

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТ

**ISO
230-2**

Четвертое издание
2014-05-01

Нормы и правила испытаний станков. Часть 2: Определение точности и повторяемости позиционирования осей станков с числовым программным управлением

*Test code for machine tools —
Part 2: Determination of accuracy and repeatability of positioning of
numerically controlled axes*

ISO 230-2:2014

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/922e2fc0-e49d-4dd5-8739-a0f337737a52/iso-230-2-2014>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Ссылочный номер
ISO 230-2:2014(R)

© ISO 2014

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 230-2:2014

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/922e2fc0-e49d-4dd5-8739-a0f337737a52/iso-230-2-2014>



ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO 2014

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO по адресу ниже или членом ISO в стране регистрации пребывания.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Опубликовано в Швейцарии

Содержание	Страница
Предисловие	iv
Введение	vi
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	2
4 Условия испытаний	6
4.1 Окружающая среда.....	6
4.2 Испытуемый станок	7
4.3 Прогрев	7
5 Программа испытания	7
5.1 Режим работы	7
5.2 Выбор заданных позиций.....	7
5.3 Измерения	8
6 Оценка результатов	10
6.1 Линейные оси до 2000 мм и оси вращения до 360°	10
6.2 Линейные оси свыше 2000 мм и оси вращения свыше 360°	10
7 Пункты, подлежащие согласованию между производителем/поставщиком и пользователем	10
8 Представление результатов	11
8.1 Способ представления результатов	11
8.2 Параметры	12
Приложение А (информативное) Оценка неопределенности измерения при измерении линейного позиционирования. Упрощенный метод	19
Приложение В (информативное) Ступенчатый цикл	36
Приложение С (информативное) Периодическая погрешность позиционирования	37
Приложение D (информативное) Измерение погрешности линейного позиционирования с помощью калиброванной сферической матрицы или ступенчатого калибра	40
Библиография	43

Предисловие

ISO (Международная организация по стандартизации) является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (комитетов-членов ISO). Работа по подготовке международных стандартов обычно осуществляется через технические комитеты ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в деятельности, для которой был создан технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные государственные и негосударственные организации, взаимодействуя с ISO, также принимают участие в этой работе. ISO работает в тесном сотрудничестве с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Процедуры, применённые для разработки данного документа, а также процедуры, предназначенные для его последующего использования, описаны в Директивах ISO/IEC, Часть 1. В частности должны быть указаны другие критерии утверждения, необходимые для других типов документов ISO. Данный документ разработан в соответствии с правилами, приведенными в Директивах ISO/IEC, Часть 2 (см. www.iso.org/directives).

Следует обратить внимание на то, что некоторые элементы этого документа могут быть предметом патентных прав. ISO не должна нести ответственность за выявления каких-либо или всех таких патентных прав. Подробности любых патентных прав, выявленных в процессе разработки документа, будут представлены во Введении и/или в списке полученных ISO патентных деклараций (см. www.iso.org/patents).

Любое торговое наименование товара в данном документе является информацией, приведенной для удобства пользователей, и не является индоссаментом.

Для получения пояснения специфических терминов и выражений ISO, относящихся к оценке соответствия, а также информации о соблюдении ISO правил ВТО в отношении технических барьеров в торговле (ТБТ) см. следующую ссылку: Предисловие - Дополнительная информация

Ответственным за данный документ техническим комитетом является ISO/TC 39, *Станки*, Подкомитет SC 2, *Условия испытаний металлорежущих станков*.

Данная четвертая редакция отменяет и заменяет третью редакцию (ISO 230-2:2006), которая была технически переработана. В частности, добавлено:

- a) для испытания осей длиной свыше 4000 мм могут быть заданы более одного сегмента длиной 200 мм (см. 5.3.3);
- b) номенклатура параметров для обозначения испытаний на проверку позиционирования, например $E_{XX,A1}$ (см. 8.2.4);
- c) оценка периодических погрешностей позиционирования (см. Приложение C);
- d) испытаний на проверку позиционирования с использованием калиброванной шаровой матрицы или ступенчатого калибра (см. Приложение D).

ISO 230 состоит из следующих частей под общим названием «*Нормы и правила испытаний станков*»:

- *Часть 1. «Точность геометрических параметров станков, работающих на холостом ходу или в квази-статических условиях»*
- *Часть 2. «Определение точности и повторяемости позиционирования осей станков с числовым программным управлением»*
- *Часть 3. «Определение теплового воздействия»*

- Часть 4. «Испытания на отклонения круговых траекторий для станков с числовым программным управлением»
- Часть 5. «Определение уровня излучения шума»
- Часть 6. «Определение точности позиционирования по объемным и поверхностным диагоналям (Испытания на смещение диагоналей)»
- Часть 7. «Точность геометрических параметров осей вращения»
- Часть 8. «Вибрации» [Технический отчет]
- Часть 9. «Расчет погрешности измерения при испытании станков в соответствии со стандартами серии ISO 230, основные формулы» [Технический отчет]
- Часть 10. «Определение эксплуатационных характеристик контактных измерительных головок станков с числовым программным управлением»
- Часть 11. «Измерительные инструменты для проверки геометрической точности станков» [Технический отчет]

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 230-2:2014

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/922e2fc0-e49d-4dd5-8739-a0f337737a52/iso-230-2-2014>

Введение

Целью ISO 230 (все части) является стандартизация методов проверки точности станков, за исключением переносного электроинструмента.

Данная часть ISO 230 устанавливает процедуры испытаний для определения точности и повторяемости позиционирования осей с числовым программным управлением. Эти испытания предназначены для измерения относительного смещения между элементом, несущим режущий инструмент, и элементом, несущим заготовку.

Производитель/поставщик должен назначить тепловые характеристики для окружающей среды, в которой станок может работать с заданной точностью. Пользователь станка несет ответственность за обеспечение подходящей окружающей среды для проведения испытания в соответствии с нормативами производителя/поставщика по температуре, в противном случае он принимает более низкие значения. Пример нормативов по температуре окружающей среды приводится в ISO 230-3:2007, Приложение С.

Требуется снизить ожидаемое значение точности, если температура окружающей среды вызывает чрезмерную погрешность или изменение производительности станка, а также если она не отвечает температурным нормативам производителя/поставщика. Если станок не соответствует техническим характеристикам, то анализ погрешности в связи с компенсацией температуры станка, приведенный в А.2.4 данной части ISO 230, и неопределённости вследствие погрешности, вызванной изменением внешних условий, приведенный в А.2.5, может помочь в выявлении источников проблем.

ISO/TC 39/SC 2 принял решение добавить следующие позиции к данной версии ISO 230-2:

- a) для испытания осей длиной свыше 4000 мм могут быть заданы более одного сегмента длиной 200 мм (см. 5.3.3);
- b) номенклатура параметров для обозначения испытаний на проверку позиционирования, например $E_{xx,At}$ (см. 8.2.4);
- c) оценка периодических погрешностей позиционирования (см. Приложение С);
- d) испытаний на проверку позиционирования с использованием калиброванной шаровой матрицы или ступенчатого калибра (см. Приложение D).

Методы испытаний станков.

Часть 2: Определение точности и повторяемости позиционирования осей станков с числовым программным управлением

1 Область применения

Данная часть стандарта ISO 230 устанавливает методы проверки и оценки точности и повторяемости позиционирования осей станков с числовым программным управлением с помощью непосредственного измерения отдельных осей на станке. Данная методика одинаково применяется к линейным осям и осям вращения.

При одновременной проверке нескольких осей данная методика не применима.

Данная часть стандарта ISO 230 может использоваться для типовых проверок, приемочных проверок, сравнительных проверок, периодических подтверждений точности, коррекции точности станка и т.д.

Методика включает в себя повторные измерения в каждой позиции. Определяются и рассчитываются соответствующие параметры испытания. Оценка их погрешностей производится в соответствии с ISO/TR 230-9:2005, Приложение С.

Приложение А представляет собой оценку погрешности измерения.

Приложение В описывает применение дополнительного цикла испытаний: ступенчатого цикла. Результаты этого цикла не должны использоваться ни в технической литературе со ссылкой на данную часть стандарта ISO 230, ни в целях приемки, за исключением особых соглашений в письменной форме между производителем/поставщиком и пользователем. Ссылка на данную часть стандарта ISO 230 для приемки станков всегда относится к стандартному циклу испытаний.

Приложение С рассматривает периодическую погрешность позиционирования.

Приложение D описывает испытания с использованием шаровых матриц и ступенчатых калибров.

2 Нормативные ссылки

Полностью или частично следующие документы, на которые приводятся ссылки в данном стандарте, являются необходимым условием его применения. Для датированных ссылок применяется только цитированное издание. Для плавающих ссылок применяется последнее издание ссылочного документа (включая любые поправки).

ISO 230-1:2012 *Методы испытаний металлорежущих станков. Часть 1. Точность геометрических параметров станков, работающих на холостом ходу или в квази-статических условиях*

ISO 230-3:2007 *Методы испытаний металлорежущих станков. Часть 3. Определение теплового воздействия*

ISO/TR 230-9:2005 *Методы испытаний металлорежущих станков. Часть 9. Определение погрешности измерения при испытании станков в соответствии со стандартами серии ISO 230, основные формулы*

3 Термины и определения

В данном документе использованы следующие термины и определения.

3.1

ход оси

Линейный или вращательный максимальный ход, в пределах которого подвижный компонент может перемещаться посредством числового программного управления

Примечание 1 к статье: Для осей вращения свыше 360° возможно отсутствие четко определенного максимального перемещения.

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

Примечание 1 к статье: См. Рисунок 1.

3.3

функциональная точка

центральная точка режущего инструмента или точка, связанная с компонентом станка, в которой режущий инструмент входит в контакт с заготовкой для удаления слоя материала

[ИСТОЧНИК: ISO 230-1:2012, 3.4.2]

Примечание 1 к статье: В данной части ISO 230 испытания посвящены погрешностям взаимного смещения между компонентом станка, несущим режущий инструмент, и компонентом, несущим заготовку. Эти погрешности определяются и измеряются в позиции или на траектории функциональной точки.

3.4

заданная позиция

P_i ($i = 1, m$)

позиция, в которую запрограммировано движение подвижного компонента

Примечание 1 к статье: Нижний индекс i указывает частную позицию среди других заданных позиций вдоль или вокруг данной оси.

3.5

действительная позиция

P_{ij} ($i=1, m; j=1, n$)

измеренная позиция, достигнутая функциональной точкой при j -м подходе к i -й заданной позиции

3.6

позиционное отклонение

отклонение позиции

x_{ij}

действительная позиция, достигнутая функциональной точкой минус заданная позиция

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

[ИСТОЧНИК: ISO 230-1:2012, 3.4.6, изменено]

Примечание 1 к статье: Позиционные отклонения определяются как относительное смещение между элементом, несущим режущий инструмент и элементом, несущим заготовку, в направлении движения испытываемой оси.

Примечание 2 к статье: Позиционные отклонения представляют собой ограниченное представление погрешности позиционирования на дискретных интервалах.

3.7**однонаправленный**

относится к серии измерений, при которых подход к заданной позиции всегда осуществляется в одном и том же направлении вдоль или вокруг данной оси

Примечание 1 к статье: Символ \uparrow означает параметр, полученный при измерении, сделанном после подхода в положительном направлении, а символ \downarrow - в отрицательном направлении, например $x_{ij}\uparrow$ или $x_{ij}\downarrow$.

3.8**двунаправленный**

относится к параметру, полученному в результате серии измерений, при которых подход к заданной позиции осуществляется в обоих направлениях вдоль или вокруг данной оси

3.9**стандартная неопределенность**

неопределенность результата измерения, выраженная в виде стандартного отклонения

[ИСТОЧНИК: Руководство ISO/IEC Guide 98-3:2008, 2.3.1]

3.10**суммарная стандартная неопределенность**

стандартная неопределенность результата измерения, полученного из значений ряда других величин, равная взятому со знаком плюс квадратному корню из суммы дисперсий или ковариаций этих величин, весовые коэффициенты при которых определяются зависимостью результата измерения от изменений этих величин

[ИСТОЧНИК: Руководство ISO/IEC 98-3:2008, 2.3.4]

3.11**расширенная неопределенность**

величина, определяющая интервал вокруг результата измерения, который, как ожидается, содержит в себе большую часть распределения значений, и с достаточным основанием может быть приписан измеряемой величине

[ИСТОЧНИК: Руководство ISO/IEC Guide 98-3:2008, 2.3.5]

3.12**коэффициент запаса**

числовой коэффициент, на который умножают суммарную стандартную неопределенность для получения расширенной неопределенности

[ИСТОЧНИК: Руководство ISO/IEC Guide 98-3:2008, 2.3.6]

3.13**среднее однонаправленное позиционное отклонение на позиции**

$\bar{x}_i\uparrow$ или $\bar{x}_i\downarrow$

среднее арифметическое 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

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

3.14

среднее двунаправленное позиционное отклонение на позиции

\bar{x}_i

среднее арифметическое значение средних однонаправленных позиционных отклонений $\bar{x}_i \uparrow$ и $\bar{x}_i \downarrow$, полученных при двух направлениях подхода к позиции P_i

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

3.15

зона нечувствительности на позиции

B_i

разность между средними однонаправленными позиционными отклонениями, полученными при двух направлениях подхода к позиции P_i

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

3.16

зона нечувствительности позиционирования оси

B

максимум абсолютных значений зон нечувствительности $|B_i|$ на всех заданных позициях вдоль или вокруг данной оси

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

3.17

средняя зона нечувствительности позиционирования оси

\bar{B}

среднее арифметическое значение зон нечувствительности B_i на всех заданных позициях вдоль или вокруг данной оси

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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 230-2:2014

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/922e2fc0-e49d-4dd5-8739-a0f337737a52/iso-230-2-2014>

3.18

оценка однонаправленной повторяемости позиционирования оси на позиции

$s_i \uparrow$ или $s_i \downarrow$

формула для оценки стандартной неопределенности отклонения при позиционировании, полученного в результате серий n однонаправленных подходов к позиции P_i

$$s_i \uparrow = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ij} \uparrow - \bar{x}_i \uparrow)^2}$$

и

$$s_i \downarrow = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ij} \downarrow - \bar{x}_i \downarrow)^2}$$

3.19

однонаправленная повторяемость позиционирования на позиции

$R_i \uparrow$ или $R_i \downarrow$

диапазон, полученный из оценки однонаправленной повторяемости позиционирования по оси на позиции P_i с использованием коэффициента запаса $k = 2$

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

и

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

3.20**двунаправленная повторяемость позиционирования на позиции** R_i

$$R_i = \max.[2s_{i\uparrow} + 2s_{i\downarrow} + |B_i|; R_{i\uparrow}; R_{i\downarrow}]$$

3.21**однаправленная повторяемость позиционирования оси** $R\uparrow$ или $R\downarrow$

максимальное значение повторяемости позиционирования в любой позиции P_i вдоль или вокруг данной оси

$$R\uparrow = \max.[R_{i\uparrow}]$$

$$R\downarrow = \max.[R_{i\downarrow}]$$

3.22**двунаправленная повторяемость позиционирования оси** R

максимальное значение повторяемости позиционирования в любой позиции P_i вдоль или вокруг оси

$$R = \max.[R_i]$$

3.23**однаправленная систематическая погрешность позиционирования оси** $E\uparrow$ или $E\downarrow$

разность между алгебраическим максимумом и минимумом средних однонаправленных отклонений позиционирования для одного направления подхода $\bar{x}_{i\uparrow}$ или $\bar{x}_{i\downarrow}$ в любой позиции P_i вдоль или вокруг данной оси

$$E\uparrow = \max.[\bar{x}_{i\uparrow}] - \min.[\bar{x}_{i\uparrow}]$$

и

$$E\downarrow = \max.[\bar{x}_{i\downarrow}] - \min.[\bar{x}_{i\downarrow}]$$

3.24**двунаправленная систематическая погрешность позиционирования оси** E

разность между алгебраическим максимумом и минимумом средних однонаправленных отклонений позиционирования для двух направлений подхода $\bar{x}_{i\uparrow}$ или $\bar{x}_{i\downarrow}$ в любой позиции P_i вдоль или вокруг данной оси

$$E = \max.[\bar{x}_{i\uparrow}; \bar{x}_{i\downarrow}] - \min.[\bar{x}_{i\uparrow}; \bar{x}_{i\downarrow}]$$

3.25**средняя двунаправленная погрешность позиционирования оси** M

разность между алгебраическим максимумом и минимумом средних двунаправленных отклонений позиционирования \bar{x}_i в любой позиции P_i вдоль или вокруг данной оси

$$M = \max. [\bar{x}_i] - \min. [\bar{x}_i]$$

3.26**погрешность однонаправленного позиционирования оси****точность однонаправленного позиционирования оси** $A\uparrow$ или $A\downarrow$

диапазон, полученный путем комбинации средних однонаправленных систематических погрешностей позиционирования и оценки однонаправленной повторяемости позиционирования оси с использованием коэффициента запаса $k = 2$

$$A_{\uparrow} = \max(\bar{x}_{i\uparrow} + 2s_{i\uparrow}) - \min(\bar{x}_{i\uparrow} - 2s_{i\uparrow})$$

и

$$A_{\downarrow} = \max(\bar{x}_{i\downarrow} + 2s_{i\downarrow}) - \min(\bar{x}_{i\downarrow} - 2s_{i\downarrow})$$

Примечание 1 к статье: Понятие «точность позиционирования» здесь использовано в количественной форме и отличается от понятия «точность измерения» по Руководству ISO/IEC Guide 99, 2.13.

3.27

погрешность двунаправленного позиционирования оси

точность двунаправленного позиционирования оси

A

диапазон, полученный путем комбинации средних двунаправленных систематических погрешностей позиционирования и оценки повторяемости позиционирования оси при двунаправленном позиционировании с использованием коэффициента запаса $k = 2$

$$A = \max. [\bar{x}_{i\uparrow} + 2s_{i\uparrow}; \bar{x}_{i\downarrow} + 2s_{i\downarrow}] - \min. [\bar{x}_{i\uparrow} - 2s_{i\uparrow}; \bar{x}_{i\downarrow} - 2s_{i\downarrow}]$$

Примечание 1 к статье: Понятие «точность позиционирования» здесь использовано в количественной форме и отличается от понятия «точность измерения» по Руководству ISO/IEC 99, 2.13.

3.28

выборочная точка

<коррекция с помощью ЧПУ> дискретная точка, числовое представление соответствующей геометрической погрешности которой содержится в таблице погрешностей, в таблице коррекции или в пространственной сетке погрешностей

[ИСТОЧНИК: ISO/TR 16907:–, 3.16]

4 Условия испытаний

4.1 Окружающая среда

Рекомендуется, чтобы производитель/поставщик предоставлял указания относительно необходимой для станка тепловой среды, в которой он будет работать с заданной точностью.

Такие указания могут содержать, например, технические требования к средней температуре помещения, максимальной амплитуде и частотному диапазону отклонений от этой средней температуры, а также тепловые градиенты окружающей среды. Ответственным за обеспечение необходимой тепловой среды для работы станка и проведения его испытаний в месте установки является пользователь. Однако если пользователь следует указаниям производителя/поставщика станка, то ответственность за характеристики станка согласно спецификации возлагается на производителя/поставщика станка.

В идеальном случае все измерения производятся, когда и измерительный инструмент, и измеряемый объект находятся в среде с температурой 20°C. Если измерения проводятся при температуре, отличной от 20°C, то должна быть выполнена коррекция номинального дифференциального расширения (НДР) между системой позиционирования оси или заготовкой/элементом станка, несущим инструмент, и испытательным оборудованием, чтобы получить результаты, откорректированные на температуру 20°C. Для этого условия может потребоваться измерение температуры типовой детали (основного узла) станка, а также испытательного оборудования и выполнение математической коррекции с использованием соответствующих коэффициентов теплового расширения. Коррекция НДР также может выполняться автоматически, если типовая деталь (основной узел) станка и испытательное оборудование имеют одинаковую температуру и одинаковый коэффициент теплового расширения.

Однако следует отметить, что любое отклонение температуры от 20°C может стать причиной дополнительной погрешности, связанной с погрешностью эффективного(ых) коэффициента(ов)

теплового расширения, применяемых для коррекции. Типовой минимальный диапазон значений получившейся погрешности – 2 мкм/(м·°C) (см. Приложение А). Поэтому фактические температуры должны быть указаны в протоколе испытания.

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 внешнего излучения такого, как солнечный свет, тепло от нагревательных приборов и т.д.

В течение 12 часов до начала измерений и во время измерений температурный градиент окружающей среды, выраженный в градусах в час должен находиться в пределах, согласованных между производителем/поставщиком и пользователем.

4.2 Испытуемый станок

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

Если встроенные подпрограммы коррекции используются в течение испытательного цикла, то это должно быть указано в протоколе испытания.

Все проверки следует выполнять на станке в ненагруженном состоянии, то есть без обрабатываемой детали.

Позиции подвижных рабочих органов или движущихся элементов на осях, которые не подвергаются проверкам, должны быть указаны в протоколе испытаний.

4.3 Прогрев

Чтобы проверить станок при нормальных условиях эксплуатации, необходимо предварительно провести процесс прогрева, установленный производителем/поставщиком станка или согласованный между производителем/поставщиком и пользователем.

Если такие условия не установлены, то процессы прогрева могут быть проведены на «предварительном холостом ходу» в режиме испытания на точность без сбора данных; или характер предварительных движений узлов может быть ограничен перемещениями, необходимыми для установки измерительных приборов. Выбранный процесс прогрева должен быть указан в протоколе испытания.

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 испытания

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 достижения, измерения и регистрации действительной позиции. Станок должен быть запрограммирован на движение между заданными позициями со скоростью, согласованной между производителем/поставщиком станка и пользователем.

5.2 Выбор заданных позиций

Когда значение каждой заданной позиции может быть свободно выбрано, оно должно иметь общую формулу (1):

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

Где

- i номер текущей заданной позиции;
- p номинальный интервал, основанный на постоянной разметке (разбивке) заданных позиций по ходу измерения;
- r произвольное число в пределах \pm одного периода ожидаемой периодической ошибки позиционирования (ошибки, связанные с отклонением шага шарикового винта и с отклонением шага линейных или круговых шкал) для обеспечения того, чтобы эти периодические ошибки были правильно подобраны, а в случае отсутствия информации о возможных периодических ошибках, r должно быть в пределах ± 30 % от p .

Заданные позиции, выбранные для выполнения приемочных или периодических испытаний, должны отличаться от выборочных точек, используемых для коррекции с помощью ЧПУ соответствующих ошибок позиционирования осей.

ПРИМЕЧАНИЕ Приложение С содержит информацию о периодической ошибке позиционирования.

5.3 Измерения

5.3.1 Измерительная установка и контрольно-измерительное оборудование

Измерительная установка предназначена для измерения относительного смещения в направлении движения проверяемой оси между компонентом, несущим режущий инструмент, и компонентом, несущим заготовку.

Типовыми измерительными приборами для определения погрешности позиционирования и повторяемости линейных осей являются лазерные интерферометры (включая следящие интерферометры) и калиброванные линейные шкалы. Так же могут быть использованы калиброванные сферические матрицы (см. Приложение D).

Погрешность позиционирования и повторяемость коротких осей длиной до 100 мм также могут быть измерены при помощи дальномерных датчиков линейного перемещения.

Если применяется математическая коррекция номинального дифференциального расширения (НДР), то позиция датчика(ов) температуры на компонентах станка, коэффициенты расширения, используемые в коррекции НДР и тип подпрограммы коррекции должны быть указаны в протоколе испытаний.

Типовыми измерительными приборами для определения погрешности позиционирования и повторяемости осей вращения являются полигоны с автоколлиматорами, эталонные делительные столы с лазерным интерферометром/автоколлиматором и эталонные круговые (угловые) датчики положения.

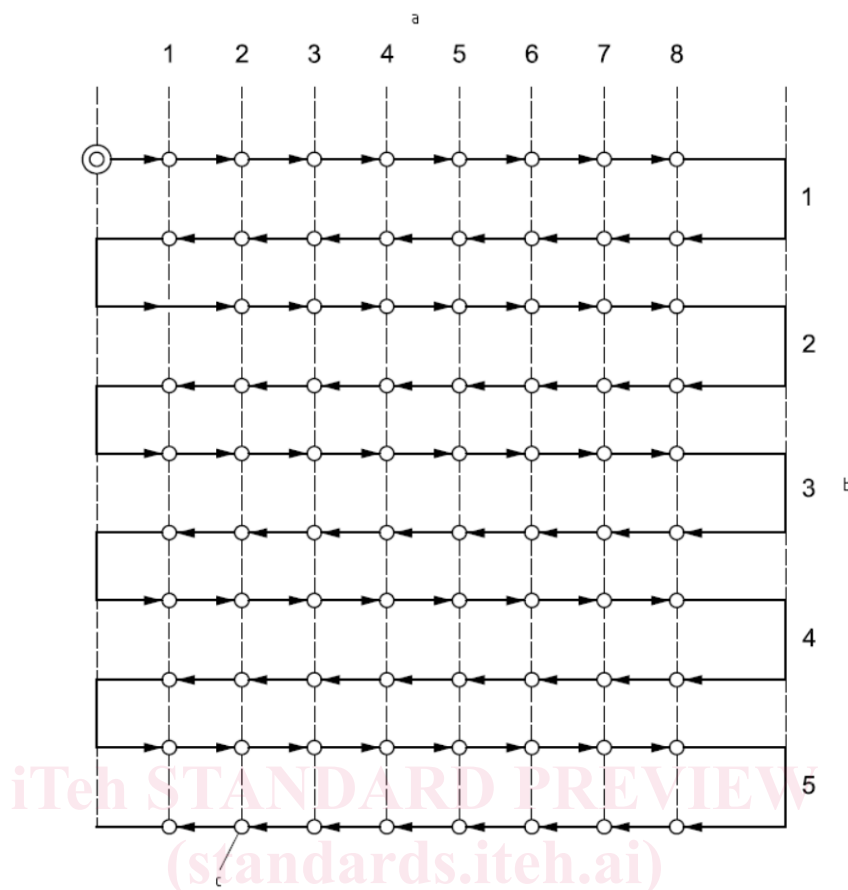
Положение измерительных инструментов и эталонов (при наличии) должно быть указано в протоколе испытаний.

5.3.2 Испытания линейных осей до 2000 мм

На осях станков с ходом до 2000 мм в соответствии с 5.2 должно быть выбрано как минимум пять заданных позиций на метр и как минимум пять заданных позиций всего.

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

Позиция изменения направления движения должна быть выбрана с учетом нормального режима работы станка (для возможности достижения согласованной скорости подачи).



- a Позиция i ($m = 8$)
b Цикл j ($n = 5$)
c Заданные позиции

ISO 230-2:2014
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/922e2fc0-e49d-4dd5-8739-a0f337737a52/iso-230-2-2014>

Рисунок 1 — Стандартный цикл испытания

5.3.3 Испытания линейных осей длиной свыше 2000 мм

Для осей с длиной хода свыше 2000 мм должен быть проверен весь измерительный ход оси одним односторонним подходом в каждом направлении к заданным позициям, выбранным согласно 5.2 со средней длиной интервала $p = 250$ мм. Если датчик измерений состоит из нескольких сегментов, то необходимо предусмотреть дополнительные заданные позиции для обеспечения гарантии того, что каждый сегмент имеет, по крайней мере, одну заданную позицию.

Кроме того, испытание, указанное в 5.3.2, должно выполняться при длине свыше 2000 мм в нормальной рабочей области оси по согласованию между производителем/поставщиком и пользователем.

Для осей длиной свыше 4000 мм количество испытаний, указанных в 5.3.2, а также позиции в пределах рабочей области должно быть согласовано между производителем/поставщиком и пользователем.

5.3.4 Испытания осей вращения до 360°

Испытания должны быть проведены в заданных позициях, указанных в Таблице 1. Основные позиции 0°, 90°, 180° и 270°, по возможности, должны включаться наряду с другими заданными позициями в соответствии с 5.2. Каждая заданная позиция должна быть достигнута по пять раз в каждом направлении.