ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72397— 2025

Конструкции судовые металлические

СОЕДИНЕНИЯ СВАРНЫЕ ИЗ СПЛАВОВ НА МЕДНОЙ ОСНОВЕ

Методика оценки технологической прочности при сварке

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» — (НИЦ «Курчатовский институт» — ЦНИИ КМ «Прометей»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 005 «Судостроение»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 ноября 2025 г. № 1450-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Общие положения 2
5 Определение технологической прочности на малогабаритной пробе 3
6 Определение технологической прочности при испытании образцов на растяжение при повышенных температурах 5
7 Определение технологической прочности при сварке жестких проб 6
8 Требования безопасности 11
Приложение А (рекомендуемое) Рекомендации по выбору технологии сварки сплавов на медной основе 12
Приложение Б (рекомендуемое) Рекомендации по выбору травителя и режимов травления 13
Библиография 14

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Конструкции судовые металлические

СОЕДИНЕНИЯ СВАРНЫЕ ИЗ СПЛАВОВ НА МЕДНОЙ ОСНОВЕ

Методика оценки технологической прочности при сварке

Ship metal structures. Welded joints from copper-based alloys.
Assessment of technological strength during welding. Methodology

Дата введения — 2026—04—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы оценки технологической прочности металла шва и зоны термического влияния при электродуговой сварке сплавов на медной основе.

Методы испытаний, предусмотренные в настоящем стандарте, применяют при проведении исследовательских испытаний по оценке свариваемости металла.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.2.009 Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.002 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.003 Система стандартов безопасности труда. Работы электросварочные. Требования безопасности

ГОСТ 12.3.004 Система стандартов безопасности труда. Термическая обработка металлов. Общие требования безопасности

ГОСТ 61 Реактивы. Кислота уксусная. Технические условия

ГОСТ 1497 Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 2184 Кислота серная техническая. Технические условия

ГОСТ 2652 Калия бихромат технический. Технические условия

ГОСТ 3118 Реактивы. Кислота соляная. Технические условия

ГОСТ 4147 Реактивы. Железо (III) хлорид 6-водный. Технические условия

ГОСТ 4461 Реактивы. Кислота азотная. Технические условия

ГОСТ 6996 (ИСО 4136—89, ИСО 5173—81, ИСО 5177—81) Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ 9651 (ИСО 783—89) Металлы. Методы испытаний на растяжение при повышенных температурах

ГОСТ 10157 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 17435 Линейки чертежные. Технические условия

ГОСТ 20478 Реактивы. Аммоний надсернокислый. Технические условия

ГОСТ 23949 Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся. Технические условия

ГОСТ 25706 Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования

ГОСТ Р 58904/ISO/TR 25901-1:2016 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Общие термины

ГОСТ Р 58905/ISO/TR 25901-3:2016 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 3. Сварочные процессы

Издание официальное

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 58904 и ГОСТ Р 58905, а также следующий термин с соответствующим определением:

3.1 **технологическая прочность металлов при электродуговой сварке:** Свойство металлов образовывать при установленной технологии сварки сварное соединение без признаков разрушения (трещин) в металле шва и зоне термического влияния в процессе кристаллизации или в твердом состоянии.

4 Общие положения

4.1 Технологическая прочность металлов при электродуговой сварке определяется:

- при проплавлении специальной малогабаритной пробы электрической дугой в среде аргона неплавящимся электродом на медной водоохлаждаемой подкладке;
- испытании образцов для определения механических свойств при растяжении при повышенных температурах с определением температуры и величины минимального значения относительного удлинения;
- сварке технологических (жестких) проб типа «вварыш», «пластина с канавками» или «стыковое соединение с жестким закреплением», с последующей вырезкой и исследованием образцов на отсутствие трещин.

Выбор типов проб из числа указанных в настоящем стандарте при проведении исследовательских и других работ должен производиться исходя из конкретных задач исследований.

4.2 Критериями оценки технологической прочности металла шва являются:

- на малогабаритной пробе — минимальная погонная энергия проплавления пробы, при которой трещины в металле шва не образуются;
- при сварке жестких проб — отсутствие или наличие трещин в металле шва при заданных режимах сварки.

4.3 Критериями оценки технологической прочности металла зоны термического влияния, а также металла шва в ранее выполненных проходах при многослойной сварке являются:

- минимальное значение относительного удлинения сплава, определяемое при температурах от 100 до 800 °С;
- при сварке жестких проб — отсутствие или наличие трещин в металле зоны термического влияния.

4.4 В первую очередь следует выполнить сварку малогабаритной пробы и определить относительное удлинение после разрыва при повышенных температурах.

4.5 Для окончательной оценки пригодности исследуемых сплавов, присадочного металла и технологии сварки для изготовления изделий судовой техники производят сварку жестких проб.

4.6 Результаты выполненной оценки технологической прочности сварных соединений позволяют выдать рекомендации:

- по уточнению составов вновь разрабатываемых сплавов;
- разработке оптимальных составов присадочных материалов;
- разработке оптимальных вариантов технологии сварки.

4.7 Качество испытываемых материалов должно соответствовать требованиям документации на их поставку, а для вновь разрабатываемых материалов — показателям качества, определяемым предприятием-разработчиком в зависимости от стадии разработки нового материала.

4.8 Изготовление образцов для проведения испытаний должно производиться только с применением механической обработки и гидроабразивной резки.

4.9 Маркировку на образцы проб следует наносить таким образом, чтобы она сохранялась после испытаний.

4.10 Общие требования по подготовке под сварку основного и присадочного материалов и сварке должны соответствовать требованиям нормативных документов на сварку.

4.11 К выполнению сварки проб допускаются дипломированные сварщики, имеющие квалификационный разряд в соответствии с требованиями [1] и специально обученные сварке исследуемых сплавов.

5 Определение технологической прочности на малогабаритной пробе

5.1 Образцы малогабаритной пробы могут быть изготовлены:

- для оценки технологической прочности основного металла — из основного металла;
- оценки технологической прочности присадочного металла — из металла многослойной наплавки, выполненной на пластину из основного металла или из присадочного металла, полученного путем наплавки в медную водоохлаждаемую форму.

5.2 Форма и размеры образца малогабаритной пробы должны соответствовать указанным на рисунке 1.

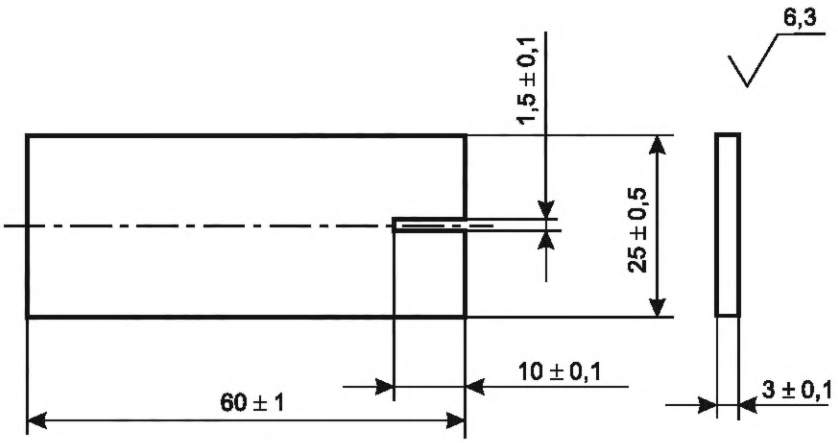


Рисунок 1

5.3 Участок для сварки малогабаритной пробы должен быть оборудован автоматом, снабженным сварочной горелкой для сварки в защитных газах неплавящимся электродом и тележкой, позволяющими обеспечивать получение заданных режимов, источником питания сварочного тока с осциллятором, медной водоохлаждаемой подкладкой.

5.4 Сварочное оборудование должно быть оснащено средствами измерения: вольтметром, амперметром, расходомером газа, обеспечивающими контроль режимов сварки в диапазонах и с погрешностью в соответствии с требованиями технологического процесса.

5.5 В качестве неплавящегося электрода применяют прутки вольфрама марки ЭВЛ по ГОСТ 23949.

5.6 В качестве защитного газа следует применять аргон высшего сорта по ГОСТ 10157.

5.7 Медная водоохлаждаемая подкладка для сварки образцов (см. рисунок 2) должна обеспечивать:

- прилегание образца к подкладке по всей поверхности;
- свободный доступ к поверхности образца;
- беспрепятственное перемещение мундштука сварочного автомата за пределы водоохлаждаемой подкладки по оси сварки.

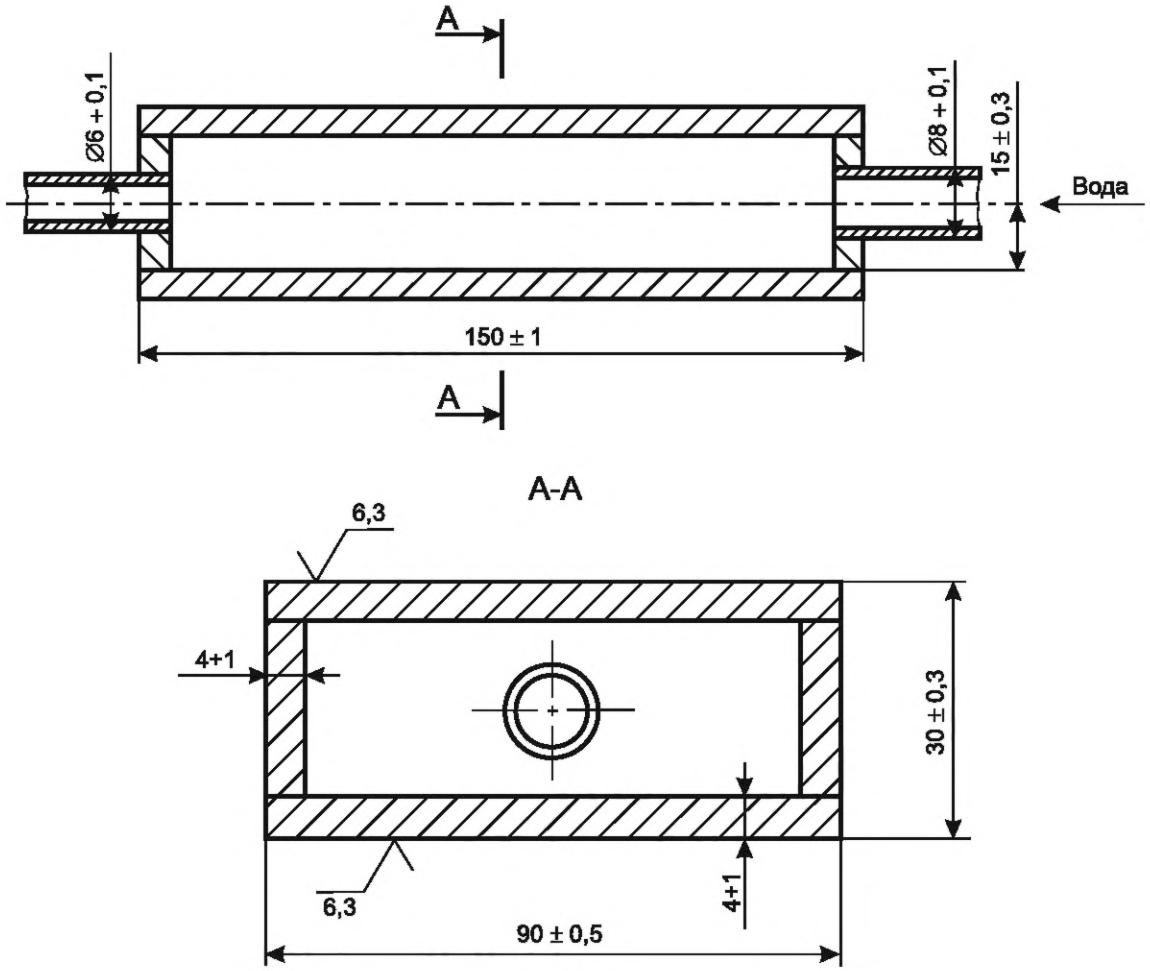


Рисунок 2

5.8 Неплавящийся электрод в зависимости от величины сварочного тока следует применять диаметром 3,0 мм при токе до 230 А и диаметром 4,0 мм при токе свыше 230 А.

5.9 При сварке на постоянном токе рабочий конец вольфрамового электрода на длине, равной от 2 до 3 диаметров, должен быть заточен на конус с углом от 30° до 35° и притуплением от 0,5 до 1,0 мм.

5.10 Образец на водоохлаждаемую подкладку следует устанавливать без его закрепления. Прилегание образца к медной подкладке обеспечивается за счет требуемой чистоты обработки образца и подкладки.

5.11 Расстояние между концом вольфрамового электрода и поверхностью образца должно составлять (3 ± 0,5) мм.

5.12 Для обеспечения качественной защиты вылет вольфрамового электрода из сопла горелки должен составлять не более 8 мм.

5.13 Сварку образцов из алюминиевой бронзы следует выполнять на переменном токе, сварку образцов из остальных сплавов на медной основе — на постоянном токе прямой полярности (плюс на изделии).

5.14 Возбуждение дуги осуществляют на краю образца под прорезью с помощью осциллятора, а сварку выполняют по продольной оси симметрии образца.

5.15 При сварке образцов значения напряжения дуги должны составлять от 12 до 14 В, сварочного тока — от 100 до 250 А, скорости сварки — от 0,0014 до 0,0084 м/с (от 5 до 30 м/ч) и расхода газа — от 7 до 10 л/мин. Допускаемое колебание напряжений ± 0,5 В, сварочного тока ±5,0 А, скорости сварки ±0,00005 м/с.

5.16 Сварку образцов рекомендуется начинать с погонной энергии 320 кДж/м.

Погонную энергию сварочной дуги (q/v), выраженную в кДж/м, определяют по формуле

$$q/v = \frac{I \cdot U \cdot 0{,}65}{V \cdot 1000}, \quad (1)$$

где I — сварочный ток, А;

U — напряжение, В;

V — скорость сварки, м/с.

В случае обнаружения в металле шва трещины погонную энергию сварки следует постепенно увеличивать (от 10 % до 15 %) до такого значения, при котором трещина в металле шва будет отсутствовать во всех трех испытанных образцах. После этого следует заварить еще не менее трех образцов на большей (от 10 % до 15 %) погонной энергии. Если в них также не будут обнаружены трещины, испытания прекращаются.

Если при сварке на погонной энергии 320 кДж/м трещины не образуются, сварку образцов следует продолжать на меньших (от 10 % до 15 %) погонных энергиях до образования в них трещин или до отсутствия проплавления образцов.

Для каждого значения погонной энергии следует сварить не менее трех образцов.

5.17 После сварки образцы зачищают стальной щеткой и подвергают визуальному осмотру и измерению для установления качества сварки. В образцах не допускаются прожоги, смещения оси шва от оси образца на величину более 10 %, неполное проплавление и расплавление продольных кромок.

5.18 Измерение длины шва и длины трещины следует выполнять измерительной линейкой по ГОСТ 17435, цена деления 1 мм.

5.19 Качественную сравнительную оценку технологической прочности металла шва производят по наличию или отсутствию трещин в образцах различных составов или сплавов, сваренных на одинаковом режиме или по коэффициенту трещинообразования в случае наличия трещин во всех образцах.

5.20 Коэффициент трещинообразования ($K_{тр}$) в процентах определяют по формуле

$$K_{тр} = L_{тр} / L_{шва} \cdot 100, \quad (2)$$

где $L_{тр}$ — суммарная длина трещин, мм;

$L_{шва}$ — длина шва, мм.

5.21 За величину коэффициента трещинообразования при данном значении погонной энергии следует принимать среднее арифметическое значение результатов трех образцов.

5.22 По результатам испытаний следует построить график зависимости коэффициента трещинообразования от погонной энергии сварки.

5.23 Количественную оценку технологической прочности металла шва производят по минимальной (критической) погонной энергии сварки, при которой трещины в образцах не образуются.

По величине критической погонной энергии сварки определяют технологию сварки сплава, рекомендуемую в соответствии с приложением А.

6 Определение технологической прочности при испытании образцов на растяжение при повышенных температурах

6.1 Для проведения испытаний следует применять образцы типа IV № 6 по ГОСТ 1497.

6.2 Испытания образцов на статическое растяжение при повышенной температуре следует выполнять в соответствии с ГОСТ 9651.

6.3 Образцы для определения статического растяжения при повышенной температуре металла шва или наплавленного металла могут быть изготовлены из следующих заготовок:

- стыковых швов сварных соединений;
- металла многослойной наплавки, выполненной на пластину из основного металла;
- металла, полученного путем наплавки в медную водоохлаждаемую форму.

Разметку места вырезки образцов из металла шва или наплавленного металла следует выполнять по ГОСТ 6996.

6.4 Применительно к оценке технологической прочности металла зоны термического влияния образцы для определения статического растяжения при повышенной температуре следует изготавливать из основного металла. В случае сварки разнородных медных сплавов образцы следует изготавливать из обоих свариваемых сплавов.

6.5 Определение пластических свойств при растяжении проводят в диапазоне температур от 100 °С до 800 °С с интервалом не более 100 °С.

6.6 После испытания следует тщательно осмотреть поверхности изломов образцов. Испытания считаются неудовлетворительными в случаях, указанных ГОСТ 9651 и ГОСТ 6996, и должны быть повторены на образцах, изготовленных из той же плавки или партии. Количество образцов для повторных испытаний должно быть не менее числа недействительных результатов испытаний.

6.7 За величину относительного удлинения после разрыва при данной температуре следует принимать среднее арифметическое значение результатов испытаний на трех образцах.

6.8 По результатам испытаний следует построить график зависимости относительного удлинения после разрыва от температуры.

6.9 По величине минимального относительного удлинения после разрыва при повышенных температурах производят количественную оценку технологической прочности металла зоны термического влияния и определяют технологию сварки сплава, рекомендуемую в приложении А.

7 Определение технологической прочности при сварке жестких проб

7.1 Форма и размеры жестких проб для оценки технологической прочности сварного соединения должны соответствовать указанным на рисунках 3—5. При этом применительно к изготовлению сварных конструкций используют пробу типа «вварыш» (см. рисунок 3), применительно к изготовлению гребных винтов — пробу «стыковое соединение с жестким закреплением» (см. рисунок 4), а применительно к заварке дефектов литья — пробу «пластина с канавками» (см. рисунок 5).

Пробу типа «вварыш» [см. рисунок 3в)] применяют только в случае отсутствия металла необходимой толщины для изготовления пробы [см. рисунки 3а) или 3б)].

7.2 Заготовки для всех типов жестких проб изготавливают из металла, полученного с применением тех же технологических процессов, с использованием которых производится изготовление изделий судовой техники (литье, штамповка, ковка, прессование и т. п.).

Заготовки для проб из слитков должны быть изготовлены из металла, взятого из среднего участка слитка со стороны, прилегающей к прибыльной его части.

7.3 В случае сварки разнородных медных сплавов основную деталь пробы типа «вварыш» изготавливают из материала наиболее металлоемкой детали сварного соединения, а вваривaемую деталь — из металла приварной детали соединения.

7.4 Сварку жестких проб выполняют с применением тех же способов сварки и сварочного оборудования, которые предусмотрены для изготовления изделий судовой техники.

7.5 При разработке нового основного или присадочного металлов сварку проб осуществляют на режимах, определяемых в результате исследовательских работ по разработке технологии сварки этого сплава.

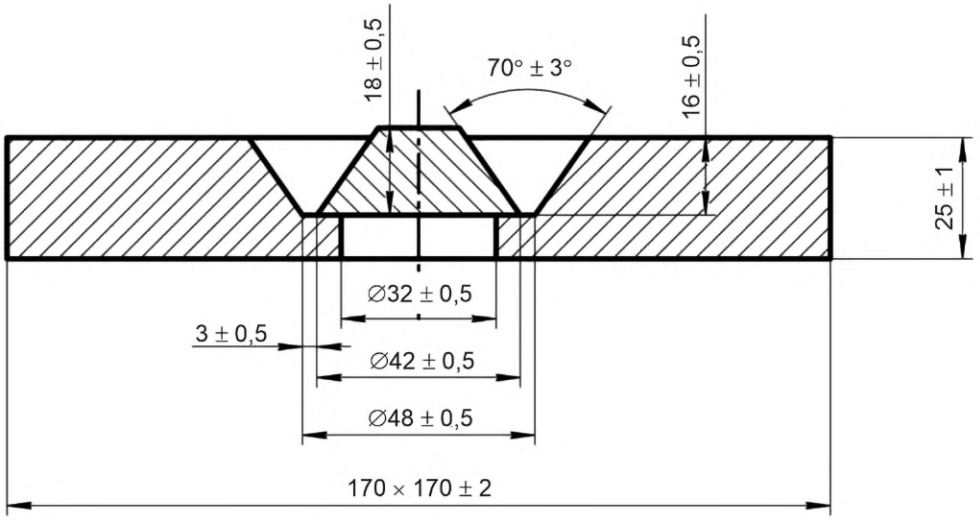
7.6 Сварку проб из существующих медных сплавов и применяющихся в промышленности осуществляют на режимах, рекомендуемых в имеющейся технологической документации на сварку этих сплавов.

7.7 Перед сваркой пробы типа «вварыш» вваривaемую деталь необходимо прихватить к пластине в 2—3 местах.

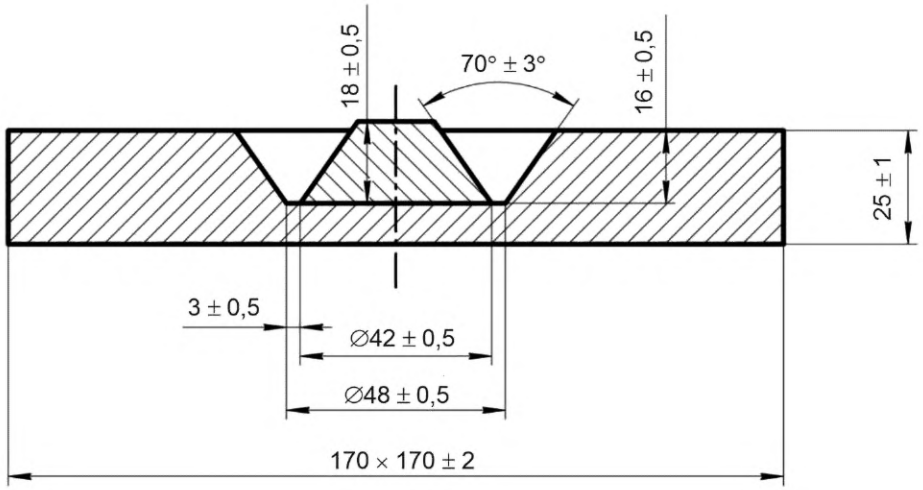
7.8 Пробу типа «вварыш» [см. рисунок 3в)] для увеличения жесткости следует приварить любым способом по периметру к массивной стальной пластине.

7.9 Перед сваркой проб «стыковое соединение с жестким закреплением» необходимо приварить ребра жесткости согласно рисунку 4.

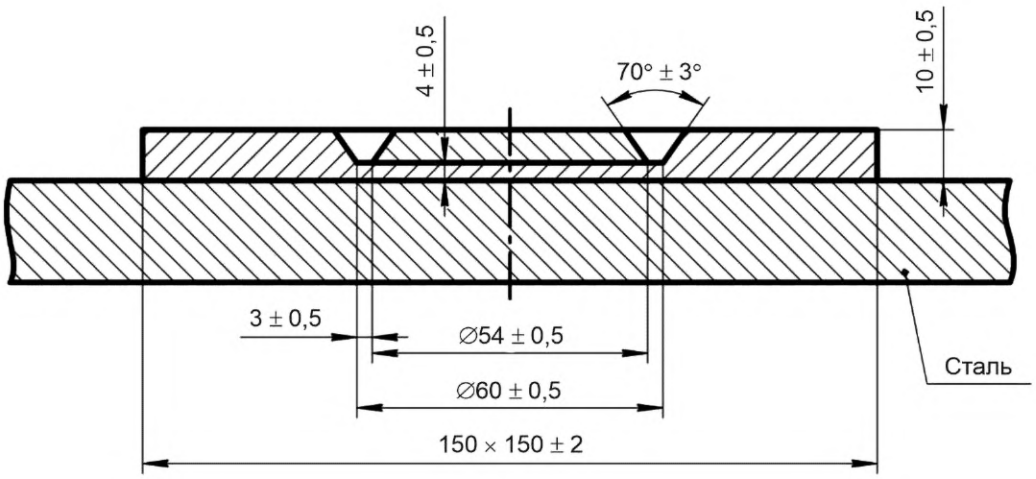
7.10 При испытании пробы типа «вварыш» в первую очередь следует заварить пробу по рисунку 3а). При этом технологию сварки пробы рекомендуется выбирать в соответствии с приложением А. Если при сварке этой пробы в металле шва или в зоне термического влияния образуется трещина, то выполняют сварку пробы по рисунку 3б).



а)



б)



в)

Рисунок 3

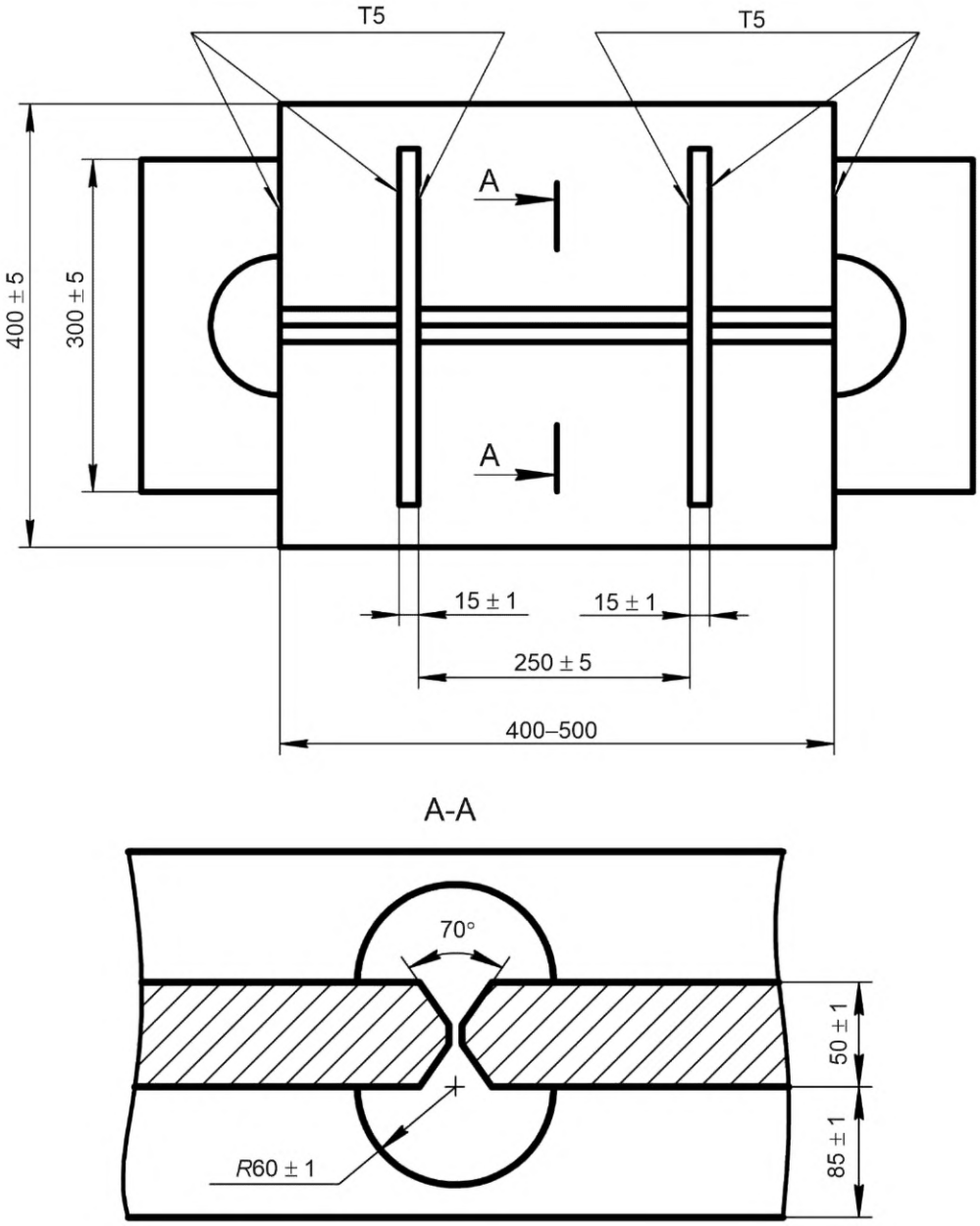


Рисунок 4

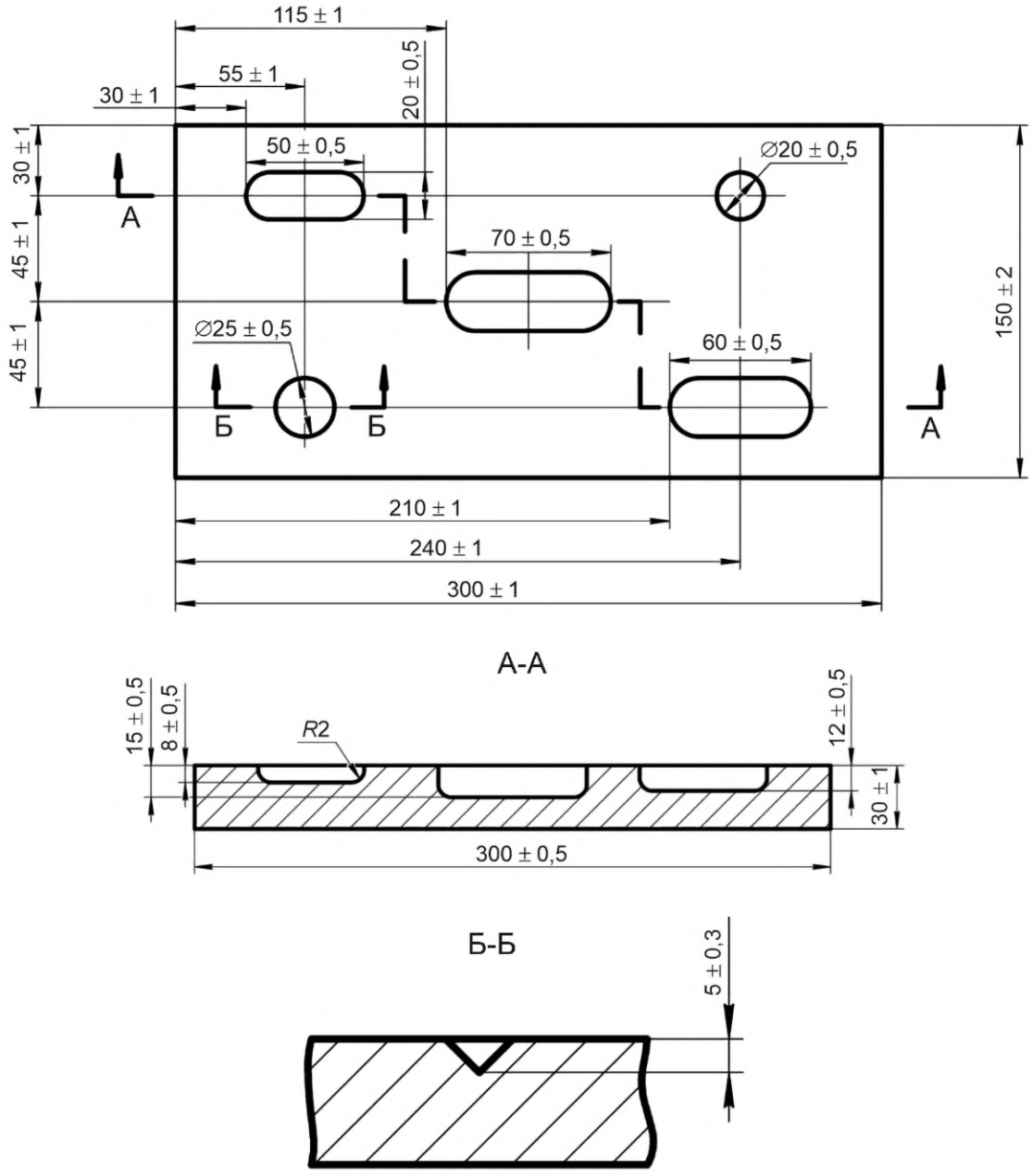


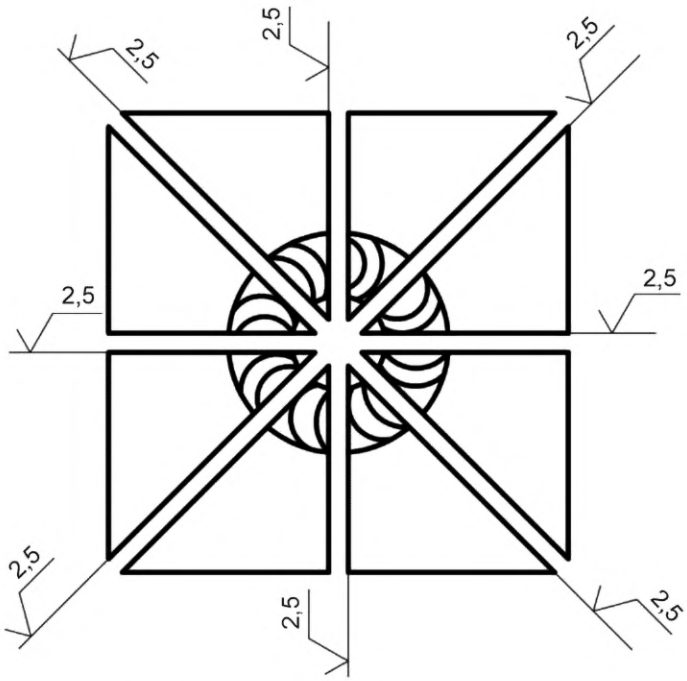
Рисунок 5

7.11 При испытании пробы «стыковое соединение с жестким закреплением» в первую очередь следует выполнить сварку одной стороны разделки полностью, а затем сварку другой стороны.

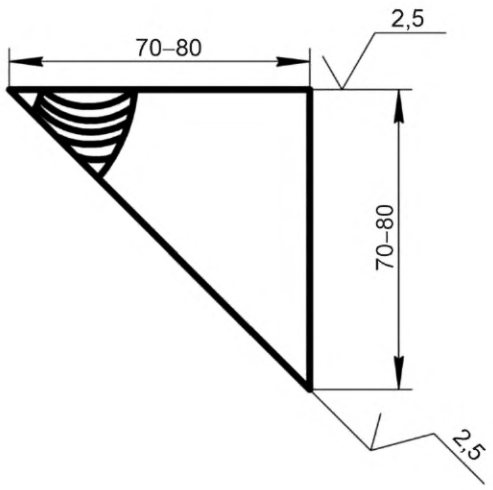
7.12 Наличие трещин в металле проб проверяют с помощью лупы от семи- до десятикратного увеличения по ГОСТ 25706 после сварки каждого прохода и после полного завершения сварки пробы. Если в процессе сварки жесткой пробы в ней образуется трещина, сварка пробы прекращается.

7.13 После осмотра полностью заваренной пробы ее разрезают поперек шва на макрошлифы. Для пробы типа «вварыш» — в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 6, а для пробы типа «пластина с канавками» — на рисунке 7. Из пробы «стыковое соединение с жестким закреплением» изготавливают от 3 до 5 макрошлифов, которые располагаются в различных участках по длине шва. После травления поверхность макрошлифов исследуют с помощью лупы от семи до десятикратного увеличения на предмет обнаружения трещин.

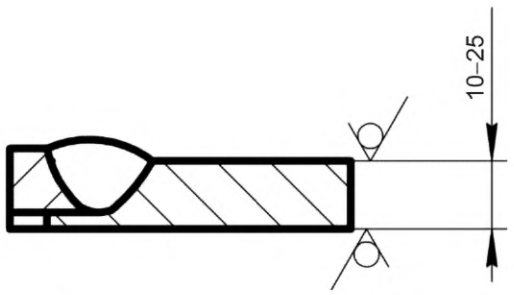
Рекомендации по травлению приведены в приложении Б.



а) Вид сверху на пробу, разрезанную на макрошлифы



б) Вид сверху на пробу, разрезанную на макрошлифы



в) Рекомендуемые размеры макрошлифа

Рисунок 6 — Схема разрезки заваренной пробы

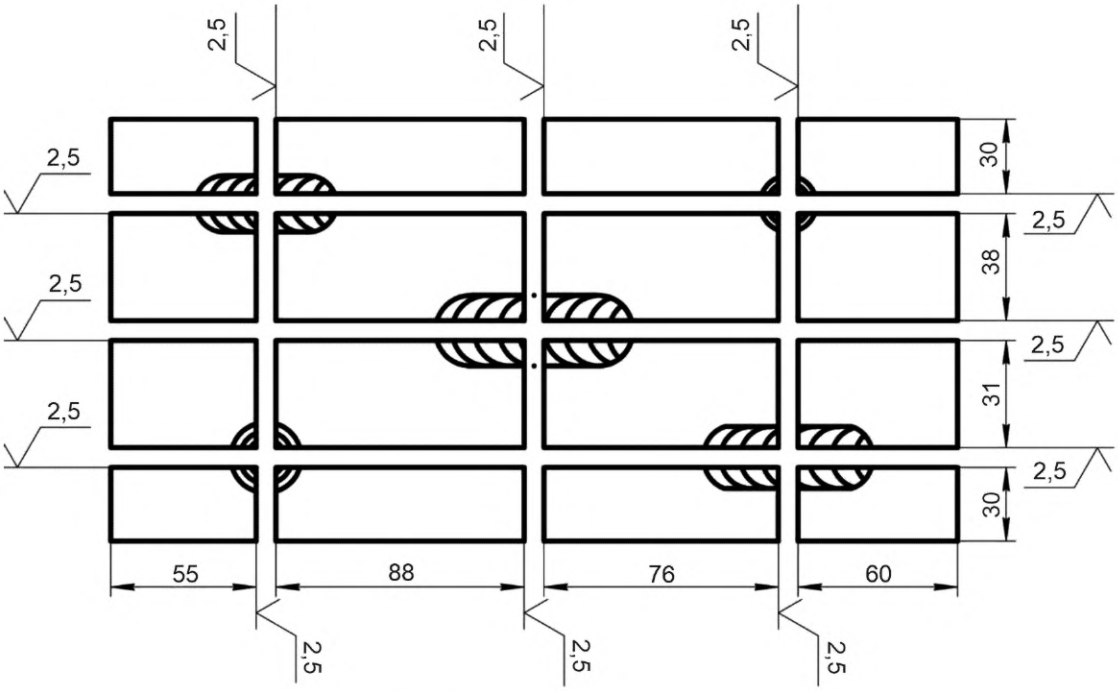


Рисунок 7 — Схема разрезки заваренной пробы

При разногласиях в оценке качества сварных соединений следует использовать метод капиллярной дефектоскопии.

7.14 Стойкость сварного соединения против образования трещин оценивают по наличию или отсутствию последних в металле проб.

7.15 Результаты осмотра макрошлифов из проб следует заносить в таблицу с указанием режимов и технологии сварки проб.

7.16 Если на сварочной пробе трещины не выявляются, то исследуемые сплавы, присадочные материалы и технология сварки считаются пригодными для изготовления соответствующих изделий судовой техники.

При этом если на пробе типа «вварыш» по рисунку 3а) выявлены трещины, а на пробе по рисунку 3б) трещины отсутствуют, то технологию сварки изделий из исследуемого сплава следует назначать как для сплавов с ограниченной технологической прочностью.

7.17 В случае обнаружения в пробе трещин производят повторную сварку аналогичных проб с применением новых режимов сварки или специальных технологических приемов (предварительный подогрев, проковка и т. п.).

7.18 Если в пробе образуются трещины при применении специальных технологических приемов, то исследуемые сплавы (основной или присадочный материал) считаются непригодными для изготовления изделий судовой техники с применением сварки.

8 Требования безопасности

При организации и выполнении работ по сварке проб и вырезке шлифов необходимо выполнять требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.009, ГОСТ 12.3.002, ГОСТ 12.3.003, ГОСТ 12.3.004.

Приложение А
(рекомендуемое)

Рекомендации по выбору технологии сварки сплавов на медной основе

Таблица А.1

Критическая погонная энергия при сварке малогабаритной пробы, кДж/м	Значение минимального удлинения при повышенных температурах, %	Оценка технологической прочности сварного соединения	Рекомендуемая технология сварки
До 380	Более 20	Высокая	Сварка без специальных технологических приемов
Свыше 380 до 580	От 10 до 20	Удовлетворительная	Сварка на минимальной погонной энергии
Свыше 580 до 830	От 2 до 10	Ограниченная	Сварка на минимальной погонной энергии с охлаждением после каждого прохода
Свыше 830	Менее 2	Низкая	Сварка на минимальной погонной энергии короткими швами с проковкой металла зоны термического влияния непосредственно после сварки и с охлаждением после каждого прохода

Приложение Б
(рекомендуемое)

Рекомендации по выбору травителя и режимов травления

Таблица Б.1

Состав травителя	Способ употребления	Область применения	Обозначение нормативных документов
5 %-ный водный раствор азотной кислоты	Травление химическое в течение нескольких секунд	Для выявления трещин	ГОСТ 4461
Аммоний надсернокислый — 100—200 мл, вода до 1000 мл	Травление химическое погружением на 5—10 мин в нагретый до 80 °С раствор	Для выявления дендритной структуры литых сплавов на основе меди	ГОСТ 20478
Соляная кислота — 100 мл, вода — 900 мл	Травление химическое погружением на 5—10 мин	Для выявления макроструктуры сплавов на основе меди	ГОСТ 3118
Калия бихромат — 15 г, серная кислота — 10 мл, вода — 10 мл	Травление химическое погружением на 5—10 мин в нагретый до 60 °С раствор	Для выявления макроструктуры сплавов на основе меди	ГОСТ 2652 ГОСТ 2184
Азотная кислота (d = 1,4) — 50 мл	Травление химическое. Окисная пленка удаляется 10 %-ным водным раствором плавиковой кислоты	Для выявления структуры алюминиевых бронз	ГОСТ 4461
Хлорное железо — 1 г, соляная кислота (d = 1,19) — 20 мл, вода — 100 мл	Травление химическое в течение 30 с — 2 мин. Окисную пленку с алюминиевой бронзы удаляется погружением в 10 %-ную соляную кислоту	Для выявления границ зерен меди, латуни, бронзы и сложных медных сплавов	ГОСТ 4147 ГОСТ 3118
Азотная кислота (d = 1,4) — 75 мл, ледяная уксусная кислота — 15 мл	Травление химическое в течение нескольких секунд	Для выявления структуры оловянных, алюминиевых и бериллиевых бронз	ГОСТ 4461 ГОСТ 61
Азотная кислота (d = 1,4) — 50 мл, вода — 50 мл	Травление химическое в течение 5—10 с	Для выявления структуры сварных швов меди и ее сплавов	ГОСТ 4461
Хлорное железо — 20 г, вода — 90 мл	Травление химическое в течение 5—130 с	Для выявления микроструктуры металла швов латуни и бронзы	ГОСТ 4147

Библиография

[1] Постановление Минтруда России от 15 ноября 1999 г. № 45 «Об утверждении Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих», выпуск 2, разделы: «Литейные работы», «Сварочные работы», «Котельные, холодноштамповочные, волочильные и давильные работы», «Кузнечно-прессовые и термические работы», «Механическая обработка металлов и других материалов», «Металлопокрытия и окраска», «Эмалирование», «Слесарные и слесарно-сборочные работы»

УДК 621.791.011:006.354 ОКС 25.160.10

Ключевые слова: конструкции судовые металлические, соединения сварные, медные сплавы, методика, технологическая прочность, сварка

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 24.11.2025. Подписано в печать 17.12.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,90.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru