ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70240— 2022 (ИСО/АСТМ 52941: 2020)

Аддитивные технологии

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ УСТАНОВОК СИНТЕЗА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ НА ПОДЛОЖКЕ

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)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «Русатом — Аддитивные технологии» (ООО «РусАТ») на основе собственного 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 2 августа 2022 г. № 712-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО/АСТМ 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). При этом дополнительные слова (фразы, показатели, ссылки), включенные в текст стандарта для учета потребностей национальной экономики Российской Федерации и/или особенностей российской национальной стандартизации, выделены курсивом.

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.

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© ISO, 2020
© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Оборудование 2
5 Условия окружающей среды и эксплуатации 2
6 Приемо-сдаточные испытания 2
7 Протокол приемки 7
Приложение А (справочное) Пример протокола приемки 8
Приложение В (справочное) Пример геометрического рисунка для определения точности траектории . . 9
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте 10

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аддитивные технологии

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ УСТАНОВОК СИНТЕЗА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ НА ПОДЛОЖКЕ

Общие положения

Additive technologies. Test methods for laser metal powder-bed fusion machines for metallic materials. General provisions

Дата введения — 2022—12—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования и методы испытаний при приемке и повторных испытаниях лазерного оборудования синтеза на подложке металлических изделий (далее — оборудование). *В настоящем стандарте также приведен пример протокола приемки оборудования (см. приложение А).*

1.2 Настоящий стандарт может также быть использован при контроле 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 57558/ISO/ASTM 52900:2015 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения

ГОСТ Р 59184 Аддитивные технологии. Оборудование для селективного лазерного сплавления. Общие требования

ГОСТ Р 59586/ИСО/АСТМ 52902:2019 Аддитивные технологии. Образцы для испытаний. Оценка геометрических способностей систем аддитивного производства

ГОСТ Р 59741 (ИСО 11554:2017) Оптика и фотоника. Лазеры и лазерное оборудование. Методы определения мощности, энергии и временных характеристик лазерного излучения

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 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

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

Издание официальное

с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ Р 57558*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **скорость сканирования** (scanning speed): Относительная линейная скорость движения лазерного пучка в плоскости платформы построения (рабочей плоскости).

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

3.3 **платформа подачи сырья** (feeding platform): Платформа, постепенно двигающаяся и подающая сырье для системы формирования порошкового слоя.

3.4 **система формирования порошкового слоя** (powder spreading device): Механизм подачи сырья, подающий и равномерно распределяющий порошок по поверхности построения.

3.5 **максимальная мощность лазерного излучения** (rated laser power): Максимальная допустимая мощность, устанавливаемая производителем оборудования.

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

4 Оборудование

Оборудование должно быть установлено, эксплуатироваться и обслуживаться в соответствии с эксплуатационными документами и рабочими инструкциями.

5 Условия окружающей среды и эксплуатации

Условия окружающей среды и эксплуатации при испытании оборудования должны соответствовать диапазонам требований производителя оборудования, если такие требования указаны, а также 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 Приемо-сдаточные испытания

6.1 Общие требования

Приемо-сдаточные испытания оборудования должны включать в себя, как минимум, требования, указанные в 6.2—6.7.

Общий (рекомендуемый) перечень и объем испытаний оборудования — в соответствии с ГОСТ Р 59184.

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

6.2 Испытания лазерного пучка

6.2.1 Проверка мощности лазерного излучения для непрерывных лазеров

Мощность лазерного излучения должна быть измерена. Измерения выполняют в соответствии с *ГОСТ Р 59741*.

Номинальные значения характеристик оборудования сравнивают с их фактическими значениями. Измерения необходимо выполнять по месту использования лазера (т. е. внутри камеры построения). Средство измерений должно обеспечивать измерения в фактическом диапазоне мощности лазера с заданной точностью.

Измерение мощности лазерного излучения проводят при помощи откалиброванного средства измерений в диапазоне мощности лазерного излучения, установленного в технической документации на оборудование. Если этот диапазон неизвестен, рекомендуется проводить измерения как минимум в трех точках, включающих 30 % и 90 % от максимальной мощности лазерного излучения.

Следует учитывать время прогрева, если оно указано производителем оборудования.

6.2.2 Проверка стабильности мощности лазерного излучения для непрерывных лазеров

Стабильность мощности лазерного излучения должна быть измерена в соответствии с *ГОСТ Р 59741*, если это применимо.

Если *ГОСТ Р 59741* не может быть применен, испытание проводят в соответствии с нижеприведенными указаниями.

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 мощность лазерного излучения, измеренная после заданного времени прогрева оборудования;

b) максимальная мощность лазерного излучения, измеренная не позже чем через 2 мин после работы лазера при максимальной мощности в течение минимум 15 мин.

Разница между двумя измерениями не должна превышать ±5 %.

Примечание — См. определение максимальной мощности лазерного излучения в 3.5.

6.2.3 Испытание импульсных лазеров

Характеристики импульсных лазеров должны быть определены в соответствии с *ГОСТ Р 59741*. Требования должны быть согласованы между производителем (поставщиком) и заказчиком.

6.2.4 Проверка характеристик лазерного пучка

Характеристики лазерного пучка 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 быть выполнена согласно *ГОСТ Р ИСО 11146-1, ГОСТ Р ИСО 11146-2, ГОСТ Р ИСО/ТО 11146-3*.

Результат должен соответствовать установленным требованиям.

6.2.5 Определение положения минимума перетяжки пучка на различных точках рабочей поверхности

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

Значение положения перетяжки пучка по оси *z* приводят с привязкой к поверхности построения.

Положение минимума перетяжки пучка можно определить путем проведения параллельных линий с помощью лазера на тестовой пластине 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

Термическую стабильность положения минимума перетяжки пучка определяют при 10 %, 50 % и 90 % от максимальной мощности лазера после истечения времени прогрева.

Определение должно быть проведено при лазерном пучке, направленном вертикально к рабочей поверхности при помощи соответствующего оборудования.

Если между заинтересованными сторонами не согласовано иное, минимальное время для применения каждого значения мощности должно составлять 15 мин.

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 точности позиционирования лазерного пучка

Точность позиционирования лазерного пучка определяют с помощью получения геометрических фигур (прототипов эталонных деталей), выполненных лазером на рабочей пластине, и последующим сравнением их с математическими моделями.

Вектор *x*—*y* отклонения позиционирования лазерного пучка от заданных положений не должен превышать 0,06 мм, если иное не согласовано между поставщиком и потребителем.

6.2.8 Точность траектории

Для определения точности траектории при заданной скорости сканирования необходимо нанести на тестовую пластину геометрический рисунок. Пример геометрического рисунка для определения точности траектории приведен в приложении В. Скорость сканирования, при которой определена точность 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 контуров;
- 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 в системе координат, связанной с плоскостью построения, как в *x*- и *y*-направлениях, так и в направлениях под углом (45 ± 15)° к ним.

Скорость сканирования при измерении может быть задана пользователем.

Скорость сканирования может быть определена, например, нанесением лазерной гравировки (расплавленная дорожка) на тестовой пленке при наиболее низком положении платформы. Для этой цели в определенный период времени применяют заданную длину траектории. Длину траектории впоследствии измеряют и делят на фактическое время включения лазера. Измерение фактического времени включения лазера может быть выполнено на станции управления лазером.

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

6.2.10 Дополнительные требования к оборудованию с несколькими источниками лазерного пучка

Для оборудования, использующего несколько лазеров, каждый из которых находится в пределах своей рабочей зоны, требования 6.2.1—6.2.9 проверяют для каждой зоны отдельно.

Для оборудования, использующего несколько лазеров, охватывающих две рабочие зоны или более, 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 должны быть определены, например, с помощью индикатора часового типа или стеклянной линейки.

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 наимень-

шей высоты подъема. Весовую нагрузку следует определять в зависимости от материала, подлежащего обработке (относительная плотность) и емкости камеры построения (как минимум 30 % емкости).

6.3.3 Позиционирование платформы подачи сырья

Настоящий пункт применим только для оборудования, имеющего в своей конструкции платформу подачи сырья.

Точность и воспроизводимость движений платформы подачи сырья в заданном диапазоне должны быть определены, например, с помощью индикатора часового типа или стеклянной линейки.

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. Весовую нагрузку следует определять в зависимости от материала, подлежащего обработке (относительная плотность) и объема емкости хранения. Допустимые отклонения количества подаваемого порошка должны быть определены по согласованию между производителем (поставщиком) и заказчиком.

6.3.4 Другие механизмы обращения с порошком

Для оборудования, в котором 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 следует определять по согласованию между поставщиком и заказчиком.

6.3.5 Система формирования порошкового слоя

Система формирования порошкового слоя должна быть проверена на предмет равномерной и воспроизводимой работы. Испытания системы формирования порошкового слоя проводят в условиях эксплуатации, т. е. с используемым видом порошка.

6.4 Требования к системе нагрева

Функциональные возможности системы нагрева должны быть продемонстрированы или проверены в соответствии с требованиями технической документации.

6.5 Требования к атмосфере 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.

Метрологические характеристики используемых сенсоров системы контроля должны быть проверены, что должно быть подтверждено документально.

Должны быть установлены требования к газонепроницаемости оборудования, 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 оборудования в части записи данных должны быть продемонстрированы или проверены.

6.7 Требования к системе безопасности

Функциональные возможности всех систем безопасности должны быть продемонстрированы или проверены.

6.8 Дополнительные испытания

6.8.1 Требования к демонстрационным деталям и образцам для испытаний

В ходе приемочного контроля могут быть изготовлены демонстрационные детали и/или образцы для испытаний в соответствии с *ГОСТ Р 59586. Демонстрационные детали должны быть выполнены в соответствии с чертежами и техническими требованиями на конкретное изделие.*

При этом необходимо контролировать:

a) точность геометрических размеров детали;

b) отсутствие неровности поверхности (выступов, выемок);

c) отсутствие царапин;

d) отсутствие лишнего (частично сплавленного) материала;

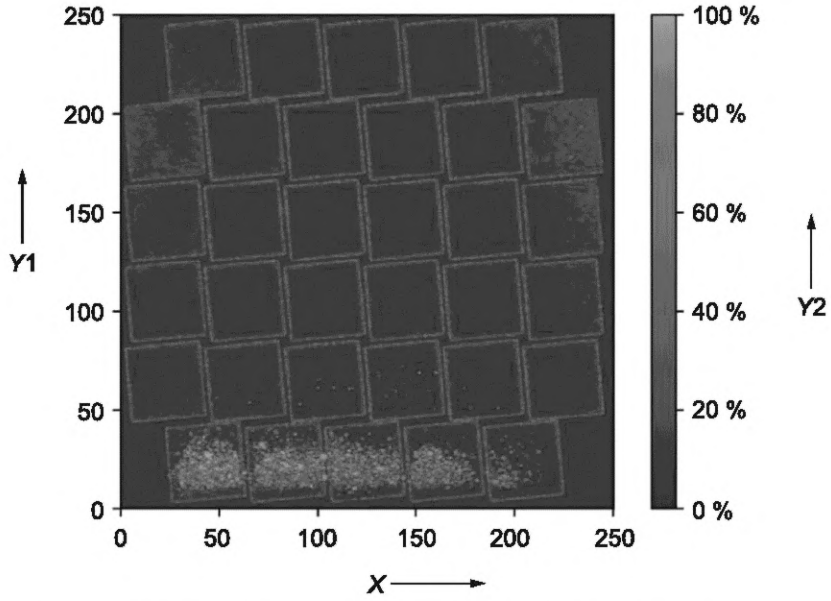
e) отсутствие цвета побежалости (особенно для титана) и/или следов порошка как признака недостаточной защиты защитным газом;

f) отсутствие полостей и непроплавов, видимых на микрофотографиях или при рентгенографическом исследовании;

g) отсутствие трещин.

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*, мм; *Y*1 — координата *y*, мм; *Y*2 — мощность сигнала, %

Рисунок 1 — Пример ультразвукового испытания при оценке поверхности построения

Должен быть указан применяемый метод неразрушающего контроля и порядок его применения.

6.8.3 Проверка потока газа с помощью анемометра с горячей проволокой

Может быть проведена проверка с помощью анемометра с горячей проволокой 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.

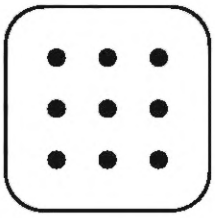
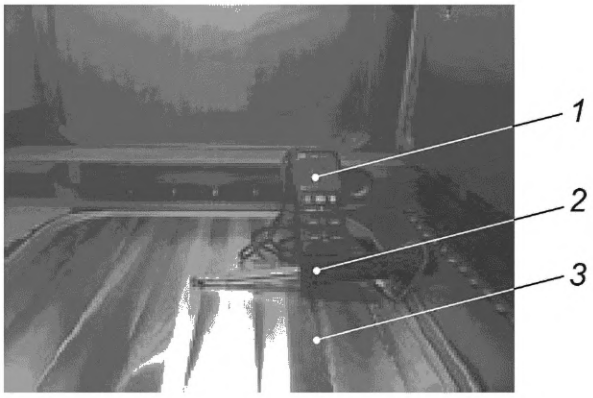


Рисунок 2 — Пример положения точек измерения на платформе построения

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



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

Рисунок 3 — Размещение анемометра с горячей проволокой в рабочей камере

6.9 Повторное проведение испытаний

Испытания должны быть проведены повторно в том случае, если оборудование было модифицировано или если условия эксплуатации значительно изменились (например, при замене основных элементов и перемещении оборудования).

К основным элементам оборудования относят:

- систему построения, в том числе рабочую камеру, систему формирования порошкового слоя, колодец построения, платформу построения и механизм вертикального перемещения платформы построения;

- систему электропитания;

- лазерно-оптическую систему;

- системы формирования защитной атмосферы и фильтрации отработанных газов;

- систему накопления несплавленного порошка;

- автоматизированную систему управления;

- программный комплекс подготовки рабочего файла.

Изменение программного обеспечения оборудования может также потребовать повторного проведения испытаний.

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 оборудования;
b) серийный номер оборудования;
c) условия окружающей среды и эксплуатации;
d) объем испытаний (пределы, связанные с материалом и эксплуатацией);
e) результаты испытаний (см. раздел 6);
f) дату проведения испытания;
g) место проведения испытания;
h) список сотрудников, которые провели испытание;
i) список сотрудников, которые проверяли методы испытаний и результаты;
j) замечания и особенности;
k) ссылку на настоящий стандарт.

Приложение А
(справочное)

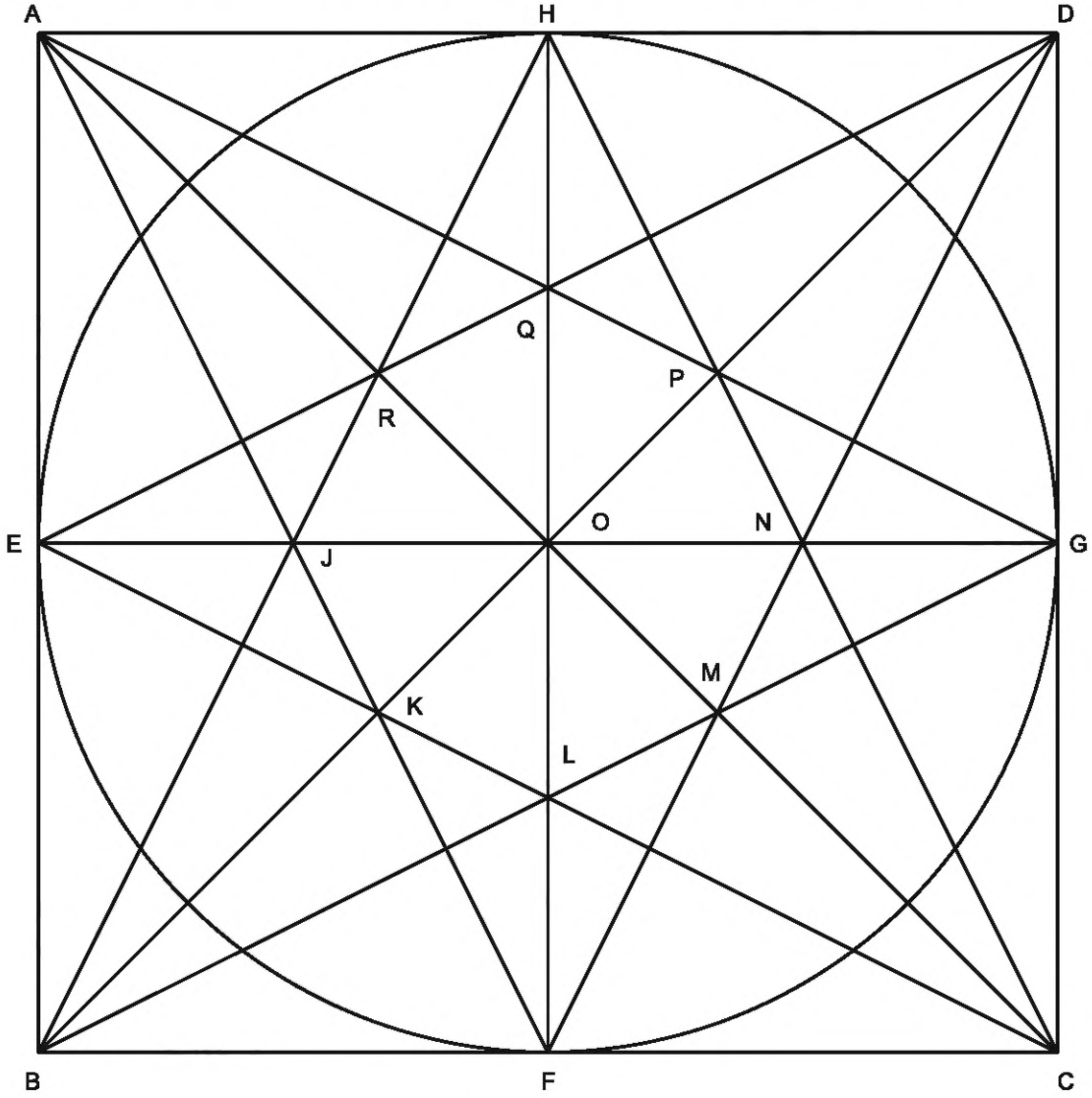
Пример протокола приемки

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 70240—2022**
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:		
Система формирования порошкового слоя:		
Точность системы сенсоров:		
Газонепроницаемость:		
Демонстрационные детали и образцы для испытаний:		По договоренности

Подпись _____ Дата _____

Приложение В
(справочное)

Пример геометрического рисунка для определения точности траектории



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→F→G→H→E→F

Рисунок В.1 — 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

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта или стандарт АСТМ
ГОСТ Р 57558—2017/ISO/ ASTM 52900:2015	IDT	ISO/ASTM 52900:2015 «Аддитивное производство. Базовые принципы. Терминология»
ГОСТ Р 59741	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	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»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - IDT — идентичные стандарты.		

УДК 67.05:006.354

ОКС 25.040.99
35.240.50

Ключевые слова: аддитивные технологии, приемка, аддитивные установки, синтез на подложке, металлические изделия, металлический порошок, изделия авиакосмического применения

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 04.08.2022. Подписано в печать 16.08.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,60.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru