МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 27843— 2006 (ИСО 230-2:1997)

ИСПЫТАНИЯ СТАНКОВ

Определение точности и повторяемости позиционирования осей с числовым программным управлением

(ISO 230-2:1997 + Cor. 1:1999, Test code for machine tools — Part 2. Determination of accuracy and repeatability of positioning numerically controlled axes, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации и сертификации в машиностроении (ФГУП «ВНИИНМАШ») и Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ОАО «ЭНИМС») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 24 июня 2006 г. № 29)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004--97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004--97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Туркмения	TM	Главгосслужба «Туркменстандартлары»
Узбекистан	UZ	Узстандарт
Украина	UA	Госпотребстандарт Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 мая 2007 г. № 102-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 27843—2006 (ИСО 230-2:1997) введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2008 г.

5 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 230-2:1997 + Изм. 1:1999 «Испытания станков. Часть 2. Определение точности и повторяемости позиционирования осей с числовым программным управлением» (ISO 230-2:1997 + Cor. 1:1999 «Test code for machine tools — Part 2: Determination of accuracy and repeatability of positioning numerically controlled axes», MOD).

При этом дополнительные положения, а также фразы и отдельные слова, включенные в текст стандарта для учета потребностей национальной экономики указанных выше государств и особенностей межгосударственной стандартизации, выделены курсивом

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6)

6 ВЗАМЕН ГОСТ 27843—88

7 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Сентябрь 2020 г.

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© ISO, 1997 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2007, 2008, 2020

В Российской Федерации 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 Условия испытаний 4
5 Программа испытаний 5
6 Оценка результатов 6
7 Пункты, подлежащие согласованию между поставщиком/изготовителем и пользователем 7
8 Оформление результатов 7
Приложение А (справочное) Пример оценки результатов проверки точности позиционирования 9
Приложение Б (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта 12
Библиография 13

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

ИСПЫТАНИЯ СТАНКОВ

Определение точности и повторяемости позиционирования осей с числовым программным управлением

Test of machine tools. Determination of accuracy and repeatability of positioning numerically controlled axes

Дата введения — 2008—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет методы проверки и оценки точности и повторяемости позиционирования осей с числовым программным управлением станка с помощью непосредственного измерения отдельных осей на станке. Описанные методы применяются одинаково к линейным осям и осям вращения.

Примечание — При проверке нескольких осей одновременно данный метод не применим.

Настоящий стандарт может использоваться для типовых проверок, приемочных проверок, сравнительных проверок, периодических подтверждений точности, коррекции точности станка и т. д.

Используемые методы включают в себя повторные измерения в каждой позиции. Соответствующие параметры определяют и рассчитывают, как описано в руководстве по выражению неопределенности в измерениях [1].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения):

ГОСТ 8—82 Станки металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность

ГОСТ 22267 Станки металлорежущие. Схемы и способы измерений геометрических параметров

ГОСТ 23597 Станки металлорежущие с числовым программным управлением. Обозначение осей координат и направлений движений. Общие положения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (gost.e-ecolog.ru казателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины и определения

3.1 **ход оси:** Линейный или вращательный максимальный ход в пределах которого подвижный компонент может перемещаться при управлении посредством числового программного управления.

Примечание — Ось — это перемещение подвижного компонента в системе координат станка с обозначениями по ГОСТ 23597.

3.2 **измерительный ход:** Часть хода оси, используемая для сбора данных и выбранная так, чтобы к первой и последней заданным позициям можно было приближаться с двух направлений (см. рисунок 1).

3.3 **заданная позиция P_i ($i = 1, m$):** Позиция, в которую запрограммировано движение подвижного компонента.

Примечание — Нижний индекс i указывает частную позицию среди других заданных позиций вдоль или вокруг данной оси.

3.4 **действительная позиция P_{ij} ($i = 1, m; j = 1, n$):** Измеренная позиция, достигнутая подвижным компонентом при j-м подходе к i-й заданной позиции.

3.5 **отклонение на позиции; позиционное отклонение x_{ij}:** Действительная позиция, достигнутая подвижным компонентом минус заданная позиция

$$x_{ij} = P_{ij} - P_i.$$

3.6 **одностороннее измерение:** Относится к ряду измерений, в которых подход к заданной позиции всегда сделан в одном и том же направлении вдоль или вокруг данной оси. Символ ↑ указывает параметр, полученный при измерении, сделанном после подхода в положительном направлении, и ↓ — в отрицательном направлении, например $x_{ij}\uparrow$ или $x_{ij}\downarrow$.

3.7 **двустороннее измерение:** Относится к параметру, полученному в ряде измерений, в которых подход к заданной позиции сделан в обоих направлениях вдоль или вокруг данной оси.

3.8 **расширенная неопределенность:** Величина, определяющая ожидаемый интервал вокруг результата измерения, который может охватить большую часть распределения возможных фактических значений измерения.

3.9 **фактор охвата:** Коэффициент, используемый как множитель для среднеквадратического отклонения, чтобы получить расширенную неопределенность.

3.10 **среднее одностороннее позиционное отклонение на позиции $\bar{x}_i\uparrow$ или $\bar{x}_i\downarrow$:** Среднеарифметическое позиционных отклонений, полученных при серии n однонаправленных подходов к позиции P_i:

$$\bar{x}_i\uparrow = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\uparrow$$

и

$$\bar{x}_i\downarrow = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\downarrow.$$

3.11 **среднее двустороннее позиционное отклонение на позиции $\bar{x}_i$:** Среднеарифметическое значение средних односторонних позиционных отклонений $\bar{x}_i\uparrow$ и $\bar{x}_i\downarrow$, полученных при двух направлениях подхода к позиции P_i

$$\bar{x}_1 = \frac{\bar{x}_1\uparrow + \bar{x}_1\downarrow}{2}.$$

3.12 ***зона нечувствительности* позиционирования на позиции B_i:** Разность между средними односторонними позиционными отклонениями, полученными при двух направлениях подхода к позиции P_i

$$B_i = \bar{x}_i\uparrow - \bar{x}_i\downarrow.$$

3.13 ***зона нечувствительности* позиционирования оси B:** Максимум абсолютных значений разностей *зон нечувствительности* $|B_i|$ на всех m заданных позициях вдоль или вокруг данной оси

$$B = \max[|B_i|].$$

3.14 **средняя *зона нечувствительности* позиционирования оси $\overline{B}$:** Среднеарифметическое значение *зон нечувствительности позиционирования* B_i на всех заданных позициях вдоль или вокруг данной оси

$$\overline{B} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} B_i.$$

3.15 **вычисление одностороннего среднеквадратического отклонения от заданного положения $s_i\uparrow$ или $s_i\downarrow$:** Среднеквадратическое отклонение от заданного положения, полученного серией n односторонних подходов к позиции P_i

$$s_i\uparrow = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}\left(x_{ij}\uparrow - \overline{x}_i\uparrow\right)^2}; \quad s_i\downarrow = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}\left(x_{ij}\downarrow - \overline{x}_i\downarrow\right)^2}.$$

Допускается вычисление $s_i\uparrow$ и $s_i\downarrow$ по формулам:

$$s_i\uparrow = W_i\uparrow \cdot a_n \text{ и } s_i\downarrow = W_i\downarrow \cdot a_n,$$

где W_i *— размах отклонений* x_{ij}: $W_i = x_{ij}\uparrow_{max} - x_{ij}\uparrow_{min}$;

$W_i\uparrow$ *— размах отклонений* x_{ij}: $W_i\downarrow = x_{ij}\downarrow_{max} - x_{ij}\downarrow_{min}$.

Коэффициент a_n зависит от числа n повторных измерений и берется из таблицы 1.

Таблица 1

Число повторных измерений n	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
Коэффициент a_n	*0,4299*	*0,3946*	*0,3698*	*0,3512*	*0,3367*	*0,3429*

3.16 **односторонняя повторяемость позиционирования на позицию $R_i\uparrow$ или $R_i\downarrow$:** Величина, полученная из расширенной односторонней неопределенности позиционирования на позиции P_i с использованием фактора охвата 2

$$R_i\uparrow = 4s_i\uparrow$$

и

$$R_i\downarrow = 4s_i\downarrow.$$

3.17 **двусторонняя повторяемость позиционирования на позицию R_i:** Максимальное значение из трех величин

$$R_i = \max[(2s_i\uparrow + 2s_i\downarrow + |B_i|), R_i\uparrow; R_i\downarrow].$$

3.18 **односторонняя повторяемость позиционирования оси $R\uparrow$ или $R\downarrow$ и двусторонняя повторяемость позиционирования оси R:** Максимальное значение повторяемости позиционирования в любую позицию P_i вдоль или вокруг данной оси

$$R\uparrow = \max|R_i\uparrow|,$$

$$R\downarrow = \max|R_i\downarrow|,$$

$$R = \max|R_i|.$$

3.19 **одностороннее систематическое позиционное отклонение оси $E\uparrow$ или $E\downarrow$:** Разность между алгебраическим максимумом и минимумом средних односторонних позиционных отклонений для одного направления подхода $x_i\uparrow$ или $x_i\downarrow$ в любой позиции P_i, вдоль или вокруг данной оси

$$E\uparrow = \max(\overline{x}_i\uparrow) - \min(\overline{x}_i\uparrow)$$

и

$$E\downarrow = \max(\overline{x}_i\downarrow) - \min(\overline{x}_i\downarrow).$$

3.20 **двустороннее систематическое позиционное отклонение оси E:** Разность между алгебраическим максимумом и минимумом средних односторонних позиционных отклонений для обоих направлений подхода $\overline{x}_i\uparrow$ и $\overline{x}_i\downarrow$ в любой позиции P_i вдоль или вокруг данной оси

$$E = \max(\overline{x}_i\uparrow; \overline{x}_i\downarrow) - \min(\overline{x}_i\uparrow; \overline{x}_i\downarrow).$$

3.21 **среднее двустороннее позиционное отклонение оси M:** Разность между алгебраическим максимумом и минимумом среднего двустороннего позиционного отклонения x_i в любой позиции P_i вдоль или вокруг данной оси

$$M = \max(\bar{x}_i) - \min(\bar{x}_i).$$

3.22 **точность одностороннего позиционирования оси $A\uparrow$ или $A\downarrow$:** Диапазон, полученный из комбинации односторонних систематических отклонений и оценки средней неопределенности одностороннего позиционирования с использованием фактора охвата 2

$$A\uparrow = \max(\bar{x}_i\uparrow + 2s_i\uparrow) - \min(\bar{x}_i\uparrow - 2s_i\uparrow);$$

$$A\downarrow = \max(\bar{x}_i\downarrow + 2s_i\downarrow) - \min(\bar{x}_i\downarrow - 2s_i\downarrow).$$

3.23 **точность двустороннего позиционирования оси A:** Диапазон, полученный из комбинации двустороннего систематического отклонения и оценки расширенной неопределенности двустороннего позиционирования с использованием фактора охвата 2

$$A = \max(\bar{x}_i\uparrow + 2s_i\uparrow; \bar{x}_i\downarrow + 2s_i\downarrow) - \min(\bar{x}_i\uparrow - 2s_i\uparrow; \bar{x}_i\downarrow - 2s_i\downarrow).$$

4 Условия испытаний

4.1 Окружающая среда

Для обеспечения точности проверок, указанной в руководстве по эксплуатации станка, должны выполняться рекомендованные поставщиком/изготовителем указания относительно приемлемой для станка тепловой среды.

Такие общие указания могут содержать, например, технические требования к средней температуре помещения, максимальной амплитуде и диапазону частот отклонений от этой средней температуры, а также защиту от сквозняков, внешнего излучения, такого как солнечные лучи, отопительные приборы и т. п. Ответственным за создание необходимой окружающей производственной среды для проведения испытаний станка в месте установки является пользователь. Однако, если пользователь выполняет указания поставщика/изготовителя станка, ответственность за характеристики станка согласно техническим требованиям возлагается на его поставщика/изготовителя.

Если окружающая производственная среда эксплуатации станка у пользователя не соответствует требованиям поставщика/изготовителя, то допустимые изменения параметров среды и дополнительная погрешность позиционирования осей (повторяемости позиционирования) устанавливаются по согласованию между сторонами.

Станок и, если целесообразно, измерительные приборы должны находиться в испытательной среде достаточно долго (предпочтительно всю ночь), чтобы достигнуть устойчивого температурного состояния перед испытанием. Они должны быть защищены от сквозняков и внешних излучений, таких как солнечный свет, тепло от нагревательных приборов и т. д.

В течение 12 ч до начала измерений и во время измерений температурный градиент окружающей среды и его изменения в градусах в час должны быть в пределах, установленных поставщиком/изготовителем, или при необходимости согласованы между изготовителем и пользователем с коррекцией гарантируемой точности/повторяемости позиционирования.

4.2 Испытуемый станок

Станок должен быть полностью собран и находиться в работоспособном состоянии. Все необходимые проверки установки и геометрической точности станка должны быть удовлетворительно завершены перед началом проверки точности и повторяемости позиционирования.

Если встроенные подпрограммы коррекции используются в течение испытательного цикла, это должно быть указано в протоколе проверок. Все проверки следует выполнять на станке в ненагруженном состоянии, то есть без обрабатываемой детали.

Позиции переставных или подвижных компонентов на осях, которые не подвергаются проверкам, должны быть определены поставщиком/изготовителем и указаны в протоколе испытаний.

4.3 Прогрев

Чтобы проверить станок при нормальных условиях эксплуатации, проверкам должен предшествовать указанный поставщиком/изготовителем станка режим движений узлов, создающий соответствующий прогрев станка.

Если такие условия не определены, то характер предварительных движений узлов должен быть ограничен перемещениями, необходимыми для установки измерительных приборов.

Неустойчивые тепловые состояния распознаются как упорядоченная прогрессия отклонений между последовательными подходами к любой частной заданной позиции. Эти тенденции должны быть минимизированы путем прогрева.

5 Программа испытаний

5.1 Режим работы

Станок должен быть запрограммирован на движение подвижного компонента вдоль или вокруг проверяемой оси и на помещение его в ряд заданных позиций, где он останется в покое на время, достаточное для измерения и регистрации действительной достигнутой позиции. Время покоя в заданных позициях не регламентируется. Станок должен быть запрограммирован на движение между заданными позициями *со скоростью позиционирования проверяемого узла, используемой при эксплуатации станка*.

5.2 Выбор заданных позиций

Когда значение каждой заданной позиции может быть свободно выбрано, оно должно иметь общую формулу

$$P_i = (i - 1)p + r,$$

где i — номер текущей заданной позиции;

p — интервал, основанный на постоянном интервале заданных позиций по ходу измерения;

r — принимает различные значения в каждой заданной позиции, образуя заданные позиции, расположенные через неодинаковые интервалы, по ходу измерения для обеспечения того, чтобы не были представлены только периодические ошибки (типа ошибок, связанных с шагом шарикового винта и шагом линейных или круговых шкал).

5.3 Измерения

5.3.1 Измерительная установка и контрольно-измерительная аппаратура

Измерительная установка предназначена для измерения относительных смещений в направлении движения проверяемой оси между компонентом, который держит инструмент, и компонентом, который держит обрабатываемую деталь.

Положение линии измерения движения проверяемой оси должно быть установлено поставщиком/изготовителем и указано в протоколе испытания.

5.3.2 Проверки линейных осей с ходом до 2000 мм

На осях станков с ходом до 2000 мм в соответствии с 4.2 должно быть отобрано минимум пять заданных позиций на метр и минимум пять заданных позиций всего.

Измерения должны быть сделаны во всех заданных позициях согласно стандартному измерительному циклу (см. рисунок 1). Каждая заданная позиция должна быть достигнута по пять раз в каждом направлении.

Примечание — Позиция изменения направления движений должна быть выбрана с учетом нормального режима работы станка (для возможности достижения после реверса скорости позиционирования, *имеющейся при эксплуатации станка*).

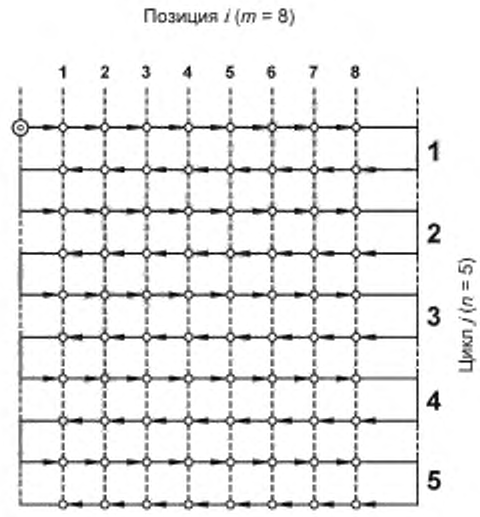
5.3.3 Проверки линейных осей длиной свыше 2000 мм

Для осей длиной свыше 2000 мм должен быть проверен измерительный ход оси целиком с одним односторонним подходом в каждом направлении к позициям, отобранным согласно 4.2 со средней длиной интервала p = 250 мм. Если измерительный преобразователь оси станка состоит из нескольких сегментов, необходимо предусмотреть дополнительные заданные точки, чтобы гарантировать, что каждый сегмент имеет, по крайней мере, одну заданную позицию.

Проверка, указанная в 5.3.2, может быть выполнена при длине свыше 2000 мм во всей рабочей области оси по дополнительному согласованию между поставщиком/изготовителем и пользователем.

5.3.4 Проверки осей вращения до 360°

Проверки должны быть сделаны в заданных позициях, указанных в таблице 2. Основные позиции 0°, 90°, 180° и 270°, когда их точность оговорена особо, должны включаться наряду с другими заданными позициями в соответствии с 5.2.



o - заданная позиция

Рисунок 1 — Стандартный цикл измерений

Таблица 2 — Заданные позиции осей вращения

Измерительный ход	Минимальное число заданных позиций
0°—90°	3
> 90°—180°	5
> 180°	8

5.3.5 Проверки осей вращения свыше 360°

Для осей вращения свыше 360° полный ход измерения оси до 1800° (пять оборотов) должен проверяться одним односторонним подходом в каждом направлении с интервалами, не превышающими 45°.

Проверка, указанная в 5.3.4, может быть сделана по углу свыше 360° во всей рабочей области оси по дополнительному согласованию между поставщиком/изготовителем и пользователем.

6 Оценка результатов

6.1 Линейные оси до 2000 мм и оси вращения до 360°

Для каждой заданной позиции P_i и для пяти подходов ($n = 5$) в каждом направлении вычисляют параметры, определенные в разделе 3. Кроме того, вычисляют границы отклонений

$$\overline{x}_i \uparrow + 2s_i \uparrow \text{ и } \overline{x}_i \uparrow - 2s_i \uparrow$$

и

$$\overline{x}_i \downarrow + 2s_i \downarrow \text{ и } \overline{x}_i \downarrow - 2s_i \downarrow.$$

6.2 Линейные оси свыше 2000 мм и оси вращения свыше 360°

Для каждой заданной позиции в каждом направлении в соответствии с разделом 3 вычисляются применимые и для одного подхода ($n = 1$) параметры, указанные в 8.2.2. Вычисления среднеквадратического отклонения (см. 3.15), повторяемости (см. 3.16, 3.17 и 3.18) и точностей (см. 3.22 и 3.23) не проводят.

7 Пункты, подлежащие согласованию между поставщиком/изготовителем и пользователем (*см. также раздел 4 и 5.1; 5.3.1*)

Между поставщиком/изготовителем и пользователем должны быть согласованы следующие пункты:

а) максимальная величина градиента температуры окружающей среды и его изменения в градусах в час за 12 ч до начала измерений и во время измерений (см. 4.1);

б) *расположение линии измерения движения оси, по которой проводится измерение;*

в) прогрев, предшествующий испытанию станка (см. 4.3);

г) положение измерительного хода 2000 мм или 360°, который рассматривается как рабочая область (см. 5.3.3 или 5.3.5), если это требует уточнения;

д) положение переставных или подвижных компонентов, не подвергающихся испытанию;

е) расположение первых и последних заданных позиций.

8 Оформление результатов

8.1 Метод оформления результатов

Предпочтительный метод оформления результатов — это графический метод со следующим перечнем зарегистрированных в протоколе испытаний пунктов для характеристики измерительной установки:

- позиция измерительного прибора, *определяющая положение линии измерения движения измеряемой оси*;
- дата проверки;
- название станка, тип (горизонтальный или вертикальный шпиндель) и величины наибольших координатных перемещений узлов;
- список используемого измерительного оборудования, включая название поставщика/изготовителя, тип и порядковый номер компонентов (например, лазерной головки, оптики и т. д.);
- тип устройства, используемого в станке для позиционирования оси (например, шариковый винт и преобразователь вращательных координат, стеклянная линейка или шкала индуктосина и т. д.);
- название измеряемой оси и ее местоположение относительно осей, не участвующих в измерении [это местоположение определяется взаимным расположением компонентов (узлов) станка при выполнении данной проверки (см. 4.2) и определяется конкретной конфигурацией станка)];
- скорость перемещения компонента (узла) станка и время покоя в каждой заданной позиции, перечень номинальных заданных позиций;
- прогрев, предшествующий испытанию станка [число циклов или время холостого хода и скорости перемещений компонентов (узлов)];
- температура окружающей среды в начале и конце испытания;
- давление воздуха и влажность в начале и конце испытания (при необходимости),
- использовались ли встроенные программы коррекции в течение испытательного цикла;
- использованный обдув или орошение, если применялись;
- число проходов ($n = 5$ *или* $n = 1$).

8.2 Параметры

Ниже приведены параметры, которые должны быть определены в цифровой форме в результате проверки линейных осей и осей вращения. Сводка результатов с использованием параметров, обозначенных звездочкой, сопровождаемой круглой скобкой, может представлять основание для приемки станка.

В качестве примера оценки результатов проверки точности позиционирования в таблицах А.1—А.3 и в диаграммах на рисунках А.1 и А.2 (приложение А) приведены результаты измерений и расчеты, полученные при проверке точности позиционирования при перемещении рабочего органа станка в заданные положения.

8.2.1 Проверки линейных осей до 2000 мм и осей вращения до 360°

Проверке подлежит:

- точность двустороннего позиционирования оси $A^{*)}$;
- точность одностороннего позиционирования осей $A\uparrow$ *и* $A\downarrow^{*)}$;
- двустороннее систематическое позиционное отклонение оси $E^{*)}$;
- одностороннее систематическое позиционное отклонение осей E^{*} и $E\downarrow$;

- среднее двустороннее позиционное отклонение оси $M^{*)}$;
- двусторонняя повторяемость позиционирования оси $R^{*)}$;
- односторонняя повторяемость позиционирования осей $R\uparrow$ и $R\downarrow^{*)}$;
- зона нечувствительности оси $B^{*)}$;
- средняя зона нечувствительности оси $\overline{B}$.

8.2.2 Проверки линейных осей свыше 2000 мм и осей вращения свыше 360°

- двустороннее позиционное отклонение оси $E^{*)}$;
- одностороннее позиционное отклонение осей $E\uparrow$ и $E\downarrow$;
- диапазон среднего двустороннего позиционного отклонения оси $M^{*)}$;
- *зона нечувствительности оси* $B^{*)}$;
- *средняя зона нечувствительности оси* $\overline{B}$.

Примечание — Если конструкцией или технологическими возможностями станка (например, сверлильного) при формообразовании обрабатываемых изделий перемещение узла по измеряемой оси предусмотрено только в одном направлении, то вместо стандартного цикла измерений по рисунку 1 после перемещения узла в заданные позиции в этом направлении он возвращается в обратном направлении в первую заданную позицию без остановок в промежуточных заданных позициях. В этом случае параметры A; E; M; R; B; $\overline{B}$ не определяются и связанные с ними действия и вычисления не производятся, а параметры $A\uparrow$; E^{*}; R^{*} определяют только в одном направлении.

8.3 Средства измерений и требования к их точности

8.3.1 При выполнении проверок погрешности/повторяемости позиционирования рекомендуется использование измерительных средств и методов измерений в соответствии с ГОСТ 22267. Допускается применение и других измерительных средств и методов измерений при условии обеспечения выполнения требуемой точности измерения (см. 8.3.2) и достоверности определения проверяемых параметров.

8.3.2 Погрешность измерения не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 8—82 (пункт 3.2).

Приложение А
(справочное)

Пример оценки результатов проверки точности позиционирования

Таблица А.1 — Типовые результаты проверки (линейная ось до 2000 мм)

Номер заданной позиции i		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
Целевая позиция P_i, мм		6,711		175,077		353,834		525,668		704,175		881,868		1 055,890		1 234,304		1 408,462		1 580,269		1 750,920	
Направление подхода		→	←	→	↑	→	←	→	←	→	←	→	←	→	←	↓	↑	→	←	→	↑	→	←
Позиционные отклонения, мкм	j = 1	2,7	-1,2	3,6	-0,5	3,5	0,2	3,0	-0,6	1,7	-1,9	0,4	-3,0	-0,4	-3,7	-0,2	-3,7	0,2	-3,5	0,3	-3,2	-0,1	-3,6
	2	2,...	-1,7	3,5	-0,9	3,3	-0,6	2,...	-1,2	1,5	-2,3	0,2	-3,5	-0,7	-4,3	-0,6	-4,4	-0,2	-4,3	-0,1	-3,8	-0,5	-4,0
	3	...9	1,9	3,1	...	3,0	-0,7	2,...	-1,3	1,3	2,9	0,2	3,7	1,0	-4,6	...0	5,...	-1,0	5,0	0,9	4,7	1,2	4,5
	4	2,8	-1,3	3,7	-0,2	3,8	0,1	3,2	-0,3	1,9	-1,4	0,9	-2,8	0,0	-3,6	-0,2	-3,6	0,5	-3,2	0,5	-2,8	0,4	-3,2
	5	2,7	1,9	3,2	-0,8	3,5	-0,7	2,6	-1,3	1,1	-2,3	-0,1	-3,7	-0,9	-4,5	-...1	-4,6	-0,5	-4,5	-0,4	-4,1	-0,9	-4,5
Среднее одностороннее позиционное отклонение, x_i, мкм		2,1	-1,6	**3,4**	-0,7	3,4	**-0,4**	2,8	-0,9	1,4	-2,2	0,7	-3,3	0,6	-4,1	**-0,6**	**-4,3**	-0,2	-4,1	-0,1	-3,7	-0,5	-4,0
Среднеквадратическая неопределенность s_i, мкм		0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6
2 s_i, мкм		0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,9	0,6	0,9	0,8	1,1	0,9	0,8	0,9	1,0	0,9	1,3	1,2	1,4	1,1	1,5	1,2	1,2
$\bar{x}_i - 2\,s_i$, мкм		1,6	-2,3	2,8	-...4	2,8	-1,3	2,2	-1,9	0,6	-3,2	-0,6	-4,2	-1,4	-5,...	-...5	**-5,5**	-1,4	-5,5	-...3	-5,2	**-1,7**	-5,1
$\bar{x}_i + 2\,s_i$, мкм		2,9	0,9	4,0	3,0	**4,0**	**0,5**	3,4	0,0	2,2	-1,1	1,1	-2,5	0,3	-3,2	0,3	-3,0	1,0	-2,7	,0	-2,3	0,8	-2,8
Повторяемость в одном направлении $R_i = 4s_i$, мкм		1,3	1,4	1,2	1,5	1,2	1,8	1,2	1,9	1,6	2,2	1,7	,7	1,7	1,9	1,8	2,5	2,3	2,9	2,3	**2,9**	**2,5**	2,3
Зона нечувствительности B_i, мкм		-3,9		**-4,1**		-3,8		-3,7		-3,6		-3,6		-3,6		-3,6		-3,9		-3,6		-3,5	
Повторяемость в двух направлениях позиционирования R_i, мкм		5,2		5,4		5,3		5,2		5,5		5,3		5,4		5,8		**6,5**		6,2		5,9	
Среднее двустороннее позиционное отклонение $\bar{x}_i$, мкм		0,3		1,4		**1,5**		0,9		-0,4		-1,5		-2,4		**-2,5**		-2,2		-1,9		-2,3	
Отклонение оси, мм						Одностороннее ↓						Одностороннее ↑						Двустороннее					
Зона нечувствительности B						Не применимо						Не применимо						0,004 1(в i 2)					
Средняя зона нечувствительности $\bar{B}$						Не применимо						Не применимо						-0,003 7					
Среднее двустороннее позиционное отклонение M						Не применимо						Не применимо						0,004 0 [0,001 5-(- 0,002 5)]					
Систематическое позиционное отклонение E						0,004 0 [0,0034 (- 0,00) 6)]						0,003 9-[0,000 4-(- 0,004 3)]						0,007 7 [0,0034 (- 0,004 3)]					
Повторяемость позиционирования R						0,002 5 (в i − 11)						0,002 9 (в i −10)						0,006 5 (в i − 9)					
Точность A						0,005 7 [0,004 0 (- 0,001 7)]						0,006 1 [0,0005- (- 0,005 5)]						0,009 6 [0,004 0 (- 0,005 5)]					

Таблица А.2

Дата проверки	*ДД/ММ/ГГ начало 8 ч 30 мин, окончание 12 ч 20 мин*	
ФИО инспектора	... ...	
Название станка, тип, номер	*ААА, вертикально-шпиндельный обрабатывающий центр, номер: 111111*	
Измерительный инструмент, номер	*ВВВ, номер: 1234567*	
Параметры проверки		
- проверяемая координата	*X*	
- тип шкалы	*шариковый винт и датчик угла поворота*	
- скорость подачи	*30 м/мин*	
- время покоя в каждой целевой позиции	*10 с*	
- используемая коррекция	*«мертвый» ход при резании и погрешность ходового винта*	
Положения при испытаниях		
- позиция координат, не участвующих в испытаниях	*Y = 300 мм; Z = 350 мм; C = 0°*	
- линия измерений	*по продольной оси симметрии стола на высоте 300 мм от его поверхности*	
- начальная точка измерений	*x = 6,711*	
Условия испытаний		
Место измерений	*Температура воздуха, °С*	
	до начала измерений	*после измерений*
Уровень пола	*21,8*	*22,9*
Уровень стола	*22,4*	*23,1*
Уровень верха станка	*20,6*	*20,9*
Давление воздуха	*102,4 кПа*	
Влажность воздуха	*60 %*	

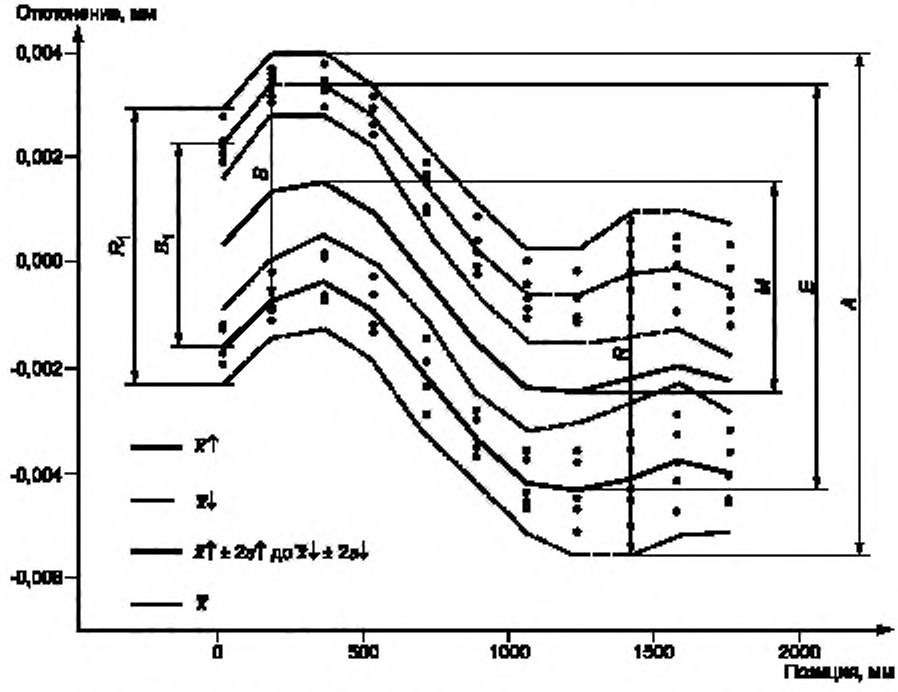


Рисунок А.1 — Точность и повторяемость двустороннего позиционирования

Таблица А.3

Дата проверки	*ДД/ММ/ГГ начало 8 ч 30 мин, окончание 12 ч 20 мин*	
ФИО инспектора	... ...	
Название станка, тип, номер	*ААА, вертикально-шпиндельный обрабатывающий центр, номер: 111111*	
Измерительный инструмент, номер	*ВВВ, номер: 1234567*	
Параметры проверки		
- проверяемая координата	*X*	
- тип шкалы	*шариковый винт и датчик угла поворота*	
- скорость подачи	*30 м/мин*	
- время покоя в каждой целевой позиции	*10 с*	
- используемая коррекция	*«мертвый» ход при резании и погрешность ходового винта*	
Положения при испытаниях		
- позиция координат, не участвующих в испытании	*Y = 300 мм; Z = 350 мм; C = 0°*	
- линия измерений	*по продольной оси симметрии стола на высоте 300 мм от его поверхности*	
- начальная точка измерений	*x = 6,711*	
Условия испытаний		
Место измерений	*Температура воздуха, °С*	
	до начала измерений	*после измерений*
Уровень пола	*21,8*	*22,9*
Уровень стола	*22,4*	*23,1*
Уровень верха станка	*20,6*	*20,9*
Давление воздуха	*102,4 кПа*	
Влажность воздуха	*60 %*	

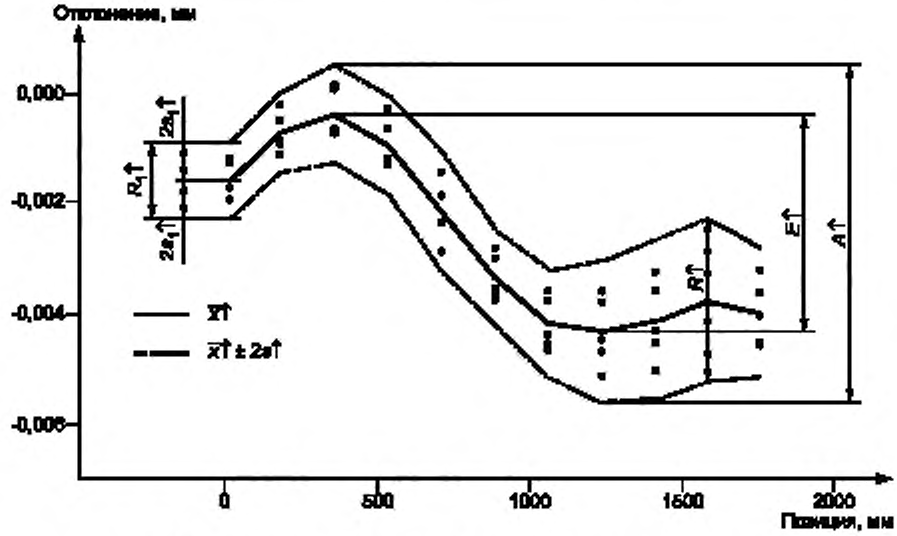


Рисунок А.2 — Точность и повторяемость одностороннего позиционирования

Приложение Б
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем международного стандарта

Таблица Б.1

Структура международного стандарта ИСО 230-2	Структура настоящего стандарта
1 Область применения	1 Область применения
	2 Нормативные ссылки
2 Определения и символы	3 Термины и определения
3 Условия испытаний	4 Условия испытаний
4 Программа испытаний	5 Программа испытаний
5 Оценка результатов	6 Оценка результатов
6 Пункты, подлежащие согласованию между поставщиком/изготовителем и пользователем	7 Пункты, подлежащие согласованию между поставщиком/изготовителем и пользователем
7 Оформление результатов	8 Оформление результатов
Приложение А (справочное)	Приложение А (справочное)

Библиография

[1] Руководство по выражению неопределенности в измерениях, BIPM/IEC/FICC/ISO/OIML/IUPAC/IUPAP, subclauses 2.3.5 and 2.3.6, and annex G, 1993, ISBN 92-97-10188-9

[2] ANSI B89.6.2:1988 Температура и влажность окружающей среды при измерении размеров

УДК 621.9:006.354 МКС 25.040

Ключевые слова: ход оси, целевая позиция, действительная позиция, отклонение позиции, параметры, точность и повторяемость позиционирования, пошаговый цикл

Редактор переиздания *Д.А. Кожемяк*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 10.09.2020. Подписано в печать 02.11.2020. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,86.
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.
gost.e-ecolog.ru sbinfo.ru

gost.e-ecolog.ru