|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО**  **ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ** | | |
| https://avatars.mds.yandex.net/get-zen_doc/1328466/pub_5b5711f4594dd500a974b506_5b5712f550919400ac55f536/scale_2400 | **НАЦИОНАЛЬНЫЙ**  **СТАНДАРТ**  **РОССИЙСКОЙ**  **ФЕДЕРАЦИИ** | **ГОСТ Р**  **(ISO/ASTM 52941:2020)**  (*проект, первая редакция*) |

**Аддитивные технологии**

**ПРИЕМКА УСТАНОВОК СИНТЕЗА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ НА ПОДЛОЖКЕ ДЛЯ АВИАКОСМИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ**

**Общие положения**

**(ISO/ASTM 52941:2020 Additive manufacturing — System performance and reliability — Acceptance tests for laser metal powder-bed fusion machines for metallic materials for aerospace application, MOD)**

**Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения**

**Москва**

**Стандартинформ**

**202**

**Предисловие**

1 Подготовлен Обществом с ограниченной ответственностью «Русатом – Аддитивные технологии» на основе официального перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4.

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 182 «Аддитивные технологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_\_\_\_

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к стандарту ISO/ASTM 52941:2020 «Аддитивное производство. Характеристики и надежность системы. Приемка оборудования для синтеза металлических материалов на подложке для применения в аэрокосмической отрасли» (ISO/ASTM 52941:2020 «Additive manufacturing — System performance and reliability — Acceptance tests for laser metal powder-bed fusion machines for metallic materials for aerospace application», MOD).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5) и для увязки с наименованиями, принятыми в существующем комплексе национальных стандартов.

В настоящем стандарте ссылки на международные стандарты заменены соответствующими национальными стандартами, которые выделены в тексте курсивом. Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА.

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

©Стандартинформ, 20\_\_

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

**Содержание**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Область применения |  |
| 2 | Нормативные ссылки |  |
| 3 | Термины и определения |  |
| 4 | Оборудование |  |
| 5 | Условия окружающей среды и эксплуатации |  |
| 6 | Квалификационные испытания |  |
| 7 | Протокол испытаний |  |
|  | Приложение А (справочное) Пример протокола приемки |  |
|  | Приложение B (информационное) Пример геометрического рисунка для определения точности траектории |  |
|  | Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте |  |

|  |
| --- |
| **НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ** |
| **Аддитивные технологии**  **ПРИЕМКА УСТАНОВОК СИНТЕЗА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ НА ПОДЛОЖКЕ ДЛЯ АВИАКОСМИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ**  **Общие положения**  Additive technologies. Acceptance tests for laser metal powder-bed fusion machines for metallic materials for aerospace application. General provisions |

**1 Область применения**

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования и методы испытаний при приемке и повторных испытаниях лазерного оборудования синтеза металлических порошков на подложке для применения в аэрокосмической отрасли.

1.2 Настоящий стандарт может также быть использован при проверке характеристик оборудования при периодической проверке или проверке после обслуживания и ремонта.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ИСО 11554 Оптика и фотоника. Лазеры и лазерные установки (системы). Методы испытаний лазеров и измерений мощности, энергии и временных характеристик лазерного пучка

ГОСТ Р ИСО 11146-1 Лазеры и лазерные установки (системы). Методы измерений ширин, углов расходимости и коэффициентов распространения лазерных пучков. Часть 1. Стигматические (гомоцентрические) и слабоастигматические пучки

ГОСТ Р ИСО 11146-2 Лазеры и лазерные установки (системы). Методы измерений ширин, углов расходимости и коэффициентов распространения лазерных пучков. Часть 2. Астигматические пучки

ГОСТ Р ИСО/ТО 11146-3-2008 Лазеры и лазерные установки (системы). Методы измерений ширин, углов расходимости и коэффициентов распространения лазерных пучков. Часть 3. Собственная и геометрическая классификация лазерных пучков, специфика их распространения и методики измерений

ГОСТ Р 57558-2017/ISO/ASTM 52900:2015 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения

ГОСТ Р (ISO/ASTM 52921:2013) Аддитивные технологии. Системы координат. Общие положения

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

**3 Термины и определения**

3.1 В настоящем стандарте используются термины и определения в соответствии с ГОСТ Р 57558 и следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **скорость сканирования** (scanning speed): относительная линейная скорость движения лазерного пучка в плоскости платформы построения (рабочей плоскости)

3.1.2 **время прогрева** (warm-up time): время от включения установки до начала цикла построения, устанавливаемое производителем оборудования.

3.1.3 **платформа подачи сырья** (feeding platform): постепенно двигающаяся платформа, подающая сырьё для устройства распределения порошка.

3.1.4 **устройство распределения порошка** (power spreading device): Механизм подачи сырья, подающий и равномерно распределяющий порошок по поверхности построения.

3.1.5 **расчетная мощность лазерного излучения** (rated laser power): Максимальная допустимая мощность, устанавливаемая производителем оборудования

3.1.6 **положение минимума перетяжки пучка** (minimum beam waist position): Положение оптического фокуса, при котором лазерный пучок обладает наиболее сконцентрированной энергией и наименьшей площади поперечного сечения.

**4 Оборудование**

4.1 Оборудование должно быть установлено, эксплуатироваться и обслуживаться в соответствии с задокументированным инструкциями.

**5 Условия окружающей среды и эксплуатации**

5.1 Условия окружающей среды и эксплуатации при испытании оборудования должны соответствовать диапазонам требований, если такие требования указаны производителем оборудования, и должны соответствовать требованиям, установленным пользователем оборудования, например требованиям к следующим факторам:

(a) температура;

(b) влажность;

(c) коммуникации и инфраструктура (например, подача электропитания, сжатого воздуха, защитного газа, воды);

(d) удары/вибрация;

(e) давление в камере

(f) чистота используемых газов

Следует соблюдать меры по охране труда, относящиеся к лазерному излучению и защите от пожара и взрыва.

**6 Квалификационные испытания**

**6.1 Общие требования**

Квалификационные испытания лазерного оборудования для аддитивного производства синтезом на подложке должны включать в себя как минимум требования, указанные в пунктах 6.2 – 6.7.

Измерения должны быть проведены при помощи калиброванных и/или поверенных средств измерений в соответствии с методиками выполнения измерений.

**6.2 Испытания лазерного пучка**

**6.2.1 Проверка мощности лазерного излучения для непрерывных лазеров**

Мощность лазерного излучения должна быть измерена. Измерения выполняют по соответствующему стандарту серии ГОСТ ISO 11554.

Номинальные значения характеристик оборудования сравнивают с их фактическими значениями. Измерения необходимо выполнять при помощи калиброванного *и/или поверенного* средства измерений по месту использования лазера (т. е. внутри камеры построения). Средство измерений должно обеспечивать измерения фактического диапазона мощности лазера с заданной точностью.

Измерение мощности лазерного излучения должно соответствовать требованиям производства и охватывать типовой диапазон мощности. Если этот диапазон неизвестен, рекомендуется проводить измерения как минимум в трех точках, включающих 30 % и 90 % от максимальной расчетной мощности лазерного излучения.

Следует учитывать время прогрева, если оно указано производителем оборудования.

**6.1.2 Проверка стабильности мощности лазерного излучения для непрерывных лазеров**

Стабильность мощности лазерного излучения должна быть измерена в соответствии со стандартами серии ГОСТ ISO 11554, если это применимо.

В случае, если стандарты серии ГОСТ ISO 11554 не могут быть применены, испытание проводят по следующей методике.

Если указано время прогрева, измерения стабильности следует начинать сразу по истечении времени прогрева.

Если иное не согласовано между заинтересованными сторонами, стабильность мощности лазерного излучения проверяют, выполнив следующие измерения мощности после всех оптических элементов без порошка:

a) максимальная расчетная мощность лазерного излучения, измеренная после заданного времени прогрева оборудования;

b) максимальная расчетная мощность лазерного излучения, измеренная не позже, чем через 2 минуты после работы лазера при максимальной расчетной мощности в течение минимум 15 минут;

Разница между двумя измерениями не должна превышать ±5%.

Примечание – См. определение максимальной расчетной мощности лазерного излучения в п. 3.1.5

**6.2.3 Испытание импульсных лазеров**

Характеристики импульсных лазеров должны быть определены в соответствии со стандартами серии ГОСТ ISO 11554. Требования должны быть согласованы между заинтересованными сторонами

**6.2.4 Проверка характеристик лазерного пучка**

Характеристики лазерного пучка (размер пятна, профиль и симметрия) должны быть определены с использованием соответствующего оборудования на рабочей поверхности при лазерном пучке вертикально направленным к рабочей поверхности.

Если иное не согласовано заинтересованными сторонами, оценка характеристик лазерного пучка должна выполняться согласно соответствующему стандарту серии ГОСТ ISO 11146.

Результат должен быть сравнен с требованиями к размеру пятна, профилю и симметрии.

**6.2.5 Определение положения минимума перетяжки пучка на различных точках рабочей поверхности**

По истечении времени прогрева положение минимума перетяжки пучка (точка фокуса) должна определяться в центре и в четырех крайних точках доступной поверхности построения.

Значение положения перетяжки пучка по оси Z дается с привязкой к поверхности построения.

Положение минимума перетяжки пучка можно определить путем проведения параллельных линий с помощью лазера на тестовом листе при различных высотах подъема рабочей платформы (по оси Z). Самая тонкая линия обозначает положение фокуса.

**6.2.6 Определение термической стабильности положения минимума перетяжки пучка**

Определение термической стабильности положения минимума перетяжки пучка проводят при 10 %, 50 % и 90 % от максимальной номинальной мощности лазера после истечения времени прогрева.

Определения должно быть проведено при лазерном пучке направленным вертикально к рабочей поверхности при помощи подходящего оборудования.

Если не согласовано иное, минимальное время для применения каждого значения мощности должно составлять 15 минут.

Результаты этой оценки сравнивают с результатами оценки в соответствии с 6.2.5 и (или) с результатами оценки размера пятна в соответствии с 6.2.4, в зависимости от используемых методов измерения.

**6.2.7 Проверка позиции лазерного пучка**

Определяют конфигурацию позиции лазерного пучка (коррекция поля) по отношению к рабочей пластине. Это можно сделать с помощью измерения подходящих геометрических рисунков, выполненных лазером.

Вектор *X*-*Y*-отклонений позиции лазерного пучка от заданных положений не должен превышать 0,06 мм, если иное не согласовано между заинтеросованными сторонами.

**6.2.8 Точность траектории**

Для определения точности траектории при заданной скорости сканирования необходимо нанести на тестовый лист геометрический рисунок. Пример геометрического рисунка для определения точности траектории приведен в Приложении B. Скорость сканирования, при которой была определена точности траектории должна быть зафиксирована.

Рисунок для определения точности траектории должен охватывать весь рабочий диапазон и диапазон скорости сканирования и должен быть измерен с помощью оптических приборов. Необходимо учитывать следующие факторы:

— соответствие точки входа точке выхода для закрытых или стыкующихся контурах;

— точность траектории при изменении направления (инерция оптической системы);

— перекрывающиеся области между различными формами воздействия (например, контурное и объемное воздействие).

**6.2.9 Скорость сканирования**

Скорость сканирования следует измерять как в x- и y-направлениях, так и в направлениях под углом (45 ±15)°.

Скорость сканирования при измерении может быть задана пользователем.

Пример. Скорость сканирования может быть определена нанесением лазерной гравировки (расплавленная дорожка) на тестовом листе при самом низком положении платформы. Для этой цели в определенный период времени применяется заданная длина траектории. Длина траектории впоследствии измеряется и делится на фактическое время включения лазера. Измерение фактического времени включения лазера выполняется, например, на станции управления лазером.

Максимальное отклонение измеренной скорости сканирования от заданного значения может составлять ± 5 %, если не согласовано иное.

**6.2.10 Дополнительные требования к оборудованию с несколькими источниками лазерного пучка**

Для установок, использующих несколько лазеров, каждый из которых находится в пределах своей рабочей зоны, требования пунктов 6.2.1 – 6.2.9 проверяют для каждой зоны отдельно.

Для установок, использующих несколько лазеров, охватывающих две или более рабочих зон, требуется дополнительная взаимная калибровка в соответствии с требованиями, согласованными между заинтересованными сторонами.

Отклонение положений лазерного пучка отдельных источников излучения не должно превышать 0,06 мм между двумя источниками, если иное не согласовано договаривающимися сторонами.

Результаты измерений должны быть задокументированы.

**6.3 Испытания механической части**

**6.3.1 Общие положения**

Механическая часть, ответственная за процесс, должна быть проверена в части точности и воспроизводимости.

**6.3.2 Позиционирование платформы построения**

Точность и воспроизводимость движений рабочей платформы в заданном диапазоне движений должна быть определена, например, с помощью циферблатного индикатора или стеклянной шкалы.

Для этой цели платформу построения следует перемещать последовательными шагами, которые должны соответствовать нужным значениям толщины порошкового покрытия или их кратным значениям.

Измерения должны быть проведены как минимум при пяти позициях платформы построения (0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 % от общей высоты подъема) и как минимум пяти последовательных шагах для каждой позиции, с отсутствием нагрузки для наибольшей высоты подъема и с нагрузкой для наименьшей высоты подъема. Весовая нагрузка должна определяться в зависимости от материала, подлежащего обработке (относительная плотность) и емкости камеры построения (как минимум 30% емкости.

**6.3.3 Положение платформы подачи сырья**

Настоящий подраздел применим только для установок, имеющих в своей конструкции платформу подачи сырья.

Точность и воспроизводимость движений платформы подачи сырья в заданном диапазоне должна быть определена, например, с помощью циферблатного индикатора или стеклянной шкалы.

Для этой цели платформу подачи сырья следует перемещать последовательными шагами, соответствующими типовому количеству порошка, требуемого для нанесения одного или нескольких слоев определенной толщины.

Измерения должны быть проведены как минимум при пяти позициях платформы подачи сырья (0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 % от общей длины движения платформы) и как минимум пяти последовательных шагах для каждой позиции, с отсутствием нагрузки для наибольшей высоты подъема и с нагрузкой для наименьшей высоты подъема. Весовая нагрузка должна определяться в зависимости от материала, подлежащего обработке (относительная плотность) и объема емкости хранения. Допустимые отклонения должны быть согласованы между заинтересованными сторонами.

**6.3.4 Другие механизмы обращения с сырьем**

Для установок, в которых порошок подается в зону подачи без применения платформы подачи сырья, должен быть указан метод измерения количества подаваемого сырья и проверки его повторяемости. Допустимые отклонения количества подаваемого порошка должно быть определено по согласованию между заинтересованными сторонами.

**6.3.5 Движение устройства распределения порошка**

Устройство распределения порошка должно быть проверена на предмет равномерной и воспроизводимой работы. Испытания устройства распределения порошка проводят в условиях эксплуатации, т. е. с используемым порошком.

**6.4 Система нагрева**

Функциональные возможности системы нагрева должны быть продемонстрированы или проверены в соответствии с требованиями пользователя установки.

**6.3 Атмосферы внутри рабочего пространства**

Требования к атмосфере внутри рабочего пространства должны быть установлены и задокументированы. С помощью соответствующих датчиков и систем контроля необходимо удостовериться в том, что на протяжение всего процесса атмосфера соответствует установленным требованиям.

Используемые сенсоры системы контроля должны быть калиброваны, что должно быть подтверждено протоколом калибровки.

Должны быть установлены требования к газонепроницаемости установки, а соответствие данным требованиям проверено. Испытание газонепроницаемости может быть определено путем измерения изменения давления за установленный период времени. Результаты испытания должны быть задокументированы.

**6.6 Запись данных**

Функциональные возможности в части записи данных должны быть продемонстрированы или проверены.

**6.7 Системы безопасности**

Функциональные возможности всех систем безопасности должны быть продемонстрированы или проверены.

**6.8 Дополнительные испытания**

**6.8.1 Демонстрационные детали и образцы для испытаний**

В ходе приемочного контроля могут быть изготовлены демонстрационные детали и/или образцы для испытаний в соответствии с ГОСТ Р ISO/ASTM 52902. При этом необходимо учитывать следующие факторы:

a) неровности поверхности, например, выступы, выемки;

b) царапины;

c) лишний (частично сплавленный) материал;

d) цвет побежалости (особенно для титана) и/или следы порошка как признак недостаточной защиты защитным газом;

e) полости и непроплавы, видимые на микрофотографиях или при рентгенографическом исследовании;

f) точность геометрических размеров;

g) трещины.

**6.8.2 Оценка поверхности построения**

Оценка поверхности построения может быть выполнена для определения зависимости качества построения от положения на платформе построения. На рисунке 1 приведен пример оценки при помощи ультразвукового контроля.



X – координата x, в мм; Y1 – координата y, в мм; Y2 – мощность сигнала в %

Рисунок 1 – Пример ультразвукового испытания при оценке поверхности построения

Должен быть установлен применяемый метод неразрушающего контроля и его подробности.

**6.8.3 Проверка потока газа с помощью анемометра с горячей проволокой**

Может быть проведена проверка с помощью анемометра с горячей проволокой. Анемометр с горячей проволокой – это устройство, используемое для измерения скорости и направления жидкости или газа. Проверка может быть проведена путем измерения тепловых потерь проволоки, нагреваемой электрическим током, которая помещена в поток жидкости или газа. Пример положения точек измерения на платформе построения приведен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Пример положения точек измерения на платформе построения

Пример размещения анемометра с горячей проволокой в рабочей камере приведен на рисунке 3.



1 – устройство контроля; 2 – анемометр с горячей проволокой; 3 – платформа построения

**6.9 Повторное проведение испытаний**

Испытания должны быть проведены повторно в случае, если установки синтеза металлических порошков на подложке было модифицировано или если условия эксплуатации значительно изменились (например, при замене основных деталей оборудования, перемещении оборудования).

Изменение программного обеспечения установок может также потребовать повторного проведения испытаний.

К основным деталям оборудования относят:

— источник лазерного излучения;

— газовая система;

— оптическая система;

— оси движения;

— устройство распределения порошка

— нагревательный элемент платформы построения.

**7 Протокол приемки**

Результаты приемки должны быть полностью задокументированы. Протокол приемки (см. пример в Приложении А) должен включать в себя по меньшей мере следующую информацию:

a) тип и обозначение установки синтеза металлических порошков на подложке;

b) серийный номер установки;

c) условия окружающей среды и эксплуатации;

d) объем испытаний (пределы, связанные с материалом и эксплуатацией);

e) результаты испытаний, см. раздел 6;

f) дата проведения испытания;

g) место проведения испытания;

h) сотрудники, которые провели испытание;

i) сотрудники, которые проверяли методы испытаний и результаты

условия испытаний на сварку и результаты испытаний;

j) замечания и особенности;

k) ссылка на настоящий стандарт.

**Приложение A**

**(справочное)**

**Пример протокола приемки**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Установка синтеза металлических порошков на подложке  Номер оборудования: | | |
| Производитель оборудования: | Производитель лазера: | |
| Обозначение оборудования: | Обозначение лазера: | |
| Серийный номер оборудования: | Серийный номер лазера: | |
| Параметры | Результаты измерений  (макс. отклонение)  [%] | Предельные значения в соответствии с  ГОСТ Р (ISO/ASTM 52941 ) |
| Оптическая система | | |
| Проверка мощности лазерного излучения: |  |  |
| Проверка стабильности мощности лазерного излучения: |  | ± 5 % |
| Проверка геометрии лазерного пучка: |  |  |
| Проверка положения фокуса: |  |  |
| Проверка характеристик лазерного пучка: |  | 0,06 мм |
| Точность траектории: |  |  |
| Скорость сканирования: |  | ± 5 % |
| Движения платформы | | |
| Платформа построения: |  |  |
| Платформа подачи сырья: |  |  |
| Движение устройства распределения порошка: |  |  |
| Точность системы сенсоров: |  |  |
| Газонепроницаемость: |  |  |
| Демонстрационные детали и образцы для испытаний: |  | по договоренности |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| Подпись |  | Дата |

**Приложение B**

**(информационное)**

**Пример геометрического рисунка для определения точности траектории**



Предлагаемая последовательность точек: A→B→C→D→A→C→H→B→D→F→A→G→E→C→G→B→E→D→H→F→E→H→G→H→E→F

**Приложение ДА**

(справочное)

# Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДВ.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение ссылочного межгосударственного или национального стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование  ссылочного международного стандарта или стандарт АСТМ |
| ГОСТ Р ИСО 11554 | IDT | ISO 11554:2006 Оптика и фотоника. Лазеры и лазерные установки (системы). Методы испытаний лазеров и измерений мощности, энергии и временных характеристик лазерного пучка" |
| ГОСТ Р ИСО 11146-1 | IDT | ISO 11146-1:2005 Лазеры и лазерные установки (системы). Методы измерений ширин, углов расходимости и коэффициентов распространения лазерных пучков. Часть 1. Стигматические (гомоцентрические) и слабоастигматические пучки |
| ГОСТ Р ИСО 11146-2 | IDT | ISO 11146-2:2005 Лазеры и лазерные установки (системы). Методы измерений ширин, углов расходимости и коэффициентов распространения лазерных пучков. Часть 2: Астигматические пучки |
| ГОСТ Р ИСО/ТО 11146-3-2008 | IDT | ISO/TR 11146-3:2004 Лазеры и лазерные установки (системы). Методы измерений ширин, углов расходимости и коэффициентов распространения лазерных пучков. Часть 3: Собственная и геометрическая классификация лазерных пучков, специфика их распространения и методики измерений |
| ГОСТ Р 57558-2017/ISO/ASTM 52900:2015 | IDT | ISO/ASTM 52900:2015 Аддитивное производство. Базовые принципы. Терминология |
| ГОСТ Р (ISO/ASTM 52921:2013) | MOD | ISO/ASTM 52921 Стандартная терминология для аддитивного производства. Системы координат и методология проведения испытаний |
| Примечание – В настоящей таблице использованы условные обозначения степени соответствия стандарта: IDT – идентичный стандарта, MOD – модифицированный стандарт. | | |

УДК:67.05:006.354 ОКС: 25.040.99

35.240.50

Ключевые слова: аддитивные технологии, приемка, аддитивные установки, синтез на подложке, металлические изделия, металлопорошковая композиция, изделия авиакосмического применения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Руководитель разработки:  Начальник Управления по качеству и стандартизации ООО «РусАТ» |  | А.С. Крюков |
|  |  |  |
| Исполнитель: |  |  |
|  |  |  |
| Главный специалист по стандартизации Управления по качеству и стандартизации ООО «РусАТ» |  | И.А. Косоруков |