ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72332— 2025

СТАНКИ С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИКОЙ

Испытания на точность

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» (УУНиТ) и Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 070 «Станки»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 октября 2025 г. № 1230-ст

4 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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

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 Схема станка, обозначение осей и элементы конструкции станка 2
5 Общие требования 3
6 Условия испытаний и допустимые отклонения 4
7 Точность образца-изделия 13
Приложение А (справочное) Используемые для проверки станка с параллельной кинематикой средства измерений и вспомогательные приспособления с их основными метрологическими характеристиками и средства контроля с предъявляемыми к ним основными техническими требованиями 22

Введение

Целью настоящего стандарта является стандартизация методов испытаний на точность и норм точности станков с параллельной кинематикой, в том числе для проверки точности в условиях приемки.

Станки с параллельной кинематикой — это механизмы, исполнительное звено которых соединено с основанием и использует несколько независимых кинематических цепей. Подобные станки в целом значительно проще и легче станков классической компоновки. Телескопические штанги и рамная конструкция работают только на растяжение и сжатие, не испытывая изгиба, так как сила резания от шпинделя, расположенного на верхней платформе, передается вдоль штанг. Кроме того, поскольку штанги связывают подвижные и неподвижные части станка в единое целое, усилия распределяются по всей структуре равномерно, благодаря чему для металлообрабатывающего станка не требуется массивное основание и дорогостоящий фундамент, что позволяет легко перемещать его при изменении планировки цеха.

Для любого набора длин стоек имеется единственная фиксированная позиция для механизма. Одновременное (параллельное) управление всеми стойками позволяет ориентировать рабочий орган станка определенным образом. При этом каждый из линейных приводов передает усилие только вдоль своей оси, не влияя на другие приводы. Такие механизмы, в отличие от традиционных, имеют замкнутые кинематические цепи и воспринимают нагрузку как пространственные фермы, что ведет к повышенной динамической жесткости, точности и грузоподъемности, хотя возможно уменьшение рабочей зоны.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СТАНКИ С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИКОЙ

Испытания на точность

Machines with parallel kinematics.
Accuracy tests

Дата введения — 2026—04—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на станки с параллельной кинематикой. Стандарт не распространяется на специальные станки и станки, предназначенные для учебных и бытовых целей.

Используемые для проверки станков средства измерений с их основными метрологическими характеристиками и средства контроля с предъявляемыми к ним основными техническими требованиями приведены в приложении А.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8 Станки металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность

ГОСТ 6636 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры

ГОСТ 22267—76 Станки металлорежущие. Схемы и способы измерений геометрических параметров

ГОСТ 25443 Станки металлорежущие. Образцы-изделия для проверки точности обработки. Общие технические требования

ГОСТ 25889.1 Станки металлорежущие. Методы проверки круглости образца-изделия

ГОСТ 25889.2 Станки металлорежущие. Методы проверки параллельности двух плоских поверхностей образца-изделия

ГОСТ 25889.3 Станки металлорежущие. Методы проверки перпендикулярности двух плоских поверхностей образца-изделия

ГОСТ 25889.4 Станки металлорежущие. Метод проверки постоянства диаметров образца-изделия

ГОСТ ISO 230-1—2018 Нормы и правила испытаний станков. Часть 1. Геометрическая точность станков, работающих на холостом ходу или в квазистатических условиях

ГОСТ Р 59210 Нормы и правила испытаний металлорежущих станков. Часть 11. Измерительные инструменты, применяемые при геометрических испытаниях станков

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

Издание официальное

рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется принять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

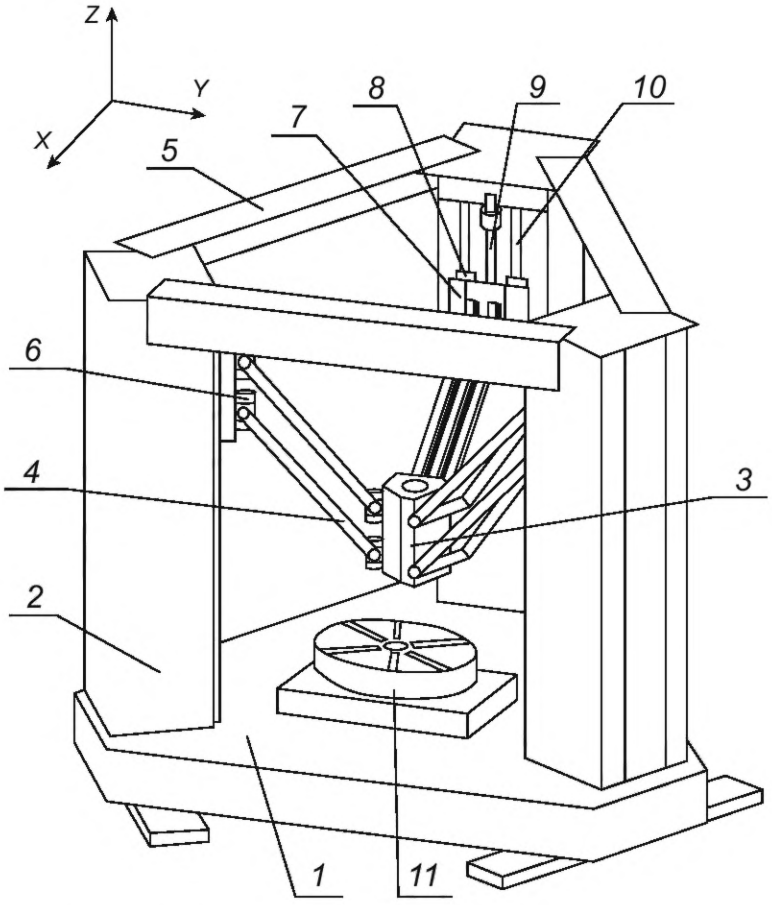
3.1 **станок с параллельной кинематикой** (machines with parallel kinematics): Станок, исполнительное звено которого соединено с основанием несколькими независимыми кинематическими цепями.

Примечание — Движение и ориентация выходного звена станка с параллельной кинематикой обеспечиваются одновременной (параллельной) работой всех кинематических цепей.

3.2 **локальная система координат станка с параллельной кинематикой *UVW*** (local coordinate system of the machine with parallel kinematics): Система координат, используемая при проведении измерений.

4 Схема станка, обозначение осей и элементы конструкции станка

Схема станка, обозначение осей и элементы конструкции станка с параллельной кинематикой приведены на рисунке 1.



Примечание — *XYZ* — глобальная система координат (неподвижная). *UVW* — локальная система координат, используемая при проведении измерений, направления осей выбираются отдельно для каждой стойки: плоскость *UV* — параллельна плоскости движения каретки (соответствует плоскости *YZ* глобальной системы координат), плоскость *WV* — перпендикулярна плоскости движения каретки (соответствует плоскости *XZ* глобальной системы координат).

1 — основание; *2* — стойка; *3* — корпус; *4* — три пары штанг; *5* — пластина; *6* — три пары универсальных шарниров; *7* — салазки; *8* — танкетка; *9* — винт-гайка; *10* — направляющие; *11* — стол

Рисунок 1 — Трехмерная модель станка с параллельной кинематикой

5 Общие требования

5.1 Единицы измерения величин

В настоящем стандарте все линейные размеры, отклонения и соответствующие допуски выражены в миллиметрах (мм), угловые размеры выражаются в градусах (°), а угловые отклонения и соответствующие допуски выражаются в соотношениях. В некоторых случаях для уточнения допускается использовать микрорадианы (мкрад), или угловые секунды ("). Следует применять формулу

$$0{,}010 / 1000 = 10 \text{ мкрад} \approx 2". \quad (1)$$

5.2 Требования ГОСТ 8, ГОСТ 22267, ГОСТ ISO 230-1 и ГОСТ Р 59210

Общие требования к испытаниям станков на точность — по ГОСТ 8. Схемы и способы измерения геометрических параметров — по ГОСТ 22267 и настоящему стандарту.

При приемке станка не всегда необходимо проводить все проверки, указанные в настоящем стандарте. По согласованию с изготовителем потребитель может выбрать проверки, которые характеризуют интересующие его свойства, но эти проверки должны быть четко определены при заказе станка.

При применении настоящего стандарта следует использовать нормы и правила по ГОСТ ISO 230-1 и ГОСТ Р 59210, особенно при установке станка перед испытанием, прогреве шпинделей и других движущихся частей, описании методов измерений и рекомендуемой точности средств измерений и испытательного оборудования.

5.3 Последовательность испытаний

Последовательность, в которой испытания представлены в настоящем стандарте, никаким образом не определяет практический порядок испытаний. Для облегчения монтажа средств измерений и оснастки испытания допускается проводить в любом порядке.

5.4 Проведение испытаний

Приведенные в настоящем стандарте испытания станка могут проводиться в не полном объеме. Требуемые испытания по компонентам и/или характеристикам станка, необходимые для приемки, определяет потребитель по согласованию с поставщиком/изготовителем. Перечень испытаний должен быть четко указан при заказе. Ссылка на настоящий стандарт для проведения приемочных испытаний, без указания конкретных испытаний или без согласования соответствующих расходов, не может считаться соглашением между производителем/поставщиком и пользователем.

5.5 Средства измерений

Средства измерений, применяемые в испытаниях, описанных ниже, приведены лишь в качестве примеров. Допускается использовать другие средства измерений, способные измерять те же величины и имеющие ту же или меньшую погрешность (неопределенность) измерений. Взаимосвязь между погрешностями (неопределенностями) измерений и допусками описана в ГОСТ ISO 230-1—2018 (раздел 5).

5.6 Минимальный допуск

При установлении допуска на измеряемую длину (см. ГОСТ ISO 230-1—2018, подраздел 4.1), отличную от указанной в настоящем стандарте, следует учитывать, что минимальное значение допуска составляет 0,01 мм.

5.7 Выравнивание

Перед проведением испытаний станок с параллельной кинематикой должен быть выравнен в соответствии с рекомендациями производителя/поставщика (см. ГОСТ ISO 230-1—2018, пункт 6.1.2).

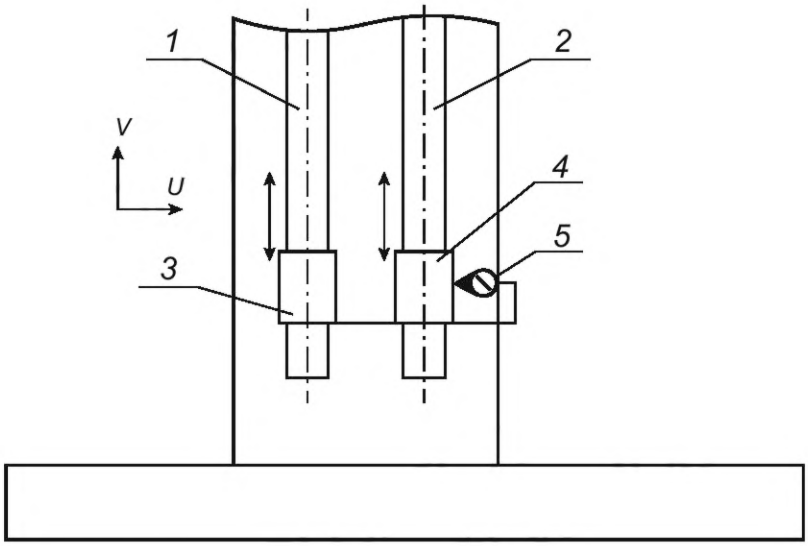
6 Условия испытаний и допустимые отклонения

6.1 Проверка параллельности направляющих стойки относительно друг друга

Параллельность направляющих стойки относительно друг друга определяется в плоскостях *UV* и *VW*.

6.1.1 Плоскость *UV*

Схема проверки параллельности направляющих стойки относительно друг друга представлена на рисунке 2.



1, 2 — направляющие; *3, 4* — танкетки; *5* — средство измерений с оснасткой

Рисунок 2 — Схема измерения отклонений от параллельности направляющих стойки относительно друг друга в плоскости *UV*

При проверке параллельности направляющих стойки относительно друг друга выполняют следующие измерения.

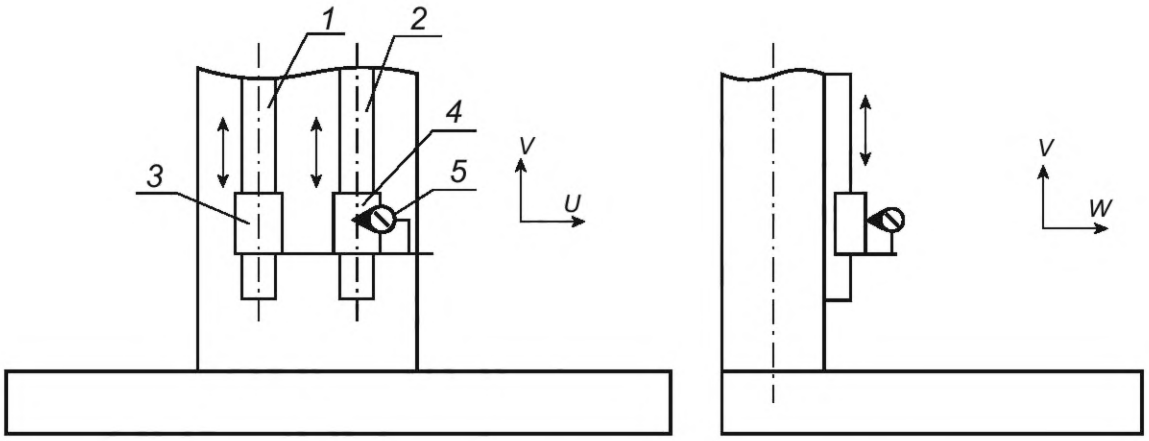
Средство измерений монтируют на танкетку *3* с помощью четырех винтов. На угольнике средства измерений закреплен винт, который подпирает танкетку *4* снизу и тем самым позволяет осуществить перемещение по оси *V* в плоскости *UV* танкетки *4* при принужденном перемещении каретки *3* по направляющим *1* и *2*. При этом наконечник средства измерений *5* должен касаться рабочей боковой поверхности танкетки *4* и быть перпендикулярным ей.

С помощью средства измерений снимаются показания в десяти точках по высоте направляющих. Расстояние между сечениями измерений составляет 70 мм.

При проверке параллельности направляющих используется индикаторная головка с ценой деления 0,001 мм с оснасткой.

6.1.2 Плоскость *VW*

Схема проверки параллельности направляющих стойки относительно друг друга представлена на рисунке 3.



1, 2 — направляющие; *3, 4* — танкетки; *5* — средство измерений с оснасткой

Рисунок 3 — Схема измерения отклонений от параллельности направляющих стойки относительно друг друга в плоскости *VW*

При проверке параллельности направляющих стойки относительно друг друга выполняют следующие измерения.

Средство измерений монтируют на танкетку *3* с помощью четырех винтов. На угольнике средства измерений закреплен винт, который подпирает танкетку *4* снизу и тем самым позволяет осуществить перемещение по оси *V* плоскости *UV* танкетки *4* при принужденном перемещении каретки *3*. При этом наконечник средства измерений *5* должен касаться рабочей лицевой поверхности танкетки *4* и быть перпендикулярным ей.

С помощью средства измерений снимаются показания в десяти точках по высоте направляющих.

При проверке параллельности направляющих используется индикаторная головка с ценой деления 0,001 мм с оснасткой.

Допуски параллельности направляющих стойки относительно друг друга приведены в таблице 1.

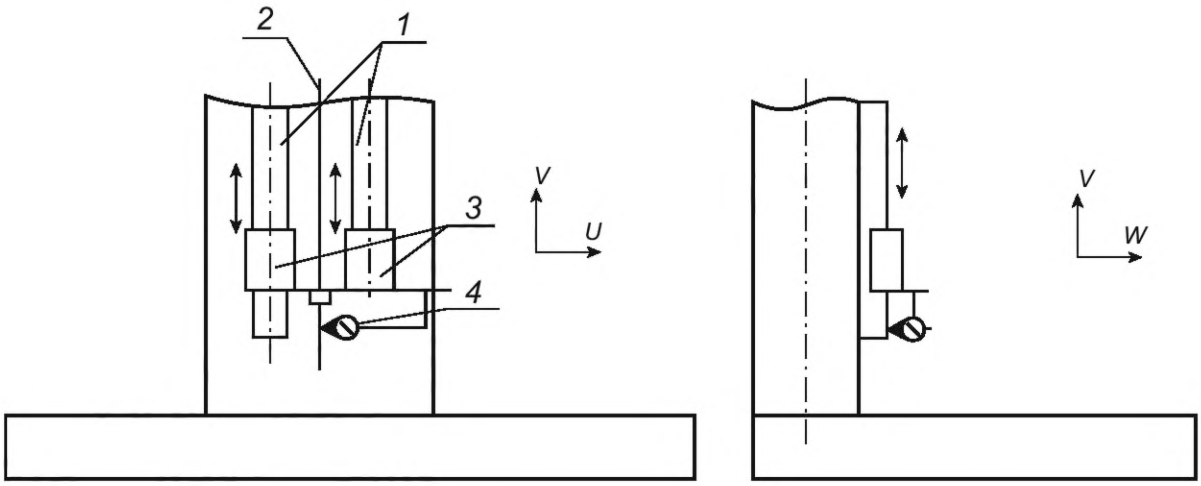
Таблица 1 — Допуски параллельности направляющих стоек относительно друг друга

Длина перемещения, мм	Допуск, мкм, для станков классов точности	
	Н	П
До 250 включ.	12	8
Св. 250 » 400 »	16	10
» 400 » 630 »	20	12
» 630 » 1000 »	25	16
» 1000 » 1600 »	30	20
» 1600 » 2500 »	40	25

6.2 Проверка параллельности оси ходового винта ШВП относительно направляющих

Параллельность оси ходового винта шарико-винтовой передачи (ШВП) относительно направляющих определяется в плоскостях *WV* и *UV*.

Схема проверки параллельности оси ходового винта ШВП относительно направляющих представлена на рисунке 4.



1 — направляющие; *2* — ШВП; *3* — танкетки; *4* — средство измерений с оснасткой

Рисунок 4 — Схема измерения отклонений от параллельности оси ходового винта ШВП относительно направляющих в плоскостях *WV* и *UV*

При проверке параллельности оси ходового винта ШВП относительно направляющих выполняют следующие измерения.

Измерения выполняются в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (*UV* и *WV*). Средство измерений *4* устанавливается на танкетке *3* с помощью четырех винтов рядом с проверяемым рабочим элементом (ШВП) *2* параллельно направлению его перемещения так, чтобы показания средства измерений, установленного на проверяемом рабочем органе, были в пределах допуска по всей длине перемещения, при этом наконечник средства измерений должен касаться рабочей поверхности (в форме цилиндра) корпуса гайки ШВП и быть перпендикулярным ей. Перемещение гайки ШВП осуществляется с помощью системы числового программного управления (ЧПУ) с постоянной заданной скоростью на всей длине оси ШВП.

При проверке параллельности оси ходового винта ШВП относительно направляющих используется индикаторная головка с ценой деления 0,001 мм с оснасткой.

Допуски параллельности оси ходового винта ШВП относительно направляющей приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Допуски параллельности оси ходового винта ШВП относительно направляющей

Длина перемещения, мм	Допуск, мкм, для станков классов точности	
	Н	П
До 250 включ.	12	8
Св. 250 » 400 »	16	10
» 400 » 630 »	20	12
» 630 » 1000 »	25	16
» 1000 » 1600 »	30	20
» 1600 » 2500 »	40	25

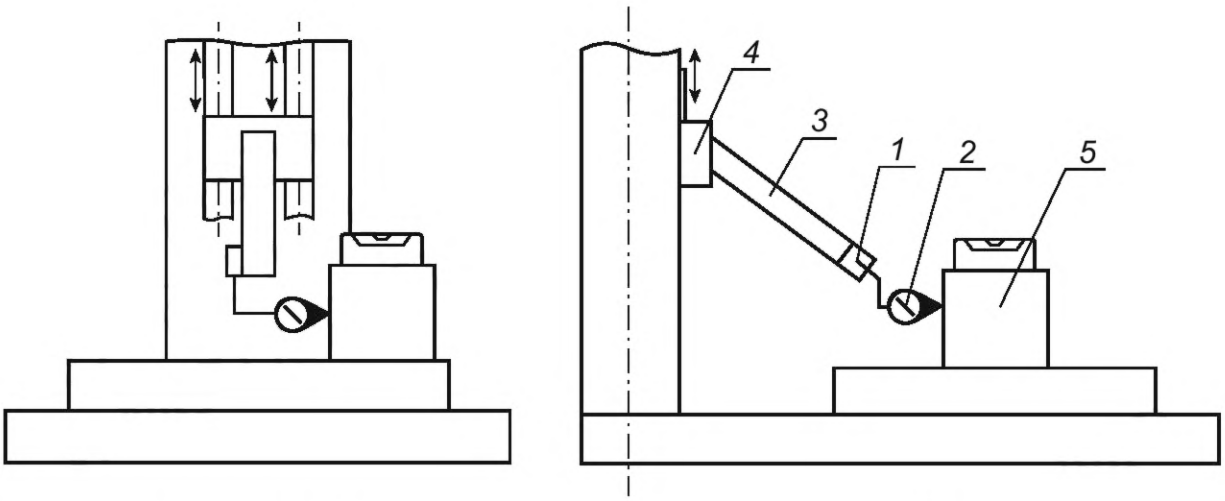
6.3 Проверка перпендикулярности хода каретки относительно поверхности стола

Перпендикулярность хода каретки относительно стола определяется в плоскостях *WV* и *UV*.

Схема проверки перпендикулярности хода каретки относительно поверхности стола станка с параллельной кинематикой представлена на рисунке 5.

При проверке перпендикулярности хода каретки относительно стола выполняют следующие измерения.

Измерения выполняются в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (*UV* и *WV*). Магнитную стойку *1* с индикатором *2* устанавливают на шлифованную поверхность штанги *3*, сама штанга закрепляется на каретке *4*, а наконечник индикатора прикладывается к проверяемой рабочей поверхности угольника *5* перпендикулярно направлению его перемещения с натягом. Перемещение штанги с индикатором часового механизма производится с помощью системы ЧПУ с постоянной заданной скоростью по всей длине хода каретки.



а) Плоскость *UV* б) Плоскость *WV*

1 — магнитная стойка; *2* — индикатор; *3* — штанга; *4* — каретка; *5* — угольник

Рисунок 5 — Схема измерения отклонений от перпендикулярности колонны (направляющих штанг) относительно основания станка-робота

При проверке перпендикулярности хода каретки относительно стола используются индикаторная головка с ценой деления 0,001 мм с оснасткой и поверочный угольник.

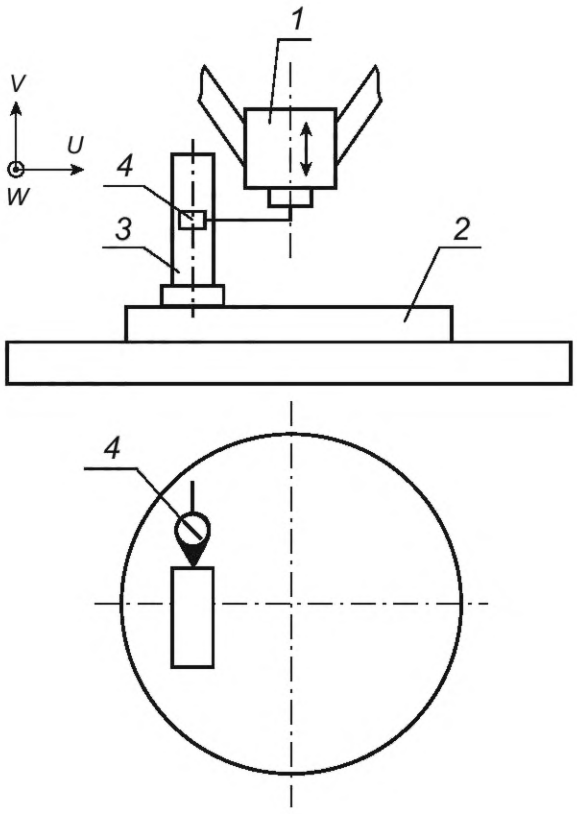
Допуски перпендикулярности хода каретки относительно поверхности стола приведены в таблице 3.

Таблица 3 — Допуски перпендикулярности хода каретки относительно поверхности стола

Поперечное перемещение, мм		Допуск, мкм, для станков классов точности	
Наибольшее	Контролируемое	Н	П
До 250 включ.	125	16	10
Св. 250 » 400 »	160	20	12
» 400 » 630 »	200	25	16
» 630 » 1000 »	250	30	20

6.4 Перпендикулярность оси шпинделя относительно поверхности стола

Схема проверки перпендикулярности рабочей поверхности стола траектории вертикального перемещения шпиндельного узла в двух плоскостях для станка с параллельной кинематикой) представлена на рисунке 6.



1 — шпиндельный узел; *2* — стол; *3* — угольник; *4* — средство измерений с оснасткой

Рисунок 6 — Схема измерения отклонений от перпендикулярности оси шпинделя относительно зеркала стола в плоскости *WV*

При проверке перпендикулярности оси шпинделя относительно зеркала стола выполняют следующие измерения.

Измерения — по ГОСТ 22267—76 (раздел 9, метод 1б).

Шпиндельный узел *1* устанавливают в среднее положение. На рабочей поверхности стола *2* в продольной плоскости, проходящей через середину стола на минимальном для проведения измерений расстоянии от его центра, устанавливают угольник *3*. На подвижной части станка закрепляют средство измерений *4* так, чтобы его измерительный наконечник касался рабочей поверхности угольника, был к ней перпендикулярен и располагался на уровне шпинделя станка. Шпиндельный узел перемещают в вертикальном направлении.

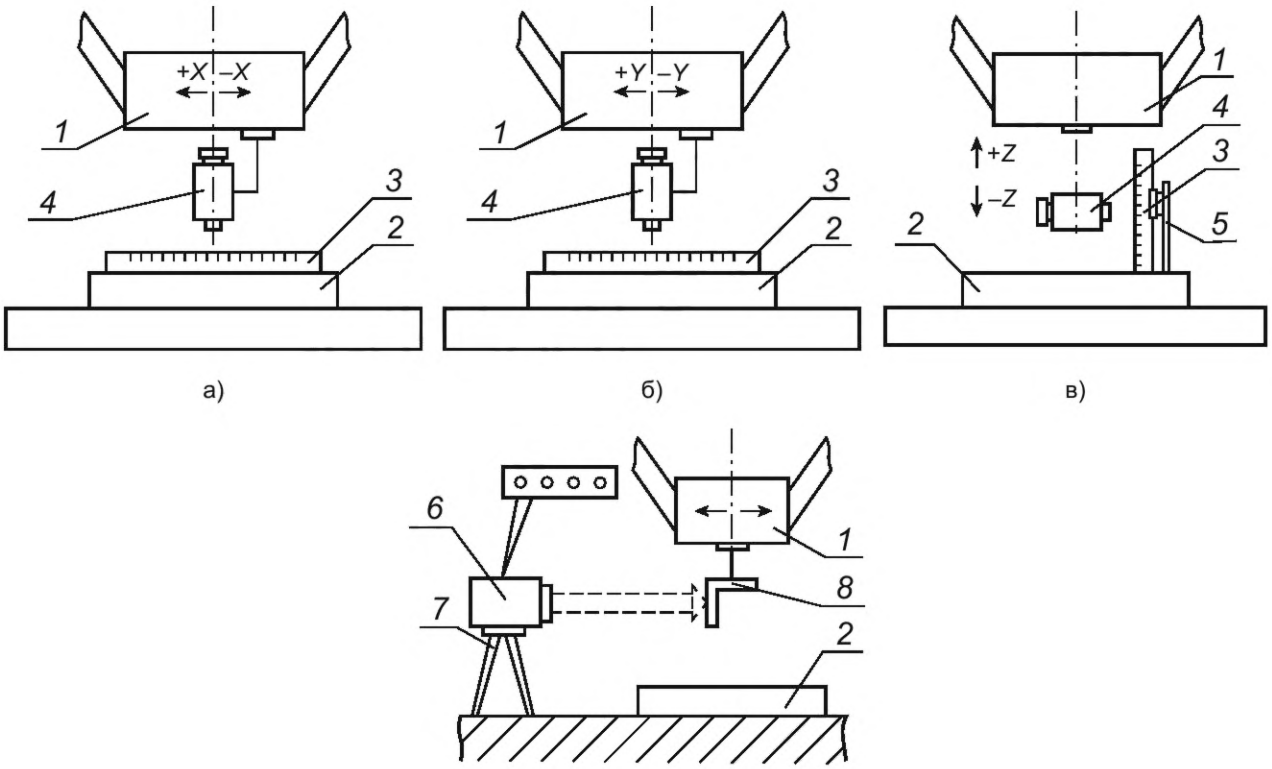
Допуски перпендикулярности оси шпинделя относительно поверхности стола приведены в таблице 4.

Таблица 4 — Допуски перпендикулярности оси шпинделя относительно поверхности стола

Ширина стола, мм	Длина измерения *L*, мм	Допуск, мкм, для станков классов точности	
		Н	П
До 630	300	16	12
Св. 630	500	25	20

6.5 Проверка точности позиционирования оси шпинделя

Схема проверки точности позиционирования оси шпинделя представлена на рисунке 7.



1 — шпиндельный узел; *2* — стол; *3* — штриховая мера; *4* — отсчетный микроскоп с оснасткой; *5* — крепление штриховой меры; *6* — лазерный интерферометр; *7* — штатив; *8* — отражатель

Рисунок 7 — Схема проверки точности позиционирования оси шпинделя

Проверку позиционной точности станка с параллельной кинематикой следует проводить одним из следующих методов.

6.5.1 Метод 1 — проверка с помощью отсчетного микроскопа, закрепленного на шпиндельном узле и штриховой меры длины

Шпиндельный узел *1* устанавливают в среднее положение. При измерении точности позиционирования оси шпинделя в горизонтальных направлениях (оси *X* и *Y*) на рабочей поверхности стола *2* в двух точках в продольной плоскости, проходящей через середину стола, устанавливают две опоры. На опоры устанавливают штриховую меру *3*. На подвижной части станка закрепляют средство измерений *4* так, чтобы его измерительный наконечник касался рабочей поверхности линейки и был ей перпендикулярен [см. рисунок 7 а), б)]. Шпиндельный узел перемещают в направлении осей *X* и *Y*. Проводят измерение возникающих отклонений положения по оси *X* и *Y* от теоретических.

При измерении точности позиционирования оси шпинделя в вертикальном направлении (ось *Z*) поверочную линейку в поперечном направлении располагают по оси шпинделя [см. рисунок 7 в)]. На подвижной части станка закрепляют средство измерений так, чтобы его измерительный наконечник касался рабочей поверхности линейки и был ей перпендикулярен. Шпиндельный узел перемещают в вертикальном направлении. Проводят измерение возникающих отклонений положения по оси *Z* от теоретического.

Измерение проводят на всей длине хода шпиндельного узла станка. Интервалы между точками измерения примерно равны 0,1 длины измеряемого перемещения. Крайние точки измерения располагают от начала и конца измеряемого перемещения на расстоянии, примерно равном 0,1 от величины интервала между точками измерения.

6.5.2 Метод 2 — проверка с помощью лазерного интерферометра и отражателя

Лазерный интерферометр *6* на штативе *7* устанавливают на неподвижной части станка так, чтобы его луч был направлен параллельно направлению перемещаемого шпиндельного узла *1*. На переме-

щаемом шпиндельном узле закрепляют отражатель *8*. Шпиндельный узел перемещают на заданную длину. С помощью интерферометра измеряют фактическую длину перемещения шпиндельного узла.

Погрешность позиционирования оси шпинделя определяется как наибольшая разность между фактической и номинальной длинами перемещений.

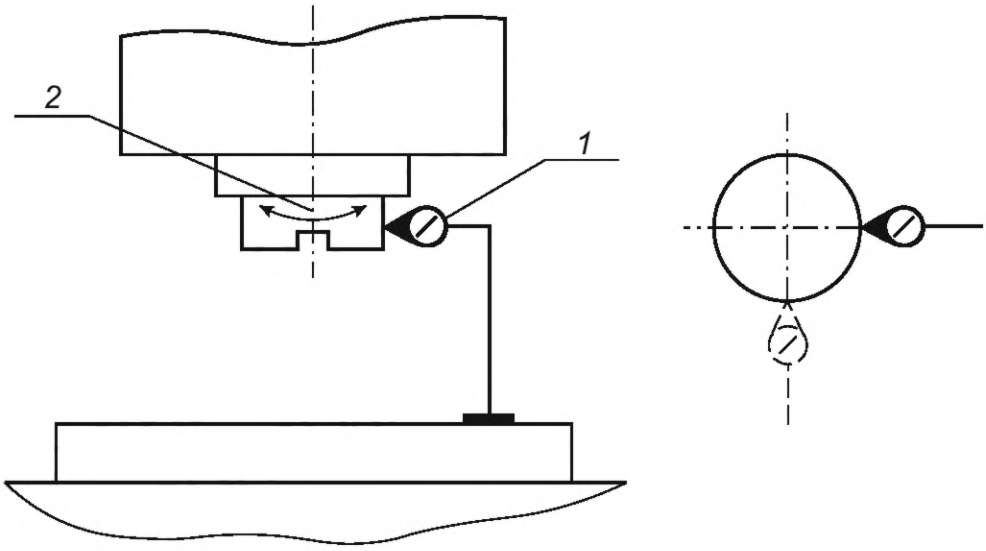
Допуски линейного позиционирования оси шпинделя приведены в таблице 5.

Таблица 5 — Допуски линейного позиционирования оси шпинделя

Длина перемещения, мм	Допуски ($A\uparrow$ и $A\downarrow$), мкм, для станков классов точности	
	Н	П
До 125 включ.	25	16
Св. 125 » 400 »	30	20
» 400 » 1000 »	40	25
» 1000 » 2500 »	50	30

6.6 Проверка радиального биения оси шпинделя

Схема измерения радиального биения наружной центрирующей поверхности шпинделя приведена на рисунке 8.



1 — средство измерений с оснасткой; *2* — шпиндельный узел

Рисунок 8 — Схема измерения радиального биения наружной центрирующей поверхности шпинделя

Средство измерений *1* устанавливают на неподвижной части станка так, чтобы его измерительный наконечник касался проверяемой поверхности *2* и был перпендикулярен оси в плоскости измерения. Рабочий орган приводят во вращение со скоростью, позволяющей регистрировать показания средства измерений.

Допуски радиального биения наружной центрирующей поверхности шпинделя приведены в таблице 6.

Таблица 6 — Допуски радиального биения наружной центрирующей поверхности шпинделя

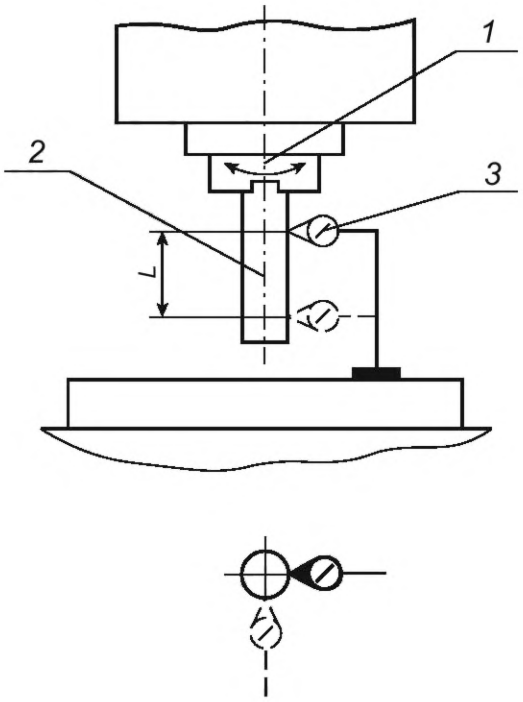
Диаметр наружной центрирующей поверхности шпинделя, мм	Допуск, мкм, для станков классов точности	
	Н	П
До 100 включ.	8	6
Св. 100 » 160 »	10	8

Измерение — по ГОСТ 22267—76 (раздел 15, предпочтительно метод 1).

6.7 Радиальное биение конического отверстия шпинделя

Радиальное биение конического отверстия шпинделя:
- у торца шпинделя;
- на расстоянии *L*.

Схема измерения радиального биения конического отверстия шпинделя приведена на рисунке 9.



1 — шпиндельный узел; *2* — контрольная оправка; *3* — средство измерений с оснасткой

Рисунок 9 — Схема измерения радиального биения конического отверстия шпинделя

Допуски радиального биения конического отверстия шпинделя приведены в таблице 7.

Таблица 7 — Допуски радиального биения конического отверстия шпинделя

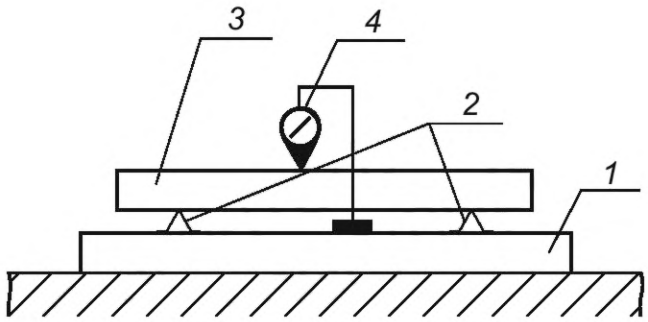
Диаметр наружной центрирующей поверхности шпинделя, мм	Радиальное биение конического отверстия шпинделя	*L*, мм	Допуск, мкм, для станков классов точности	
			Н	П
До 100 включ.	У торца шпинделя	—	8	6
	На расстоянии *L*	150	12	10
Св. 100 » 160 »	У торца шпинделя	—	10	8
	На расстоянии *L*	300	20	16

Измерение — по ГОСТ 22267—76 (раздел 15, предпочтительно метод 2) (см. рисунок 9).

В проверяемое отверстие рабочего органа *1* устанавливают контрольную оправку *2*. Средство измерений *3* устанавливают на неподвижной части станка так, чтобы его измерительный наконечник касался образующей контрольной оправки и был перпендикулярен ее оси. Рабочий орган приводят во вращение со скоростью, позволяющей регистрировать показания средства измерений.

6.8 Плоскостность рабочей поверхности стола

Схема измерения плоскостности рабочей поверхности стола приведена на рисунке 10.



1 — стол; *2* — опоры; *3* — поверочная линейка; *4* — средство измерений с оснасткой

Рисунок 10 — Схема измерения плоскостности рабочей поверхности стола

Допуски плоскостности рабочей поверхности стола приведены в таблице 8.

Таблица 8 — Допуски плоскостности рабочей поверхности стола

Длина измерения, мм	Допуск, мкм, для станков классов точности		
	П	В	А
До 250	8	6	4
Св. 250 до 400	10	8	—
» 400 » 630	12	10	—
	Выпуклость не допускается		

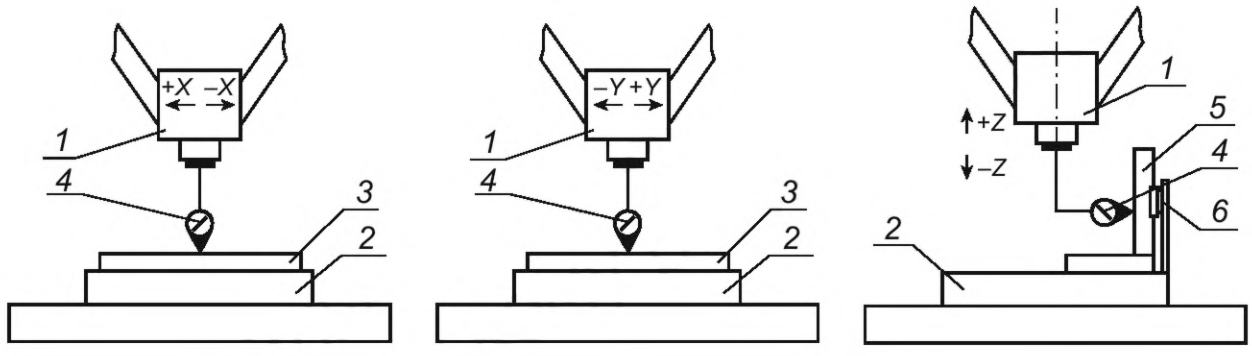
Измерения — по ГОСТ 22267—76 (пункт 4.3.3, метод 3).

На проверяемую поверхность *1* в двух точках устанавливают две опоры *2*. На опоры кладут поверочную линейку *3* так, чтобы расстояния от проверяемой поверхности до рабочей поверхности линейки по краям были равны.

Штатив с индикатором *4* устанавливают на проверяемую поверхность так, чтобы измерительный штифт касался рабочей поверхности линейки перпендикулярно к ней.

6.9 Прямолинейность и параллельность перемещения шпинделя относительно рабочей поверхности стола

Схемы измерений прямолинейности и параллельности перемещения шпинделя относительно рабочей поверхности стола в направлениях осей *X* и *Y* приведены на рисунке 11.



а) б) в)

1 — шпиндельный узел; *2* — стол; *3* — поверочная линейка; *4* — средство измерений с оснасткой; *5* — поверочный угольник; *6* — крепление поверочного угольника

Рисунок 11 — Схема измерения прямолинейности и параллельности перемещения шпинделя относительно рабочей поверхности стола

При проверке прямолинейности и параллельности перемещения шпинделя относительно рабочей поверхности стола станка с параллельной кинематикой выполняют следующие измерения.

Шпиндельный узел *1* устанавливают в среднее положение. На рабочую поверхность стола устанавливают поверочную линейку *3*. На подвижной части станка закрепляют средство измерений *4* так, чтобы его измерительный наконечник касался рабочей поверхности линейки и был ей перпендикулярен. Шпиндельный узел перемещают в направлении осей *X* и *Y*. Проводят измерение возникающих отклонений положения по оси *X* и *Y* от теоретических.

При измерении точности позиционирования оси шпинделя в вертикальном направлении (ось *Z*) на рабочую поверхность стола устанавливают поверочный угольник (см. рисунок 11). На подвижной части станка закрепляют средство измерений так, чтобы его измерительный наконечник касался рабочей поверхности угольника и был ей перпендикулярен. Шпиндельный узел перемещают в вертикальном направлении. Проводят измерение возникающих отклонений положения по оси *Z* от теоретического.

Измерение проводят на всей длине хода шпиндельного узла станка. Интервалы между точками измерения примерно равны 0,1 длины измеряемого перемещения. Крайние точки измерения располагают от начала и конца измеряемого перемещения на расстоянии, примерно равном 0,1 от величины интервала между точками измерения.

Допуски прямолинейности и параллельности перемещения шпинделя относительно рабочей поверхности стола приведены в таблице 9.

Таблица 9 — Допуски прямолинейности и параллельности перемещения шпинделя относительно рабочей поверхности стола

Длина перемещения, мм	Допуск, мкм, для станков классов точности	
	Н	П
До 250 включ.	12	8
Св. 250 » 400 »	16	10
» 400 » 630 »	20	12
» 630 » 1000 »	25	16
» 1000 » 1600 »	30	20
» 1600 » 2500 »	40	25

7 Точность образца-изделия

7.1 Общие требования к образцам-изделиям

Общие требования к образцам-изделиям — по ГОСТ 25443.

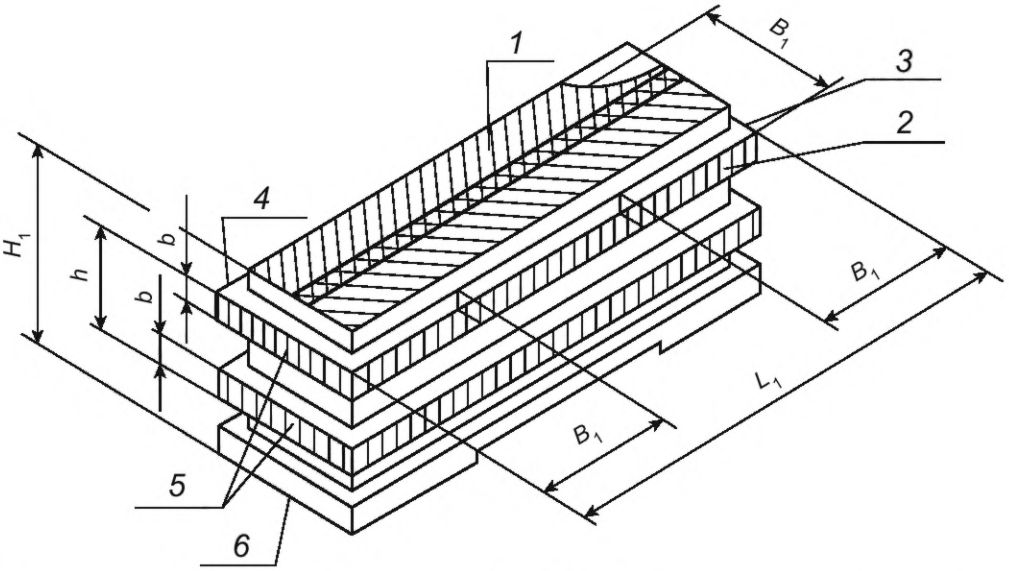
7.2 Нормы точности образцов-изделий

Нормы точности образцов-изделий для станков классов точности Н и П не должны превышать значений, указанных в 7.4—7.8.

Для станков класса точности В показатели точности с допусками, ужесточенными в 1,6 раза по сравнению с допусками класса точности П, устанавливаются по согласованию между изготовителем и потребителем.

7.3 Форма и размеры образцов-изделий

Форма и размеры образцов-изделий для станков с параллельной кинематикой — в соответствии с рисунком 12.



1—6 — проверяемые поверхности образца-изделия; *b*, B_1, L_1, *h*, H_1 — размеры чугунного образца-изделия

Рисунок 12 — Форма и размеры чугунного образца-изделия для станков с параллельной кинематикой

Размеры чугунного образца-изделия (см. рисунок 12) принимают равными $B_1 \geq 0{,}5B$, но не более 250 мм; $L_1 \geq 0{,}5B$, но не более 250 мм; $h \geq 0{,}3H$, но не более 120 мм; $H_1 = h + (50 \div 80$ мм), $b = 16$ мм, где *B*, *H* — соответственно диаметр рабочей поверхности стола и наибольшее расстояние от рабочей поверхности стола до торца шпинделя.

Допускаемые отклонения размеров от номинального значения — ±10 %.

Поверхности *2* и *4* образца могут быть прерывистыми (с вырезами).

Образец устанавливают посередине стола и закрепляют.

Подвижные узлы станка по закреплению находятся в состоянии, предусмотренном для выполнения точных работ.

Обработку поверхности *1* проводят торцовыми фрезами, не менее чем за два прохода с перекрытием не более 10 мм.

При обработке вертикальных поверхностей каждую полосу обрабатывают отдельно с перестановкой шпиндельной бабки по вертикали.

Все обработанные поверхности *1* — *5* должны соответствовать требованиям, указанным в 7.4—7.6.

7.4 Прямолинейность поверхностей *1*, *2* и *4*

Схемы измерений прямолинейности поверхностей *1*, *2* и *4* приведены на рисунках 13—16.

Примечание — *a* — расстояние между точками измерения в продольном и диагональном направлениях; $a = 0{,}1L_1$, но не менее 80 мм; $b \approx 0{,}33\ B_1$.

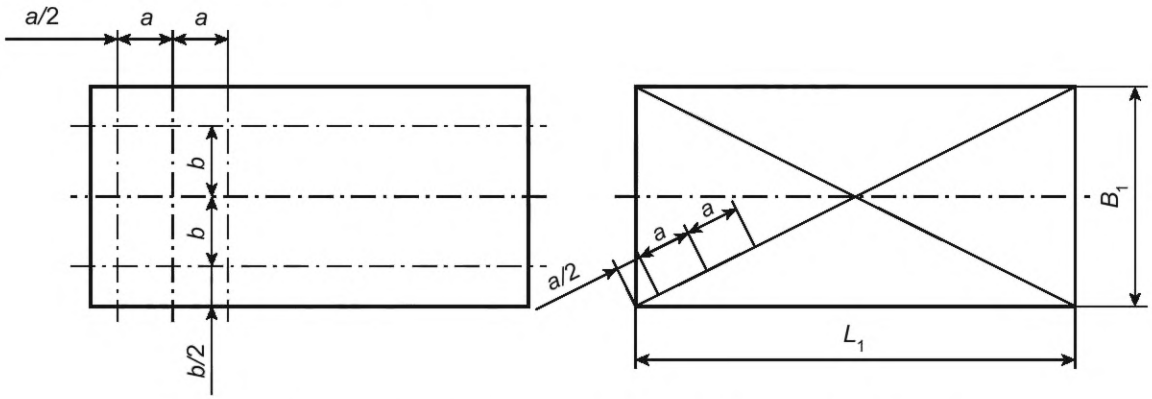


Рисунок 13 — Схема измерения прямолинейности поверхности *1* в продольном, поперечном и диагональном сечениях

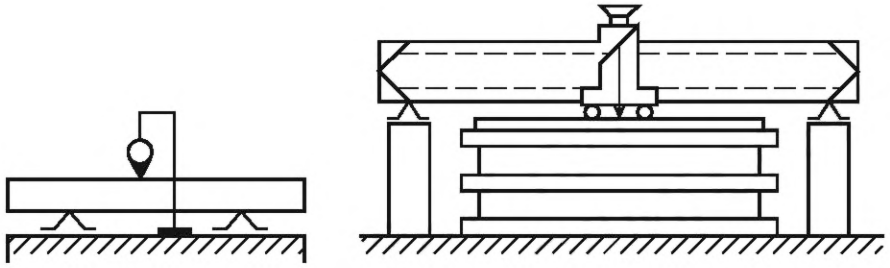


Рисунок 14 — Схема измерения прямолинейности поверхностей *1*, *2* и *4*

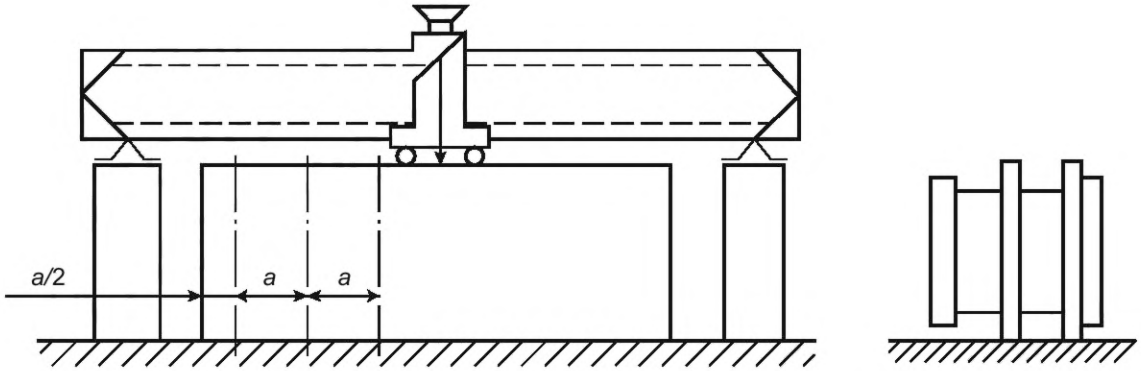


Рисунок 15 — Схема измерения прямолинейности поверхностей *2* и *4* в продольном сечении на поверочной плите

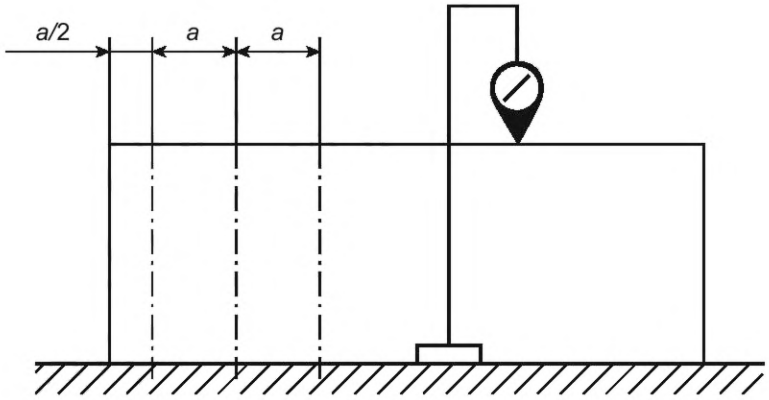


Рисунок 16 — Схема измерения прямолинейности поверхностей *1*, *2* и *4*

Допуски прямолинейности поверхностей приведены в таблице 10.

Таблица 10 — Допуски прямолинейности поверхностей *1*, *2* и *4*

Длина измерения, мм	Допуск, мкм, для станков классов точности	
	Н	П
До 100 включ.	8	5
Св. 100 » 160 »	10	6
» 160 » 250 »	12	8
» 250 » 400 »	16	10
» 400 » 630 »	20	12
» 630 » 1000 »	25	16

Измерение — по ГОСТ 22267—76 (раздел 4, предпочтительно метод 3 или 4) (см. рисунок 14).

Измерение поверхности *1* проводят на поверочной плите или на столе станка в незажатом положении.

Измерения поверхности *1* проводят в продольном, поперечном и диагональном сечениях (см. рисунок 13).

Измерения поверхности *2* и *4* проводят в продольном сечении на поверочной плите (см. рисунок 15).

При длине измерения свыше 250 мм допускается проводить измерения по рисунку 16.

7.5 Параллельность верхней поверхности *1* относительно поверхности *6*, поверхности *4* относительно поверхности *2*

Схемы измерений параллельности верхней поверхности *1* относительно поверхности *6*, поверхности *4* относительно поверхности *2* приведены на рисунках 17 и 18.

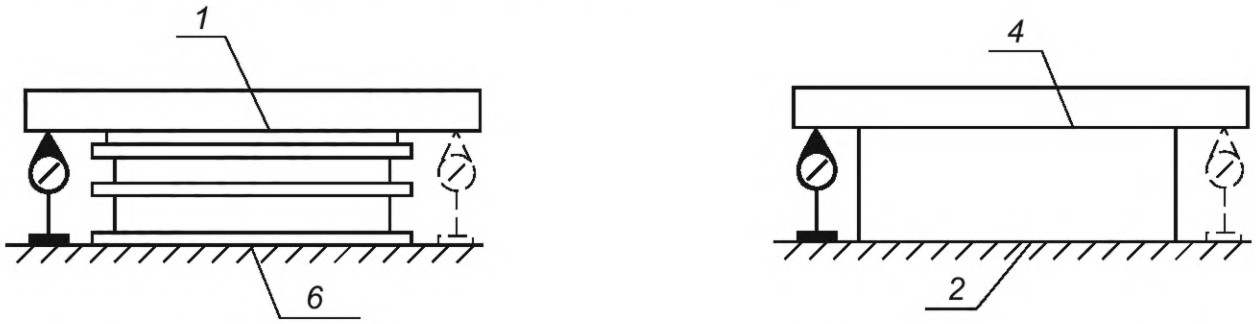


Рисунок 17 — Схема измерения параллельности верхней поверхности *1* относительно поверхности *6*, поверхности *4* относительно поверхности *2* (вариант 1)

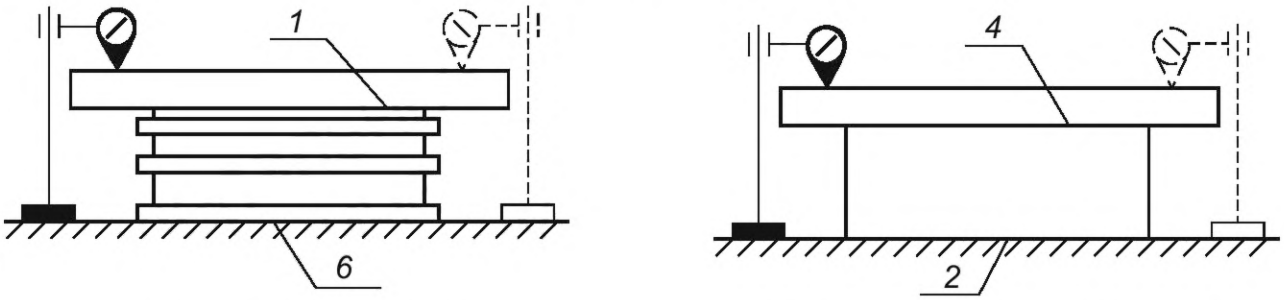


Рисунок 18 — Схема измерения параллельности верхней поверхности *1* относительно поверхности *6*, поверхности *4* относительно поверхности *2* (вариант 2)

Допуски прямолинейности поверхностей верхней поверхности *1* относительно поверхности *6*, поверхности *4* относительно поверхности *2* приведены в таблице 11.

Таблица 11 — Допуск прямолинейности поверхностей верхней поверхности *1* относительно поверхности *6*, поверхности *4* относительно поверхности *2*

Длина измерения, мм	Допуск, мкм, для станков классов точности	
	Н	П
До 100 включ.	10	6
Св. 100 » 160 »	12	8
» 160 » 250 »	16	10
» 250 » 400 »	20	12
» 400 » 630 »	25	16
» 630 » 1000 »	30	20

Измерение — по ГОСТ 25889.2 (предпочтительно метод 1 или 2).

Допуск на отклонение от взаимной параллельности поверхностей *4* и *2* принимают с уменьшением в 1,26 раза от значений, указанных в таблице 11, выбирая его значения из ряда Ra 10 по ГОСТ 6636.

7.6 Перпендикулярность поверхности *1* к поверхностям *3*, *4* и *5*, поверхности *3* — к *4* и *4* — к *5*

Схема измерения перпендикулярности поверхности *1* к поверхностям *3*, *4* и *5*, поверхности *3* — к *4* и *4* — к *5* приведена на рисунке 19.

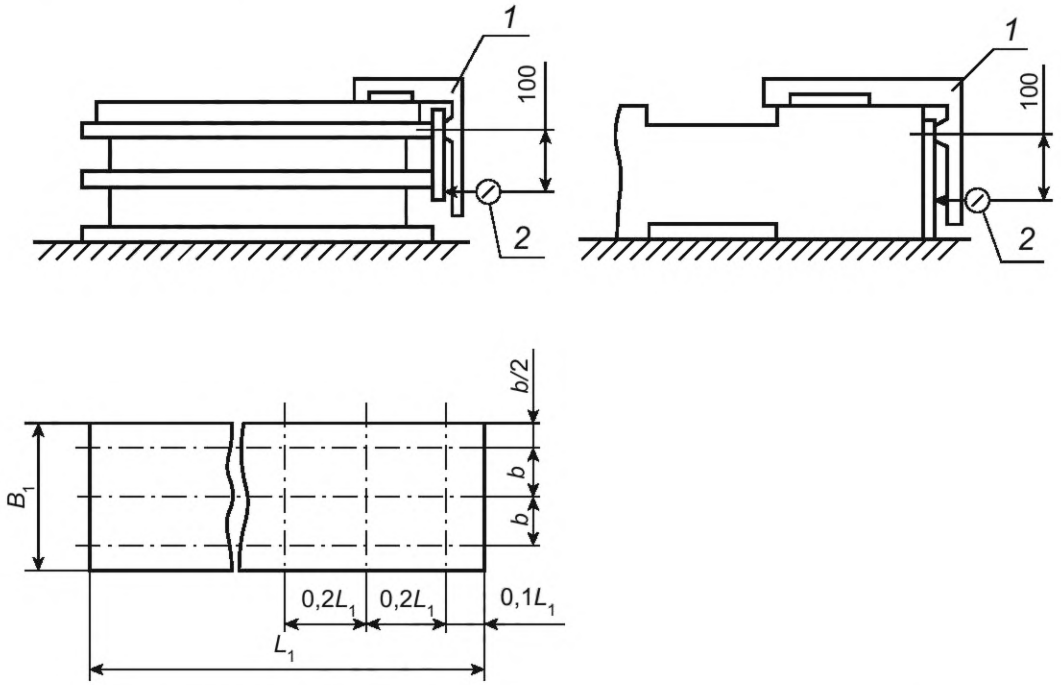


Рисунок 19 — Схема измерения перпендикулярности поверхности *1* к поверхностям *3*, *4* и *5*, поверхности *3* — к *4* и *4* — к *5*

Допуск в мкм на длине измерения 100 мм для станков классов точности:

Н. 16

П. 10

Измерение — по ГОСТ 25889.3 (предпочтительно метод 2).

7.7 Точность межосевых расстояний отверстий образца-изделия

Схема измерения точности межосевых расстояний отверстий образца-изделия для станков с параллельной кинематикой приведена на рисунке 20.

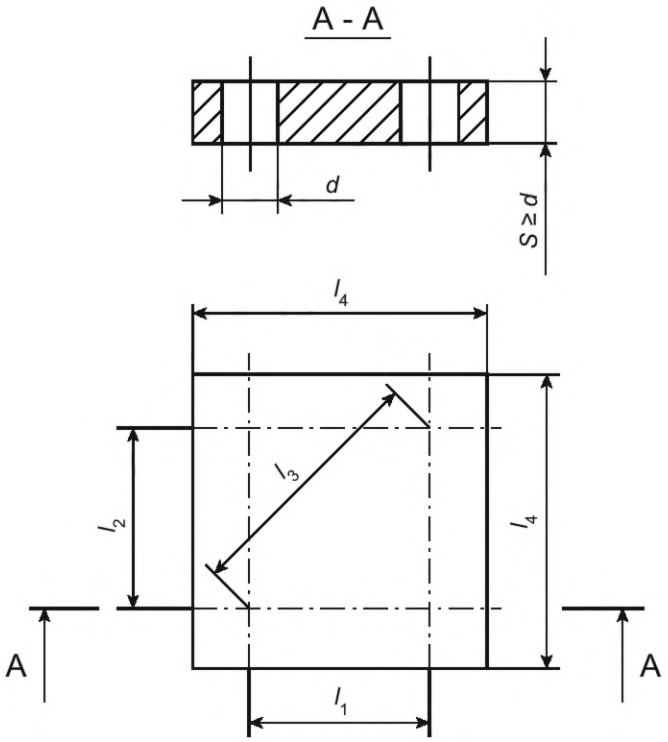


Рисунок 20 — Схема измерения точности межосевых расстояний отверстий образца-изделия

Размеры отверстий образца-изделия приведены в таблице 12.

Таблица 12 — Размеры отверстий образца-изделия

В миллиметрах

Диаметр стола	l_1	l_2	l_3	l_4	d
До 400 включ.	80	84	116	145	20—30
Св. 400 » 1000 »	100	105	145	175	30—40

Применяют образец-изделие в виде пластины прямоугольной формы (см. рисунок 20). Материал — серый чугун или сталь.

Допуски точности межосевых расстояний отверстий образца-изделия приведены в таблице 13.

Таблица 13 — Допуски точности межосевых расстояний отверстий образца-изделия

Межосевое расстояние, мм	Допуск, мкм, для станков классов точности	
	Н	П
До 125 включ.	50	30
Св. 125 » 200 »	65	40

Образец-изделие с окончательно обработанными базовыми поверхностями устанавливают в центре стола и проводят предварительную и чистовую обработку отверстий диаметром d.

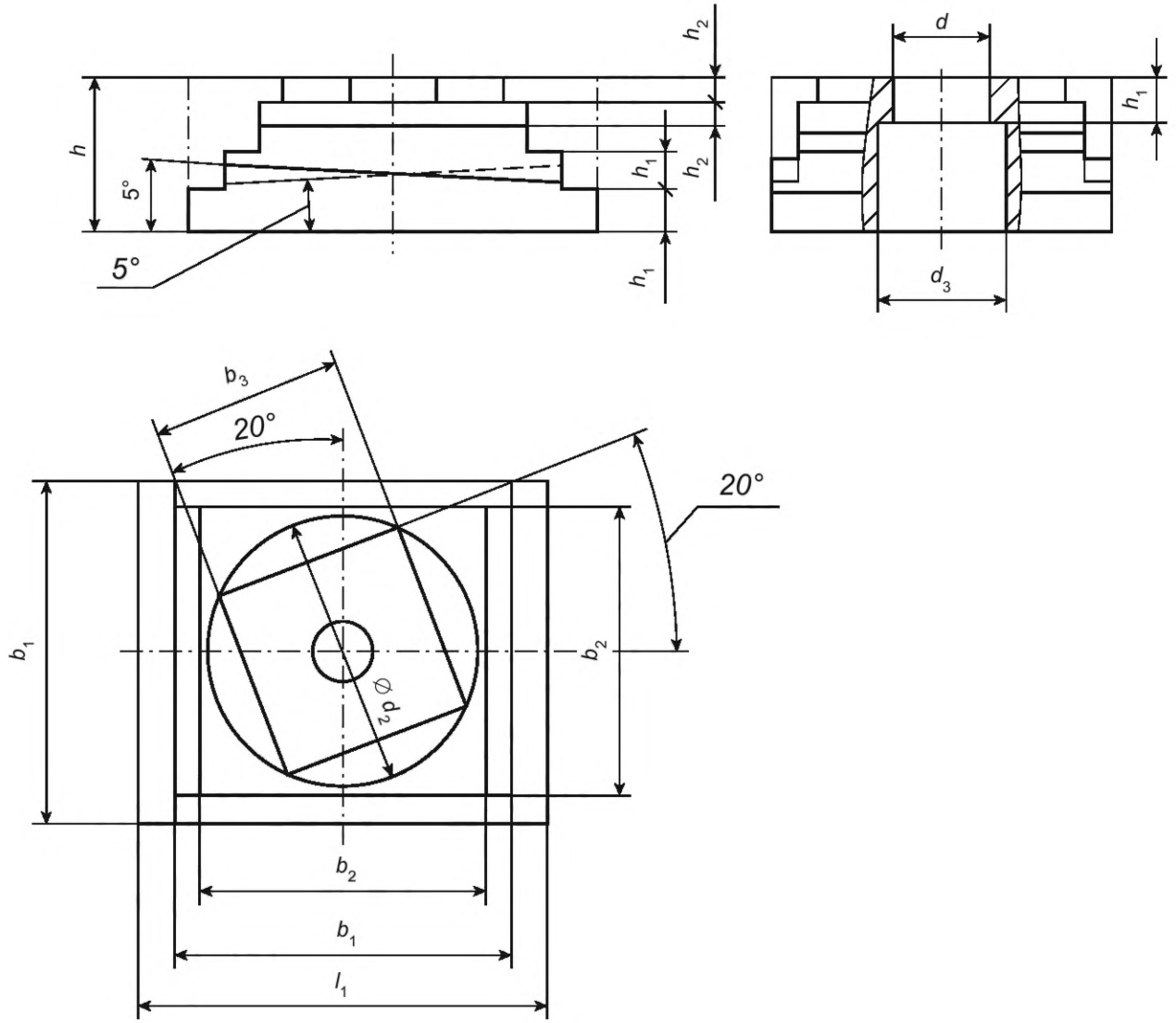
Измерения проводят с использованием координатно-измерительной машины, микроскопа либо специального приспособления, предназначенного для измерения межосевых расстояний.

Погрешность межосевых расстояний равна разности заданного и фактического расстояний между осями любых двух отверстий.

7.8 Точность обработки образца-изделия на станках, оснащенных устройством контурного программного управления

Схема измерения точности обработки образца-изделия на станках, оснащенных устройством контурного программного управления, приведена на рисунке 21.

Размеры образца-изделия приведены в таблице 14.



Примечания

1 Отверстие d_3 должно быть предварительно выполнено в заготовке.

2 Для станков, не имеющих по оси Z перемещений в следящем режиме, поверхность под углом 5° не обрабатывается.

3 Допускается выполнение на образце-изделии крепежных отверстий (пазов).

Рисунок 21 — Схема измерения точности обработки образца-изделия на станках, оснащенных устройством контурного программного управления

Таблица 14 — Размеры образца-изделия

В миллиметрах

Диаметр стола	b_1	$b_2 = d_2$	b_3	l_1	h	h_1	h_3	d	d_3
До 400 включ.	140	110	78	180	100	25	15	65	70
Св. 400 » 1000 »	260	220	155	320	120	30	20	100	100
	Допускаемые отклонения размеров от номинального значения ±15 %.								

Для контрольной обработки используют предварительно обработанный образец-изделие (см. рисунок 21) из чугуна, стали или алюминиевого сплава. Поверхности, используемые как технологические или контрольные базы, должны быть обработаны окончательно.

Допуски при обработке образца-изделия на станках, оснащенных устройством контурного программного управления, приведены в таблице 15.

Таблица 15 — Допуски при обработке образца-изделия на станках, оснащенных устройством контурного программного управления

Наименование показателя	Диаметр стола, мм	Допуск, мкм, для станков классов точности	
		Н	П
1 Точность формы отверстия: а) круглость; б) постоянство диаметра	До 400 включ. Св. 400 » 1000»	а) 16, б) 25 а) 20, б) 30	а) 10, б) 16 а) 12, б) 20
2 Прямолинейность боковых поверхностей повернутого параллелепипеда	До 400 включ. Св. 400 » 1000»	25 30	16 20
3 Перпендикулярность боковых поверхностей повернутого параллелепипеда	До 400 включ. Св. 400 » 1000»	40 50	25 30
4 Круглость наружной цилиндрической поверхности	До 400 включ. Св. 400 » 1000»	50 65	30 40

Примечания

1 Допускается проводить измерение по пунктам 1—4 на отдельных образцах-изделиях с размерами по таблице 14. В этом случае обработку образца-изделия (см. рисунок 21 и таблицу 14) не производят, а по пункту 4 обрабатывают не менее трех образцов-изделий, обеспечив при этом охват всей рабочей зоны.

2 В случае увеличения допусков к измерению 6.5 допуски по пункту 4 увеличивают во столько же раз.

Обработку образца-изделия проводят по контрольной программе в следующем порядке:

- черновое фрезерование до получения окончательной формы образца-изделия с припуском на чистовую обработку;
- сверление, рассверливание и предварительное растачивание (расфрезеровка) отверстия *d;*
- чистовое растачивание отверстия *d;*
- чистовое фрезерование торцовой поверхности повернутого под углом 20° параллелепипеда в три подхода с обеспечением ширины фрезерования (полос), примерно равной 0,3 стороны торцовой поверхности;
- чистовое фрезерование боковых поверхностей повернутого параллелепипеда;
- чистовое фрезерование наружной цилиндрической поверхности диаметром d_2;
- чистовое фрезерование двух боковых поверхностей параллелепипеда со стороной b_2 и поверхностей, параллельных основанию образца-изделия;
- чистовое фрезерование двух боковых поверхностей параллелепипеда со стороной b_2 и поверхностей, наклонных под углом 5° к основанию образца-изделия.

Измерение показателей, приведенных в таблице 15, пункты 1 а) и 4 — по ГОСТ 25889.1 (предпочтительно метод 1 или 2); пункт 1 б) — по ГОСТ 25889.4; пункт 2 — с использованием средства измерений линейных размеров, установленного так, чтобы измерительный наконечник касался проверяемой

боковой поверхности параллелепипеда (в среднем сечении) и перемещающегося по поверочной линейке, установленной так, чтобы показания средств измерений были одинаковыми на концах проверяемой боковой поверхности.

Отклонение от прямолинейности равно наибольшей алгебраической разности показаний средства измерений линейных размеров (см. пункт 3) — см. также ГОСТ 25889.3 (предпочтительно метод 2).

Отклонение равно алгебраической разности фактической и расчетной разновысотностей точек, расположенных на расстоянии 5 мм от края среднего сечения наклонной поверхности.

Приложение А
(справочное)

Используемые для проверки станка с параллельной кинематикой средства измерений и вспомогательные приспособления с их основными метрологическими характеристиками и средства контроля с предъявляемыми к ним основными техническими требованиями

А.1 Индикаторная головка с ценой деления 0,001 мм и допустимой погрешностью до 0,003 мм с оснасткой.

А.2 Поверочный стол (плита) размером 400×400 мм и показателем плоскостности рабочей поверхности не более 0,012 мм.

А.3 Поверочная линейка кл.1.

А.4 Поверочный угольник кл.1.

А.5 Контрольная оправка.

УДК 621.9.08:006.354

ОКС 25.080
25.040.20

Ключевые слова: станок, параллельная кинематика, испытания, условия испытаний, точность, нормы точности

Редактор *М.В. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 20.10.2025. Подписано в печать 28.10.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,77.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
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