФЕКТАЦИИ

Приложение содержит формы таблиц, в которые заносятся результаты дефектации согласно указаниям п. 1.2.10 настоящей методики.

Состав таблиц следующий:

Табл. 1. Общий и местный износ листов
Табл. 2. Линейный (ледовый) износ
Табл. 3. Общий и местный износ набора
Табл. 4. Состояние сварных швов
Табл. 5. Дефектация бухтин
Табл. 6. Дефектация гофрировок
Табл. 7. Дефектация вмятин
Табл. 8. Трещины в элементах корпуса

Таблица 1 *приложения 1*

Общий и местный износ листов

Наименование связей и район дефектации, шп.	Номер листа или его расположение	Общий износ отдельного листа				Общий износ однородных связей подгруппы				Местный износ отдельного листа (участка листа) пятнами							Язвенный износ		Заключение о ремонте
		s_1 по выражению (2.2.2), мм	s_0, мм	$\alpha_1' = s_1/s_0$	Допускаемый $[\alpha_1]$ по табл. 4.3.1	Поперечное сечение, шп.	Число листов m	s_2', мм	Допускаемая $[s_2]$ по выражению (4.2.6)	$s_{зп}$, мм	$\alpha_3' = \frac{s_{зп}}{s_0}$	Допускаемый $[\alpha_3]$ по табл. 4.3.1	F_1, м²	F_0, м²	$\beta' = F_1/F_0$	Допускаемый $[\beta]$ по табл. 4.3.1	s_4, мм	$[s_4]$, мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Таблица 2 *приложения 1*

Линейный (ледовый) износ

Расположение дефектуемого района	Линейный износ отдельного листа							Заключение о ремонте
	$t_0^{ср}$	$t_п^{ср}$	$\frac{t_п^{ср}}{t_0^{ср}}$	μ по выражению п. 4.3.3	$[s]$	$[t_0] = \mu[s]$	$\frac{[t_0]}{t_0^{ср}}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица 3 *приложения 1*

Общий и местный износ набора

Расположение дефектуемого района, шп.	Наименование подгруппы связей	Общий износ (стенки, пояска)				Местный износ (стенки, пояска)								Заключение о ремонте
		s_1, мм	s_0, мм	$\alpha_1' = \frac{s_1}{s_0}$	Допускаемый $[\alpha_1]$ по табл. 4.3.1	$s_{3п}$, мм	s_0, мм	$\alpha_3' = \frac{s_3}{s_0}$	Допускаемый $[\alpha_3]$ по табл. 4.3.1	F_1, см²	F_0, см²	$\beta' = \frac{F_1}{F_0}$	Допускаемый $[\beta]$ по табл. 4.3.1	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Таблица 4 *приложения 1*

Состояние сварных швов

Наименование подгруппы связей и вид шва (стыковой, пазовый)	Район измерения, шп. (борт, пояс)	Характер износа сварного шва и околошовной зоны. Дать описание коррозии шва (равномерное, язвенное, околошовное, износ с подрезами и т. п.)	Максимальная глубина коррозионного разъедания	Протяженность характерных коррозионных поражений сварного шва	Заключение о ремонте
1	2	3	4	5	6

Таблица 5 *приложения 1*

Дефектация бухтин

Наименование подгруппы связей	Место расположения бухтин, шп. (борт, пояс)	f, мм	b, мм	a, мм	b/a	f/b	Допускаемый $[f/b]$ по п. 4.4.1	Заключение о ремонте
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица 6 *приложения 1*

Дефектация гофрировок

Наименование подгруппы связей	Место расположения гофров, шп. (борт, пояс)	f_1, мм	a, мм	l_1, м	f_1/a	Допускаемый $[f/a]$ согласно п. 4.4.2	Заключение о ремонте
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 7 *приложения 1*

Дефектация вмятин

Наименование подгруппы связей	Место расположения вмятин (шп., борт, пояс)	a_0, м	b_0, м	Шпация a, мм	f_j	h_j	l_j	d_j	$l_j/2h$	f_j/l	Допускаемый $[f/l]$ по выражениям (4.4.4, 1), (4.4.4, 2)	d_j/h_j	Допускаемое $[d/h]$ по выражению (4.4.4, 3)	Заключение о ремонте
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Таблица 8 *приложения 1*

Трещины в элементах корпуса

Наименование подгруппы связей	Место расположения трещин (шп. элемент корпуса) (борт, пояс)	Длина l, мм	Раскрытие ξ, мм	Характер (хрупкая, вязкая, ветвистая, старая), направление распространения	Метод ремонта или способ предотвращения	Возможные причины образования трещин
1	2	3	4	5	6	7

ДЕФЕКТАЦИЯ ВМЯТИН

1. Общие положения

1.1. С целью уточненного определения остаточной деформации балок во вмятине дополнительно к характеристикам, указанным в п. 3.1.5.3 настоящей методики, вводятся параметры $f_{300,i}$ и c: $f_{300,i}$ — стрелка прогиба i-й балки на базе 300 мм в районе максимума стрелки прогиба. Указания по определению параметра f_{300} приводятся в п. 1.2; c — отстояние точки максимума прогиба от ближайшей недеформированной опоры.

Опорами для балок набора считаются: палубы, платформы, рамные связи, прочные выгородки и т. п. Замер выполняется до ближайшей из этих связей.

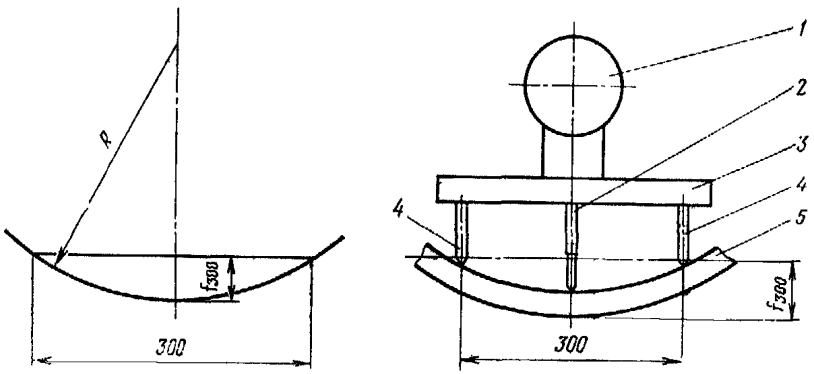

Рис. П.1.2. Схема прибора для измерения стрелки прогиба на базе 300 мм: *1* — индикатор; *2* — подвижная ножка прогибомера; *3* — планка; *4* — неподвижные опоры; *5* — наружная обшивка

Величина c не измеряется и не применяется при проверке по пп. 2.1, 2.2 настоящего приложения, если:

имеются деформации опоры;

вмятина не доходит до опоры;

вмятина охватывает меньше пяти смежных балок набора.

1.2. Указания по определению параметра f_{300}.

Способ измерения величины f_{300} приведен на рис. П.1.2. Там же показана принципиальная конструктивная схема кривизномера. В качестве прогибомера используется либо индикатор часового типа марки 44-10, либо штангенциркуль.

Стрелка прогиба f_{300} вычисляется:

$$f_{300} = /b_k - b_0/. \qquad (1)$$

Начальный замер b_0 определяется по показанию кривизномера, установленного на плоскости, желательно на контрольной плите.

Для получения отсчета b_k кривизномер ориентируется вдоль дефектуемой балки, а его подвижная ножка устанавливается в точке максимума стрелки прогиба балки. Конечный отсчет b_{ki} нужно снимать несколько раз, смещая каждый раз прибор на 2—3 см вдоль балки в ту и другую сторону от максимального прогиба.

Величина b_k определяется:

$$b_k = \frac{\sum_{i=1}^{n} b_{ki}}{n}. \qquad (2)$$

Рекомендуется принимать $n \geqslant 3$.

Если измерения выполняются на поверхности, поврежденной коррозионными язвами, используется гибкая подкладка (стальная линейка), на которую и устанавливается толщиномер. Подкладка должна полностью огибать изогнутую поверхность балки.

Если измерения выполняются на криволинейной поверхности обшивки, начальный отсчет кривизномера b_{0i} надо снимать не на плоскости, а на наружной обшивке в том районе, где обшивка имеет такую же кривизну, как и в районе повреждения. Величина b_{0i} определяется по выражению (2).

2. Дефектация вмятин

2.1. Допускаемые значения характеристик искривления балки набора во вмятине определяются по табл. 2.1.

Таблица 2.1

Допускаемые параметры искривления балок

Параметр	Предел текучести стали, МПа	
	235	390
$[f_{300}]$	$560/h$	$480/h$
$[d/h]$	0,07	0,07
$[f/c]$	0,07	0,06

Примечания: 1. Для промежуточных пределов текучести применяется линейная интерполяция.

2. d — максимальное отклонение деформированной балки набора от первоначальной плоскости, измеренное на уровне свободного пояска; h — высота стенки балки.

3. Если величина c не измеряется, проверка по f/c не производится.

2.2. При определении характеристик искривления балок набора во вмятине величина f_{300} измеряется со стороны наружной обшивки вдоль балки набора или на свободном пояске балки. Если в районе замера стенка балки имеет бухтину, результаты замеров следует корректировать умножением на 1,05.

2.3. В случаях, когда доступ к набору затруднен из-за изоляции или зашивки (см. п. 4.4.4 настоящей методики), допускается выполнять дефектацию без осмотра набора и не ремонтировать вмятины при одновременном выполнении следующих условий:

$$1)\ [f_{300}] \leqslant 300/h;$$

$$2)\ [f/c] \leqslant 0{,}055;$$

$$3)\ [c/h] \geqslant 3; \qquad (3)$$

$$4)\ \left[\frac{f_a - f_b}{a}\right] \leqslant \bar{d},$$

где f_a, f_b — наибольшие стрелки прогиба двух смежных балок ($f_a > f_b$); a — расстояние между указанными балками; h — высота стенки балки; $\bar{d}$ — параметр, определяемый по табл. 2.2.

Таблица 2.2

Величина параметра $\bar{d}$

Отношение h/l	$\bar{d}$
Менее 0,10	0,07
$0{,}10 \leqslant h/l \leqslant 0{,}25$	0,10
Более 0,25	0,12

Примечания: 1. l — протяженность вмятины вдоль деформированной балки.

2. Если величина c не измеряется, проверка по f/c и c/h не производится; это требование не распространяется на балки рамного набора.

2.4. Если опытом надзора установлено, что вмятины являются дефектом, увеличивающимся со временем, должны ремонтироваться те балки набора, у которых допускаемый срок эксплуатации T_1, определенный по выражению (4), меньше срока, оставшегося до ближайшего ремонта или списания судна.

$$T_1 = \frac{[f]^2 - f_1^2}{f_1^2 - f_2^2} T_0, \qquad (4)$$

где f — допускаемые стрелки прогиба балок во вмятине, определяемые по п. 4.4.4 настоящей методики; f_1, f_2 — наибольшие стрелки прогиба тех же балок соответственно по данным настоящих и предыдущих измерений; T_0 — промежуток времени между измерениями, лет.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 4
1.1. Область распространения . . . . . —
1.2. Определения и пояснения 5
2. ОБСЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ . . . 9
2.1. Основные положения . . . . . —
2.2. Определение остаточных толщин листов 11
2.3. Определение остаточных толщин элементов набора 15
3. ОБСЛЕДОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ, СВАРНЫХ И ЗАКЛЕПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ТРЕЩИН 16
3.1. Остаточные деформации корпусных конструкций . . . . . —
3.2. Сварные и заклепочные соединения 17
3.3. Трещины 18
4. НОРМЫ ДОПУСКАЕМЫХ ДЕФЕКТОВ 19
4.1. Основные положения . . . . . —
4.2. Допускаемые характеристики поперечного сечения изношенного корпуса 21
4.3. Допускаемые характеристики отдельных элементов изношенного корпуса 23
4.4. Допускаемые остаточные деформации 30
4.5. Допускаемые дефекты сварных швов 35
4.6. Допускаемые дефекты клепаных соединений 36
4.7 Трещины . . . . . —
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСА . . . 37
5.1. Общие положения . . . . . —
5.2. Оценка технического состояния отдельного элемента корпуса (листовые связи, набор) 42
5.3. Оценка технического состояния по характеристикам поперечного сечения корпуса 45
5.4. Оценка технического состояния корпуса по остаточным деформациям 46
5.5. Оценка технического состояния сварных швов и заклепочных соединений 47
5.6. Трещины 48
6. ПОДКРЕПЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСА . . . . . —
7. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ИЗНОШЕННЫХ СУДОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ 49
ПРИЛОЖЕНИЯ. 1. Таблицы результатов дефектации . . . . —
2. Дефектация вмятин 51