



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

ЦИРКУЛЯРНОЕ ПИСЬМО

№ 314-01-1452ц

от 19.10.2020

Касательно:

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

Объект(ы) наблюдения:

суда в постройке

Дата вступления в силу:

01.12.2020

Действует до:

Действие продлено до:

Отменяет/изменяет/дополняет циркулярное письмо №

от

Количество страниц: 1 + 10

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 01.12.2020 или после этой даты, при отсутствии контракта – на суда, кили которых заложены или которые находятся в подобной стадии постройки 01.12.2020 или после этой даты.

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

часть XIII: раздел 11

Исполнитель: Юрков М.Е.

314

+7 (812) 312-85-72

Система «Тезис» № 20-209443

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

№	Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
1	Раздел 11	Введен новый раздел, содержащий требования к продуктам аддитивного производства	314-01-1452ц от 19.10.2020	01.12.2020

ПРАВИЛА КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ МОРСКИХ СУДОВ, 2020,

НД № 2-020101-124

ЧАСТЬ XIII. МАТЕРИАЛЫ

Часть дополняется **новым разделом 11** следующего содержания:

«11 ПРОДУКТЫ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

11.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

11.1.1 Требования настоящего раздела распространяются на полуфабрикаты, конечные изделия и иные продукты, получаемые методами аддитивного синтеза и применяемые для изготовления элементов корпуса, деталей механизмов, устройств и иных компонентов судна, являющихся объектами технического наблюдения Регистра в соответствии с Номенклатурой РС.

11.1.2 Согласно требованиям 1.1.4 все указанные в настоящем разделе продукты должны изготавливаться признанными в соответствии с 1.3.1.2 предприятиями.

11.1.3 Требования настоящего раздела распространяются на продукты, получаемые из металлических материалов.

11.1.4 Применение методов аддитивного синтеза и материалов иной природы, чем описаны в настоящем разделе, может быть допущено Регистром после проведения исследований под наблюдением Регистра. Целью исследований является определение эксплуатационных свойств продукта, а их объем определяется требованиями потребителя. При этом продукт может быть допущен в соответствии с требованиями 2.4.1.3 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов.

11.2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОЯСНЕНИЯ

11.2.1 В настоящем разделе приняты следующие определения и пояснения.

Аддитивное производство (АП), аддитивный синтез — процесс изготовления полуфабрикатов, изделий и других продуктов, который основан на создании физического объекта по электронной геометрической модели путем добавления материала, как правило, слой за слоем, в отличие от вычитающего (субтрактивного) производства (механической обработки) и традиционного формообразующего производства (литья, штамповки).

Аддитивный продукт — полуфабрикат, изделие или иной продукт, получаемый в процессе аддитивного производства.

Прекурсор — исходный формообразующий материал в состоянии, предшествовавшем синтезу аддитивного продукта.

Прототип — полуфабрикат или изделие, получаемое при помощи методов, описанных в других разделах Правил РС. К прототипам относятся в том числе: прокат, штамповки, отливки, поковки и т.д. Также прототипом может являться полуфабрикат, получаемый в соответствии с национальными и международными стандартами.

11.3 МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ АДДИТИВНЫЕ ПРОДУКТЫ

11.3.1 Общие положения.

11.3.1.1 Настоящие требования распространяются на металлические полуфабрикаты, конечные изделия судовых устройств и деталей судового машиностроения из металлов, изготовленные с применением методов аддитивного производства.

В качестве прекурсоров может использоваться металлический порошок, сварочная проволока или сварочная лента. Как правило, необходимая для синтеза энергия подводится посредством лазерного луча, электронного луча, плазмы, электрической дуги или других способов.

11.3.1.2 В настоящую главу включены требования к материалу аддитивных продуктов в отношении объема проведения необходимых испытаний, сдаточных характеристик и качества поверхности.

11.3.1.3 Выбор применяемой конкретной марки металла для изготовления аддитивных продуктов находится в области ответственности изготовителя. Корректность выбора подтверждается результатами испытаний, указанных в настоящей главе.

11.3.1.4 Обозначение марок материалов ведется в соответствии с национальными и международными стандартами.

11.3.2 Производство.

11.3.2.1 Аддитивные продукты изготавливаются по спецификациям, ТУ, стандартам или иным нормативным документам, в соответствии с которыми осуществляется поставка.

11.3.2.2 Признание Регистром предприятий-изготовителей аддитивных продуктов должно выполняться в соответствии с 2.1 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов. Область действия выдаваемого СПИ распространяется на освидетельствованные виды металла и методы аддитивного синтеза. При этом, помимо требований других разделов Правил, СПИ должно содержать:

типы (сталь, титановые или иные сплавы, композиции и т.п.);

виды (углеродистая сталь, коррозионно-стойкая сталь и т.п.);

классы или категории (AF-7, BT6 и т.п.);

метод синтеза (селективное лазерное плавление, селективное лазерное спекание и т.п.);

типы применяемых прекурсоров;

максимальные габаритные размеры продукта.

11.3.2.3 Ответственность изготовителя должна определяться нормативным документом на поставку и гарантировать соответствие аддитивного производства и свойств аддитивного продукта предъявляемым требованиям нормативного документа и настоящих Правил. Если системой контроля отмечены случаи снижения показателей качества продукции, изготовитель должен их идентифицировать и принять необходимые меры для их предотвращения. Отчет о выполненных исследованиях и соответствующих мероприятиях должен предоставляться представителю Регистра.

11.3.2.4 При освидетельствовании предприятия должна быть предоставлена нормативная документация, регламентирующая режимы технологического процесса производства, такие как мощность применяемого излучения, скорость наплавки, и т.п. Изготовитель в соответствии с требованиями 11.3.2.3 несет ответственность за дальнейшее соблюдение всех упомянутых технологических режимов в процессе производства продуктов аддитивного производства. Соответствующие регистрационные записи должны контролироваться изготовителем и предоставляться представителю Регистра при освидетельствовании.

Допускаются отклонения от установленных режимов синтеза при условии соответствия качества изготавливаемой продукции требованиям, предъявляемым к материалу продукции. Выявленные отклонения должны быть согласованы с потребителем.

11.3.2.5 Синтез аддитивных продуктов должен выполняться с применением металлического порошка, сочетания сварочной проволоки с защитной газовой или инертной средой, сочетания сварочной проволоки или ленты и флюса. Контроль химического состава прекурсоров осуществляется изготовителем аддитивного продукта с целью подтверждения соответствия международным и национальным стандартам,

техническим условиям, техническим требованиям, спецификациям или иным нормативным документам.

Если прекурсоры изготовлены на одном предприятии, а синтез аддитивных продуктов из них производится на другом предприятии, инспектору должен быть предъявлен сертификат предприятия, указывающий предприятие (изготовитель), способ изготовления прекурсора, номер партии, химический состав и гранулометрический состав в случае порошкового материала.

11.3.2.6 Каждая партия прекурсора должна подвергаться входному контролю, включающему следующие параметры:

- проверку сопроводительной документации (сертификата предприятия);
- проверку упаковки;
- проверку химического состава, включая газы;
- проверку гранулометрического состава порошка, если применимо;
- проверку насыпной плотности и текучести порошка, если применимо;
- проверку механических свойств;
- проверку стойкости к МКК (для коррозионно-стойких материалов);
- контроль содержания ферритной фазы (для коррозионно-стойких материалов аустенитного класса).

Определение химического и гранулометрического составов, насыпной плотности и текучести порошка выполняются по методикам, которые должны быть включены в состав одобряемой Регистром программы испытаний. Входной контроль должен проводиться не более чем за месяц до начала аддитивного производства.

11.3.2.7 Входной контроль сварочной проволоки, ленты и флюса, применяемых для изготовления аддитивных продуктов, должен производиться в соответствии с требованиями разд. 4 части XIV «Сварка» или одобренных Регистром к применению национальных и международных стандартов.

11.3.2.8 Методы испытаний материала аддитивных продуктов на растяжение, ударный изгиб, металлографические исследования, испытания на стойкость к межкристаллитной, щелевой и питтинговой коррозии, определения α -фазы и т.п. должны отвечать требованиям разд. 2 и/или допущенных Регистром к применению национальных и международных стандартов.

11.3.2.9 При выборе марки материала прекурсора должны быть представлены обоснования выбора этих материалов в части достижения требуемых эксплуатационных свойств, исходя из функционального назначения изделия и требований соответствующих разделов настоящей части к прототипам и/или документов на поставку к химическому составу прототипов.

11.3.2.10 При согласовании с Регистром требований к механическим свойствам материала аддитивных продуктов должны быть учтены требования Правил к прототипам и/или документов на поставку, а также требования, определяемые назначением изделия в части минимальных температур эксплуатации, возможного воздействия коррозионно-активной среды, цикличности эксплуатационных нагрузок и других условий эксплуатации.

11.3.2.11 Выбор состояния поставки определяется требуемым качеством аддитивного продукта, обеспечивающим получение механических свойств, в свою очередь определяемых документами на поставку. Если не оговорено иное, допускаются следующие состояния поставки:

- в состоянии без термической обработки;
- гомогенизирующий отжиг;
- нормализация;
- термическое улучшение (закалка с отпуском).

Параметры дополнительной термической обработки должны быть включены в документацию, регламентирующую режимы технологического процесса производства.

11.3.3 Отбор проб.

11.3.3.1 Пробы для испытаний отбираются из добавочной части к телу аддитивного продукта. Схемы отбора проб и вырезки образцов должны указываться в конструкторской документации и/или в программе испытаний, одобренной Регистром.

Допускается аддитивный синтез проб, отдельных от продукта, для проведения предусмотренных испытаний и контроля. Отдельные пробы должны изготавливаться из прекурсора той же партии, на том же оборудовании и при тех же технологических параметрах, что и аддитивный продукт. В этом случае размеры пробы по толщине и диаметру могут отличаться от максимальных размеров аддитивного продукта не более,

чем на 25 %, либо с припуском на механическую обработку не менее чем 1 мм, смотря что меньше.

Пробы для изготовления образцов следует отбирать после окончания всех видов термической обработки.

Отдельно изготовленные пробы должны пройти термическую обработку в одной садке с представленным к освидетельствованию аддитивным продуктом.

11.3.3.2 Размеры проб должны обеспечивать выполнение требуемых и возможных повторных испытаний.

11.3.3.3 Образцы для механических испытаний и контроля микроструктуры с учетом возможной анизотропии свойств вырезаются в двух направлениях по отношению к направлению синтеза, то есть продольные оси образцов должны быть соответственно параллельны и перпендикулярны к направлению выращивания аддитивного продукта.

11.3.4 Объем испытаний.

11.3.4.1 Виды испытаний, которым должны быть подвергнуты аддитивные продукты приведены в табл. 11.3.4.1. Испытания, которые должны быть проведены при поставках под техническим наблюдением Регистра, отмечены знаком «+».

Таблица 11.3.4.1

Виды испытаний аддитивных продуктов

Определяемые характеристики	Виды материалов		
	Низколегированные стали	Коррозионно-стойкие стали	Титановые сплавы
Химический состав	+	+	+
Испытания на растяжение при 20 °С: временное сопротивление R_m	+	+	+
предел текучести $R_{0,2}$	+	+	+
относительное удлинение A_5	+	+	+
относительное сужение Z	+	+	+
Работа разрушения при ударном изгибе при минимальной температуре эксплуатации	+	+	+
Контроль микроструктуры	+	+	+
Контроль α -фазы	–	+ ¹	–
Стойкость к межкристаллитной коррозии	–	+	–
Стойкость к питтинговой и щелевой коррозии	–	+	–
Неразрушающий контроль	+	+	+
Примечание. Типы образцов и методики испытаний должны соответствовать требованиям разд. 2.			
¹ Для сталей аустенитного класса до проведения термической обработки.			

11.3.4.2 Аддитивные продукты предъявляются к испытаниям партиями или поштучно. В случае освидетельствования партии аддитивных продуктов, испытаниям по определению механических свойств подвергается один продукт от партии. Неразрушающему контролю подвергается каждый продукт партии.

Партия должна состоять из аддитивных продуктов одного наименования и сортамента, изготовленных из прекурсора одной партии, при одинаковых технологических параметрах процесса синтеза, а термическая обработка проведена в одной садке. Объем партии также ограничивается суммарной массой аддитивных продуктов в 200 кг.

Аддитивные продукты из низколегированных сталей, предназначенные для применения при температурах эксплуатации ниже –30 °С, представляются к испытаниям поштучно.

11.3.4.3 Если не указано иное, из каждой пробы изготавливается минимальное количество образцов согласно табл. 11.3.4.3.

Таблица 11.3.4.3

Вид испытания	Количество образцов
Определение химического состава	Один
Испытание на растяжение	По три образца для каждого из двух направлений
Определение работы удара	По три образца для каждого из двух направлений
Стойкость к межкристаллитной коррозии	4 (два образца контрольные)
Стойкость к питтинговой и щелевой коррозии	По три образца на каждый вид испытаний
Контроль микроструктуры	По одному образцу для двух плоскостей изготовления шлифа

11.3.4.4 Повторные испытания материала аддитивных продуктов выполняются в соответствии с 1.3.2.3. При повторных испытаниях определяются те характеристики, по которым были получены неудовлетворительные результаты. При этом объем испытаний удваивается.

11.3.5 Неразрушающий контроль.

11.3.5.1 Неразрушающий контроль аддитивных продуктов проводится с применением следующих методов:

внешнего осмотра и измерения;

радиографического метода;

при наличии требований в условиях поставки – капиллярного метода и ультразвукового метода.

Применение и объем иных методов контроля должны быть согласованы с потребителем.

11.3.5.2 Неразрушающий контроль проводится в соответствии с рекомендациями МАКО №№ 68 и 69 соответственно к выбранным прототипам, и/или национальными и международными стандартами, допущенными Регистром к применению.

11.3.6 Качество поверхности.

11.3.6.1 Объект применения аддитивных продуктов должны иметь качество поверхности, отвечающее требованиям конструкторской документации и/или национальных и международных стандартов.

Ответственность за соответствие качества поверхности таких объектов лежит на изготовителе. Система качества изготовителя должна обеспечивать требуемый объем проверки поверхности, предшествующий поставке продукта потребителю. При обнаружении дефектов поверхности материала на завершающих стадиях производства возможно проведение ремонта в соответствии с 11.3.6.2.3.

11.3.6.2 Критерии приемки.

11.3.6.2.1 Критерии приемки аддитивного продукта должны быть согласованы с потребителем и представлены в документах на поставку.

11.3.6.2.2 Трещины, плена, расслоения, заостренные кромки и прочие дефекты, видимые на поверхности, а также препятствующие конечному использованию продукции, требуют применения вырубki или зачистки с последующим ремонтом.

11.3.6.2.3 Устранение дефектов поверхности.

11.3.6.2.3.1 Зачистка дефектов без наплавки допускается при следующих условиях:

устранение дефектов поверхности местной зачисткой допускается на глубину не более 7 % номинальной толщины, но во всех случаях не более 3 мм;

площадь области отдельных мест зачистки должна быть не более 1 % общей площади аддитивного продукта;

суммарная площадь зачистки должна быть не более 2 % общей площади аддитивного продукта;

При этом дефекты, расположенные друг к другу на расстоянии ближе, чем их средняя ширина, считаются областью единого дефекта;

Зачищенная поверхность должна иметь плавный переход в окружающую поверхность продукта. Полное устранение дефекта должно быть подтверждено магнитопорошковым или капиллярным методом контроля.

11.3.6.2.3.2 Восстановление поверхности после выборки дефектов.

Исправление дефектов аддитивных продуктов методом наплавки следует проводить с применением прекурсоров той же марки, из которого изготовлены аддитивные продукты.

Технологический процесс исправления поверхностных дефектов методом наплавки должен быть представлен Регистру для одобрения. Исправление дефектов должно сопровождаться проведением последующего неразрушающего контроля.

11.3.7 Применение аддитивных продуктов.

11.3.7.1 Для изготовления аддитивных продуктов методом прямого лазерного выращивания из порошковых материалов Регистром одобрено применение прекурсоров, отвечающих требованиям к химическому составу и механическим свойствам, изложенным в 11.3.7.2 и 11.3.7.3.

11.3.7.2 Химический состав материала аддитивных продуктов, изготовленных методом прямого лазерного выращивания из порошковых материалов, должен отвечать требованиям табл. 11.3.7.2-1 для сталей и табл. 11.3.7.2-2 для титанового сплава.

11.3.7.3 Механические свойства материала аддитивных продуктов, изготовленных методом прямого лазерного выращивания из порошковых материалов, должны отвечать требованиям табл. 11.3.7.3.

11.3.7.4 Для аддитивных продуктов, изготовленных методом прямого лазерного выращивания из низколегированных и коррозионностойких сталей и указанных в табл. 11.3.7.4, обязательным является термическая обработка. Рекомендуемые режимы термической обработки приведены в табл. 11.3.7.4.

Вид или режим термической обработки указывается в сертификате на аддитивный продукт.

11.3.7.5 Изготовление и поставка под техническим наблюдением Регистра аддитивных продуктов иных марок и/или при помощи иных методов аддитивного синтеза возможны после проведения комплекса исследований и испытаний по программе, разработанной на основании требований настоящего раздела и одобренной Регистром.

11.3.8 Маркировка и документы.

11.3.8.1 Идентификация, маркировка и выдаваемые документы должны соответствовать требованиям 1.4.

11.3.8.2 Каждый аддитивный продукт должен сопровождаться Свидетельством Регистра.

11.3.8.3 Каждая партия прекурсора, подлежащего дальнейшему применению для синтеза продукта должна сопровождаться сертификатом предприятия.

Таблица 11.3.7.2-1

Марка материала прекурсора	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S	P	Al	Cu
							Не более			
09ХН2МД	0,08 – 0,11	0,17 – 0,37	0,30 – 0,60	0,30-0,70	1,80 – 2,20	0,25 – 0,35	0,010	0,015	0,01 – 0,05	0,40 – 0,70
08ГДНФЛ	Не более 0,10	0,15 – 0,40	0,60 – 1,00	Не более 0,30	1,15 – 1,55	–	0,035	0,035	–	0,80 – 1,20
06Х15Н4ДМЛ	≤ 0,06	0,40	0,60 – 0,90	14,0-15,5	4,0 – 4,4	0,11 – 0,28	0,015	0,015	–	1,0 – 1,5

Таблица 11.3.7.2-2

Марка материала прекурсора	Ti	Легирующие, %			Примеси, %, не более					
		Al	V	B	O	H	N	C	Fe	Si
ТЛ5	основа	3,5 – 5,0	1,5 – 2,5	0,002 – 0,006	0,15	0,008	0,04	0,15	0,25	0,12

Таблица 11.3.7.3

Марка материала прекурсора	Предел текучести, МПа,	Временное сопротивление разрыву, МПа	Относительное удлинение, %	Работа удара на образцах KV / KU, Дж	
				$t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$
				не менее	
09ХН2МД	530	650	18	KV 78	KV 26
08ГДНФЛ	360	420	10	KU 56	KU 32
06Х15Н4ДМЛ	620	790	10	KV 40	KV 32
ТЛ5	590	640	8	KV 30	KV 22

Таблица 11.3.7.4

Марка материала прекурсора	Режим термической обработки
09ХН2МД	Гомогенизация при $T = 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка 6 ч, нагрев и охлаждение с печью Закалка при $T = 920\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка 2 ч, охлаждение в масле Высокий отпуск при $T = 650\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка 5 ч, охлаждение на воздухе
08ГДНФЛ	Гомогенизация при $T = 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка 6 ч, нагрев и охлаждение с печью Нормализация при $T = 940\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка 2 ч, охлаждение на воздухе Закалка при $T = 940\text{ }^{\circ}\text{C}$, нагрев с печью, выдержка 2 ч, охлаждение в воду Высокий отпуск при $T = 640\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка 2 ч, охлаждение на воздухе
06Х15Н4ДМЛ	Гомогенизация при $T = 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка 6 ч, нагрев с печью, охлаждение в печи до $150\text{ }^{\circ}\text{C}$, затем на воздухе Закалка при $T = 1060\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка 3 ч, охлаждение на воздухе 1-ый высокий отпуск при $T = 625\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка 5 ч, нагрев с печью, охлаждение на воздухе 2-ой высокий отпуск при $T = 625\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка 5 ч, нагрев с печью, охлаждение на воздухе 3-ий высокий отпуск при $T = 625\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдержка 5 ч, охлаждение в печи до $150\text{ }^{\circ}\text{C}$, затем на воздухе

».