РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

ЦИРКУЛЯРНОЕ ПИСЬМО **№ 314-01-1460ц** от 12.11.2020

Касательно:

изменений к Правилам классификации и постройки морских судов, 2020, НД № 2-020101-124

Объект(ы) наблюдения:

суда в постройке

Дата вступления в силу: ~~Действует до:~~ ~~Действие продлено до:~~
15.12.2020

~~Отменяет/изменяет/дополняет циркулярное письмо №~~ ~~от~~

Количество страниц: 1 + 21

Приложения:

Приложение 1: информация об изменениях, внесенных циркулярным письмом

Приложение 2: текст изменений к части XIII «Материалы»

Генеральный директор К.Г. Пальников

Текст ЦП:

Настоящим информируем, что в Правила классификации и постройки морских судов 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 15.12.2020 или после этой даты, при отсутствии контракта – на суда, кили которых заложены или которые находятся в подобной стадии постройки 15.12.2020 или после этой даты.

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

часть XIII: пункты 2.2.6, 2.2.10.1 – 2.2.10.3, 2.2.10.5, 2.2.10.6, 3.2.9, 3.5.1.1, 3.5.1.2, 3.5.1.6 – 3.5.1.9, 3.5.2 – 3.5.7, 3.13.1, 3.13.7, 3.17.4.1 и 3.17.4.1.6 – 3.17.4.1.12

Исполнитель: Юрков М.Е. 314 +7 (812) 312-85-72

Система «Тезис» № 20-204149

Приложение 1 к циркулярному письму
№ 314-01-1460ц от 12.11.2020

Информация об изменениях части XIII, 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	Пункт 2.2.6	Уточнены требования к методикам испытаний, положения перенесены из Правил классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ (ПБУ/МСП)	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
2	Пункты 2.2.10.1 — 2.2.10.3	Уточнены требования к методикам испытаний, положения перенесены из Правил классификации, постройки и оборудования Правил классификации, постройки и оборудования ПБУ/МСП	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
3	Пункт 2.2.10.5	Уточнены требования к методикам испытаний, положения перенесены из Правил классификации, постройки и оборудования Правил классификации, постройки и оборудования ПБУ/МСП	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
4	Пункт 2.2.10.6	Уточнены требования к методикам испытаний, положения перенесены из Правил классификации, постройки и оборудования Правил классификации, постройки и оборудования ПБУ/МСП	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
5	Пункт 3.2.9	Уточнены требования к стали категории F и стали с индексом "Arc"	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020

№	Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
6	Пункт 3.5.1.1	Уточнены требования к стали категории F и стали с индексом "Arc"	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
7	Пункт 3.5.1.2	Уточнены требования к стали категории F и стали с индексом "Arc"	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
8	Пункты 3.5.1.6 — 3.5.1.8	Уточнены требования к стали категории F и стали с индексом "Arc"	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
9	Пункт 3.5.1.9	Пункт исключен	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
10	Пункт 3.5.2	Уточнены требования к стали категории F и стали с индексом "Arc"	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
11	Пункт 3.5.3	Уточнены требования к стали категории F и стали с индексом "Arc"	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
12	Пункт 3.5.4	Уточнены требования к стали категории F и стали с индексом "Arc"	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
13	Пункт 3.5.5	Уточнены требования к стали категории F и стали с индексом "Arc"; требования перенесены из существующего пункта 3.5.3	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
14	Пункт 3.5.6	Введен новый пункт, содержащий требования к стали категории F и стали с индексом "Arc"; требования перенесены из существующего пункта 3.5.4	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
15	Пункт 3.5.7	Введен новый пункт, содержащий требования к сварке стали категории F и стали с индексом "Arc"; требования переработаны и перенесены из существующего пункта 3.5.5	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
16	Пункт 3.13.1	Уточнены требования к высокопрочной и плакированной сталям	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
17	Пункт 3.13.7	Уточнены требования к высокопрочной и плакированной сталям	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
18	Пункт 3.17.1.3	Уточнены требования к высокопрочной и плакированной сталям	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020

№	Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
19	Пункт 3.17.4.1	Уточнены требования к высокопрочной и плакированной сталям	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
20	Пункт 3.17.4.1.6	Уточнены требования к испытаниям основного слоя	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
21	Пункты 3.17.4.1.7 – 3.17.4.1.11	Пункты исключены	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020
22	Пункт 3.17.4.1.7 (перенумерованный пункт 3.17.4.1.12)	Уточнены требования к испытаниям сварного соединения на стойкость против МКК	314-01-1460ц от 12.11.2020	15.12.2020

Приложение 2 к циркулярному письму
№ 314-01-1460ц от 12.11.2020

ПРАВИЛА КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ МОРСКИХ СУДОВ, 2020,

НД № 2-020101-124

ЧАСТЬ XIII. МАТЕРИАЛЫ

2 МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

1 **Пункт 2.2.6** заменяется следующим текстом:

«**2.2.6 Испытания падающим грузом для определения температуры нулевой пластичности (*NDT*).**

2.2.6.1 Общие положения.

2.2.6.1.1 Основным назначением испытаний является определение условий развития хрупкого разрушения в материале толщиной не менее 16 мм.

2.2.6.1.2 Испытание представляет собой изгибное нагружение падающим грузом серии образцов при различных температурах с целью определения температуры, при которой происходит разрушение стандартных образцов — температуры нулевой пластичности (*NDT*) с интервалом в 5 °С.

Прогиб образцов должен ограничиваться стопором в соответствии с применяемым стандартом на испытание.

2.2.6.2 Образцы для определений *NDT*.

2.2.6.2.1 Пробы для изготовления образцов для определений *NDT* должны отбираться из места, максимально приближенного к месту отбора проб для механических испытаний. Если при отборе проб используется газовая резка, припуск на механическую обработку на сторону, должен быть не менее 25 мм.

2.2.6.2.2 В случае испытаний проката, ориентация образцов при их изготовлении, если другого не указано, должна быть такой, чтобы их продольные оси были перпендикулярны к последней прокатке полуфабриката (преимущественному направлению деформирования металла).

Изготовление образцов из поковок и отливок должно выполняться по согласованной с Регистром методике в соответствии с требованиями разд. 2.

2.2.6.2.3 Определение *NDT* рекомендуется проводить на серии из девяти образцов, отобранных от полуфабриката в одном месте.

2.2.6.2.4 Образцы для определения температуры нулевой пластичности изготавливаются в соответствии со стандартом ASTM E208. Испытания должны выполняться на образцах типов, указанных в табл. 2.2.6.2.4:

Таблица 2.2.6.2.4

Тип образца	Толщина	Ширина	Длина
P-1	25 ± 2,5	90 ± 2,0	360 ± 2,0
P-2	19 ± 1,0	50 ± 1,0	130 ± 1,0
P-3	16 ± 0,5	50 ± 1,0	130 ± 1,0

Выбор типа образца осуществляется таким образом, чтобы толщина образца была максимально приближена к толщине представленного для испытаний полуфабриката. Исключение: если действительный предел текучести материала превышает 900 МПа, используют только образцы типов P-2 и P-3.

2.2.6.2.5 Образцы, как правило, изготавливаются механическим методом. Разогрев образцов при этом не допускается. Растягиваемая сторона образца механической обработке не подвергается, кроме случаев дополнительных испытаний, указанных в 2.2.6.2.7.

2.2.6.2.6 Образцы в серии должны иметь одинаковую ориентацию.

2.2.6.2.7 Для испытаний используются прямоугольные образцы с хрупкой наплавкой на растягиваемой необработанной стороне. В наплавке поперек образца выполняется надрез, от которого при ударном нагружении распространяется трещина.

В случае испытаний проката, дополнительные испытания проводятся на образцах, вырезанных следующим образом:

для проката толщиной от 40, но менее 50 мм — образцы типа Р-1 или Р-2 от середины толщины листа в плоскости листа, поперек направления прокатки;

для проката толщиной 50 мм и более — образцы типа Р-2 от середины толщины перпендикулярно плоскости листа таким образом, чтобы направление развития разрушения совпадало с направлением прокатки.

2.2.6.2.8 Надрез наносится только по наплавленному металлу с контролем толщины нетто-сечения наплавленного металла под надрезом: 2 – 0,2 мм; ширины надреза: ≤ 1,5 мм.

2.2.6.2.9 Электроды для хрупкой наплавки должны иметь диаметр сердечника от 4 до 6 мм. Каждая партия электродов должна проходить проверку пригодности следующим образом:

дополнительно к основной партии образцов из исследуемого полуфабриката следует изготовить три образца, которые после предварительной оценки температуры *NDT* должны быть испытаны при температуре не ниже *NDT* + 60 °С. На каждом из испытанных образцов должна образоваться визуально обнаруживаемая трещина, распространяющаяся от надреза в наплавке.

2.2.6.2.10 Хрупкую наплавку выполняют в один проход, располагая ее вдоль образца, в центре необработанной механическим путем поверхности. Ширина наплавки должна быть 13 ± 2 мм,

длина: 65 ± 5 мм, высота валика, примерно одинаковая по всей его длине, должна быть не менее 4 и не более 8 мм, что обеспечивается соответствующим режимом сварки.

2.2.6.3 Оборудование, оснастка и средства измерений.

2.2.6.3.1 Оборудование, оснастка и средства измерений должны удовлетворять требованиям стандартов и настоящих Правил, периодически контролироваться и калиброваться уполномоченными национальными органами.

2.2.6.3.2 Испытания проводятся на копре со свободно падающим грузом массой, обеспечивающей энергию удара от 330 до 1750 Дж. Энергия удара устанавливается согласно ASTM E208 в соответствии с типом образца и действительным пределом текучести материала.

Необходимый уровень энергии для конкретного материала и размера полуфабриката выбирается в соответствии со стандартами. Наковальня, изготовленная из монолитного металла, должна иметь твердость поверхности от 50 до 55 HRC.

2.2.6.4 Образец считается разрушенным, если трещина распространилась при ударе падающего груза хотя бы до одной боковой грани образца. Если не очевидно, что трещина распространилась до боковой грани, но на необработанной поверхности образца в плоскости надреза видна канавка как следствие утяжки металла при испытании, образец следует подвергнуть термическому окрашиванию и доломать любым способом для исследования формы и размеров трещины.

Образец считается разрушенным, если трещина распространилась хотя бы до одной боковой грани, то есть вершина трещины находится на расстоянии не более 3 мм от боковой грани.

2.2.6.5 Условия корректности полученных значений *NDT*:

.1 геометрические размеры образцов должны находиться в пределах стандартных допусков;

.2 трещина в металле наплавки визуально обнаружима;

.3 образцы при изгибе достигли стопора;

.4 наплавка образцов не упирается в стопор;

.5 полученное значение температуры нулевой пластичности подтверждено результатами испытаний трех образцов при температуре *NDT* + 5 °С, ни один из которых не разрушился;

.6 доказана пригодность электродов, используемых для хрупкой наплавки.».

2 **Пункты 2.2.10.1 — 2.2.10.3** заменяются следующим текстом:

«**2.2.10.1** Настоящие методы могут быть использованы при составлении и корректировке программ, требующихся для освидетельствования производства стали, предназначенной для работы при низких температурах (см. 3.5), включая стали с индексом "Arc" (см. 3.5.3). Настоящие положения распространяются на:

методы определения температуры вязко-хрупкого перехода для оценки способности материала тормозить распространение хрупкого разрушения (T_{kb}, *NDT*, *DWTT*);

методы определения параметра трещиностойкости *CTOD* для основного металла, металла зоны термического влияния (ЗТВ) и металла шва при испытаниях образцов, вырезанных из сварных стыковых соединений.

Для одного технологического процесса производства стали (выплавка, прокатка, состояние поставки), результаты испытаний наибольшей толщины проката, могут быть распространены на прокат меньших на 40 % толщин, всех низших категорий и уровней прочности при условии идентичности химического состава, технологии изготовления и термической обработки испытанному материалу. При этом, если по расчетам распространение достигнет толщин 15 мм и менее, то наименьшая толщина, до которой распространяется одобрение Регистра, принимается более 15 мм.

2.2.10.2 Испытания для определения критической температуры вязкохрупкого перехода на крупногабаритных образцах T_{kb}.

2.2.10.2.1 Общие требования.

2.2.10.2.1.1 Температура T_{kb}, является температурой вязкохрупкого перехода и характеризуется 70 % волокнистой составляющей в изломе образца натурной толщины. Выполненные испытания по определению T_{kb}, позволяют определить хладостойкость испытываемого материала, проводить сравнение хладостойкости различных сталей, а также оценить температуру остановки хрупкой трещины в испытываемом материале.

2.2.10.2.1.2 Процедура определения T_{kb} предусматривает выполнение испытаний серии образцов стали натурной толщины при трехточечном изгибе до разрушения. Испытания выполняются при последовательно понижаемых температурах.

2.2.10.2.1.3 Во время проведения испытаний контролируются площадь кристаллической (хрупкой) или волокнистой (вязкой) составляющих в изломе образца и температура испытаний. Кроме того, после выполнения испытаний оценивается образование расщеплений в изломе в пределах волокнистой составляющей. В случае наличия множественных расщеплений либо одиночных расщеплений длиной более половины высоты излома (высота образца минус глубина надреза), об этом делается отметка в протоколе испытаний, и оценка температуры применимости материала $T_{d(Tkb)}$ считается некорректной.

2.2.10.2.1.4 Для определения температуры T_{kb} строится температурная кривая средней доли волокнистой составляющей в изломах образцов. Рекомендуется начинать испытания при следующем ряде температур, по два образца на температуру, с интервалом не более 20 °С:

.1 для стали толщиной менее 50 мм: –20 °С, –40 °С, –60 °С и т.д. до температуры, при которой наблюдается менее 50 % волокнистой составляющей в изломе;

.2 для термически улучшенной стали и стали в состоянии поставки ТМ: 0 °С, –20 °С, –40 °С, –60 °С и т.д.;

.3 для стали толщиной более 50 мм: 20 °С, 0 °С, –20 °С, –40 °С, –60 °С и т.д.

Далее, с шагом не более 5°С, определяется минимальная температура, при которой средняя доля волокнистой составляющей в изломах составляет не менее 70 %, и проводятся проверочные испытания при этой температуре.

2.2.10.2.2 Образцы для определения T_{kb}.

2.2.10.2.2.1 Пробы для изготовления образцов для определения T_{kb} должны отбираться из места, максимально приближенного к месту отбора проб для определения механических свойств полуфабриката.

2.2.10.2.2.2 Ориентация образцов, если другого не указано, должна быть такой, чтобы их продольные оси были перпендикулярны к направлению последней прокатки (преимущественному направлению деформирования металла). Ориентация для каждого из образцов указывается в протоколе испытаний.

2.2.10.2.2.3 Определение T_{kb} рекомендуется проводить на серии из 12 образцов, отобранных от одного места полуфабриката.

2.2.10.2.2.4 Изготовление образцов осуществляется механическим способом. Допускается вырезка образцов с применением газовой или плазменной резки при условии механической обработки опорных и нагружаемых поверхностей для обеспечения их параллельности между собой и перпендикулярности к поверхности листа.

2.2.10.2.2.5 Размеры образцов из металла натурной толщины должны соответствовать требованиям табл. 2.2.10.2.2.5. Радиус при вершине надреза плоских призматических образцов должен быть равен половине ширины надреза.

Таблица 2.2.10.2.2.5

Толщина, мм	Длина, мм	Высота, мм	Глубина надреза, мм	Ширина надреза, мм
Свыше 10 до 14	288 + 20	60 + 5	20 + 5	3 + 3
Свыше 14 до 32	400 + 20	90 + 5	30 + 5	3 + 3
Свыше 32 до 60	520 + 20	120 + 5	40 + 5	5 + 5
Свыше 60 до 100	640 + 20	150 + 5	75 + 5	5 + 5
Свыше 100	Шесть толщин + 20	1,5 толщины + 5	0,75 толщины + 5	10 + 5

2.2.10.2.3 Оборудование, оснастка и средства измерений.

2.2.10.2.3.1 Оборудование и средства измерений должны удовлетворять требованиям стандартов и настоящих Правил, периодически контролироваться и калиброваться уполномоченными на то контролирующими органами.

2.2.10.2.3.2 Скорость нагружения при испытании должна контролироваться по перемещению нагружающей траверсы и должна составлять 1,0 мм/с допуском – 0,2.

2.2.10.2.4 Порядок определения количества волокнистой составляющей в изломах.

2.2.10.2.4.1 После испытания определяют соответствие вида излома в пределах зачетной площади по одному или нескольким типам разрушения, представленным на рис. 2.2.10.2.4.1. При комбинации типов разрушения суммарную площадь кристаллической составляющей оценивают по принципу, принятому для типа разрушения III:

.1 ручным мерительным инструментом измеряется площадь кристаллической составляющей S_{cr}, вычисляется доля волокнистой составляющей S_d;

.2 вычисляется та же доля волокнистой составляющей S_d по цифровой фотографии излома образца;

.3 сравниваются значения, полученные двумя способами. В случае различия более чем на 5 % корректируется порядок измерений и вычислений. Значение, замеренное по фотографии, считается предпочтительным.

Зачетная площадь S_0 — площадь излома, в которой после испытания определяется наличие кристаллической и волокнистой составляющих. Размеры зачетной площади соответствуют площади нетто-сечения образца до испытания.

Волокнистая составляющая в изломе (fibrous, ductile) имеет тусклый серый вид с характерными «волокнами», обычно с наличием утяжки и пластической деформации сечения, включает участки среза у боковых поверхностей образца, расположенные под углом к плоскости надреза в образце.

Кристаллическая составляющая в изломе (cleavage, crystalline) — часть площади излома с отсутствием утяжек и видимых следов пластической деформации. Обычно имеет металлический блеск, для высокопрочных сталей может выделяться только более светлым тоном. Пятна кристаллической составляющей могут находиться как в плоскости надреза, так и под значительным углом к ней.

Разрушение в виде «стрелок» (arrow) — участки излома треугольной формы с чередующимися полосками более мелкой структуры. Данные участки можно считать принадлежащими к волокнистой составляющей, если они расположены на губах среза. В противном случае площадь излома, соответствующую данному типу разрушения, относят к волокнистой и кристаллической составляющим в отношении 1:1, если не проводились специальные фрактографические исследования.

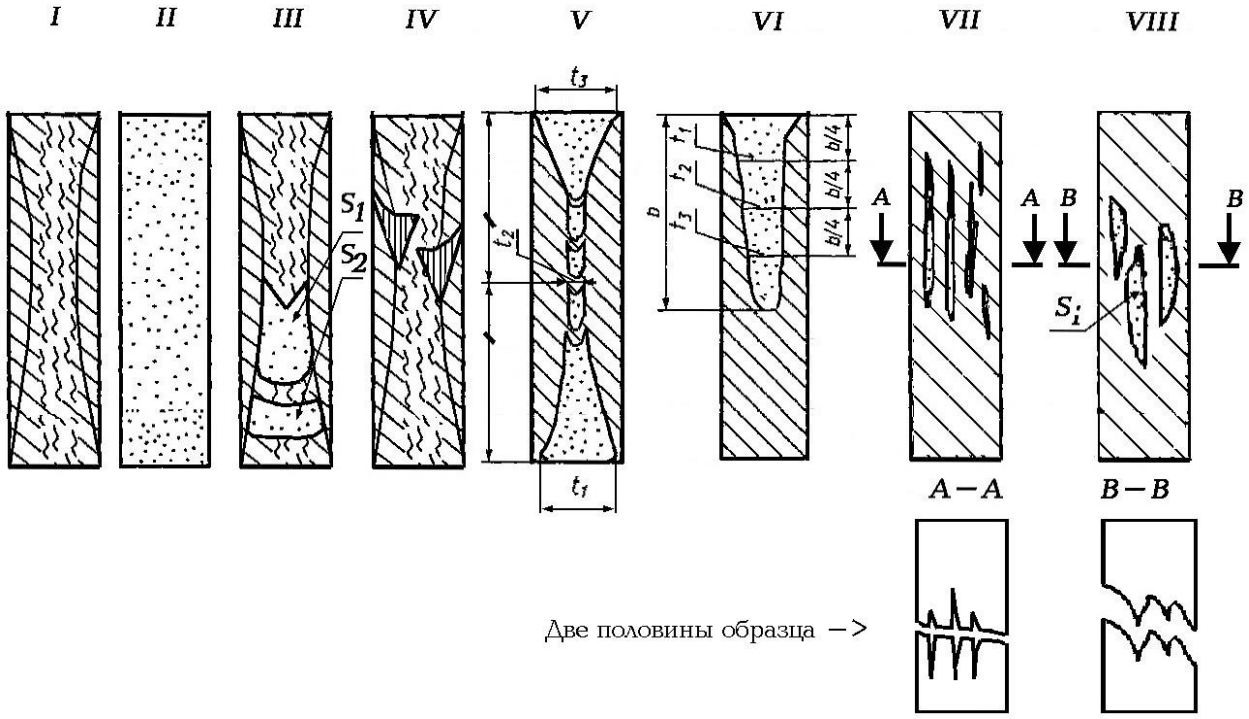

Рис. 2.2.10.2.4.1 Типы разрушения в пределах зачетной площади

Чередующееся разрушение (alternating) — вертикальная кристаллическая полоса в изломе с тонкими перемычками волокнистой составляющей.

Расщепления (separations) — узкие щели, выступы и углубления, «язычки» в изломе, параллельные черновой поверхности металла на одной или обеих парных поверхностях разрушения. Образуются в процессе испытания. На поверхностях расщеплений могут находиться участки кристаллической составляющей, которые не учитываются при оценке излома.

Порядок отнесения участков излома к кристаллическому типу (хрупкое разрушение) и расчета площади кристаллической составляющей S_{cr} в соответствии с рис. 2.2.10.2.4.1:

I — волокнистая составляющая, поверхность матовая, $S_{cr} = O$, $S_d = 100$ %;

II — кристаллическая составляющая, $S_{cr} = S_0$, $S_d = 0$ %. При наличии губ среза, последние не учитываются, если их ширина не превышает 0,5 мм на сторону;

III — отдельные пятна кристаллической составляющей. $S_{cr} = \sum S_i$;

IV — области в виде стрелок учитывают в качестве кристаллической составляющей с понижающим коэффициентом, если они не расположены на губах среза: $S_{cr} = 0{,}5 \sum S_i$;

V — чередующееся разрушение;

$S_{cr} = S_0 \times (\frac{t_1+t_3}{2} + t_2)/2t$,

где t — толщина недеформированного образца до испытания. Волокнистые перемычки не учитывают, если кристаллические пятна расположены по всей высоте излома, в противном случае разрушение относят к типу III;

VI — кристаллический язык;

$S_{cr} = \left(\frac{t_1+t_2+t_3}{3}\right) b$,

где b — длина языка;

VII — расщепления перпендикулярно плоскости излома не учитываются в качестве кристаллической составляющей. $S_{cr} = 0$, $S_d = 100$ % (следует анализировать обе половины образца). Наибольшая высота расщепления измеряется в плоскости излома и указывается в протоколе;

VIII — площадь кристаллических пятен, находящихся под углом к плоскости надреза, учитывают в проекции на плоскость надреза. При значительном отклонении от плоскости надреза следует анализировать обе половины образца, чтобы различать типы разрушения VII и VIII.

2.2.10.2.5 Условия корректности полученных значений T_{kb}.

2.2.10.2.5.1 Геометрические размеры образцов должны находиться в пределах допусков.

2.2.10.2.5.2 Погрешность измерения заданной температуры образца в его сечении с надрезом не превышает ± 2 °C в диапазоне от 150 до – 200 °C.

2.2.10.2.5.3 Погрешность определения количества волокнистой или кристаллической составляющей в изломе образца не превышает + 5 % от площади излома.

2.2.10.2.5.4 Полученная температура T_{kb} является минимальной температурой испытания с шагом не более 5 °C, при которой испытано не менее трех образцов, среднее значение волокнистой составляющей в изломах которых составляет не менее 65% (и ни одно индивидуальное значение не менее 60 %).

2.2.10.3 Испытания для определения температуры NDT в соответствии с 2.2.6.».

3 **Пункт 2.2.10.5** заменяется следующим текстом:

«2.2.10.5 Испытания для определения параметра *CTOD* для основного металла, зоны термического влияния (ЗТВ) и металла шва.

2.2.10.5.1 Общие требования.

2.2.10.5.1.1 Основным назначением испытаний является контроль вида разрушения материалов при наличии трещины в климатическом диапазоне температур. При испытаниях определяется параметр трещиностойкости *CTOD* (критическое раскрытие вершины трещины) при статическом нагружении.

За *CTOD* принимается рассчитанная в соответствии со стандартами одна из следующих величин раскрытия трещины, связанных с определенным видом ее распространения:

δ_c — когда до начала нестабильного разрушения (хрупкого распространения трещины) ее средний стабильный подрост составил менее 0,2 мм;

δ_u — когда до начала нестабильного разрушения (хрупкого распространения трещины) средний стабильный подрост составил более 0,2 мм;

δ_m — когда был достигнут максимум нагрузки без нестабильного разрушения.

2.2.10.5.1.2 Для определения *CTOD* применяются образцы с предварительно выращенной усталостной трещиной, которые испытываются при заданной скорости перемещения нагружающей траверсы испытательной машины, обеспечивающей скорость роста коэффициента интенсивности напряжений в пределах $(0{,}5 - 1{,}5)\ \text{МПа} \cdot \frac{\text{м}^{0,5}}{\text{с}}$ на упругом участке деформирования. Образцы нагружаются до разрушения (полного или частичного) или до превышения максимума усилия, зарегистрированного при пластическом деформировании.

2.2.10.5.2 Образцы для испытаний на *CTOD*.

2.2.10.5.2.1 Пробы для изготовления образцов для испытания на *CTOD* должны отбираться из места, максимально приближенного к месту отбора проб для испытаний на растяжение и ударный изгиб.

2.2.10.5.2.2 Ориентация образцов, если другого не указано, при их изготовлении должна быть такой, чтобы направление распространения трещины совпадало с направлением последней прокатки (преимущественным направлением деформирования металла).

2.2.10.5.2.3 Разрешается испытывать образцы, изготовленные из полуфабрикатов, имеющих угловые деформации и кривизну (например, труб). В этих случаях пробы могут быть выправлены, причем точки приложения нагрузки должны находиться на расстоянии не менее толщины образца от линии надреза, а зона надреза не должна претерпевать влияющих на результаты испытаний деформаций.

2.2.10.5.2.4 Для образцов с остаточными напряжениями, а также подвергнутых правке, допускается механическое снятие остаточных напряжений. Термообработка в этом случае не допускается. Рекомендуемый метод механического снятия остаточных напряжений заключается в локальном сжатии боковых поверхностей образца, прилагаемом в зоне вершины надреза, с пластической деформацией образца не более 0,5 % толщины образца с каждой стороны. Для этого следует использовать пуансоны достаточной площади, чтобы по возможности покрыть образец за одно обжатие. Покрытие вершины надреза обязательно.

2.2.10.5.2.5 При определении трещиностойкости ЗТВ надрез следует выполнять так, чтобы вершина трещины по возможно большей длине ее фронта располагалась в слое, обладающем предположительно наименьшей вязкостью. Рекомендуется для этого применять сварку со специальной разделкой шва (К-образную или несимметричную V-образную со скосом только одной кромки). Технологический процесс сварки должен быть одобрен Регистром.

Особое внимание должно быть уделено применяемым при этом сварочным материалам и погонной энергии сварки. Погонная энергия должна составлять:

не менее 35 кДж/см в общем случае;

не менее 50 кДж/см для стали, предназначенной для сварки на высоких погонных энергиях. При этом значение погонной энергии должно соответствовать максимальной, примененной при освидетельствовании стали с индексом "W".

При проведении испытаний металла ЗТВ рекомендуется предусмотреть также испытания металла сварного шва для примененного технологического процесса сварки, с выполнением надреза в металле шва на расстоянии в пределах 1 мм от линии сплавления. Результаты этих испытаний учитываются при определении корректности данных, полученных для образцов с разметкой надреза по металлу ЗТВ, если металлографическим анализом зафиксировано присутствие на фронте начальной трещины более хрупких нецелевых структурных составляющих.

Перед нанесением разметки и выполнением надреза на образце необходимо осуществить травление и исследование структуры металла зоны термического влияния. Если другие указания отсутствуют, исследуют зоны предполагаемой наименьшей вязкости, которыми следует считать ЗТВ-I — зону наибольшей величины зерен, максимального перегрева при сварке, и ЗТВ-II — зону неполной рекристаллизации. Следует принимать ширину целевых структур равной 0,5 мм, которые отсчитываются внутрь ЗТВ от линии сплавления (для ЗТВ-I) и от границы травимости (для ЗТВ-II).

Для обеих зон необходимо получить как минимум по три корректных результата испытания. Общее количество образцов с надрезом по ЗТВ в серии составляет до 12 на одну температуру испытания, поскольку часть результатов может не удовлетворять условиям корректности испытаний, приведенным в 2.2.10.5.5.

2.2.10.5.2.6 Для испытаний с расположением надреза по линии сплавления или какой-либо другой целевой микроструктуре считается достаточным наличие по фронту начальной усталостной трещины участка целевой микроструктуры протяженностью 15 % толщины образца, если другого не указано Регистром. Для испытаний с расположением надреза по центру шва считается достаточным 70 % металла шва по фронту начальной трещины.

2.2.10.5.3 Типы образцов.

2.2.10.5.3.1 Для испытаний изготавливаются образцы следующих типов:

.1 образцы прямоугольного сечения на трехточечный изгиб;

.2 образцы компактные на внецентренное растяжение;

.3 образцы квадратного сечения на трехточечный изгиб.

Толщина образцов *t* должна составлять не менее 85 % натурной толщины полуфабриката. Для полуфабрикатов толщиной свыше 80 мм допускается снижение толщины образца *t* по сравнению с натурной толщиной полуфабриката *S* более, чем на 15 % но не более, чем на 50 %, что должно повлечь снижение температуры испытаний на величину $17ln\left(\frac{S}{t}\right)$ °С.

2.2.10.5.3.2 Образцы прямоугольного сечения *t* × (2*t*) на трехточечный изгиб являются основными. Для снижения металлоемкости и облегчения испытаний основного металла и металла шва сварных соединений допускается применять компактные образцы с толщиной, максимально приближенной к натурной толщине полуфабриката, из следующего ряда: 25 мм, 50 мм, 75 мм, 100 мм. С той же целью для испытаний металла зоны термического влияния и металла шва сварных соединений в толщине 40 мм и более допускается использовать образцы на трехточечный изгиб квадратного сечения *t* × *t*.

2.2.10.5.4 Оборудование, оснастка и средства измерений.

2.2.10.5.4.1 В общем случае оборудование, оснастка и средства измерений должны удовлетворять требованиям стандартов и настоящих Правил и периодически контролироваться и калиброваться уполномоченными на то национальными органами.

2.2.10.5.4.2 В качестве машин для испытаний следует использовать сервогидравлические или электромеханические, с верхней границей рабочего диапазона нагрузок от 100 до 3000 кН, обеспечивающие нагружение со скоростями, установленными

в 2.2.10.5.1 и погрешностью измерения нагрузки не более ±0,1 % от верхней границы рабочего диапазона. Системы для измерения приложенной силы и регистрации результатов должны позволять делать запись диаграмм: «приложенная нагрузка — раскрытие берегов надреза».

2.2.10.5.4.3 Оснастка для испытаний на трехточечный изгиб должна обеспечивать возможность вращения и малого независимого перемещения опорных роликов с целью поддержания непрерывного контакта качения в течение всего испытания. Диаметр роликов должен составлять от 0,5 до 1,0 высоты образца.

2.2.10.5.4.4 Приспособления для нагружения компактных образцов (серьги и пальцы) должны допускать выравнивание образца при нагружении, для чего зазор между образцом и внутренними поверхностями серег должен быть увеличен до 0,5 — 1,0 мм, и обеспечивать отсутствие заклинивания пальцев при пластическом деформировании образца.

2.2.10.5.4.5 Погрешность при определении температуры испытаний не должна превышать ±1,5 °С. Измерения температуры должны проводиться термоэлектрическими преобразователями с вторичными измерительными приборами точностью не ниже 0,5.

2.2.10.5.4.6 Раскрытие берегов трещины измеряется с помощью датчиков перемещения с базой от 5,0 до 12,5 мм, с диапазоном измерения от ±10 % до ±50 % от базы. Погрешность измерения перемещения с их помощью не должна превышать ±1,5 % от верхней границы рабочего диапазона.

2.2.10.5.4.7 Датчик перемещения должен проходить тарировку перед каждой серией измерений идентичных образцов. Если датчик хорошо изолирован от образца, тарировка при комнатной температуре считается достаточной.

Погрешность тарировки не более 0,003 мм.

2.2.10.5.5 Условия корректности полученных значений *CTOD*.

2.2.10.5.5.1 Геометрические размеры образцов должны находиться в пределах стандартных допусков.

2.2.10.5.5.2 Отношение длины трещины к высоте образца должно находиться в диапазоне от 0,45 до 0,55 для всех типов образцов.

2.2.10.5.5.3 Минимальная протяженность усталостной трещины определяется как большее из следующих значений: 1,3 мм или 2,5 % высоты образца.

2.2.10.5.5.4 Разница между двумя любыми из измерений длины начальной усталостной трещины не должна превышать 10 % среднего значения длины трещины по этим измерениям. При испытаниях образцов из сварных соединений допуск может быть увеличен до 20 %.

Примечание. Длину исходной усталостной трещины измеряют в девяти равноотстоящих точках, крайние из которых расположены на расстоянии 0,01*t* от боковых поверхностей образца в месте максимальной утяжки после испытания.

2.2.10.5.5.5 При испытаниях металла зоны термического влияния считается достаточным наличие по фронту начальной усталостной трещины участка целевой структуры протяженностью 15 % в переделах средних трех четвертей толщины образца.

2.2.10.5.6 Определение результата испытания на *CTOD*.

2.2.10.5.6.1 Значение параметра трещиностойкости *CTOD* основного металла и металла сварного соединения для данной температуры определяется как среднее из результатов испытаний при следующих условиях:

При получении трех-четырех корректных результатов испытаний ни один из полученных результатов не должен быть менее 70 % от среднего для основного металла и менее 50 % для металла сварного соединения.

При получении пяти и более корректных результатов испытаний допустимо исключение одного минимального результата из рассмотрения. Остальные результаты должны быть не менее 70 % от среднего для основного металла и менее 50 % для металла сварного соединения.

При невыполнении этих условий за величину *CTOD* принимается минимальное зарегистрированное значение этого параметра, или второе снизу при пяти и более корректных результатах.

2.2.10.5.6.2 Нестабильным разрушением образца считается полное или частичное разрушение (проскок трещины) образца, при котором регистрируется падение нагрузки и неконтролируемое возрастание перемещений более чем на 1 %.».

4 **Пункт 2.2.10.6** исключается.

3 СТАЛЬ И ЧУГУН

5 **Пункт 3.2.9** заменяется следующим текстом:

«3.2.9 Маркировка и документы.

3.2.9.1 Идентификация, маркировка и выдаваемые документы — в соответствии с требованиями 1.4.

3.2.9.2 Каждый листовой и полосовой полуфабрикат должен иметь четко нанесенное обусловленным способом в обусловленном месте клеймо Регистра.

3.2.9.2.1 Маркировка должна включать унифицированное обозначение категории стали и уровня прочности (например, A, D36, E550).

3.2.9.2.2 По требованию Регистра или потребителя после обозначения категории должен добавляться индекс, указывающий состояние поставки (например E36TM, E690QT).

3.2.9.2.3 Сталь, поставляемая под техническим наблюдением Регистра, перед унифицированным обозначением категории и предела текучести может иметь индекс "PC" (например, PCE36TM).

3.2.9.2.4 Сталь, удовлетворяющая требованиям 3.5.3 к характеристикам вязкости и хладостойкости, после унифицированного обозначения категории и уровня прочности должна иметь индекс "Arc" со значением расчетной температуры материала без знака «минус» (например, PCF36Arc40, PCD500Arc30).

3.2.9.2.5 Сталь, удовлетворяющая требованиям 3.14, после унифицированного обозначения категории и уровня прочности должна иметь индекс "Z" с соответствующим значением уровня зет-свойств (PCD40Z35).

3.2.9.2.6 Сталь, удовлетворяющая требованиям 2.2.3 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов, после унифицированного обозначения категории и уровня прочности должна иметь индекс "W". После указанного индекса может быть добавлена условная запись наибольшей погонной энергии, примененной для изготовления образцов для проведения испытаний (например, PCF500W, PCD460W300).

3.2.9.2.7 При поставке допущенной Регистром стали, не в полной мере отвечающей требованиям Правил (см. 3.2.1.1) к химическому составу, после обозначения категории и предела текучести может указываться индекс "S" (например, PCE36STM или PCD36S).».

6 **Пункты 3.5.1.1** и **3.5.1.2** заменяются следующим текстом:

«3.5.1.1 Настоящие требования распространяются на следующие материалы, применяемые в конструкциях и механизмах судов и ПБУ/МСП:

листовую, полосовую, профильную и сортовую сталь повышенной прочности категории F;

листовую, полосовую, профильную и сортовую сталь повышенной и высокой прочности с индексом "Arc";

поковки и отливки, применяемые при температурах эксплуатации –30 °C и ниже.

3.5.1.2 Общие требования к стальному прокату в зависимости от выбранного уровня прочности и условий эксплуатации, в том числе к изготовлению, осмотру, идентификации, маркировке и документации для проката, содержатся в 3.2, 3.13, 3.14 и 3.17.

Общие требования к изготовлению, осмотру, идентификации, маркировке и документации для поковок и отливок изложены в 3.7 и 3.8 соответственно.

Дополнительные требования к стальному прокату стали повышенной прочности категории F изложены в 3.5.2.

Дополнительные требования к сталям с индексом "Arc" изложены в 3.5.3.

Дополнительные требования к прокату толщиной 15 мм и менее приводятся в 3.5.4.

Дополнительные требования к поковкам и отливкам, работающим при расчетной температуре –30 °C, изложены в 3.5.5 и 3.5.6 соответственно.».

7 **Пункты 3.5.1.6 — 3.5.1.8** заменяется следующим текстом:

«3.5.1.6 Выбор листового, полосового, профильного стального проката, а также стальных поковок и отливок для элементов конструкций корпуса, судовых устройств и механизмов, подверженных длительному воздействию низких температур, производится с учетом установленного значения расчетной температуры конструкции и/или группы связей.

3.5.1.7 Для изготовления элементов конструкций корпуса судов и ПБУ/МСП, выходящих по толщине за область регламентирующих выбор требований Правил, а также элементов, подверженных длительному воздействию низких температур и многоцикловым нагружениям, рекомендуется применять сталь с индексом "Arc", отвечающую требованиям 3.5.3, со значением T_d, соответствующим расчетной температуре элемента конструкции T_D.

3.5.1.8 Испытания стали выполняются в соответствии с требованиями разд. 2 по одобренным Регистром программам.».

8 **Пункт 3.5.1.9** исключается.

9 **Пункт 3.5.2** заменяется следующим текстом:

«**3.5.2 Судостроительная сталь повышенной прочности категории F.**

3.5.2.1 Общие положения.

Настоящие требования распространяются на судостроительную листовую, полосовую, профильную и сортовую сталь повышенной прочности категории F.

В случаях, предусмотренными другими частями Правил, к стальному прокату повышенной прочности категории F могут предъявляться дополнительные требования.

Требования к стали категории F высокой прочности изложены в главе 3.13.

3.5.2.2 Степень пластической деформации при прокатке, как минимум, должна составлять 5:1.

3.5.2.3 Химический состав и структура.

Содержание химических элементов в составе не должно выходить за предельные значения, приведенные в табл. 3.5.2.3. Сталь должна быть полностью раскислена и обработана измельчающими зерно элементами.

3.5.2.3.1 Параметры микроструктуры должны отвечать следующим требованиям:

.1 для сталей повышенной прочности с феррито-перлитной структурой:

.1.1 размер зерна феррита не должен быть крупнее 8 номера по ГОСТ 5639-82;

.1.2 феррито-перлитная полосчатость по ГОСТ 5640-68 (шкала 3, ряд А) – не более 2 баллов;

.2 для сталей повышенной прочности с феррито-бейнитной структурой:

.2.1 размер зерна феррита не должен быть крупнее 9 номера по ГОСТ 5639-82;

.2.2 коэффициент анизотропии структуры не более 1;

.2.3 должна быть определена доля и размер бейнитных областей реечной морфологии.

.3 для бейнито-мартенситных сталей высокой прочности размер бывшего зерна аустенита не должен быть крупнее 6 номера по ГОСТ 5639-82.

Методики определения и критерии оценки структуры стали должны соответствовать указанным выше, либо эквивалентным стандартам (например, ASTM E112-13).

3.5.2.4 Механические свойства.

Механические свойства стали категорий F32, F36 и F40 при испытаниях на растяжение и ударный изгиб должны отвечать требованиям табл. 3.5.2.4. Для стали толщиной более 40 мм дополнительно к 3.2.5 проводятся испытания по определению работы удара на образцах, вырезанных из середины толщины листа. При этом результаты испытаний также должны удовлетворять требованиям табл. 3.5.2.4.

3.5.2.5 Состояние поставки.

Состояние поставки стали категорий F32, F36 и F40 – в соответствии с требованиями табл. 3.2.6.4.

Таблица 3.5.2.3

Химический состав судостроительной стали

Категория	Содержание элементов, %													
	C	Mn	Si	P	S	Al, растворимый в кислоте), min	Nb	V	Ti	Cu	Cr	Ni	Mo	N
	max		max						max					
F32	0,16	0,90 – 1,60	0,50	0,025	0,025	0,015	0,02 – 0,05	0,05 – 0,10	0,02	0,35	0,20	0,80	0,08	0,009
F36	0,16	0,90 – 1,60	0,50	0,025	0,025	0,015	0,02 – 0,05	0,05 – 0,10	0,02	0,35	0,20	0,80	0,08	(0,012 – если Al
F40	0,16	0,90 – 1,60	0,50	0,025	0,025	0,015	0,02 – 0,05	0,05 – 0,10	0,02	0,35	0,20	0,80	0,08	присутствует)
							общее содержание 0,12 % max							
Примечание. См. примечания 1 – 7 к табл. 3.2.2-2.														

Таблица 3.5.2.4

Механические свойства стали повышенной прочности категории F

Категория	Предел текучести R_{eH}, min, МПа	Временное сопротивление R_m, МПа	Относительное удлинение A_5, min, %	Испытание на ударный изгиб					
				Температура испытания, °C	Среднее значение работы удара *KV*, min, Дж				
					t ≤ 50 мм		50 < t ≤ 70 мм		70 < *t* мм	
					KVL	*KVT*	*KVL*	*KVT*	*KVL*	*KVT*
F32	315	440 – 570	22	–60	31	22	38	26	46	31
F36	355	490 – 630	21	–60	34	24	41	27	50	34
F40	390	510 – 660	20	–60	39	26	46	31	55	37
Примечание. См. примечания 8 и 9 к табл. 3.2.2-2.										

».

10 **Пункты 3.5.3** и **3.5.4** заменяются следующим текстом:

«**3.5.3 Судостроительная сталь с индексом "Arc".**

3.5.3.1 Общие положения.

3.5.3.1.1 "Arc" – индекс, добавляемый к обозначению стали категории, для которой выполнен комплекс дополнительных испытаний по программам Регистра с целью определения характеристик вязкости и хладостойкости (см. 2.2.10 и 3.5.3.3 – 3.5.3.6), удовлетворяющих требованиям к Z-свойствам не менее чем на 35 % согласно требованиям 3.14. Рядом с индексом указывается минимальная рабочая температура материала T_d, без знака «минус», до которой сталь может быть использована для любых конструктивных элементов без ограничений.

3.5.3.1.2 Степень пластической деформации при прокатке, как минимум, должна составлять 5:1.

3.5.3.2 Химический состав и структура.

3.5.3.2.1 Химический состав стали повышенной прочности с индексом "Arc" должен удовлетворять требованиям табл. 3.5.3.2.1. Если не оговорено иное, химический состав стали высокой прочности с индексом "Arc", должен отвечать требованиям, установленным табл. 3.13.3.1. Для сталей высокой прочности допускаются отклонения в содержании отдельных химических элементов, углеродного эквивалента $C_{экв}$ и параметра трещиностойкости P_{cm}, обусловленные необходимостью достижения требований к хладостойкости.

Таблица 3.5.3.2.1

Химический состав стали повышенной прочности с индексом "Arc"

Категория	PCA32Arc PCD32Arc PCE32Arc PCF32Arc	PCA36Arc PCD36Arc PCE36Arc PCF36Arc	PCA40Arc PCD40Arc PCE40Arc PCF40Arc
Раскисление	Спокойная, обработанная измельчающими зерно элементами		
C max	0,12		
Si max	0,50		
Mn	0,60-1,60		
P max	0,015		
S max	0,008		
Cu max	0,35		
Cr max	–		
Ni max	0,40 (0,80 – для стали категории F)		
Mo max	0,08		
$Al_{растворим.\ в\ кислоте}$, max	0,055		
$Al_{общее\ содержание}$, max	0,06		
Nb max	0,05		
V max	0,10		
Ti max	0,05		
N max	0,009		
Sn max	0,02		
Sb max	0,10		
Pb max	0,005		
As max	0,02		
Bi max	0,005		
B max	0,0005		
P_{cm}* max	0,22 для низколегированной и марганцевой стали		

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn + Cu + Cr}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5 \cdot B$$

3.5.3.2.2 Сталь повышенной прочности должна быть спокойной, обработана измельчающими зерно элементами. Для производства стали высокой прочности должна применяться вакуумная дегазация. В стали с индексом "Arc" содержание углерода должно быть не более 0,12 %, содержание серы не должно превышать 0,005 %, фосфора — 0,010 %, азота — 0,008 %, кислорода — 30 ppm, водорода — 2,5 ppm. Допускается содержание

азота до 0,012 % при условии, что Al/N < 2. При содержании азота в интервале от 0,009 до 0,012 % включительно, для стали повышенной прочности необходимо проведение дополнительных испытаний на механическое старение.

3.5.3.2.3 В составе проката из стали повышенной прочности и высокой прочности уровней 420, 460 и 500, поставляемом после термомеханической обработки (ТМ) и контролируемой прокатки (CR), допускается снижение массовой доли углерода до 0,05 %, при этом максимальное значение содержания углерода не должно превышать 0,10 %.

3.5.3.2.4 Состояние структуры должно отвечать требованиям 3.5.2.3.1.

3.5.3.3 Механические свойства.

3.5.3.3.1 Механические свойства стали должны удовлетворять требованиям к стали соответствующей категории согласно 3.2, 3.5.2 и 3.13 для соответствующего уровня прочности и 3.14 для уровня Z-свойств 35 %. Величина работы удара при испытаниях на ударный изгиб должна отвечать требованиям табл. 3.5.3.3.1.

Таблица 3.5.3.3

Значения работы удара для стали повышенной и высокой прочности с индексом "Arc" при испытании на ударный изгиб

Категория	Температура испытаний на ударный изгиб, °C	Среднее значение работы удара, KV_T, Дж, min	Работа удара одного образца, KV_T, Дж, min
PCA32Arc	0	50	35
PCD32Arc	–20		
PCE32Arc	–40		
PCF32Arc	–60		
PCA36Arc	0		
PCD36Arc	–20		
PCE36Arc	–40		
PCF36Arc	–60		
PCA40Arc	0		
PCD40Arc	–20		
PCE40Arc	–40		
PCF40Arc	–60		
PCA420Arc	0	80	56
PCD420Arc	–20		
PCE420Arc	–40		
PCF420Arc	–60		
PCA500Arc	0		
PCD500Arc	–20		
PCE500Arc	–40		
PCF500Arc	–60		
PCA550Arc	0		
PCD550Arc	–20		
PCE550Arc	–40		
PCF550Arc	–60		
PCA620Arc	0		
PCD620Arc	–20		
PCE620Arc	–40		
PCF620Arc	–60		
PCA690Arc	0		
PCD690Arc	–20		
PCE690Arc	–40		
PCF690Arc	–60		

При этом программа испытаний при первоначальном освидетельствовании производства Регистром в соответствии с 1.3.1.2 для определения возможности добавления к категории стали индекса "Arc" включает:

.1 определение температур вязко-хрупкого перехода для оценки способности материала тормозить распространение хрупкого разрушения (T_{kb}, *NDT, DWTT*):

испытания для определения температуры T_{kb} выполняются в соответствии с 2.2.10.2 для листового проката толщиной 10 мм и более;

испытания для определения температуры *NDT* выполняются в соответствии с 2.2.10.3 для листового проката толщиной 16 мм и более;

испытания для определения температуры *DWTT* выполняются в соответствии с 2.2.10.4 для листового проката в диапазоне толщин от 10 мм до 40 мм;

.2 определение параметра трещиностойкости CTOD для основного металла и металла ЗТВ при испытаниях образцов, вырезанных из сварных стыковых соединений в соответствии с 2.2.10.5 для листового проката толщиной 16 мм и более.

Испытания сталей с индексом "Arc" с целью определения температуры T_d, как правило, проводятся в температурном диапазоне, включающем температуру T_D. Величина T_d определяется с интервалом 10 °С.

Для одного технологического процесса производства стали (выплавка, прокатка, состояние поставки), результаты указанных выше испытаний, полученные на прокате наибольшей толщины, могут быть распространены на прокат меньших на 40 % толщин и низших категорий и уровней прочности при условии идентичности его химического состава, технологии изготовления и термической обработки испытанному материалу. При этом, если по расчетам распространение достигнет толщин 15 мм и менее, то наименьшая толщина, до которой распространяется одобрение Регистра, принимается более 15 мм.

3.5.3.3.2 Средняя величина *CTOD* для основного металла должна быть не ниже требуемой, согласно табл. 3.5.3.3.2, при этом минимальное значение должно составлять не менее 0,7 от требуемой величины. Испытания проводятся в соответствии с требованиями разд. 2 по одобренным Регистром программам.

Наиболее низкая температура испытаний, при которой полученные результаты испытаний отвечают требованиям табл. 3.5.3.3.2, принимается за минимальную температуру $T_{d(CTODbm)}$ по данному виду испытаний.

Таблица 3.5.3.3.2

Требования к величине CTOD для основного металла стали с индексом "Arc", мм

Толщина, мм, не более	Уровень прочности (требуемое минимальное значение предела текучести, МПа)									
	Норм.	315	355	390	420	460	500	550	620	690
20	–	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,20[1]	0,20[1]
30	–	0,15	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20[1]	0,25[1]
40	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25[1]	0,30[1]
50	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,25[1]	0,25[1]	0,30[1]
70	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30[1]	0,30[1]	0,35[1]
80	0,20	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30[1]	0,35[1]	0,35[1]
100	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,35	0,35	0,35[1]	0,40[1]	0,40[1]

[1] Результат испытаний считается также удовлетворительным, если до начала нестабильного хрупкого разрушения для всех испытанных образцов был достигнут максимум нагрузки, независимо от достигнутой величины δ_m, см. 2.2.10.5.1.1.

3.5.3.3.3 Средняя величина *CTOD* металла зоны термического влияния (ЗТВ) должна быть не ниже требований табл. 3.5.3.3.3, при этом минимальное значение должно составлять не менее половины от требуемой величины. При увеличении количества корректных испытаний до 5 и более, один наименьший результат может не учитываться.

Таблица 3.5.3.3.3

Требование к величине *CTOD* для металла ЗТВ, мм

Толщина, мм, не более	Уровень прочности (требуемое минимальное значение предела текучести, МПа)									
	Норм.	315	355	390	420	460	500	550	620	690
20	–	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15[1]	0,20[1]
30	–	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15	0,20[1]	0,20[1]
40	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,20[1]	0,20[1]
50	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15	0,20[1]	0,20[1]	0,25[1]
70	0,10	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,25[1]	0,25[1]	0,30[1]
80	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25[1]	0,30[1]	0,30[1]
100	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,30[1]	0,35[1]	0,35[1]

[1] Результат испытаний считается также удовлетворительным, если до начала нестабильного хрупкого разрушения для всех испытанных образцов был достигнут максимум нагрузки, независимо от достигнутой величины δ_m, см. 2.2.10.5.1.1.

Наиболее низкая температура испытаний, при которой полученные результаты испытаний отвечают требованиям табл. 3.5.3.3.3, принимается за минимальную температуру $T_{d(CTODhaz)}$ по данному виду испытаний.

3.5.3.3.4 По результатам испытаний на *NDT*, T_{kb} и *DWTT* определяются расчетные температуры материала для каждого вида испытаний ($T_{d(NDT)}$, $T_{d(Tkb)}$, $T_{d(DWTT)}$), наивысшая из этих температур обозначается как $T_{d(b-d)}$, которая принимается за температуру вязко-хрупкого перехода представленной стали. Определение значений температур $T_{d(NDT)}$, $T_{d(Tkb)}$, $T_{d(DWTT)}$ для стали с индексом "Arc" в зависимости от толщины проката производится согласно табл. 3.5.3.3.4.

Таблица 3.5.3.3.4

Определение температур $T_{d(NDT)}$, $T_{d(Tkb)}$, $T_{d(DWTT)}$

Толщина проката, мм	$T_{d(NDT)}$, °C	$T_{d(Tkb)}$, °C	$T_{d(DWTT)}$, °C
От 10 до 15 вкл.	–	T_{kb}	*DWTT*
Свыше 15 до 25 вкл.	*NDT*	T_{kb}	*DWTT*
Свыше 25 до 30 вкл.	*NDT* + 15	T_{kb}	*DWTT*
Свыше 30 до 40 вкл.	*NDT* + 20	T_{kb} – 15	*DWTT* – 10
Свыше 40 до 50 вкл.	*NDT* + 25	T_{kb} – 25	—
Свыше 50 до 60 вкл.	*NDT* + 30	T_{kb} – 30	—
Свыше 60	*NDT* + 30	[1]	—

[1] При дополнительном условии: $T_{kb} < 0{,}5T_{d(NDT)} + 15$.

Примечание. Дополнительное условие означает $T_{kb} \le -5°$ для Arc40, и $T_{kb} \le -15°$ для Arc60.

Для металла толщиной 40 мм и более, при получении различия между температурами *NDT* и T_{kb} более 50 °C, для контроля неоднородности свойств материала по сопротивлению хрупкому разрушению, могут быть проведены дополнительные испытания *NDT* образцов, вырезанных из середины толщины проката в соответствии с 2.2.10.3. Температура *NDT*, полученная при данных испытаниях, может рассматриваться как заменяющая температуру $T_{d(Tkb)}$. Возможно определение $T_{d(b-d)}$ на основе определения одной или двух температур вязко-хрупкого перехода: $T_{d(NDT)}$, $T_{d(Tkb)}$ или $T_{d(DWTT)}$.

3.5.3.3.5 За минимальную рабочую температуру материала T_d, до которой данная сталь может быть использована для всех конструктивных элементов без ограничения, принимают наиболее высокое из значений по всем видам испытаний:

$$T_d = \max\left(T_{d(CTODbm)}, T_{d(CTODhaz)}, T_{d(b-d)}\right).$$».

3.5.4 Требования к листовому прокату толщиной 15 мм и менее.

Изготовление и поставка стального проката, предназначенного для работы при низких температурах, толщиной от 6 до 15 мм включительно, без проведения механических испытаний не допускается. При выполнении механических испытаний, обязательными являются испытания на ударный изгиб (*KV*) при температуре не выше T_D, на образцах согласно 2.2.3.1.

Для проката уровня прочности 460 МПа и выше, требуется предоставить результаты дополнительных испытаний (см. 2.2.10). Методики, критерии и объем таких испытаний должны быть согласованы с Регистром заранее. Кроме того, в случае если специальные испытания, приведенные выше, не выполнялись, устанавливаются особые нормы работы удара основного металла и сварных соединений (см. табл. 3.5.4.1) при температуре не выше T_D. На одном из трех образцов допускается снижение работы удара до 70 % от требуемого значения. Для проката толщиной менее 10 мм требуемая работа удара рассчитывается по формуле (2.2.3.1.1).

Таблица 3.5.4

Нормы работы удара металла листового проката и сварных соединений в толщине до 15 мм при температуре не выше T_d для судов ледовых классов и ледоколов в отсутствие проведения специальных испытаний

Минимальный предел текучести, МПа	Минимальное среднее значение для трех образцов	
	толщина проката до 10 мм вкл.	толщина проката св. 10 до 15 мм вкл.
460	46 *L*, 31 *T*	60 *L*, 40 *T*
500	50 *L*, 33 *T*	68 *L*, 45 *T*
550	55 *L*, 37 *T*	83 *L*, 55 *T*
620	70 *L*, 46 *T*	98 *L*, 65 *T*
690	86 *L*, 57 *T*	120 *L*, 80 *T*

».

11 Требования **существующих пунктов 3.5.3** и.**3.5.4** переносятся в **новые пункты 3.5.5** и **3.5.6** соответственно.

12 **Существующий пункт 3.5.5** заменяется следующим текстом:

«**3.5.7 Сварка.**

3.5.7.1 Технологические требования к процессам изготовления сварных конструкций, контролю сварных соединений, сварочным материалам, должны соответствовать части XIV «Сварка».

3.5.7.2 Выбор категории сварочных материала для сварки конструкций из сталей нормальной, повышенной и высокой прочности производится в соответствии с 2.2 части XIV «Сварка» настоящих Правил и/или 2.5 части XIII «Сварка» Правил классификации, постройки и оборудования ПБУ/МСП.».

13 **Пункт 13.13.1** заменяется следующим текстом:

«3.13.1 Общие требования.

Настоящие требования распространяются на подлежащую освидетельствованию Регистром при изготовлении горячекатаную свариваемую листовую и широкополосную сталь высокой прочности, предназначенную для применения на морских судах и ПБУ/МСП.

В зависимости от гарантированного минимума предела текучести сталь условно делится на восемь уровней прочности: 420, 460, 500, 550, 620, 690, 890 и 960 МПа; для каждого уровня прочности в зависимости от температуры испытаний на ударный изгиб условно установлены четыре категории: A, D, E и F.

На стали уровней прочности 890 и 960 МПа категория F не распространяется.

Требования к прокату толщиной 15 мм и менее, предназначенному для работы при низких температурах, приводятся в 3.5.4. Сталь высокой прочности изготавливается признанными согласно 1.3.1.2 предприятиями.

Внимание потребителей должно быть обращено на то, что для конструкций, подвергающихся нагрузкам, вызывающим усталость материала, реальная усталостная прочность сварного соединения стали высокой прочности не может превышать установленную для сварного соединения стали нормальной прочности.

Перед тем как подвергать прокат, произведенный методом термомеханической обработки, последующему нагреву для выполнения формовочных работ или для снятия напряжений, или выполнения сварки при высокой погонной энергии, требуется исследование возможности снижения механических свойств стали в процессе эксплуатации.».

14 **Пункт 3.13.7**. Текст пункта заменяется следующим текстом:

«**3.13.7 Механические свойства.**

Требования к прочности и работе удара для высокопрочной стали приведены в табл. 3.13.7-1 и 3.13.7-2.

В случае испытаний профильного, фасонного или трубного стального проката, требуемые значения относительного удлинения принимаются на 2 % выше приведенного в табл. 3.13.7-1 и 3.13.7-2.».

15 **3.17.1.3**. Текст пункта заменяется следующим:

«3.17.1.3 В качестве основного слоя двухслойной стали применяется судостроительный прокат с пределом текучести от 235 МПа до 690 МПа категорий от B до F в соответствии с требованиями 3.2, 3.5, 3.13 и 3.14. Выбор стали осуществляется в соответствии с назначением конструкции (см. 1.2 части II «Корпус» настоящих Правил и 1.5 части II «Корпус» Правил классификации, постройки и оборудования ПБУ/МСП), исходя из расчетной температуры эксплуатации материала T_D, ответственности элемента конструкции (специальные или основные), толщины основного слоя, требований к Z-свойствам и условий нагружения.

В случаях, не регламентированных табл. 1.5.1.2 части II «Корпус» Правил классификации, постройки и оборудования ПБУ/МСП, выбор категории стали для основного слоя должен удовлетворять требованиям 3.5 для стали с индексом "Arc". Основной металл должен иметь толщину более 10 мм.

В качестве плакирующего слоя используются аустенитные или аустенитно-ферритные нержавеющие стали (A и AF классов), химический состав и свойства которых должны соответствовать требованиям 3.16.

Использование других классов коррозионно-стойких материалов в качестве плакирующего слоя должно быть согласовано с потребителем и находится в области ответственности изготовителя. Номинальная толщина плакирующего слоя должна быть не менее 2 мм.

Выбор стали плакирующего слоя осуществляется с учетом условий эксплуатации.».

16 **Пункт 3.17.4.1**. Текст пункта (до **3.17.4.1.1**) заменяется следующим:

«**3.17.4.1** Объем испытаний при первоначальном освидетельствовании определяется программой, разработанной в соответствии с требованиями 2.2.1.3.1 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов. Программа подлежит одобрению Регистром.

Дополнительно, должны быть произведены следующие виды испытаний:

растяжение образца из плакированного листа натурной толщины;

испытание на изгиб образцов с плакировкой;

испытание на срез плакирующего слоя;

испытание плакирующего слоя на стойкость против межкристаллитной коррозии (МКК), если таковое испытание не было произведено на исходном материале;

испытание по определению зет-свойств основного слоя, если таковое испытание не было произведено на исходном материале;

испытание по определению хладостойкости и трещиностойкости основного слоя, если таковые испытания не были произведены на исходном материале.».

17 **Пункт 3.17.4.1.6** заменяется следующим текстом:

«**3.17.4.1.6** Хладостойкость и трещиностойкость основного слоя определяется испытаниями по методикам, изложенным в 2.2.10.

Критерии испытаний изложены в 3.5.3.3.5.».

18 **Пункты 3.17.4.1.7 — 3.17.4.1.11** исключаются.

19 **Существующий пункт 3.17.4.1.12** заменяется следующим текстом:

«**3.17.4.1.7** Испытания сварного соединения на стойкость МКК.

3.17.4.1.7.1 Испытания сварного соединения плакированной стали на стойкость к МКК производятся в соответствии с 6.7.3.7 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов.

3.17.4.1.7.2 Устойчивость против МКК сварных соединений проверяется для каждого способа сварки каждой партии плакированных листов, имеющих плакировку из одной партии и изготовленных одинаковым способом.

3.17.4.1.7.3 Методика испытаний сварных соединений на устойчивость против МКК должна быть предварительно согласована с Регистром и отвечать требованиям разд. 2.».