



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

ЦИРКУЛЯРНОЕ ПИСЬМО

№ 314-04-1553ц

от 27.04.2021

Касательно:

изменений к Правилам классификации и постройки морских судов в связи со вступлением в силу унифицированных требований (УТ) МАКО W27 (Corr.1 Rev.1 July 2020) и W24 (Rev.4 July 2020)

Объект(ы) наблюдения:

суда в постройке

Дата вступления в силу:

01.07.2021

Действует до:

Действие продлено до:

Отменяет/изменяет/дополняет циркулярное письмо №

от

Количество страниц: 1 + 28

Приложения:

Приложение 1: информация об изменениях, внесенных циркулярным письмом

Приложение 2: текст изменений части XIII «Материалы»

Генеральный директор

К.Г. Пальников

Текст ЦП:

Настоящим информируем, что после переиздания Правил классификации и постройки морских судов в 2021 году в них вносятся изменения, приведенные в приложениях к настоящему циркулярному письму.

Необходимо выполнить следующее:

1. Довести содержание настоящего циркулярного письма до сведения инспекторского состава подразделений РС, заинтересованных организаций и лиц в регионе деятельности подразделений РС.
2. Применять положения настоящего циркулярного письма при рассмотрении и одобрении технической документации на суда, контракт на постройку или переоборудование которых заключен 01.07.2021 или после этой даты, при отсутствии контракта — на суда, кили которых заложены или которые находятся в подобной стадии постройки 01.07.2021 или после этой даты, а также при рассмотрении и одобрении технической документации судов со сроком поставки 01.07.2021 или после этой даты.

Перечень измененных и/или дополненных пунктов/глав/разделов:

часть XIII: главы 3.12 и 4.2

Исполнитель: Юрков М.Е.

314

+7 (812)312-85-72

Система «Тезис» № 21-85523

**Информация об изменениях, внесенных циркулярным письмом
(для включения в Перечень изменений к соответствующему Изданию РС)**

№	Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
1	Глава 3.12	Глава переработана с учетом УТ МАКО W27 (Corr.1 Rev.1 July 2020)	314-04-1553ц от 27.04.2021	01.07.2021
2	Глава 4.2	Глава переработана с учетом УТ МАКО W24 (Rev.4 July 2020)	314-04-1553ц от 27.04.2021	01.07.2021

ПРАВИЛА КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ МОРСКИХ СУДОВ, 2020,

НД № 2-020101-124

ЧАСТЬ XIII. МАТЕРИАЛЫ

3 СТАЛЬ И ЧУГУН

1 **Глава 3.12** заменяется следующим текстом:

«3.12 СТАЛЬНЫЕ ОТЛИВКИ ДЛЯ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ

3.12.1 Общие требования.

3.12.1.1 Настоящие требования распространяются на контроль и ремонт стальных отливок гребных винтов, лопастей и ступиц при их изготовлении.

Настоящие требования также могут применяться при проведении ремонта гребных винтов, получивших повреждения в процессе эксплуатации. Такое применение должно быть заблаговременно согласовано с Регистром.

Применение стали, отличающейся по химическому составу, механическим свойствам или термической обработке допускается по стандартам, спецификациям или иным техническим требованиям, использование которых согласовано с Регистром.

3.12.1.2 Отливки гребных винтов и их элементов (лопастей и ступиц) должны изготавливаться признанными Регистром в соответствии с 1.1.4 и 1.3.2 производствами. В процессе признания Регистру должны быть представлены описание возможностей производства, устройство литейного оборудования, спецификации на материал, описание технологического процесса, ремонта и контроля. Отливки, поставляемые под техническим наблюдением Регистра, должны изготавливаться и испытываться в соответствии с требованиями настоящей главы.

3.12.1.3 Испытания при признании производства проводятся в соответствии с 1.3.1.2 по согласованной с Регистром программе освидетельствования и испытаний. Целью испытаний является подтверждение соответствия химического состава и механических свойств материала отливок и их качества настоящим требованиям. Объем испытаний должен быть согласован с Регистром.

3.12.1.4 Литейное производство должно располагать надлежащим образом оборудованной лабораторией, укомплектованной опытным квалифицированным персоналом. Лаборатория должна располагать всем необходимым для проведения неразрушающего контроля. Если лаборатория не располагает перечисленными возможностями для проведения испытаний и контроля, Регистру представляются данные о независимой лаборатории. Лаборатория должна быть признана компетентным национальным органом и/или Регистром.

3.12.1.5 В случае выбора сплава, отличного от приведенного в настоящей главе, Регистру должны быть представлены данные о химическом составе, механических свойствах и термической обработке отливок для одобрения.

3.12.1.6 Ответственность за соблюдение качества, технологических процессов и контроля соответствия спецификации лежит на изготовителе.

3.12.2 Химический состав.

Химический состав стали для гребных винтов должен отвечать требованиям табл. 3.12.2. Сплавы в таблице подразделяются на четыре основных группы. Изготовление и применение отливок гребных винтов с химическим составом, отличным от приведенного в настоящей главе является предметом специального рассмотрения Регистра.

Таблица 3.12.2.

Химический состав стали для отливок винтов¹

Класс и тип стали	C, max, %	Mn, max, %	Cr, %	Mo, max, %	Ni, %
Мартенситный (12Cr1Ni)	0,15	2,0	11,5 — 17,0	0,5	≤ 2,0
Мартенситный (13Cr4Ni)	0,06	2,0	11,5 — 17,0	1,0	3,5 — 5,0
Мартенситный (16Cr5Ni)	0,06	2,0	15,0 — 17,5	1,5	3,5 — 6,0
Аустенитный (19Cr11Ni)	0,12	1,6	16,0 — 21,0	4,0	8,0 — 13,0

¹ Не указанное в таблице минимальное содержание элементов должно отвечать требованиям согласованных национальных или международных стандартов.

Изготовитель должен осуществлять запись и хранение результатов химического анализа изготовленных отливок. Эти данные должны быть доступны инспектору РС для проверки соответствия полученного химического состава установленным допускам для каждой отливки.

3.12.3 Механические свойства и термическая обработка.

3.12.3.1 Механические свойства стали при испытании образцов, изготовленных из прилитых к ступице или лопасти проб, должны отвечать требованиям табл. 3.12.3.1. Толщина проб устанавливается согласованными стандартами.

Таблица 3.12.3.1

Механические свойства стальных отливок для гребных винтов

Класс и тип стали	Предел текучести $R_{p0,2}$, min, МПа	Временное сопротивление R_m , min, МПа	Относительное удлинение A_5 , min, %	Относительное сужение Z , min, %	Испытания на ударный изгиб ¹ KV, min, Дж
Мартенситный (12Cr1Ni)	440	590	15	30	20
Мартенситный (13Cr4Ni)	550	750	15	35	30
Мартенситный (16Cr5Ni)	540	760	15	35	30
Аустенитный (19Cr5Ni)	180 ($R_{p1,0}$ 205)	440	30	40	—

¹ Испытание на ударный изгиб не требуется для судов ледовых классов **Ice1**, **Ice2** и **Ice3**; для всех других судов ледовых классов и ледоколов стальные отливки должны испытываться на ударный изгиб при $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.12.3.2 Уровень механических свойств металла отдельно отлитых проб подлежит одобрению Регистром.

3.12.3.3 Термическая обработка.

Отливки из стали мартенситного класса должны подвергаться аустенизации и отпуску. Стали аустенитного класса должны подвергаться термической обработке на твердый раствор.

3.12.4 Отбор проб.

3.12.4.1 Пробы могут быть отобраны непосредственно от отливки либо прилиты к ней. По возможности, образцы для испытаний отбираются от пробы, прилитой в районе, ограниченном $0,5R$ и $0,6R$ (где R — радиус винта). Возможность использования отдельно отлитых проб для изготовления образцов должна быть указана в согласованной документации.

3.12.4.2 Отдельно отлитые пробы должны быть одной плавки с представляемым металлом и проходить термообработку в одной с ним садке.

При первоначальном освидетельствовании производства в соответствии с 3.12.1.2 испытания могут проводиться как на металле отдельно отлитых проб, так и на металле прилитых проб или непосредственно отобранных из тела отливки.

3.12.4.3 Пробы не должны отбираться от отливки до проведения окончательной термической обработки. Пробы изготавливаются в соответствии с признанными Регистром стандартами.

3.12.4.4 При отборе проб не должны применяться термические способы.

3.12.5 Объем испытаний.

3.12.5.1 От каждой представленной плавки должен быть отобран, как минимум, один образец на растяжение (см. табл. 2.2.2.3) и комплект образцов для испытаний на ударный

изгиб (см. 2.2.3). При испытаниях на растяжение определяются временное сопротивление, условный предел текучести, относительное удлинение и относительное сужение. Испытания проводятся в соответствии с требованиями 2.2.

3.12.5.2 Как правило, образцы для испытаний должны вырезаться из прилитых проб. Если отливки примерно одного размера, менее 1 м в диаметре, из металла одной плавки и термообрабатывались в одной садке, то один комплект образцов для каждого 5 отливок может отбираться от отдельно отлитых проб соответствующих размеров.

3.12.6 Зоны контроля (ремонтные зоны).

3.12.6.1 С целью определения критериев оценки дефектов гребных винтов и в целях уменьшения рисков усталостного растрескивания после ремонта, поверхность лопасти разделяется на три зоны: А, В и С (см. рис. 4.2.6.2-1 и рис. 4.2.6.3). Определения ремонтных зон — см. 4.2.6.2 и 4.2.6.3.

3.12.6.2 Определение угла откидки — см. 4.2.6.1 (примечание) и рис. 4.2.6.1.

3.12.7 Осмотр.

3.12.7.1 Отливки стальных гребных винтов должны подвергаться контролю изготовителем внешним осмотром и измерением на всех стадиях их изготовления. Особенно тщательному, 100-процентному контролю внешним осмотром и измерением отливки должны подвергаться в окончательном виде. Общий осмотр должен выполняться инспектором Регистра. Поверхность не должна иметь дефектов, которые могут привести к повреждениям винтов при их эксплуатации. Представитель Регистра может потребовать проведения необходимого исследования сомнительных участков поверхности, включая травление металла, особенно перед проведением ремонта сваркой.

Литейные дефекты, которые могут повлиять на работоспособность отливок, такие как значительные неметаллические включения, ужимы, раковины и трещины, не допускаются. Эти дефекты могут быть удалены одним из методов, указанных в 3.12.9, и исправлены в пределах, установленных для различных ремонтных зон. Полное описание этих работ и необходимая документация должны быть представлены представителю Регистра до начала проведения работ.

Дефекты поверхности, видимые на поверхности после механической обработки, такие как небольшие спаи, засоры и шлаковые включения, должны быть зачищены изготовителем в соответствии с 3.12.9.

3.12.7.2 Ответственность за проверку геометрических размеров, формы и соблюдение их допусков лежит на изготовителе. Отчет о соответствующей проверке должен быть предоставлен Регистру. При этом, Регистр оставляет за собой право потребовать проведение данной проверки в присутствии инспектора.

В соответствии с требованиями одобренной Регистром документации все винты должны подвергаться статической балансировке. Динамическая балансировка требуется для гребных винтов, работающих с частотой вращения более 500 об/мин.

3.12.8 Неразрушающий контроль.

Специальные требования к испытательным лабораториям, осуществляющим контроль капиллярным, ультразвуковым и магнитопорошковыми методами представлены в 10.3 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов.

3.12.8.1 Все отливки гребных винтов должны подвергаться неразрушающему контролю. Изготовитель должен располагать соответствующей системой регистрации всех результатов неразрушающего контроля для каждой отливки. Представитель Регистра должен быть ознакомлен с этой системой и результатами выполненного контроля. Изготовитель обязан документально подтвердить факт выполнения и положительность результатов неразрушающих методов контроля.

3.12.8.2 Контроль капиллярным и магнитопорошковыми методами.

3.12.8.2.1 Процедура контроля капиллярным методом должна быть представлена Регистру и должна отвечать требованиям ISO 3452-1:2013 или согласованным регистром стандартам. Критерии контроля приведены в 3.12.8.2.3. Поверхности зон А, В и С всех гребных винтов, отливок лопастей и ступиц должны проходить контроль капиллярным методом. Контроль зоны А должен осуществляться в присутствии инспектора. Контроль зон В и С осуществляется в присутствии инспектора по требованию Регистра.

Если ремонт осуществлялся шлифованием или сваркой, отремонтированные области вне зависимости от их расположения должны подвергаться контролю капиллярным

методом. Ремонт сваркой, независимо от места ремонта, рассматривается как ремонт в зоне А.

3.12.8.2.2 Магнитопорошковый метод может применяться вместо капиллярного метода при контроле сталей мартенситного класса.

Процедура контроля магнитопорошковым методом должна соответствовать ISO 9934-1:2016 или согласованным стандартам. Процедура должна предоставляться Регистру для согласования.

3.12.8.2.3 Критерии контроля капиллярным и магнитопорошковым методами.

3.12.8.2.3.1 Определения, относящиеся к капиллярному методу.

Индикаторный след — присутствие заметного просачивания красящего вещества из несплошностей в материале, проявляющееся, по крайней мере, через 10 мин после применения капиллярного дефектоскопического материала.

Засчитываемый след — индикаторный след, который при определении результатов контроля имеет хотя бы одну размерную характеристику более 1,5 мм.

Округлый след — индикаторный след, наибольшая размерная характеристика которого превышает наименьшую менее чем в 3 раза ($l < 3w$);

Протяженный след — индикаторный след, наибольшая размерная характеристика которого превышает наименьшую в 3 или более раз ($l \geq 3w$).

Рядный след рассматривается как единый индикаторный след с длинной, равной суммарной длине ряда. Рядный след может иметь следующую структуру:

три или более округлых следов, расположенных в ряд таким образом, что расстояние между ними составляет менее 2 мм; или

протяженные следы, расположенные в ряд с расстоянием между ними, меньшим чем наибольшая размерная характеристика самого длинного следа.

Иллюстрация контроля капиллярным методом приведена на рис. 3.12.8.2.3.1.

3.12.8.2.3.2 Критерии приемки.

Единичная контролируемая поверхность имеет площадь 100 см² и может иметь форму квадрата или прямоугольника со стороной не более 250 мм. При осуществлении оценки качества поверхности капиллярным методом вся контролируемая поверхность условно делится на единичные контролируемые площадки размерами по 100 см². Деление должно быть осуществлено неблагоприятным по отношению к индикаторным следам образом, т. е. форма и размеры каждой площадки следует выбирать так, чтобы вместить максимальное число дефектов, без распределения по соседним единичным площадкам.

Обнаруженные на любом из таких участков индикаторные следы с учетом их формы, размеров и количества должны отвечать требованиям табл. 3.12.8.2.3.2-1.

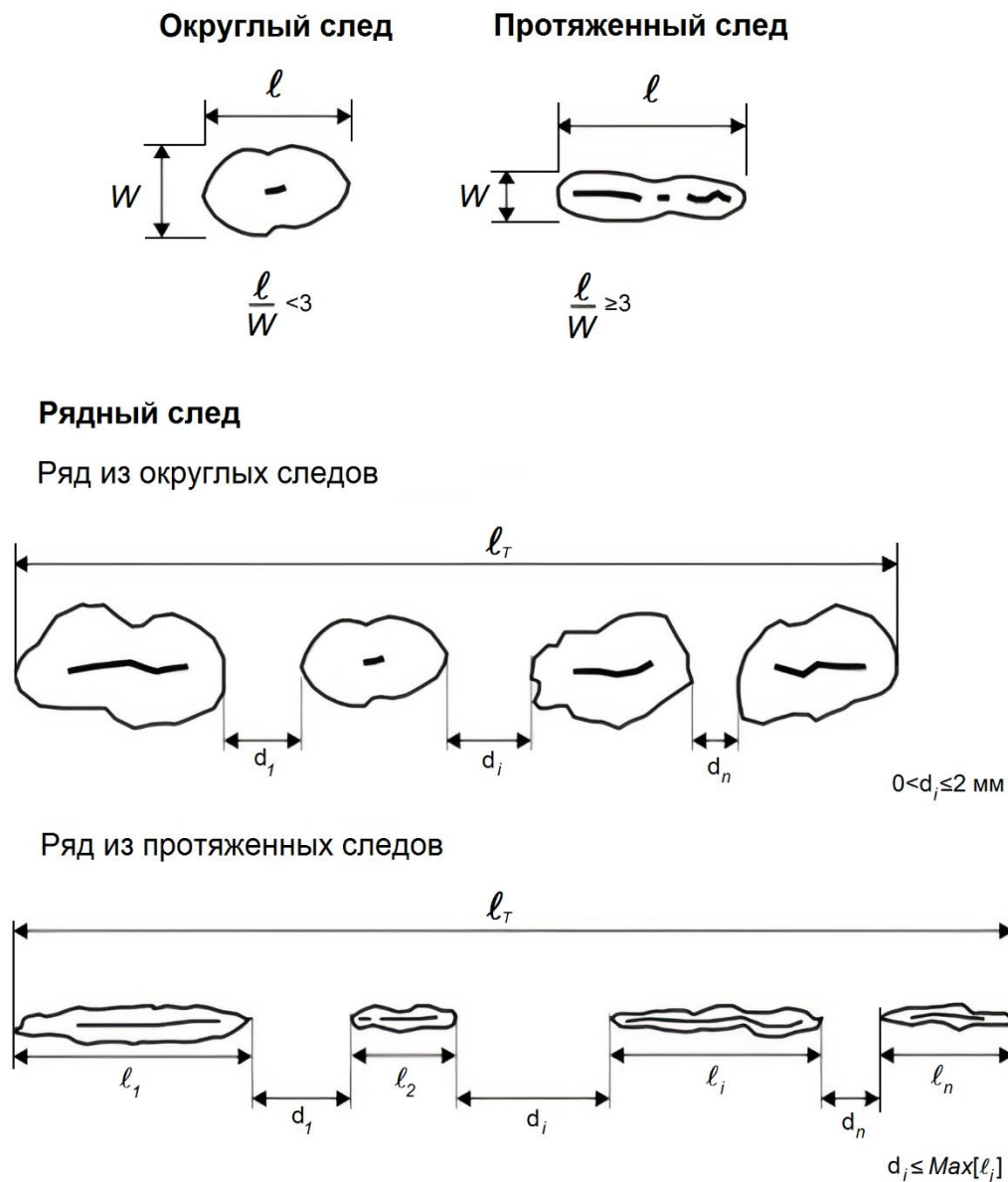


Рис. 3.12.8.2.3.1

Таблица 3.12.8.2.3.2-1

Допустимое число и размер в зависимости от зоны контроля

Зона контроля	Общее число индикаторных следов, max	Тип индикаторного следа	Число индикаторных следов каждого типа, max	Размер индикаторных следов, мм, max
А	7	округлый	5	4
		линейный	2	3
		рядный	2	3
В	14	округлый	10	6
		линейный	4	
		рядный	4	
С	20	округлый	14	8
		линейный	6	6
		рядный	6	6

Примечания: 1. Единичные круглые индикаторные следы размером менее 2 мм в зоне А и размером менее 3 мм в других зонах могут не учитываться.

2. При отсутствии линейных и рядных следов общее число индикаторных круглых следов может быть увеличено до общего допустимого числа следов всех типов.

3.12.8.3 Контроль радиографическим и ультразвуковым методом.

По требованию Регистра или если изготовитель сочтет необходимым, должен быть осуществлен дополнительный неразрушающий контроль (например, радиографическим и/или ультразвуковым методом). Критерии оценки и приемки должны быть согласованы между изготовителем, потребителем и Регистром и соответствовать требованиям согласованных Регистром стандартов.

Проведение контроля ультразвуковым методом является нецелесообразным в случаях, определяемых формой, типом и толщиной отливки, а также направленностью зерна, негативно влияющих на поглощение ультразвуковой волны.

3.12.9 Исправление дефектов.

3.12.9.1 Несплошности поверхности, отрицательно влияющие на эксплуатационные свойства винтов, как правило, подлежат исправлению с применением механических способов, например, шлифовкой, зачисткой и фрезерованием. Полное устранение дефектов должно быть подтверждено контролю капиллярным или магнитопорошковым методом. Исправление дефектов сваркой допускается только в случаях, признанных необходимыми и согласованных с представителем Регистра.

Исправление дефектов должно осуществляться после предъявления представителю Регистра документации с полным описанием предполагаемых работ. Должны указываться соответствующие ремонтные зоны, размеры и расположение дефектов, методы их исправления и контроля.

После фрезерования или зачистки те дефекты, которые не подлежат заварке, должны быть зашлифованы. Шлифовка должна быть выполнена таким образом, чтобы контур зашлифованного места был максимально гладким в целях предупреждения концентрации напряжений и/или кавитации. Выборка металла под сварку выполняется надлежащим образом и необходимой под сварку формы и размеров. Заварку участков площадью менее 5 см² следует избегать.

3.12.9.2 Исправление дефектов в зоне А.

В зоне А заварка дефектов не допускается. Шлифовка в зоне А может производиться до той степени, которая обеспечивает сохранение толщины лопасти согласно одобренному Регистром чертежу. Возможность исправления дефектов иными способами должна быть согласована в составе предоставляемой документации.

В особых случаях проектант гребного винта может предложить изменение определения зоны А на основании технической документации, направляемой в Регистр для рассмотрения. Документация должна содержать анализ гидродинамических нагрузок и напряжений в гребном винте.

3.12.9.3 Исправление дефектов в зоне В.

Дефекты, глубина которых не превышает $dB = t/40$ (где t — минимальная местная толщина) или 2 мм (в зависимости от того, что больше), могут быть исправлены шлифовкой. Дефекты, глубина которых превышает глубину подлежащих шлифовке дефектов, могут быть исправлены заваркой.

3.12.9.4 Исправление дефектов в зоне С.

Как правило, в зоне С заварка дефектов допускается.

3.12.9.5 Ремонтная сварка.

3.12.9.5.1 Общие положения и документация.

Технология сварки и сварочные материалы, применяемые для исправления дефектов, должны быть признаны Регистром в соответствии с требованиями части XIV «Сварка».

Изготовитель должен поддерживать систему регистрации дефектов, основываясь на которой для любой из отливок можно определить объем выполненного ремонта, вид и режимы термообработки. Вся информация по отливке, подлежащей освидетельствованию Регистром, предъявляется инспектору Регистра.

Перед началом проведения работ по исправлению дефектов сваркой должна быть представлена для одобрения Регистром подробная спецификация технологии сварки, содержащая сведения о позиции сварки, параметрах сварочного процесса, сварочных материалах, предварительном подогреве, последующей термообработке и контроле выполненных сварочных работ.

3.12.9.5.2 Технологический процесс ремонтной сварки.

3.12.9.5.2.1 Одобрение технологии сварки выполняется в соответствии с требованиями разд. 6 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов»

Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов по одобренной Регистром программе.

Исправление дефектов должно выполняться в соответствии с одобренными технологическими процессами сварки и сварщиками надлежащей квалификации, аттестованными в соответствии с согласованными стандартами. Квалификационные испытания технологических процессов сварки должны быть проведены под техническим наблюдением инспектора и соответствовать требованиям 3.12.9.5.3.

Подлежащие ремонту заваркой дефекты должны быть полностью удалены при помощи механической обработки.

Кромки под сварку должны быть подготовлены для обеспечения хорошего провара.

Полученная в процессе удаления дефекта поверхность должна быть подвергнута контролю капиллярным методом в присутствии инспектора РС. Результаты контроля должны демонстрировать полное удаление дефектного материала.

3.12.9.5.2.2 Сварка должна выполняться в контролируемых условиях, исключающих неблагоприятные погодные воздействия.

3.12.9.5.2.3 Для изготовления сварных проб должна применяться дуговая сварка электродами или сварочной проволоки. Сварочные материалы должны храниться и применяться в соответствии с рекомендациями изготовителя сварочных материалов.

3.12.9.5.2.4 Шлак, подрезы и другие дефекты шва должны исправляться перед нанесением последующего валика.

3.12.9.5.2.5 Стали мартенситного класса после ремонта сваркой подлежат отжигу в печи. Способы снятия местных остаточных напряжений при минимальных исправлениях должны быть согласованы в составе документации на осуществление ремонтных работ.

3.12.9.5.2.6 После выполнения термообработки отремонтированные поверхности должны быть отфрезерованы и зашлифованы. Во всех случаях качество выполнения ремонта должно контролироваться капиллярным методом.

3.12.9.5.3 Квалификационные испытания технологического процесса сварки.

3.12.9.5.3.1 Общие положения.

Ниже приведены требования к квалификационным испытаниям технологического процесса сварки, предназначенной для ремонта литых гребных винтов из стали.

Для одобрения технологического процесса сварки необходимо получение удовлетворительных результатов квалификационных испытаний технологического процесса сварки.

Квалификационные испытания выполняются для тех же технологии сварки, присадочного металла, предварительного нагрева и термической обработки для снятия остаточных напряжений, что применяются для ремонтных работ. Применяемая спецификация процесса сварки (WPS) должна содержать ссылку на (или содержать) результаты испытаний, полученные в ходе квалификационных испытаний технологических процессов сварки.

Технологический процесс сварки, одобренный Регистром для конкретного производства, может применяться на всех производственных площадках, применяющих ту же технологию ремонта и имеющую такую же систему контроля качества.

3.12.9.5.3.2 Сварка проб.

Одобрение технологии сварки следует выполнять на основании сварки проб, состоящих из литых образцов, и имеющих размеры, достаточные для распределения энергии сварки. Минимальные размеры проб должны соответствовать рис. 3.12.9.5.3.2-1.

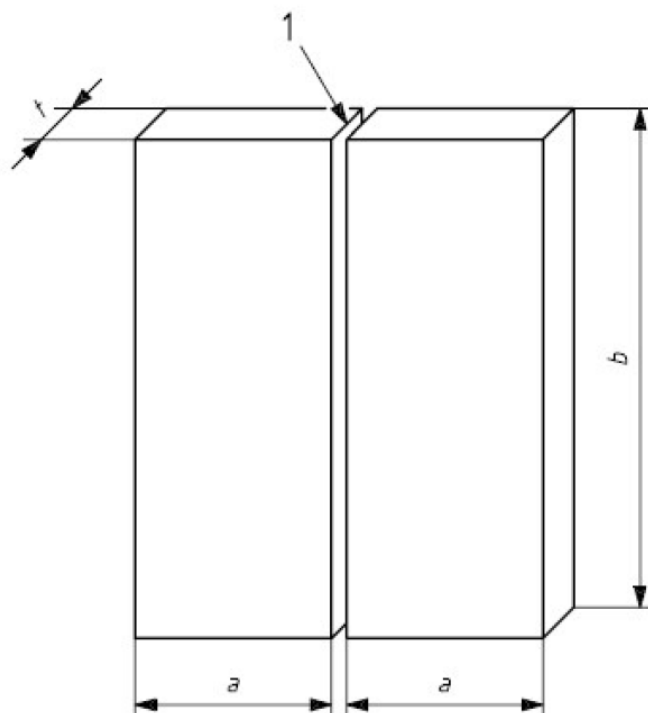


Рис. 4.2.8.5.1-1

- 1 — разделка и позиционирование свариваемых кромок в соответствии с одобренной спецификацией процесса сварки;
 a — минимальная ширина образца 150 мм; b — минимальная длина образца 350 мм;
 t — толщина образца.

Размеры, разделка кромок, подготовка и сварка пробы должны выполняться в соответствии с применяемыми для ремонта процедурами предприятия, которые должны быть предоставлены инспектору по требованию.

Сварка пробы и испытание образцов должны проходить в присутствии инспектора.

3.12.9.5.3.3 Испытания и контроль сварного соединения.

Образцы, получаемые из пробы, должны испытываться в соответствии с табл. 3.12.9.5.3.3-1. Схема вырезки образцов приведена на рис 3.12.9.5.3.3-1

Таблица 3.12.9.5.3.3-1

Виды и объем испытаний

Вид испытания	Объем испытания
Визуальный осмотр	100% в соответствии с 3.12.9.5.3.4
Контроль капиллярным методом ¹	100% в соответствии с 3.12.9.5.3.4
Растяжение поперечного образца	Два образца в соответствии с 3.12.9.5.3.5
Статический изгиб	По два образца от корня и поверхности шва в соответствии с 3.12.9.5.3.6 ²
Макроанализ	Три образца в соответствии с 3.12.9.5.3.7
Ударный изгиб	Два комплекта образцов в соответствии с 3.12.9.5.3.8
Определение твердости	Объем определяется в соответствии с 3.12.9.5.3.9

¹ Допускается замена метода контроля на магнитопорошковый для сталей мартенситного класса.

² Для проб равных или превышающих 12 мм по толщине указанный объем может быть заменен на 4 образца для бокового изгиба.

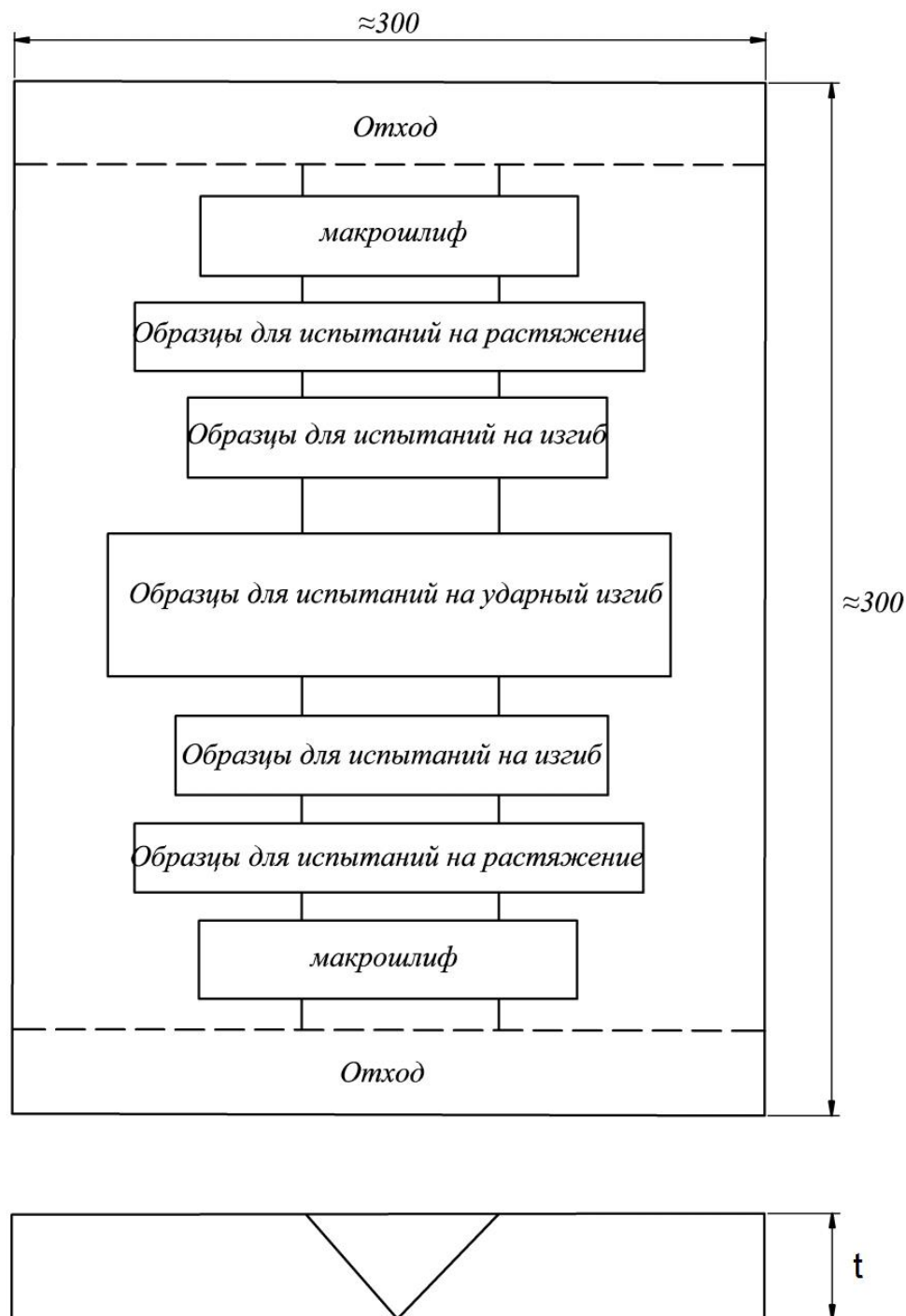


Рис. 3.12.9.5.3.3-1

3.12.9.5.3.3.1 Осмотр и неразрушающий контроль.

После сварки и перед отбором образцов проба должна подвергаться полному визуальному осмотру и контролю капиллярным или магнитопорошковым методом. Если была установлена необходимость в термической обработке после сварки, визуальный осмотр и контроль капиллярным методом производятся после термической обработки.

Трещины не допускаются. Методика определения и критерии контроля капиллярным и магнитопорошковым методами приведены в 3.12.8.2.3.

3.12.9.5.3.3.2 Испытание на растяжение.

Испытания выполняются на двух поперечных образцах толщиной, равной толщине пробы, шириной 30 мм и длиной рабочей части, равной ширине сварного шва плюс по 6 мм на каждую сторону (см. 4.2.3.2.2 части XIV «Сварка»). В качестве альтернативы могут применяться образцы, изготовленные в соответствии с согласованными стандартами. Механические свойства должны удовлетворять требуемым для основного металла.

В протоколе испытаний должно фиксироваться место разрушения: наплавленный металл, зона термического влияния или основной металл.

3.12.9.5.3.3.3 Испытания на изгиб

Испытания выполняются на двух поперечных образцах от корня и от противоположной ему поверхности шва (суммарно 4 образца), изготовленных в соответствии с требованиями 2.2.5.1. Операция выполняется на оправке, равной четырем толщинам, исключая аустенитные стали, для которых диаметр оправки должен равняться трем толщинам.

Угол загиба должен составлять 180°. После испытаний на поверхности образца не должно быть разрывов и трещин длиной более 3 мм. Дефекты, выявленные в углах испытанных образцов должны быть исследованы в отдельном порядке.

Для проб равных или превышающих 12 мм по толщине указанный объем может быть заменен на 4 образца для бокового изгиба.

3.12.9.5.3.3.4 Макроанализ.

Макроанализ выполняется на двух макрошлифах, отобранных с одной стороны и включающих металл шва, линию сплавления, зону термического влияния. Трещины, поры, шлаковые включения и другие несовершенства шва величиной более 3 мм не допускаются.

3.12.9.5.3.3.5 Испытания на ударный изгиб.

Испытания требуются в тех случаях, когда данное испытание было проведено для основного металла. Если требуется, испытания на ударный изгиб выполняются на образцах, изготовленных в соответствии с 2.2.3 и рис. 2.2.3.1-2.

Испытания должны проводиться на одном комплекте образцов с надрезом по центру шва и на другом комплекте образцов с надрезом в области зоны термического влияния (середина надреза должна располагаться от 1 до 2 мм от линии сплавления в сторону основного металла).

Температура и результаты испытаний должны удовлетворять требуемым для основного металла.

3.12.9.5.3.3.6 Определение твердости.

Испытание определения твердости по Виккерсу (HV 10) выполняется на макрошлифах, получаемых от зоны начала сварного шва. Следы вдавливания индентора должны располагаться в 2 мм от поверхности пробы. Как минимум, делается по три замера на металле шва, зоне термического влияния, с обеих сторон шва и на основном металле с обеих сторон. Замеры приводятся для информации в протоколе испытаний.

3.12.9.5.3.3.7 Повторные испытания

При неудовлетворительных результатах перечисленных выше испытаний допускается проведение повторных испытаний в соответствии с 6.5 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовление материалов и изделий для судов.

3.12.9.5.3.4 Отчетные документы.

3.12.9.5.3.4.1 Условия сварки проб, результаты испытаний и контроля должны быть зафиксированы в протоколах квалификационных испытаний технологического процесса сварки. В качестве формы протоколов может применяться Спецификация испытаний сварного соединения (форма 7.1.33, с. 3 — 9), либо иная, регламентируемая соответствующими стандартами.

3.12.9.5.3.4.2 Заключение о результатах основных и повторных испытаний должно вноситься в протокол квалификационных испытаний технологического процесса сварки. Соответствующие пункты СПС должны быть также включены в протокол.

3.12.9.5.3.4.3 Протоколы квалификационных испытаний технологического процесса сварки заверяются присутствовавшим при испытаниях инспектором Регистра с простановкой соответствующего штампа.

3.12.9.5.3.5 Область одобрения.

3.12.9.5.3.5.1 Общие положения.

Требования, изложенные в 3.12.9.5.3.5, должны выполняться независимо друг от друга.

Технологический процесс сварки, одобренный Регистром для конкретного производства, может применяться на всех производственных площадках, имеющих ту же технологию ремонта и систему контроля качества.

3.12.9.5.3.5.2 Основной металл.

Область одобрения технологического процесса сварки ограничивается марками основного металла, для которых были проведены испытания.

3.12.9.5.3.5.3 Толщины.

Результаты квалификационных испытаний технологического процесса сварки, полученные для проб толщиной t могут быть распространены на толщины в соответствии с табл. 3.12.9.5.3.5.3-1.

Таблица 3.12.9.5.3.5.3-1

Область одобрения в зависимости от толщины пробы

Толщина пробы, t, мм	Область одобрения
$15 < t \leq 30$	От 3 мм до $2t$
$30 < t$	От $0,5t$ до $2t$, либо 200 мм, в зависимости от того какое значение больше

3.12.9.5.3.5.4 Параметры технологического процесса сварки

Одобрение распространяется только на положения, соответствующие примененным в процессе сварки проб.

Одобрение распространяется только на сварочный процесс, использованный для испытаний. Результаты, полученные для однопроходной сварки, не распространяются на многопроходную сварку стыкового соединения, применяемую в соответствии с данной главой.

Одобрение распространяется только на присадочный материал, примененный при изготовлении проб.

Одобренное значение верхнего предела погонной энергии должно быть на 15 % больше примененного при сварке проб. При этом одобренное значение нижнего предела погонной энергии должно быть на 15 % меньше примененного при сварке проб.

Одобренное значение минимальной температуры предварительного нагрева должно быть не меньшим чем значение такой температуры, полученной при изготовлении пробы.

Одобренное значение максимальной межпроходной температуры не должно превышать полученное при сварке проб.

Термическая обработка, примененная для проб, должна быть записана в спецификацию сварки. Время выдержки при заданной температуре может варьироваться в зависимости от толщины материала.

3.12.10 Идентификация и маркировка.

3.12.10.1 Идентификация.

При изготовлении гребных винтов на предприятии должна применяться система контроля, позволяющая произвести проверку изготовления отливки на любой стадии, начиная с выплавки металла. По требованию инспектора ему должна быть предоставлена возможность отслеживания отливок в соответствии с примененной системой.

3.12.10.2 Маркировка.

Перед предъявлением представителю Регистра отливки в окончательном виде, она должна быть соответствующим образом замаркирована. Кроме указанного в 1.4, маркировка должна содержать следующие сведения:

номер плавки или другие обозначения, позволяющие проследить все стадии изготовления;

марку литейного сплава или ее принятое сокращение;

номер Свидетельства Регистра;

угол откидки лопасти (для винтов с большой откидкой);

символ ледового класса, если это применимо;

дату приемки отливки.

Клеймо Регистра ставится после окончательного освидетельствования и приемки отливки.

3.12.10.3 Сертификат предприятия.

Представителю Регистра одновременно с предъявлением отливки в окончательном виде или заблаговременно должен быть представлен сертификат предприятия на отливку. Указанный сертификат должен быть удостоверен службой качества предприятия и заверен лицом, уполномоченным на то предприятием. Сертификат предприятия должен содержать следующие сведения:

наименование предприятия и номер заказа;

номер проекта судна, если он известен;
описание отливки с указанием номера чертежа;
диаметр винта, число лопастей, шаг, направление вращения;
окончательный вес;
марку, тип сплава, номер плавки и химический состав;
идентификационный номер;
режим термообработки;
результаты механических испытаний;
результат и методику неразрушающего контроля, если он применялся.

3.12.10.4 Свидетельство Регистра.

Каждая отливка или партия небольших отливок должны сопровождаться Свидетельством Регистра. Свидетельство Регистра, кроме специального номера, реквизитов представительства или подразделения Регистра, места и даты выдачи, должно, как минимум, содержать следующие сведения:

наименование предприятия и номер заказа;
номер проекта судна, если он известен;
номер сертификата предприятия на отливку;
окончательный вес;
идентификационный номер и номер плавки;
номер чертежа.

Обязательным приложением к Свидетельству Регистра должны быть сертификаты предприятия. Протоколы испытаний, заверенные представителем Регистра, также могут входить в состав приложения к Свидетельству Регистра, если они затребованы покупателем.».

4 МЕДЬ И СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ МЕДИ

2 **Глава 4.2** заменяется следующим текстом:

«4.2 ОТЛИВКИ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ

4.2.1 Общие требования.

4.2.1.1 Настоящие требования распространяются на изготовление, контроль и ремонт отливок гребных винтов, лопастей и ступиц из медных сплавов.

Настоящие требования также могут применяться при проведении ремонта гребных винтов, получивших повреждения в процессе эксплуатации. Такое применение должно быть заблаговременно согласовано с Регистром.

4.2.1.2 Отливки гребных винтов и их элементов должны изготавливаться признанными Регистром в соответствии с 1.3.1.2 производствами. В процессе признания Регистру должны быть представлены: спецификации на материал, описание технологического процесса, ремонта, неразрушающего контроля, а также описание производственного оборудования, включая мощность ковшей. Отливки, поставляемые под техническим наблюдением Регистра, должны изготавливаться и испытываться в соответствии с требованиями настоящей главы.

4.2.1.3 Испытания при признании производства проводятся в соответствии с 1.3.5 по согласованной с Регистром программе. Целью испытаний является подтверждение соответствия материала отливок и их качества настоящим требованиям, включая химический состав и механические свойства.

4.2.1.4 Литейное производство должно иметь надлежащим образом оборудованную лабораторию, укомплектованную опытным персоналом, для проверки исходных формовочных материалов, химического состава, механических свойств, микроструктуры материала винта, а также неразрушающего контроля. Если испытания проводятся в сторонней лаборатории, то такая лаборатория должна быть признана компетентным национальным органом и/или Регистром.

4.2.1.5 Разливка должна производиться в сухие формы, используя дегазированный жидкий металл. Во избежание завихрений потока необходимо обеспечение постоянного контроля за процессом. Попадание шлака в форму должно предотвращаться необходимыми способами и/или устройствами.

4.2.1.6 Для снятия остаточных напряжений может быть произведена термообработка отливок. Спецификация, содержащая данные о режимах термообработки, должна представляться в Регистр для одобрения (см. табл. 4.2.8.5.1-1 и 4.2.8.5.1-2).

4.2.1.7 В случае выбора сплава, отличного от приведенного в настоящей главе, Регистру должны быть представлены данные о химическом составе, механических свойствах и термической обработке отливок для одобрения.

4.2.1.8 Ответственность за соблюдение качества, технологических процессов и контроля соответствия спецификации лежит на изготовителе.

4.2.2 Химический состав и металлургические характеристики.

Химический состав типовых сплавов на основе меди, обычно используемых для отливок гребных винтов, должен отвечать требованиям табл. 4.2.2.

Таблица 4.2.2

Тип сплава	Cu	Al	Mn	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb
CU1	52 — 62	0,5 — 3,0	0,5 — 4,0	35 — 40	0,5 — 2,5	max 1,0	max 1,5	max 0,5
CU2	50 — 57	0,5 — 2,0	1,0 — 4,0	33 — 38	0,5 — 2,5	3,0 — 8,0	max 1,5	max 0,5
CU3	77 — 82	7,0 — 11,0	0,5 — 4,0	max 1,0	2,0 — 6,0	3,0 — 6,0	max 0,1	max 0,03
CU4	70 — 80	6,5 — 9,0	8,0 — 20,0	max 6,0	2,0 — 5,0	1,5 — 3,0	max 1,0	max 0,05

Примечание. Химический состав определяется на металле каждого ковша.

Примечание. Основными составляющими микроструктуры в сплавах на основе меди типов 1 и 2 являются альфа- и бета-фазы.

На такие важные свойства, как пластичность и коррозионно-усталостная прочность, значительное влияние оказывает содержание бета-фазы (слишком высокое содержание бета-фазы оказывает отрицательное влияние на эти свойства). Для обеспечения надлежащей пластичности в холодном состоянии и коррозионно-усталостной прочности содержание бета-фазы должно поддерживаться низким. Следует использовать понятие «цинковый эквивалент», поскольку он суммирует влияние тенденции различных химических элементов, вызывающих появление бета-фазы в структуре.

Изготовитель должен осуществлять запись и хранение результатов химического анализа изготовленных отливок. Эти данные должны быть доступны для инспектора Регистра.

Структура сплавов типов CU1 и CU2 должна содержать не менее 25 % альфа-фазы. Определение содержания альфа-фазы производится изготовителем; при этом цинковый эквивалент, который не должен превышать 45 %, определяется по формуле

$$\text{цинковый эквивалент} = 100 - \frac{100 \% \text{ Cu}}{100 + A}, \%,$$

$$\text{где } A = \% \text{ Sn} + 5 \times \% \text{ Al} - 0,5 \times \% \text{ Mn} - 0,1 \times \% \text{ Fe} - 2,3 \times \% \text{ Ni}.$$

Знак «минус» перед такими элементами, как Mn, Fe и Ni, означает, что эти элементы имеют тенденцию к уменьшению содержания бета-фазы.

Микроструктура отливок типов сплавов CU1 и CU2 должна быть проверена путем определения альфа-фазы. Для проведения данного исследования отбирается как минимум один образец от каждой плавки. Содержание альфа-фазы определяется как среднее значение пяти измерений.

4.2.3 Механические свойства.

Механические свойства типовых сплавов при испытаниях образцов, изготовленных из отдельно отлитых проб, должны отвечать требованиям табл. 4.2.3.

Таблица 4.2.3

**Механические свойства сплавов на основе меди для гребных винтов
(отдельно отлитые пробы)**

Тип сплава	Предел текучести $R_{p0,2}$, min, МПа	Временное сопротивление разрыву R_m , min, МПа	Относительное удлинение A_5 , min, %
CU1	175	440	20
CU2	175	440	20
CU3	245	590	16
CU4	275	630	18

Эти свойства являются критерием качества металла каждой плавки и, как правило, не соответствуют механическим свойствам металла самой отливки, которые могут быть на 30 % ниже значений, полученных от отдельно отлитых проб.

Необходимый уровень механических свойств для испытаний на образцах, изготовленных из прилитых проб или отобранных непосредственно от отливки устанавливается в соответствии с согласованной документацией.

Сплавы с механическими характеристиками, отличающимися от указанных в табл. 4.2.3, могут быть допущены к применению только после их одобрения Регистром в соответствии с 1.3.2.

4.2.4 Отбор проб.

Отдельно отлитые пробы для определения механических свойств сплавов должны отбираться от каждого ковша и иметь размеры согласно рис. 4.2.4. Допускается изготовление проб в соответствии с согласованными Регистром стандартами. Контрольные испытания, указанные в 4.2.1.3, при признании литейного производства могут проводиться на образцах, изготовленных из отдельно отлитых проб, и образцах из прилитого металла или металла отливки.

4.2.5 Испытания на растяжение, образцы.

Из каждой пробы изготавливается и испытывается на растяжение не менее одного цилиндрического образца (см. табл. 2.2.2.3). При испытаниях на растяжение определяется временное сопротивление, условный предел текучести и относительное удлинение.

Как правило, образцы должны отбираться от отдельно отлитых проб (см. 4.2.4). Пробы должны отливаться в формах, изготовленных из того же материала, что и форма для отливки винта. Охлаждение должно производиться при тех же условиях, что и отливка винта. Если отливка винта подвергается термообработке, то и проба должна подвергаться термообработке вместе с отливкой.

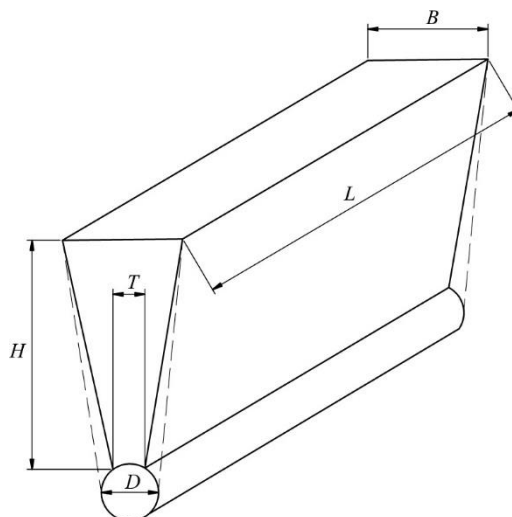


Рис. 4.2.4

Отдельно отлитая проба для испытаний размерами, мм: $H = 100$, $B = 50$, $L > 150$, $T = 15$, $D = 25$

При согласовании с Регистром применения прилитых проб, последние, по возможности, должны располагаться на лопастях в районе между $0,5R$ и $0,6R$ (R — радиус гребного винта). Пробы должны отбираться без использования термических способов, для отливок из сплавов типов CU1 и CU2 дополнительно определяется

содержание альфа-фазы. Для этого от каждой плавки должен быть отобран по крайней мере один образец. Содержание альфа-фазы должно рассчитываться как средняя величина пяти определений. При этом должны выполняться требования 4.2.2.1.

4.2.6 Зоны контроля (ремонтные зоны).

4.2.6.1 С целью определения критериев оценки дефектов гребных винтов и для снижения опасности возникновения усталостных трещин после ремонта поверхность лопасти винта строго разделяется на три зоны: А, В и С (см. рис. 4.2.6.2-1 и рис. 4.2.6.3).

Примечание. Гребные винты подразделяются на винты, имеющие угол откидки лопасти более 25° , и винты с малой откидкой, т.е. до 25° .

Угол откидки лопасти (смещение осевой линии лопасти) определяется как угол между радиусом, проведенным через середину концевое сечения лопасти, и радиусом, касательным к средней линии (см. рис. 4.2.6.1).

4.2.6.2 Ремонтные зоны для лопастей гребных винтов с малой откидкой.

Зона А — часть поверхности нагнетательной стороны лопасти, ограниченная по длине радиусом ступицы R_b и радиусом $0,4R$, а по ширине лопасти — линиями, расположенными на расстоянии $0,15$ длины хорды C_r от входящей кромки лопасти и $0,2 C_r$ от выходящей кромки в соответствии с рис. 4.2.6.2-1 (C_r — ширина лопасти по хорде на радиусе $0,4R$).

Если радиус ступицы превышает $0,27R$, верхняя граница зоны может быть передвинута до $1,5R_b$.

Зона А включает также участки отдельно отлитой ступицы винта вокруг отверстий под лопасти, как указано на рис. 4.2.6.2-2, а также фланец и поверхность галтели съемных лопастей ВРШ и ВФШ в соответствии с рис. 4.2.6.2-3.

Зона В — часть поверхности нагнетательной и засасывающей сторон лопасти. На нагнетательной стороне зона расположена на оставшейся площади лопасти до $0,7R$ (площадь в границах $0,4R$ и $0,7R$ плюс площади на входящей и выходящих кромках, ограниченные линиями, соответственно, $0,15C_r$ и $0,2C_r$ и линией по длине лопасти радиусом $0,4R$) в соответствии с рис. 4.2.6.2-1.

На засасывающей стороне зона расположена в пределах линий по радиусу ступицы и $0,7R$.

Зона С — часть поверхности нагнетательной и засасывающей сторон, расположенная за пределами линии $0,7R$ (между $0,7R$ и R) в соответствии с рис. 4.2.6.2-1. К зоне С также относится вся поверхность ступицы, кроме поверхности зоны А.

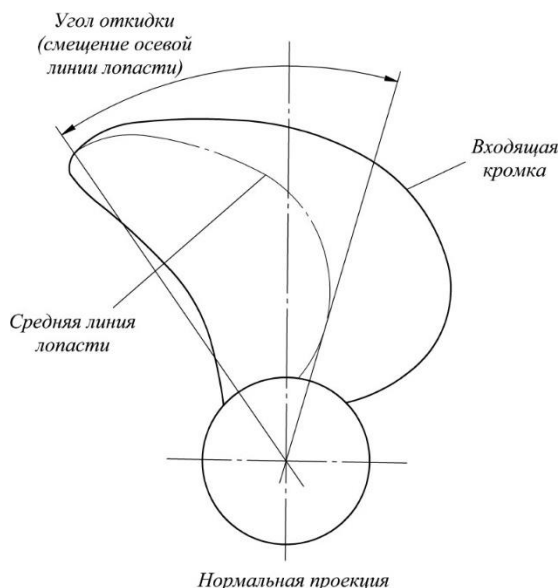


Рис. 4.2.6.1
Определение угла откидки

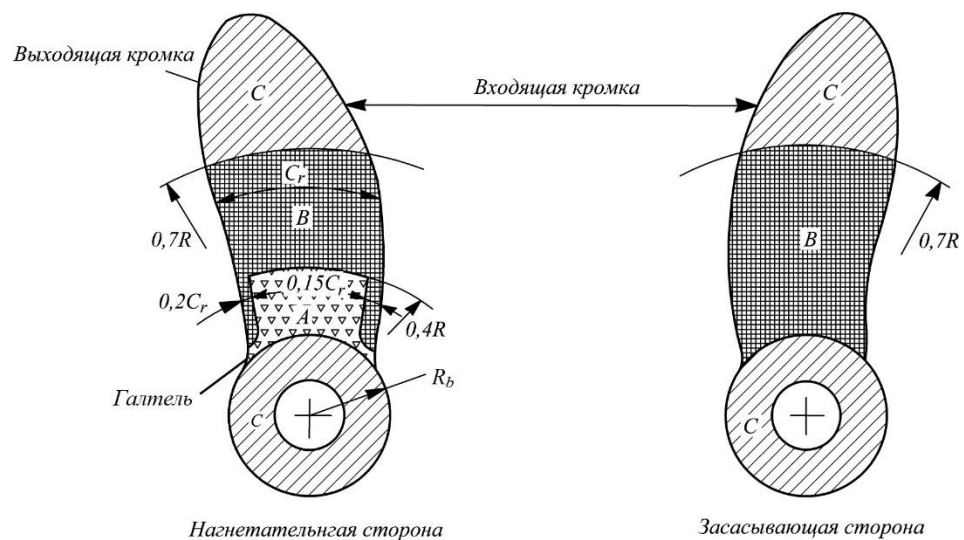


Рис. 4.2.6.2-1

Зоны контроля для гребных винтов цельнолитой конструкции с малой откидкой лопастей, где R — радиус винта; C_r — длина хорды при любом радиусе

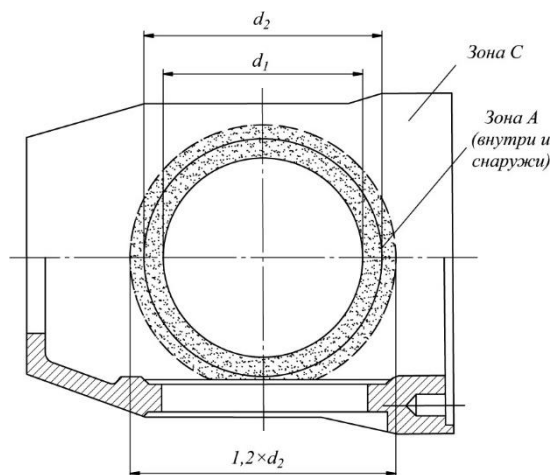


Рис. 4.2.6.2-2

Зоны контроля для ступицы винтов регулируемого шага

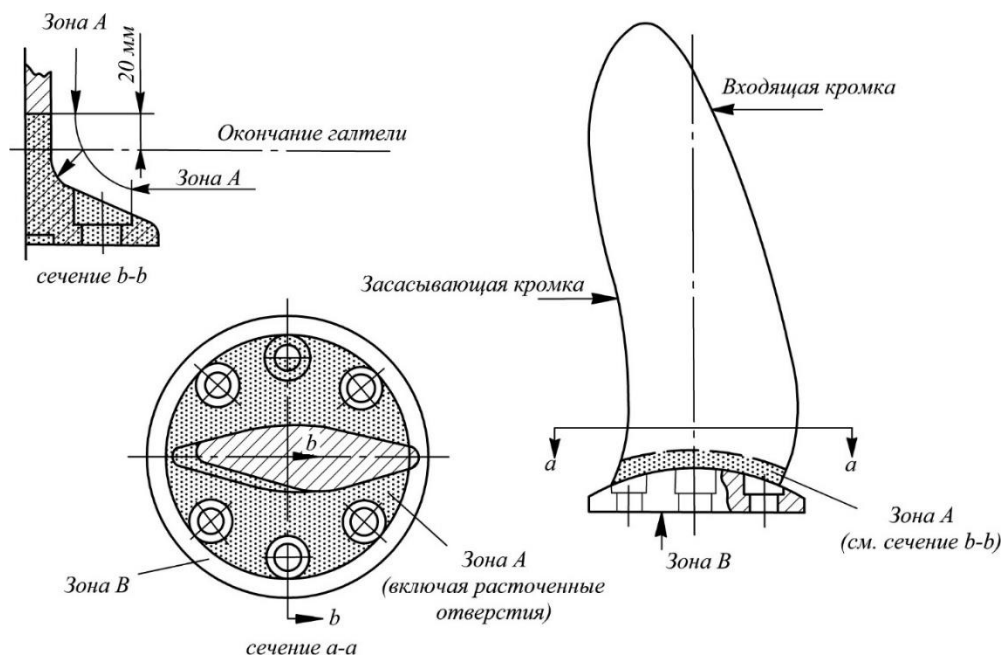


Рис. 4.2.6.2-3

Зоны контроля для лопастей винтов регулируемого шага и винтов со съемными лопастями

4.2.6.3 Ремонтные зоны для лопастей гребных винтов с большой откидкой (саблевидных винтов).

Зона А — часть поверхности нагнетательной и засасывающей сторон лопасти в соответствии с рис. 4.2.6.3.

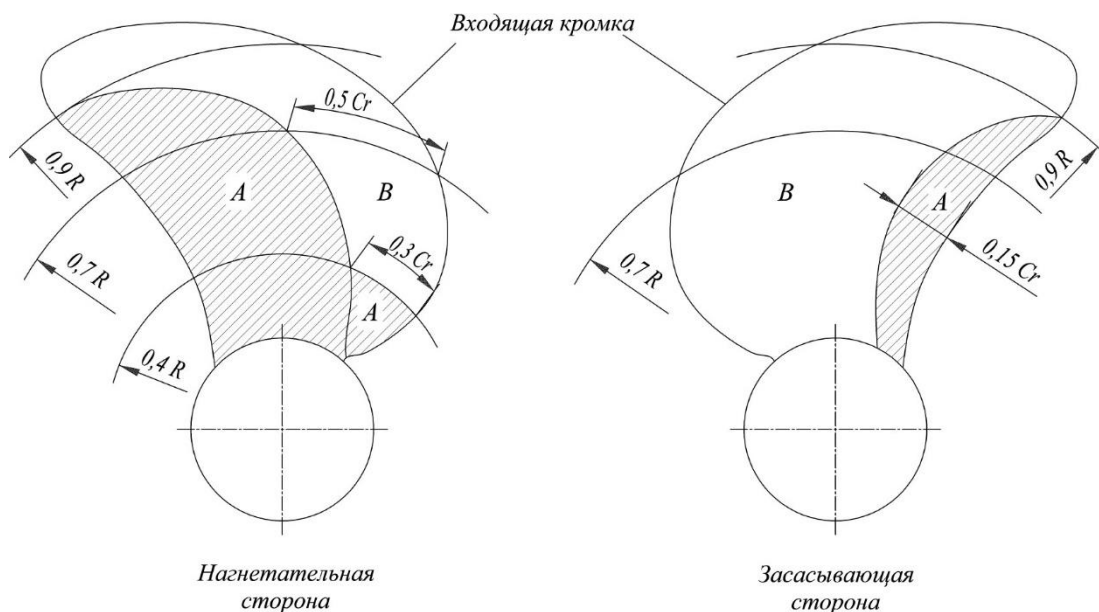


Рис. 4.2.6.3
Зоны контроля в лопастях с откидкой более 25°

На нагнетательной стороне зона А по длине лопасти ограничивается радиусами ступицы и $0,9R$ и располагается между выходящей кромкой лопасти и линией, эквидистантной выходящей кромке, проходящей через точки на выходящей кромке на расстоянии $0,9R$, находящейся на середине хорды лопасти на расстоянии $0,7R$, и точку, расположенную на $0,3$ длины хорды от входящей кромки на расстоянии $0,4R$. в зону А также входит поверхность между упомянутой линией и кромкой от ступицы до хорды на расстоянии $0,4R$.

На засасывающей стороне зона А располагается от ступицы до $0,9R$ и линии, расположенной на расстоянии $0,15$ длины хорды от выходящей кромки вдоль выходящей кромки.

Зона В — часть поверхности нагнетательной и засасывающей сторон лопасти в соответствии с рис. 4.2.6.3.

Зона В включает поверхности лопасти, не вошедшие в зону А.

4.2.6.4 Зона А характеризуется высокими напряжениями, возникающими в процессе эксплуатации винта, и большими толщинами и поэтому требует особо тщательного выполнения всех требующихся видов контроля и проведения ремонтных работ.

Зона В также характеризуется возможностью возникновения в процессе эксплуатации высоких напряжений, вследствие чего выполнения сварочных работ при ремонте следует по возможности избегать.

Зона с характеризуется невысокими напряжениями и сравнительно небольшими толщинами. Ремонт сваркой наиболее безопасен и может быть проведен в соответствии с одобренной Регистром методикой.

4.2.7 Осмотр.

4.2.7.1 Отливки гребных винтов должны подвергаться контролю внешним осмотром и измерением на всех стадиях их изготовления. Особенно тщательному, 100-процентному контролю внешним осмотром и измерением отливки изготовителем должны подвергаться в окончательном виде. На заключительной стадии производства осмотру подлежат и отверстия в ступице. Отливки, предназначенные к осмотру, должны быть очищены, и их поверхность подготовлена к неразрушающему контролю. Окончательный осмотр осуществляется представителем Регистра. Поверхность отливок не должна иметь дефектов, которые могут пагубно сказаться на возможности эксплуатации изделий.

Примечание. Литейные дефекты, которые могут повлиять на работоспособность отливок, такие как значительные неметаллические включения, ужимины, раковины и трещины, не допускаются. Эти дефекты могут быть полностью удалены одним из методов, указанных в 4.2.8, и исправлены в пределах, установленных для различных ремонтных зон. Полное описание этих работ и необходимая документация должны быть представлены представителю Регистра до начала проведения работ.

4.2.7.2 Ответственность за проверку геометрических размеров, формы и соблюдение их допусков лежит на изготовителе. Отчет о соответствующей проверке должен быть предоставлен Регистру. При этом, Регистр оставляет за собой право потребовать проведение данной проверки в присутствии инспектора.

В соответствии с требованиями одобренной Регистром документации все винты должны подвергаться статической балансировке. Динамическая балансировка требуется для гребных винтов, работающих на более, чем 500 об/мин.

4.2.7.3 Неразрушающий контроль.

Специальные требования к испытательным лабораториям, осуществляющим контроль капиллярным, ультразвуковым и магнитопорошковым методами представлены в 10.3 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов.

4.2.7.3.1 Контроль капиллярным методом.

4.2.7.3.1.1 Процедура контроля капиллярным методом должна быть представлена Регистру и должна отвечать требованиям ISO 3452-1:2013 или согласованным регистром стандартам. Критерии контроля приведены в 4.2.7.3.1.2.2

Зона А должна быть подвержена контролю капиллярным методом в присутствии инспектора.

Зоны В и С должны быть подвержены контролю капиллярным методом. Инспектор может потребовать проведение контроля в зонах В и С в его присутствии.

Если ремонт производился шлифованием, правкой (рихтованием) или сваркой, то отремонтированные участки также должны быть подвержены контролю капиллярным методом вне зависимости от зоны их расположения.

4.2.7.3.1.2 Критерии контроля капиллярным методом.

4.2.7.3.1.2.1 Определения.

Индикаторный след — присутствие заметного просачивания красящего вещества из несплошностей в материале, проявляющееся не ранее, чем через 10 мин после применения капиллярного дефектоскопического материала.

Засчитываемый след — индикаторный след, который при определении результатов контроля имеет хотя бы одну размерную характеристику более 1,5 мм рассматривается как засчитываемый при определении результатов контроля

Округлый след — индикаторный след, наибольшая размерная характеристика которого превышает наименьшую менее чем в 3 раза ($l < 3w$).

Протяженный след — индикаторный след, наибольшая размерная характеристика которого превышает наименьшую в 3 или более раз ($l \geq 3w$).

Рядный след (см. рис. 4.2.7.3.1.2.1) рассматривается как единый индикаторный след с длиной, равной суммарной длине ряда. Рядный след может иметь следующую структуру:

три или более округлых следов, расположенных в ряд таким образом, что расстояние между ними составляет менее 2 мм;

протяженные следы, расположенные в ряд с расстоянием между ними, меньшим чем наибольшая размерная характеристика самого длинного следа.

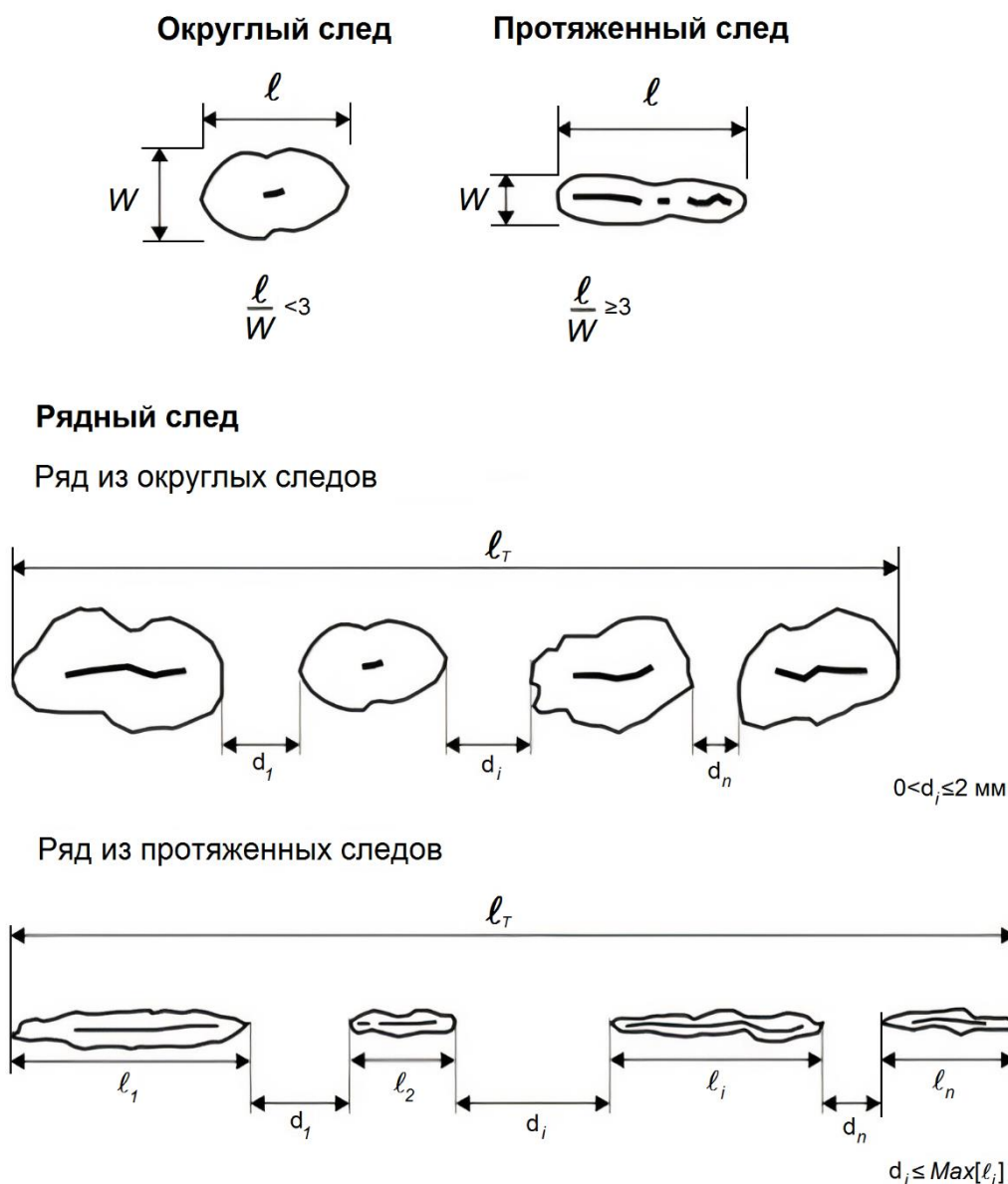


Рис. 4.2.7.3.1.2.1

4.2.7.3.1.2.2 Критерии приемки.

Вся контролируемая поверхность условно делится на единичные контролируемые площадки размерами по 100 см². Каждая площадка может иметь квадратную форму или прямоугольную форму с размером длинной стороны, не превышающим 250 мм.

Деление должно быть осуществлено неблагоприятным образом по отношению к индикаторным следам, т.е. форма и размеры каждой площадки выбираются таким образом, чтобы вместить максимальное число дефектов, без распределения по соседним единичным площадкам.

Обнаруженные на каждом из таких участков засчитываемые индикаторные следы должны удовлетворять, с учетом их формы, размеров и количества, требованиям табл. 4.2.7.3.1.2.2.

Таблица 4.2.7.3.1.2.2

Допустимое число и размер засчитываемых индикаторных следов на единичной контролируемой площадке размером 100 см² в зависимости от зоны контроля

Зона контроля	Общее число индикаторных следов, max	Тип индикаторного следа	Число индикаторных следов каждого типа, max	Размер а или l, мм
А	7	округлый	5	4
		протяженный	2	3
		рядный	2	3
В	14	округлый	10	6
		протяженный	4	6
		рядный	4	6
С	20	округлый	14	8
		протяженный	6	6
		рядный	6	6

Примечания: 1. Округлые единичные индикаторные следы размером менее 2 мм для зоны А и менее 3 мм для других зон не считаются засчитываемыми.
 2. При отсутствии линейных и рядных следов общее число круглых индикаторных следов может быть увеличено до общего числа допустимых следов всех типов. Общее число круглых индикаторных следов может быть увеличено также и за счет отсутствия части линейных и/или рядных индикаторных следов при сохранении общего числа допустимых индикаторных следов.

Участки, подготовленные под сварку, независимо от их расположения, всегда должны оцениваться по зоне А. Указанное также распространяется и на ремонт сваркой, производимой после окончательной механической обработки и/или шлифовки винта.

4.2.7.3.2 Радиографический и ультразвуковой методы контроля.

По требованию Регистра или если изготовитель сочтет необходимым, должен быть осуществлен дополнительный неразрушающий контроль (например, радиографическим и/или ультразвуковым методом). В этих случаях критерии оценки должны быть согласованы в составе документации изготовителя и соответствовать требованиям согласованных Регистром стандартов.

Проведение контроля ультразвуковым методом является нецелесообразным в случаях, определяемых формой, типом и толщиной отливки, а также направленностью зерна, негативно влияющих на поглощение ультразвуковой волны.

При применении контроля ультразвуковым методом Регистру должна быть продемонстрирована эффективность проникновения ультразвуковых волн в объем отливки. Как правило, требуемая эффективность демонстрируется при получении отраженного сигнала от противоположной поверхности и/или целевых элементов внутри отливки.

4.2.8 Исправление дефектов.

4.2.8.1 Несплошности поверхности, вызывающие индикаторные следы при применении контроля капиллярным методом и не удовлетворяющие требованиям табл. 4.2.7.3.1.2.2, такие как трещины, усадочные раковины, песок, шлак, другие неметаллические включения, газовые раковины и т.п., отрицательно влияющие на эксплуатационные свойства винтов, должны быть удалены и/или заварены.

Размеры, число и расположение дефектов, допускаемых без исправления, а также подлежащих исправлению устанавливаются документацией на изделие, представляемой в Регистр для согласования.

Как правило, исправление дефектов должно производиться механическими способами, например, шлифовкой, зачисткой или фрезерованием. Сварка может применяться при условии выполнения изложенных здесь требований. Применение сварки может быть согласовано с Регистром в соответствии с 4.2.8.3 и 4.2.8.4.

После фрезерования или зачистки те дефекты, которые не подлежат заварке, должны быть подвергнуты шлифовке. Шлифовка должна быть выполнена таким образом, чтобы контур отшлифованного места был максимально гладким в целях предупреждения концентрации напряжений или кавитации. Полное устранение дефектов должно быть подтверждено контролю капиллярным методом.

Изготовитель должен иметь систему хранения результатов контроля, технологии примененной сварки и последовавшей термической обработки для каждой отливки.

Объем и места применения заварки, предлагаемая процедура заварки, равно как и технология последующей термической обработки отливки и предложение последующего контроля должны быть одобрены Регистром перед началом заварки дефектов.

Заварки участков площадью менее 5 см² следует избегать.

4.2.8.2 Исправление дефектов в зоне А.

В зоне А заварка дефектов не допускается.

Шлифовка должна производиться до той степени, которая обеспечивает сохранение толщины лопасти согласно одобренному Регистром чертежу.

В особых случаях проектант гребного винта может предложить изменение определения зоны А на основании технической документации, направляемой в Регистр для рассмотрения. Документация должна содержать анализ гидродинамических нагрузок и напряжений в гребном винте.

4.2.8.3 Исправление дефектов в зоне В.

Дефекты, глубина которых не превышает $dB=t/40$ мм (t — минимальная местная толщина, мм) или 2 мм (в зависимости от того, что больше), могут быть исправлены шлифовкой. Дефекты, глубина которых превышает глубину подлежащих шлифовке дефектов, могут быть исправлены заваркой.

4.2.8.4 Исправление дефектов в зоне С.

Как правило, в зоне С заварка дефектов допускается.

4.2.8.5 Ремонтная сварка.

4.2.8.5.1 Общие положения.

Технология сварки и сварочные материалы, применяемые для исправления дефектов, должны быть признаны Регистром в соответствии с требованиями части XIV «Сварка».

До начала ремонтных работ изготовитель должен предоставить Регистру спецификацию процесса сварки, включающую подготовку, параметры сварки, присадочные металлы, информацию о предварительном нагреве и последующей термической обработке, а также процедуру контроля.

Исправление дефектов должно производиться в соответствии с одобренными технологическими процессами сварки и сварщиками надлежащей квалификации, аттестованными в соответствии с согласованными стандартами. Квалификационные испытания технологических процессов сварки должны проводиться под техническим наблюдением инспектора и соответствовать требованиям 4.2.8.5.

Кромки под сварку должны быть подготовлены для обеспечения хорошего провара.

Для одобрения процедуры сварки необходимо получение удовлетворительных результатов квалификационных испытаний технологических процессов сварки. Квалификационные испытания должны производиться для того же способа сварки, присадочных материалов, предварительного нагрева и обработки для снятия напряжений, что и при проведении фактических ремонтных работ. Применяемая спецификация процесса сварки (WPS) должна содержать ссылку на (или содержать) результаты испытаний, полученные в ходе квалификационных испытаний технологических процессов сварки. Документы, на которые дается ссылка в спецификации процесса сварки должны быть предоставлены инспектору по требованию.

Технологический процесс сварки, одобренный Регистром для конкретного производства, может применяться на всех производственных площадках, применяющих ту же технологию ремонта и имеющую такую же систему контроля качества.

Одобрение технологии сварки выполняется на основании сварки проб, состоящих из литых образцов, и имеющих размеры, достаточные для распределения энергии сварки. Минимальные размеры проб должны соответствовать указанным для рис. 4.2.8.5.1-1.

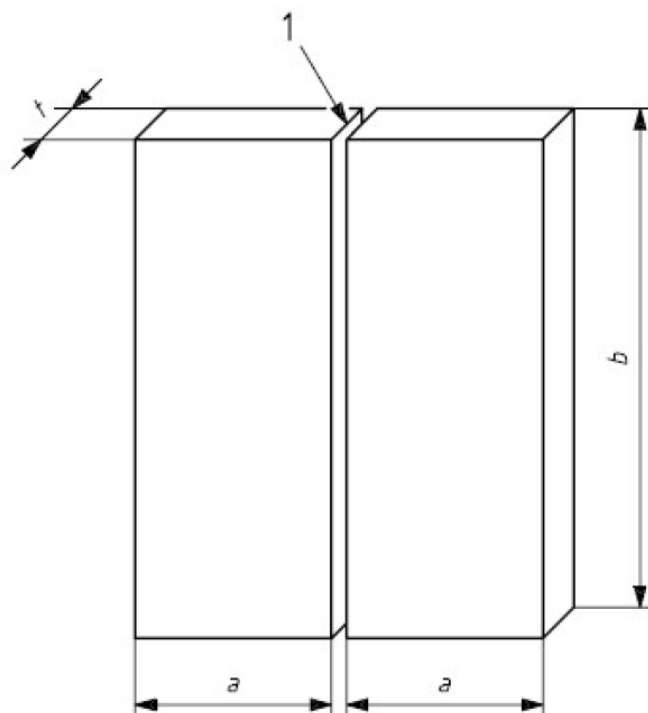


Рис. 4.2.8.5.1-1

1 — Разделка и позиционирование свариваемых кромок в соответствии с одобренной спецификацией процесса сварки;

a — минимальная ширина образца 150 мм; b — минимальная длина образца 300 мм;

t — минимальная толщина образца 30 мм.

Подготовка и сварка пробы должны выполняться в соответствии с принятыми процедурами предприятия, которые должны быть предоставлены инспектору по требованию.

Сварка пробы и изготовление образцов для испытаний должны производиться под техническим наблюдением инспектора.

От проб отбираются два поперечных круглых образца для испытания на растяжение согласно рис. 2.2.2.3, б, и изготавливаются три макрошлифа. в качестве альтернативы образцы на растяжение могут быть изготовлены в соответствии с одобренными Регистром методиками или согласованными стандартами.

Спецификация процесса сварки, представляемая для одобрения в Регистр, должна быть составлена с учетом следующих требований и рекомендаций:

выборка дефектов должна выполняться механическими способами согласно 4.2.8.1 — 4.2.8.4 и с применением контроля капиллярным методом для определения полноты удаления дефектов. Контроль должен осуществляться в присутствии инспектора;

выбор сварочных материалов, выбор температуры подогрева и режима термообработки для снятия остаточных напряжений необходимо выполнять согласно требованиям табл. 4.2.8.5.1-1. При этом следует учитывать, что во всех случаях, за исключением сплава CU3, после ремонта требуется выполнять термообработку для снятия остаточных напряжений в целях снижения склонности материала к коррозии под напряжением;

Таблица 4.2.8.5.1-1

Рекомендуемые присадочные металлы и режимы термообработки

Тип сплава	Присадочные материалы	Температура предварительного нагрева, °C, min	Температура перед наложением последующего шва, °C, max	Температура снятия напряжений, °C	Температура горячей правки, °C
CU1	Al бронза ¹	150	300	350 — 550	500 — 800
	Mn бронза				
CU2	Al бронза	150	300	350 — 550	500 — 800
	Ni-Mn бронза				
CU3	Al бронза	50	250	450 — 500	700 — 900
	Ni-Al бронза ²				
	Mn-Al бронза				
CU4	Mn-Al бронза	100	300	450 — 600	700 — 850

¹ Допускается для Ni-Al и Mn-Al бронзы.
² Снятие напряжений не требуется.

если для отливок из сплава CU3 требуется термообработка после выполнения большого объема ремонтных работ в зоне в и/или в зоне А, а также если применялись сварочные материалы с повышенной чувствительностью к коррозии под напряжением, то отливка винта должна быть термообработана при температуре от 450 до 500 °C или подвергнута отжигу в интервале температур 650 — 800 °C в зависимости от объема выполненного ремонта (см. табл. 4.2.8.5.1-1);

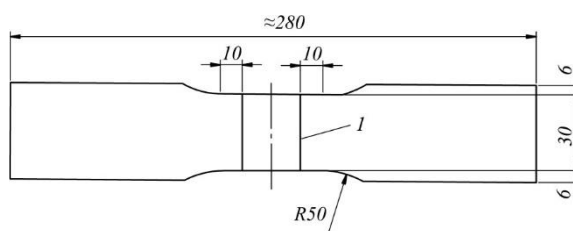


Рис. 4.2.8.5.1-2

Образец для испытания на растяжение:

1 — край шва

исправление дефектов должно, по возможности, выполняться в нижнем положении с применением дуговой сварки покрытыми электродами или с применением сочетания «проволока — защитный газ».

Для ремонта заваркой гребных винтов из медных сплавов должна применяться дуговая сварка.

При невозможности проведения ремонта в нижнем положении следует применять только сочетание «проволока — защитный газ»;

Примечание. Применение аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом не рекомендуется в связи с высокими погонными энергиями.

время выдержки для снятия остаточных напряжений определяется в соответствии с требованиями табл. 4.2.8.5.1-2. Скорость охлаждения при этом не должна превышать 50 °C/ч до достижения температуры 200 °C.

Таблица 4.2.8.5.1-2

Время выдержки при термообработке для снятия напряжений гребных винтов

Температура, °C	CU1 и CU2		CU3 и CU4	
	время, ч, для 25 мм толщины отливки	максимальное рекомендуемое время, ч	время, ч, для 25 мм толщины отливки	максимальное рекомендуемое время, ч
350	5	15	—	—
400	1	5	—	—
450	0,5	2	5	15
500	0,25	1	1	5

Таблица 4.2.8.5.1-2

Время выдержки при термообработке для снятия напряжений гребных винтов

Температура, °C	CU1 и CU2		CU3 и CU4	
	время, ч, для 25 мм толщины отливки	максимальное рекомендуемое время, ч	время, ч, для 25 мм толщины отливки	максимальное рекомендуемое время, ч
550	0,25	0,5	0,5 ¹	2 ¹
600	–	–	0,25 ¹	1 ¹

¹ Температуры 550 и 600 °C применяются только для сплава CU4.

4.2.8.5.2 Испытания.

4.2.8.5.2.1 Проба должна подвергаться неразрушающему контролю в соответствии с требованиями табл. 4.2.8.5.2.1-1. Схема расположения образцов представлена на рис. 4.2.8.5.2.1-1.

Таблица 4.2.8.5.2.1-1

Виды и объем испытаний

Вид испытания ¹	Объем испытания
Визуальный осмотр	100 % в соответствии с 4.2.8.5.2.2
Контроль капиллярным методом	100 % в соответствии с 4.2.8.5.2.2
Растяжение поперечного образца	Два образца в соответствии с 4.2.8.5.2.3
Макроанализ	Три образца в соответствии с 4.2.8.5.2.4

¹ Испытание на статический изгиб или излом производится по согласованию с Регистром.

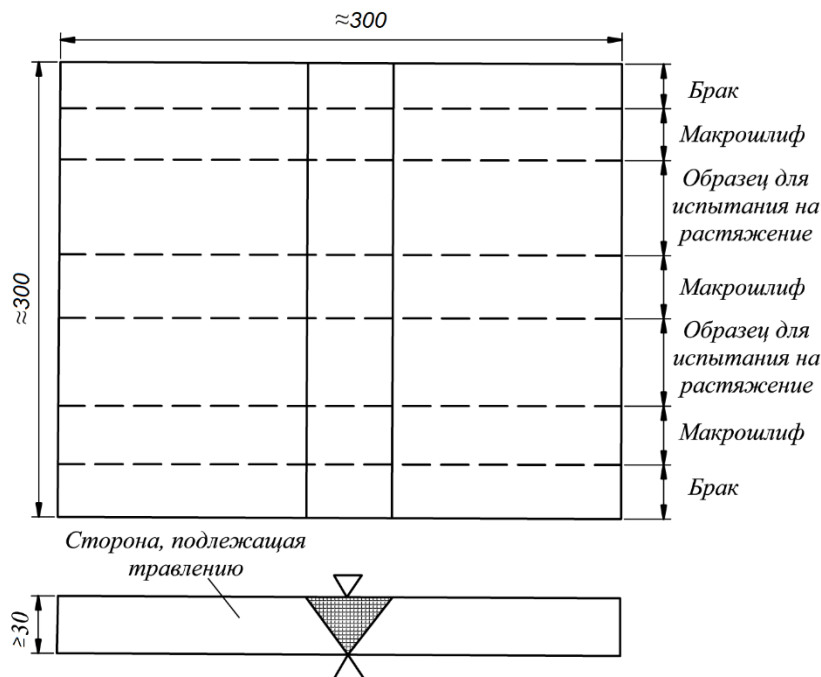


Рис. 4.2.8.5.2.1-1

Схема расположения образцов

4.2.8.5.2.2 Осмотр и неразрушающий контроль проб.

После сварки и перед отбором образцов проба должна подвергаться полному визуальному осмотру и контролю капиллярным методом. Если была установлена необходимость в термической обработке после сварки, визуальный осмотр и контроль капиллярным методом производятся после термической обработки.

Трещины не допускаются. Методика определения и критерии контроля капиллярным методом указаны в 4.2.7.3.1.

4.2.8.5.2.3 Испытание на растяжение

Для проведения испытания должно быть изготовлено 2 образца, соответствующие требованиям 2.2.2.8 для стыкового соединения. Применение образцов альтернативной конструкции должно быть согласовано с Регистром. Такие образцы должны

соответствовать согласованным стандартам. Требования к значениям временного сопротивления представлены в табл. 4.2.8.5.2.3-1.

Таблица 4.2.8.5.2.3-1

Временное сопротивление сварного соединения сплавов на основе меди

Тип сплава	Временное сопротивление, МПа
CU1	370
CU2	410
CU3	500
CU4	550

4.2.8.5.2.4 Макроанализ.

Макроанализ структуры металла проводится на трех образцах, прошедших травление с одной стороны, для явного выявления металла шва, линии сплавления и зоны термического влияния.

Эффективным считается следующий состав травителя:

5 г хлорида железа (III);

30 мл соляной кислоты;

100 мл воды.

Должен быть проведен анализ на присутствие дефектов в металле шва и зоне термического влияния. Трещины и зоны несплавления не допускаются. Поры и шлаковые включения, превышающие 3 мм, также не допускаются.

4.2.8.5.2.5 Повторные испытания.

При неудовлетворительных результатах хотя бы одного из перечисленных выше испытаний допускается проведение повторных испытаний в соответствии с 6.5 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовление материалов и изделий для судов.

4.2.8.5.2.6 Отчетные документы.

4.2.8.5.2.6.1 Условия сварки проб, результаты испытаний и контроля должны быть зафиксированы в протоколах квалификационных испытаний технологического процесса сварки. В качестве формы протоколов может применяться Спецификация испытаний сварного соединения (форма 7.1.33, с. 3 — 9), либо иная, регламентируемая соответствующими стандартами.

4.2.8.5.2.6.2 Заключение о результатах основных и повторных испытаний должно вноситься в протокол квалификационных испытаний технологического процесса сварки. Соответствующие пункты СПС должны быть также включены в протокол.

4.2.8.5.2.6.2.3 Протоколы квалификационных испытаний технологического процесса сварки заверяются присутствовавшим при испытаниях инспектором Регистра с простановкой соответствующего штампа.

4.2.8.5.3 Область одобрения.

4.2.8.5.3.1 Общие положения.

Требования, перечисленные в 4.2.8.5.3, должны выполняться независимо друг от друга.

Изменения технологии сварки, выходящие за пределы области одобрения требуют проведения дополнительных квалификационных испытаний.

Технологический процесс сварки, одобренный Регистром для конкретного производства, может применяться на всех производственных площадках, имеющих ту же технологию ремонта и систему контроля качества.

4.2.8.5.3.2 Основной металл.

Результаты квалификационных испытаний технологического процесса сварки распространяется на типы сплавов в соответствии с таб. 4.2.8.5.3.2.

Таблица 4.2.8.5.3.2

Область одобрения процесса сварки

Примененный тип сплава на основе меди	Область одобрения
CU1	CU1
CU2	CU1, CU2
CU3	CU3
CU4	CU4

4.2.8.5.3.3 Параметры технологического процесса сварки.

Одобрение спецификации процесса сварки, относящейся к сварной пробе толщиной t равной или менее 30 мм, распространяется на толщины материала от 3 мм включительно.

Одобрение распространяется только на положения, соответствующие примененным в процессе сварки проб.

Одобрение распространяется только на сварочный процесс, использованный для испытаний. Результаты, полученные для однопроходной сварки, не распространяются на многопроходную сварку стыкового соединения, применяемую в соответствии с данной главой.

Одобрение распространяется только на присадочный материал, примененный при изготовлении проб.

Одобренное значение верхнего предела погонной энергии должно быть на 25 % больше примененного при сварке проб. При этом одобренное значение нижнего предела погонной энергии должно быть на 25 % меньше примененного при сварке проб.

Одобренное значение минимальной температуры предварительного нагрева должно быть не меньшим, чем значение такой температуры, полученной при изготовлении пробы.

Одобренное значение максимальной межпроходной температуры не должно превышать значение, полученное при сварке проб.

Термическая обработка, примененная для проб, должна быть записана в спецификацию сварки. Время выдержки при заданной температуре может варьироваться в зависимости от толщины материала.

4.2.8.6 Правка.

Для горячей и холодной правки должна применяться статическая нагрузка.

Горячая правка погнутой лопасти гребного винта или работы по изменению шага должны проводиться после необходимого подогрева участка, включающего зонугиба, расширенную с каждой стороны на 500 мм. Температура нагрева должна соответствовать требованиям табл. 4.2.8.5.1-1; нагрев должен осуществляться медленно и равномерно.

Концентрированное пламя, такое как, например, кислородно-ацетиленовое и кислородно-пропановое, не должно применяться.

Области гребного винта, отремонтированные сваркой, могут подвергаться горячей правке при условии подтвержденного сохранения свойств заварки.

Холодная правка может использоваться только для мелкого ремонта кромок. После холодной правки сплавов CU1 и CU2, а также CU4 всегда должна проводиться термообработка для снятия напряжений в соответствии с требованиями табл. 4.2.8.5.1-1.

4.2.9 Идентификация и маркировка.

4.2.9.1 Идентификация.

При изготовлении гребных винтов на предприятии должна применяться система контроля, позволяющая произвести проверку изготовления отливки на любой стадии, начиная с выплавки металла. При освидетельствовании предприятия должно быть представлено подтверждение наличия такой системы на предприятии. Данные системы должны быть представлены по требованию инспектора.

4.2.9.2 Маркировка.

Маркировка гребных винтов должна производиться в соответствии с требованиями 1.4. Кроме того, маркировка должна содержать следующие сведения:

тип/марку примененного сплава или ее принятое сокращение;

марку изготовителя;

номер плавки, номер отливки или иное обозначение, позволяющее отследить производство отливки;

дату завершающего освидетельствования;

номер Свидетельства Регистра;

угол откидки лопасти (для винтов с большой откидной — саблевидных);

символ ледового класса, если это возможно.

4.2.9.3 Сертификат предприятия для каждой отливки гребного винта и его компонентов, представляемый представителю Регистра, должен содержать следующие сведения:

наименование покупателя и номер заказа;

номер проекта судна, если известно;

описание отливки с указанием номера чертежа;

диаметр винта, число лопастей, шаг, направление вращения;
тип или марку и химический состав сплава;
номер плавки и отливки;
окончательную массу;
результаты испытаний методами неразрушающего контроля, если они применялись;
содержание альфа-фазы для сплавов CU1 и CU2;
результаты механических испытаний;
идентификационный номер отливки;
угол откидки лопасти (для винтов с большой откидкой — саблевидных).».