



# РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

**ЦИРКУЛЯРНОЕ ПИСЬМО № 314-53-1013ц** от 17.05.2017

Касательно:

внесения изменений в часть XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов, 2017, НД № 2-020101-095

Объект наблюдения:

судостроительная сталь

Ввод в действие 01.07.2017

Срок действия: до -

Срок действия продлен до

Отменяет / изменяет / дополняет циркулярное письмо № - от -

Количество страниц: 1+8

Приложения: текст изменений к части XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов, 2017, НД №2-020101-095

Генеральный директор  
К.Г.Пальников

Вносит изменения в Правила классификации и постройки морских судов, 2017, НД №2-020101-095

Настоящим информируем, что в связи с вступлением в силу 01.07.2017 г. новой редакции УТ МАКО W16 (Rev.3 Mar 2016) «Сталь высокой прочности для стальных конструкций» / "High Strength Steels for Welded Structures", в часть XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов, 2017, НД №2-020101-095, вносятся изменения, приведенные в приложении к настоящему циркулярному письму.

Указанные изменения требований должны применяться к судам с контрактом на постройку 1 июля 2017 или после этой даты.

Оригинал новой редакции УТ МАКО W16 (Rev.3 Mar. 2016) размещен на служебном сайте РС в разделе «Внешние нормативные документы», а также на официальном сайте МАКО: [www.iasc.org.uk](http://www.iasc.org.uk)

Вышеуказанные изменения будут внесены в Правила классификации и постройки морских судов при переиздании.

Необходимо выполнить следующее:

1. Ознакомить инспекторский состав подразделений РС, а также заинтересованные организации и лица в регионе деятельности подразделений РС с содержанием настоящего циркулярного письма.
2. Применять положения, введенные настоящим циркулярным письмом, при рассмотрении и одобрении технической документации.

Исполнитель: Юрков М.Е.  
Система «ТЕЗИС»: 17-97621

Отдел 314

+7 (812) 314-07-34

**ПРАВИЛА КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ МОРСКИХ СУДОВ, 2017,  
НД № 2-020101-095**

**ЧАСТЬ XIII. МАТЕРИАЛЫ**

**Глава 3.13. СТАЛЬ ВЫСОКОЙ ПРОЧНОСТИ ДЛЯ СВАРНЫХ КОНТСТРУКЦИЙ**  
заменяется следующим текстом:

**«3.13 СТАЛЬ ВЫСОКОЙ ПРОЧНОСТИ ДЛЯ СВАРНЫХ КОНТСТРУКЦИЙ**

**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 подразделяется 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 установлены четыре категории: А, D, E, F. На стали с уровнями прочности 890 и 960 МПа категория F не распространяется.

Требования к прокату толщиной 15 мм и менее, предназначенному для работы при расчетных температурах ниже — 30 °С, приводятся в 3.5.2.6. 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, реальная усталостная прочность сварного соединения стали повышенной 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 будущем.

### 3.13.2 Процесс изготовления стали.

Вакуумная дегазация стали должна применяться в случаях:  
 производства стали с улучшенными свойствами по толщине;  
 производства стали категорий PC690, PC890, PC960.

Сталь должны быть полностью раскислена и обработана измельчающими зерно элементами. Индекс зерна должен быть равен или превышать 6 в соответствии с ISO 643 или иным согласованным Регистром национальным или международным стандартом.

Сталь должна содержать элементы, связывающие азот. Содержание таких элементов регламентируется одобряемой Регистром спецификацией изготовителя. Также см. табл. 3.13.3.1.

### 3.13.3 Химический состав.

3.13.3.1 Химический состав стали должен определяться изготовителем из каждой плавки или ковша компетентным персоналом в соответствующем образом оборудованной лаборатории. Метод отбора образцов должен повторять выбранный в процессе первоначального освидетельствования производства. Химический состав стали должен отвечать требованиям одобренной Регистром спецификации и предельным значениям, приведенным в табл. 3.13.3.1.

Таблица 3.13.3.1

**Химический состав высокопрочной стали**

Состояние поставки <sup>1</sup>	N/NR		TM		QT	
Категория стали	PCA420N/NR	PCE420N/NR	PCA420TM	PCE420TM	PCA420QT	PCE420QT
	PCD420N/NR		PCD420TM	PCF420TM	PCD420QT	PCF420QT
	PCA460N/NR	PCE460N/NR	PCA460TM	PCE460TM	PCA460QT	PCE460QT
	PCD460N/NR		PCD460TM	PCF460TM	PCD460QT	PCF460QT
			PCA500TM	PCE500TM	PCA500QT	PCE500QT
			PCD500TM	PCF500TM	PCD500QT	PCF500QT
			PCA550TM	PCE550TM	PCA550QT	PCE550QT
			PCD550TM	PCF550TM	PCD550QT	PCF550QT
			PCA620TM	PCE620TM	PCA620QT	PCE620QT
			PCD620TM	PCF620TM	PCD620QT	PCF620QT
		PCA690TM	PCE690TM	PCA690QT	PCE690QT	
		PCD690TM	PCF690TM	PCD690QT	PCF690QT	
		PCA890TM	PCE890TM	PCA890QT	PCE890QT	
			PCE890TM	PCA960QT	PCE890QT	
					PCD960QT	
					PCE960QT	
<b>Содержание элементов, % <sup>2</sup></b>						
<b>C<sub>max</sub></b>	0,20	0,18	0,16	0,14	0,18	
<b>Mn</b>	1,0~1,70					1,70
<b>Si<sub>max</sub></b>	0,60					0,80

$P_{\max}^3$	0,030	0,025	0,025	0,020	0,025	0,020
$S_{\max}^3$	0,025	0,020	0,025	0,010	0,015	0,010
$Al_{\text{total min}}^4$	0,02				0,018	
$Nb_{\max}^5$	0,05				0,06	
$V_{\max}^5$	0,20		0,12		0,12	
$Ti_{\max}^5$	0,05				0,05	
$Ni_{\max}^6$	0,80		2,00		2,00	
$Cu_{\max}$	0,55				0,50	
$Cr_{\max}^5$	0,30		0,50		1,50	
$Mo_{\max}^5$	0,10		0,50		0,70	
$N_{\max}$	0,025				0,015	
Оxygen $ppm_{\max}^7$	-		-		50	
	-		-		30	

<sup>1</sup> См. 3.13.4 для определения условий поставки.

<sup>2</sup> Химический состав должен определяться из ковшовой пробы и должен удовлетворять требованиям одобренной Регистром спецификации.

<sup>3</sup> Для стального профиля содержание фосфора и серы может превышать приведенные в таблице значения, но не более чем на 0,0005 %.

<sup>4</sup> В случае нейтрализации азота только алюминием, минимальное отношение содержания этих элементов должно быть не менее 2.

<sup>5</sup> Максимально допустимые суммы содержания  $Nb+V+Ti \leq 0,26$  % и  $Mo+Cr \leq 0,65$  % могут не учитываться при поставке стали в состоянии закалки с отпуском.

<sup>6</sup> Верхнее значение содержание никеля может быть допущено после согласования с Регистром.

<sup>7</sup> Требование к максимально допустимому содержанию кислорода применяется только для сталей категорий PCD890; PCE890; PCD960 и PCE960.

**3.13.3.2** Содержание легирующих элементов, а так же элементов, связывающих азот и дробящих зерно как и остаточных элементов должно соответствовать спецификации изготовителя. Отклонение содержания элементов, таких как бор, добавляемый в сталь для улучшения прокаливаемости, не должно превышать 0,005 %.

**3.13.3.3** При определении химического состава из ковшовой пробы, должен вычисляться углеродный эквивалент. Регламентированные значения углеродного эквивалента представлены в табл. 3.13.3.3. Формулы расчета приведены ниже:

для всех категорий высокопрочной стали:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (\%)$$

(3.13.3.3-1)

для сталей уровня прочности 460 Мпа и более изготовитель может применить формулу расчета для нахождения CET вместо Seq по своему усмотрению. Формула приведена ниже:

$$CET = C + \frac{(Mn + Mo)}{10} + \frac{(Cr + Cu)}{20} + \frac{Ni}{40} (\%) \quad (3.13.3.3-2)$$

Примечание. CET включен в стандарт EN 1011-2: 2001, используемый как один из параметров для определения температуры предварительного нагрева, который необходим для предотвращения холодного растрескивания.

для сталей TM и QT, полученное значение содержания углеродного эквивалента которых превышает 0,12 %, следует определить значение Pcm в соответствии с формулой:

$$Pcm = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B (\%) \quad (3.13.3.3-3)$$

Таблица 3.13.3.3

**Максимально допустимое значение Seq, CET и Pcm для высокопрочной стали**

Категория стали и состояние поставки	Углеродный эквивалент (%)							
	Seq						CET Все	Pcm Все
	Листовой прокат			Фасонный прокат t≤50 мм	Сотовый прокат t≤250 or d≤250 мм	Трубный прокат t≤65 мм		
	t≤50 мм	50<t≤100 мм	100<t≤250 мм					
PC420N/NR	0,46	0,48	0,52	0,47	0,53	0,47	-	-
PC420TM	0,43	0,45	0,47	0,44	-	-	-	-
PC420QT	0,45	0,47	0,49	-	-	0,46	-	-
PC460N/NR	0,50	0,52	0,54	0,51	0,55	0,51	0,25	-
PC460TM	0,45	0,47	0,48	0,46	-	-	0,30	0,23
PC460QT	0,47	0,48	0,50	-	-	0,48	0,32	0,24
PC500TM	0,46	0,48	0,50	-	-	-	0,32	0,24
PC500QT	0,48	0,50	0,54	-	-	0,50	0,34	0,25
PC550TM	0,48	0,50	0,54	-	-	-	0,34	0,25
PC550QT	0,56	0,60	0,64	-	-	0,56	0,36	0,28
PC620TM	0,50	0,52	-	-	-	-	0,34	0,26
PC620QT	0,56	0,60	0,64	-	-	0,58	0,38	0,30
PC690TM	0,56	-	-	-	-	-	0,36	0,30
PC690QT	0,64	0,66	0,70	-	-	0,68	0,40	0,33
PC890TM	0,60	-	-	-	-	-	0,38	0,28
PC890QT	0,68	0,75	-	-	-	-	0,40	-
PC960QT	0,75	-	-	-	-	-	0,40	-

### 3.13.4 Состояние поставки.

3.13.4.1 Сталь поставляется в состоянии, соответствующем одобренной Регистром документации изготовителя. При этом возможны следующие методы термической обработки:

- нормализация (N) или контролируемая прокатка (NR);
- термомеханическая обработка (TM) с применением ускоренного охлаждения (TM+AcC) или закалки (TM+DQ);
- в состоянии закалки с отпуском (QT).

Определения указанных состояний поставки даны в 3.2.1.4

Закалка с прокатного нагрева с последующим отпуском является эквивалентом обычной закалке с отпуском.

### 3.13.5 Степень пластической деформации.

3.13.5.1 Если не оговорено отдельно, степень пластической деформации при прокатке, как минимум, должны составлять 3:1.

### 3.13.6 Допустимые толщины.

3.13.6.1 Максимальная толщина сляба, слитка или блюма при применении метода непрерывной разливки определяется изготовителем.

3.13.6.2 Максимальная толщина листовой, профильной, сортовой стали, а также труб в зависимости от состояния поставки приведена в табл. 3.13.6.2

Таблица 3.13.6.2

#### Максимальные толщины изделий

Состояние поставки	Максимальная толщина проката (мм)			
	Листового	Профильного	Фасонного	трубного
N	250 <sup>1</sup>	50	250	65
NR	150	2		
TM	150	50	-	-
QT	150 <sup>1</sup>	50	-	50

<sup>1</sup> Технология изготовления листовой стали толщинами более 250 мм в состоянии поставки N и QT должна быть согласовано с Регистром.

<sup>2</sup> Максимальная допустимая толщина профильного, фасонного и трубного проката изготавливаемых контролируемой прокаткой определяется при согласовании с Регистром технической документации.

### 3.13.7 Механические свойства.

Требования к уровню прочности и работе удара листовой горячекатаной 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.

Таблица 3.13.7-1

Механические свойства высокопрочной стали

Механические свойства		Предел текучести $R_{eH}^1$ min (МПа)			Временное сопротивление $R_m$ (МПа)		Относительное удлинение (%) $L_0=5.65\sqrt{S_0^3}$		Средняя работа удара min, (Дж)		
		Толщина (мм) <sup>2</sup>			Толщина (мм) <sup>2</sup>		T	L <sup>4</sup>	Температура (°C)	T	L
		3 < t ≤ 50	50 < t ≤ 100	100 < t ≤ 250	3 < t ≤ 100	100 < t ≤ 250					
Категория и состояние поставки	A D E F										
		PC420N/NR PC420TM PC420QT	A D E F	420	390	365	520-680	470-650	19	21	0 -20 -40 -60
PC460N/NR PC460TM PC460QT	A D E F	460	430	390	540-720	500-710	17	19	0 -20 -40 -60	31	46
PC500TM PC500QT	A D E F	500	480	440	590-770	540-720	17	19	0 -20 -40 -60	33	50
PC550TM PC550QT	A D E F	550	530	490	640-820	590-770	16	18	0 -20 -40 -60	37	55
PC620TM PC620QT	A D E F	620	580	560	700-890	650-830	15	17	0 -20 -40 -60	41	62
PC690TM PC690QT	A D E F	690	650	630	770-940	710-900	14	16	0 -20 -40 -60	46	69
PC890TM PC890QT	A D E	890	830	-	940-1100	-	11	13	0 -20 -40	46	69
PC960QT	A D E	960	-	-	980-1150	-	10	12	0 -20 -40	46	69

<sup>1</sup> Для испытания на растяжение верхний предел текучести ( $R_{eH}$ ), или в случае, когда  $R_{eH}$  не может быть определен, должен быть определен предел пропорциональности ( $R_{p0.2}$ ). В этом случае считается, что материал соответствует требованию, если полученное значение соответствует или превышает заданное минимальное значение предела текучести.

<sup>2</sup> Для листового и профильного проката, применяемого в таких элементах как стойки ПБУ и подобных, требующих постоянство прочности вне зависимости от толщины элемента, уменьшение соответствующих требований при увеличении толщины проката не допускается.

<sup>3</sup> Для плоских образцов толщиной 25 мм и длиной 200 мм относительное удлинение должно отвечать требованию минимального значения, указанного в табл. 3.13.7-2.

<sup>4</sup> В случае, если продольная ось образца на растяжение параллельна окончательному направлению прокатки, результат испытания должен соответствовать требованию удлинения для продольного (L) направления.

**Таблица 3.13.7-2**

**Минимально допустимые значения относительного удлинения плоских образцов на растяжение<sup>1</sup>**

Уровень прочности	Толщина проката (мм)						
	≤ 10	> 10 ≤ 15	> 15 ≤ 20	> 20 ≤ 25	> 25 ≤ 40	> 40 ≤ 50	> 50 ≤ 70
420	11	13	14	15	16	17	18
460	11	12	13	14	15	16	17
500	10	11	12	13	14	15	16
550	10	11	12	13	14	15	16
620	9	11	12	12	13	14	15
690	9 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	11 <sup>2</sup>	11	12	13	14

<sup>1</sup> Указанные значения предъявляются к образцам в поперечном направлении. Образцы стали РС890 и РС960 и образцы, требования к которым не регламентированы настоящей таблицей, должны быть пропорциональными и иметь длину разрываемого участка  $L_0=5.65vS_0$ .

<sup>2</sup> Для испытаний стали категории РС690 толщиной менее 20мм вместо плоского образца для растяжения разрешается использовать круглый образец в соответствии с требованиями 2.1. Значение минимального требуемого относительного удлинения при испытании образца в поперечном направлении составляет 14 %.

### 3.13.8 Отбор проб и испытания

Изготавливаемые образцы и процедура испытаний должны соответствовать требованиям 2.2 и 3.1.

#### 3.13.8.1 Испытание на растяжение

Оси образцов для испытания на растяжение должны быть направлены перпендикулярно к направлению последней прокатки, исключая широкополосной прокат шириной 600 мм и менее, профильный и сортовой прокат, для которых ориентация образца устанавливается по согласованию с Регистром.

**3.13.8.1.1** Как правило, плоские образцы для испытания на растяжение должны быть изготовлены таким образом, чтобы хотя бы с одной стороны сохранилась прокатная поверхность. В случае невозможности проведения испытаний на испытательной машине образцов полной толщины, должны быть использованы плоские образцы меньшего размера, изготовленные либо с использованием полной толщины листа, либо половины толщины изделия с сохранением одной черновой поверхности прокатки. В качестве альтернативного метода можно использовать круглые образцы после механической обработки. Если испытания на растяжение выполняются на цилиндрических образцах, их оси должны располагаться на расстоянии 1/4 толщины от поверхности, а для проката



толщиной более 100 мм от середины листа или как можно ближе к такому положению.

**3.13.8.1.2** Результаты испытаний должны соответствовать требованиям табл. 3.13.7-1. В случае испытаний изделий, отличных от пластин и широких полос, где согласованы продольные испытания, значения удлинения должны быть на 2 процента выше значений, указанных в табл. 3.13.7-1.

**3.13.8.2** Испытания на ударный изгиб.

**3.13.8.2.1** Если иное не согласовано Регистром, испытания на ударный изгиб листовой и широкополосной стали шириной более 600 мм проводятся на образцах согласно 2.2.3.1-2, продольная ось которых направлена перпендикулярно к направлению прокатки (поперечный образец). Для проката с другой формой сечения испытания на ударный изгиб выполняются на продольных образцах.

**3.13.8.2.2** В случае необходимости отбора проб и изготовления образцов от поверхности проката, проба отбирается таким образом, чтобы ближняя к поверхности грань находилась от нее не более чем на 2 мм. При испытании проката толщиной более 50 мм обязателен отбор образцов от четверти и половины толщины.

**3.13.8.2.3** Испытания на ударный изгиб проката толщиной менее 6 мм не проводятся.

**3.13.9** Объем испытаний

Испытаниям на растяжение и ударный изгиб подвергается каждый лист (раскат) после термической обработки.

Для проката, прошедшего закалку и отпуск в проходных непрерывных печах, объем испытаний, включая число образцов и направление их вырезки, устанавливается одобренной Регистром спецификацией.

Из каждой пробы для испытаний на растяжение изготавливается по крайней мере один образец, а для испытаний на ударный изгиб — три.

По требованию Регистра должны быть выполнены испытания на растяжение на образцах, продольная ось которых перпендикулярна к поверхности листа, с определением относительного сужения площади поперечного сечения.

**3.13.10** Осмотр.

Прокат должен отвечать всем требованиям 3.2.7 с учетом указанного ниже.

При исправлении поверхностных дефектов зачисткой толщина проката в месте зачистки не должна выходить за пределы допускаемых отклонений. Когда это требуется Правилами, прокат должен подвергаться контролю ультразвуковым методом в соответствии с согласованными Регистром стандартами.

**3.13.11** Маркировка и документы.

Идентификация, маркировка и выдаваемые документы — в соответствии с требованиями 3.2.9.».