ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 54787— 2011

ОБРАБОТКА НАНОРАЗМЕРНАЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Технологические требования

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков» (ОАО «ЭНИМС»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 70 «Станки»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 1026-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Май 2020 г.

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)

© Стандартинформ, оформление, 2012, 2020

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 Общие положения по технологическому обеспечению наноразмерной обработки 2
4.1 Основные виды наноразмерной обработки 2
4.2 Организация работ и требования к производственным условиям при наноразмерной обработке 2
5 Технологическое обеспечение наноразмерной обработки 3
5.1 Требования к заготовкам 3
5.2 Требования к технологическому оборудованию 3
5.3 Требования к режущему инструменту 3
5.4 Требования к средствам измерений и метрологическому обеспечению 3
5.5 Промышленная экология и техника безопасности 4

Введение

Коренные изменения, происходящие в настоящее время в отраслях высоких технологий — микромеханике, электронике, медицине, видеотехнике, освоении космоса и пр., требуют деталей с нетрадиционными особо высокими физико-техническими и технологическими характеристиками, которые могут быть получены при их обработке только на уровне, близком к атомному или молекулярному.

Получение деталей с принципиально новыми свойствами обеспечивают нанотехнологии, формирующие требуемые специфические свойства поверхностного слоя в результате прецизионной обработки материалов на наноуровне за счет механического, электрического, плазменного, химического, магнитного и пр. воздействия или их комбинации.

В настоящем стандарте изложены требования к реализации токарной обработки лезвийным инструментом с нанометрической точностью, при которой обеспечивается возможность изготовления поверхностей сложных форм, точно реализующих заданные требования нанообработки прецизионных деталей, — без нарушения структуры поверхности, что невозможно достичь другими методами, в частности, шлифованием, когда на обрабатываемой поверхности появляются риски, трещины, сколы и т. п. местные дефекты, что требует дополнительных ручных операций по доводке дефектной поверхности, но при этом нарушается геометрическая форма.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ОБРАБОТКА НАНОРАЗМЕРНАЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Технологические требования

Nanodimensional processing of precision details.
Production requirements

Дата введения — 2012—07—01

1 Область применения

Наноразмерная обработка позволяет изготовлять детали, точность размеров, формы и расположения поверхности которых определяются диапазоном от 10^{-9} до 10^{-7} м (от 1 до 100 нм).

Настоящий стандарт устанавливает технологические требования к обеспечению токарной наноразмерной обработки прецизионных деталей в части требований к производственным условиям, технологическому оборудованию (ТО), заготовкам, инструменту, средствам измерений, технике безопасности, охране окружающей среды и здоровью обслуживающего персонала, что способствует созданию и выводу на международный рынок отечественной конкурентоспособной нанопродукции.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.050 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия выполнения линейных и угловых измерений

ГОСТ 12.1.003 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.005 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.012 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.030 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление

ГОСТ 12.2.003 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ Р 51317.6.2 (МЭК 61000-6-2:2007) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний[1)]

ГОСТ Р 51317.6.4 (МЭК 61000-6-4:2006) Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитные помехи от технических средств, применяемых в промышленных зонах. Нормы и методы испытаний[2)]

ГОСТ Р ИСО 14644-1 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха

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

[1)] Действует ГОСТ 30804.6.2—2013.

[2)] Действует ГОСТ 30804.6.4—2013.

Издание официальное

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 **лезвийная наноразмерная обработка:** Метод токарной обработки монокристаллическим инструментом (алмазным и пр.) поверхностей различных форм с точностью в нанодиапазоне.

3.2 **взвешенная частица:** Твердый или жидкий объект, который определяет чистоту воздуха и характеризуется совокупным распределением, основанном на пороговом размере (нижнем пределе) в диапазоне 0,1—5 мкм.

4 Общие положения по технологическому обеспечению наноразмерной обработки

4.1 Основные виды наноразмерной обработки

Наноразмерная обработка осуществляется следующими видами обработки (и их подвидами):

- механическими (дифференцированное пластическое деформирование и пр.);
- электрическими (электроэрозия, анодное растворение микронеровностей и пр.);
- магнитными (магнито-электрореологические, магнитоимпульсное взаимодействие микрочастиц и пр.);
- плазменными и электронно-лучевыми (напыление покрытий, осаждение наночастиц, упрочнение наночастицами и пр.);
- комбинациями обработки указанных видов.

4.2 Организация работ и требования к производственным условиям при наноразмерной обработке

4.2.1 Изделия должны сохранять свои параметры в пределах норм, установленных в НД (ТЗ, ТУ и пр.).

4.2.2 Обеспечение стабилизации основных параметров рабочего помещения

4.2.2.1 Температурный режим в помещении должен быть 20 °С с колебаниями в зоне обработки не более ±0,5 °С в течение рабочего дня в соответствии с ГОСТ 8.050. Действие местного нагрева, в том числе действие прямых солнечных лучей, не допускается.

4.2.2.2 Колебания температуры воздуха, подаваемого в пневмосистему ТО, не должны быть более ±1 °С.

4.2.2.3 Относительная влажность воздуха — 58 % в соответствии с ГОСТ 8.050. Колебания относительной влажности воздуха — ±3 %.

4.2.2.4 Атмосферное давление — 101,3 кПа. Давление окружающего воздуха в рабочем помещении должно быть не меньше атмосферного. Не допускается превышение атмосферного давления более чем на 3 кПа.

4.2.2.5 Максимально допустимая концентрация частиц, взвешенных в 1 $м^3$ воздуха в рабочем пространстве (чистом помещении, чистой зоне) по классу точности 4—6, — в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14644-1.

4.2.2.6 Частота возмущающих гармонических вибраций (f), действующих на объект нанообработки и средства измерений, не должна превышать 30 Гц, при этом:

- при $f \le 1$ Гц амплитуда возмущающих вибраций $A \le 0,01$ мм;
- при $1 < f \le 30$ Гц амплитуда возмущающих вибраций А — по ГОСТ 8.050.

4.2.2.7 Напряженность магнитного поля не должна превышать 80 А/м, напряженность электростатического поля — 5 В/м. Пределы допускаемой амплитуды колебаний магнитного поля в процессе измерений при наличии в средствах измерений неэкранированных электромагнитных преобразователей — 10 А/м по ГОСТ 8.050.

4.2.2.8 Требования по обеспечению электромагнитной совместимости в части устойчивости к электромагнитным помехам к электротехническим, электронным и радиоэлектронным изделиям и аппаратуре — согласно ГОСТ Р 51317.6.2 и ГОСТ Р 51317.6.4.

4.2.2.9 При установке ТО используется шина, соединенная с низкоомным контуром заземления. Сопротивление контура должно быть не более 4 Ом. ТО должно подключаться к трехфазной четырехпроводной сети переменного тока напряжением 380 ± (10 % – 15 %) В и частотой (50 ± 1) Гц. Выполнение заземляющих устройств должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.030.

5 Технологическое обеспечение наноразмерной обработки

5.1 Требования к заготовкам

Основные параметры и размеры заготовок при наноразмерной обработке должны соответствовать требованиям нормативных документов для особо точных деталей.

5.2 Требования к технологическому оборудованию

5.2.1 Для обеспечения точности реализации линейных размеров в пределах ±50 нм, точности определения формы поверхности в пределах ±25 нм, точности определения шероховатости поверхности в пределах *Ra* = 0,5 – 1 нм кинематическая разрешающая способность систем перемещения (прямых приводов) и точность позиционирования должна быть в пределах от 5 до 10 нм, повторяемость — не более 20 нм.

5.2.2 Компоновка ТО (станка, стенда и пр.), точность самих узлов ТО (основания, станины, шпинделя, суппорта) и их перемещений (вращения) должны обеспечивать заданную точность движений формообразования и исключать деформации взаимного расположения узлов ТО в горизонтальной и вертикальной плоскостях от колебаний температуры.

5.2.3 Плавность *a* перемещения рабочих органов (суппортов, шпинделя и пр.) по всем координатам (*X, Y, Z, A, B, C*) должна соответствовать — $a \le 0{,}001$ g.

5.2.4 ТО должно иметь специальный изолированный фундамент на виброизолирующих опорах, имеющих собственную частоту колебаний $f_c < f_o$ Гц.

5.2.5 ТО предусматривает балансировку предметного стола с деталью, приспособления, элементов крепления и инструмента.

5.2.6 Рабочая позиция ТО предусматривает расположение устройств контроля формы, положения резца и правки режущего инструмента.

5.2.7 В ТО используются прецизионные подшипники с осевым и радиальным биением в пределах нанометрического диапазона.

5.3 Требования к режущему инструменту

5.3.1 Отсутствие на режущей части наружных и внутренних трещин, заусенцев, прижогов, сколов, выкрошенных мест, физических и химических загрязнений (капель).

5.3.2 Передний угол инструмента должен иметь отрицательные значения в зависимости от обрабатываемого материала.

5.3.3 Радиус кривизны вершины лезвия в плане должен быть в пределах от 20 до 80 нм, а в секущей плоскости — в пределах от 5 до 10 нм.

5.3.4 Дискретность перемещения и точность позиционирования инструмента — не более 5 нм для его работы в зоне до 100 нм.

5.3.5 Стойкость инструмента должна обеспечивать обработку заданной партии заготовок (деталей).

5.4 Требования к средствам измерений и метрологическому обеспечению

5.4.1 Стабильность и высокая точность операций контроля как в части линейных перемещений, так и в части контроля формы поверхностей должны быть обеспечены:

- с помощью оптических средств — лазерных интерферометров;
- с помощью емкостных датчиков;
- наличием в составе средств измерений:
- сканирующего микроскопа для формирования изображения объекта;

- микроскопа для наблюдения зоны обработки;
- специализированных средств измерений с соответствующей разрешающей способностью для измерений температуры, давления и относительной влажности воздуха, а также концентрации взвешенных частиц в 1 $м^3$ воздуха.

5.5 Промышленная экология и техника безопасности

5.5.1 Производственное оборудование должно обеспечивать безопасность работающего персонала при монтаже (демонтаже), вводе в эксплуатацию и эксплуатации как в случае автономного использования, так и в составе технологических комплексов при соблюдении требований (условий, правил), предусмотренных эксплуатационной документацией в соответствии с ГОСТ 12.2.003.

5.5.2 Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК) при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования, вентиляции и при контроле качества производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работающих по ГОСТ 12.1.005.

Примечание — С учетом возможности появления в воздухе рабочей зоны наноразмерных частиц необходимо предусмотреть дополнительные меры по его очистке.

5.5.3 Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей ТО, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 $Вт/м^2$ при облучении 50 % поверхности тела и более, 70 $Вт/м^2$ — при облучении от 25 % до 50 % поверхности тела и 100 $Вт/м^2$ — при облучении не более 25 % поверхности тела по ГОСТ 12.1.005.

5.5.4 Максимальное полное среднеквадратичное значение корректированного виброускорения не должно превышать 0,5 $м/с^2$ — для локальной и 0,1 $м/с^2$ — для общей вибрации по ГОСТ 12.1.012.

5.5.5 Уровень постоянного шума в рабочем пространстве не должен превышать 45 дБ. Максимальный уровень звука непостоянного шума на рабочих местах — 60 дБ · А, измеряемый на временной характеристике «медленно» шумомера по ГОСТ 12.1.003.

УДК 621.941.01:006.354 ОКС 25.080

Ключевые слова: наноразмерная обработка, технологическое обеспечение, точность позиционирования

Редактор переиздания *Н.Е. Рагузина*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 28.05.2020. Подписано в печать 23.06.2020. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,74.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

gost.e-ecolog.ru