

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение методов, норм точности и инструментов для проверки токарных станков на точность.

## 2. ОБОРУДОВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

1. Токарно-винторезный станок 1К62 или 1В62Г (нормальной точности).

2. Индикатор с ценой деления 0,01 мм со стойкой.

3. Микрометры 0-го класса с пределами измерений 25–50 и 50–75 мм.

4. Цилиндрическая центровая оправка с измерительной поверхностью диаметром 50 мм, длиной  $L = 1000$  мм.

5. Короткая оправка, торцовая поверхность которой перпендикулярна к ее оси.

6. Консольная оправка с цилиндрической измерительной поверхностью длиной  $L = 300$  мм, диаметром  $d \geq 32$  мм с коническим хвостовиком.

Твердость поверхности оправок  $HRC_s \geq 52$ , шероховатость  $Ra \leq 0,32$  мкм.

## 3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Согласно ГОСТ 8–82 «Станки металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность» устанавливается пять классов точности металлорежущих станков, которые указываются в шифрах моделей станков и обозначаются в порядке возрастания точности буквами **Н, П, В, А, С** (соответственно нормальный, повышенный, высокий, особо высокий, особо точный) [1]. В шифрах моделей станков нормальной точности буква Н не ставится. Допуски при переходе от одной степени точности к другой принимаются по рядам предпочтительных чисел, построенных со знаменателем  $\phi = 1,6$ . Кроме того, с возрастанием габарита станка растет и величина допуска. Общая погрешность измерения для станков нормальной точности не должна превышать 20 % от величины допуска.

Новые или капитально отремонтированные станки проходят полный контроль качества их изготовления или ремонта, который включает три вида проверок [1–7]:

- проверка геометрической точности;
- проверка жесткости;
- проверка в работе.

**Геометрическая точность станка** определяется проверкой точности взаиморасположения, перемещения и соотношения движения рабочих органов, несущих обрабатываемую заготовку и инструмент. Эти проверки проводятся без действия усилий.

Перед испытанием на точность станок устанавливают на фундамент, стенд или другое жесткое, надежное основание на башмаках или клиньях (без затяжки фундаментных болтов) и выверяют по уровню в продольном и поперечном направлениях.

Если точность выверки станка по уровню в ГОСТ 8–82 не указана, то определяемое по уровню отклонение не должно превышать 0,04 мм/м для станков нормальной точности и 0,03 мм/м для станков классов точности П, В и А [1, 3, 4, 5].

**Жесткость станка** характеризуется величиной деформации при действии определенной нагрузки в системе СПИД (станок – приспособление – инструмент – деталь).

**Проверка станка в работе** является комплексной. При этом контролируют отклонение формы обработанной на станке цилиндрической и торцевой поверхностей, а также точность шага нарезанной резьбы.

ГОСТ 18097–93 включает 17 проверок станков на точность, которые проводятся при изготовлении станков и после капитальных ремонтов (табл. 1).

Таблица 1. Перечень проверок станков на точность

Номер проверки	Содержание проверки
1	2
1	Прямолинейность продольного перемещения суппорта в горизонтальной плоскости (распространяется на передний и задний суппорты)
2	Прямолинейность продольного перемещения суппорта в вертикальной плоскости (распространяется на задний и передний суппорты)
3	Одновысотность оси вращения шпинделя передней бабки и оси отверстия пиноли (или оси вращения шпинделя) задней бабки по отношению к направляющим станины в вертикальной плоскости
4	Параллельность перемещения задней бабки относительно перемещения суппорта
5	Радиальное биение центрирующей поверхности шпинделя под патрон
6	Осевое биение шпинделя
7	Торцовое биение опорного буртика шпинделя

1	2
8	Радиальное биение конического отверстия шпинделя
9	Параллельность оси вращения шпинделя передней бабки продольному перемещению суппорта в вертикальной и горизонтальной плоскостях
10	Параллельность продольного перемещения верхних салазок суппорта оси вращения шпинделя в вертикальной плоскости
11	Перпендикулярность перемещения поперечного суппорта к оси вращения шпинделя
12	Параллельность перемещения пиноли задней бабки перемещению суппорта в вертикальной и горизонтальной плоскостях
13	Параллельность оси конического отверстия пиноли относительно перемещения суппорта в вертикальной и горизонтальной плоскостях
14	Точность кинематической цепи от шпинделя до суппорта (ходового винта)
15	Осевое биение ходового винта
16	Радиальное биение конического отверстия пиноли задней бабки
17	Параллельность продольного перемещения заднего суппорта продольному перемещению переднего суппорта

При технических осмотрах выполняются пять проверок [4, 7] и производится опробование станка в работе.

#### 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

**Измерение отклонения от прямолинейности продольного перемещения суппорта в горизонтальной плоскости** проводится согласно схеме, представленной на рис. 1.

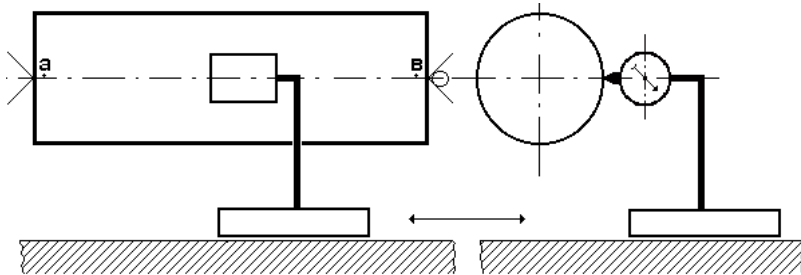


Рис. 1. Схема измерения отклонения от прямолинейности продольного перемещения суппорта в горизонтальной плоскости

**Методика измерения.** В центрах передней и задней бабок устанавливается цилиндрическая оправка с измерительной поверхностью диаметром 50 мм, длиной  $L = 1000$  мм.

Резцедержатель должен быть расположен как можно ближе к оси центров станка.

На суппорте (в резцедержателе) необходимо укрепить индикатор так, чтобы его измерительный наконечник касался боковой образующей оправки и был направлен перпендикулярно к ее оси.

Показания индикатора на левом (точка **а**) и правом (точка **в**) концах оправки должны быть одинаковыми, что достигается смещением задней бабки в поперечном направлении. В противном случае погрешность установки вычитают из результатов промежуточных замеров.

Суппорт необходимо перемещать в продольном направлении на всю длину хода.

Отклонение от прямолинейности продольного перемещения суппорта в горизонтальной плоскости определяется, как наибольшая алгебраическая разность показаний индикатора.

Отклонение от прямолинейности вызывает отклонение профиля продольного сечения обработанной цилиндрической поверхности.

Для станков с наибольшей длиной перемещения суппорта от 800 до 1250 мм допустимое отклонение в сторону оси центров для класса точности Н составляет 0,02 мм, П – 0,012 мм, В – 0,008 мм.

В процессе эксплуатации станка износ направляющих станины не должен превышать 0,2 мм.

Результаты измерений отклонения от прямолинейности в горизонтальной плоскости заносятся в табл. 2, и на их основании делаются выводы о соответствии станка требованиям ГОСТов.

Таблица 2. Результаты измерений отклонения от прямолинейности в горизонтальной плоскости

Номер измерения	Показания индикатора, мм			Наибольшая алгебраическая разность, мм
	Точка <b>а</b>	Точка <b>в</b>	Промежуточные замеры	
1				
2				
3				

**Измерение отклонения прямолинейности продольного перемещения суппорта в вертикальной плоскости** проводится согласно схеме, представленной на рис. 2.

**Методика измерения.** В центрах передней и задней бабок устанавливается цилиндрическая оправка с измерительной поверхностью диаметром 50 мм, длиной  $L = 1000$  мм.

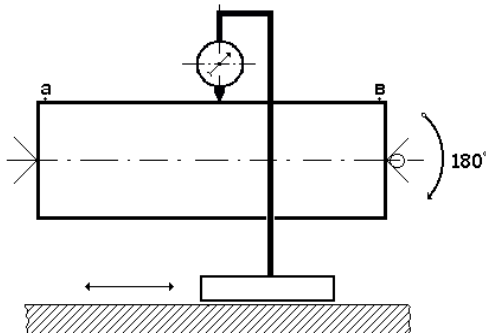


Рис. 2. Схема измерения отклонения от параллельности оси вращения центров передней и задней бабок продольному перемещению суппорта в вертикальной плоскости

На суппорте устанавливается индикатор так, чтобы его измерительный наконечник касался измерительной поверхности оправки и был направлен к ее оси перпендикулярно верхней образующей.

Суппорт необходимо перемещать на всю длину оправки.

После первого измерения шпиндель вместе с оправкой поворачивают на  $180^\circ$  для исключения влияния биения на результат.

Отклонение определяется, как среднее арифметическое значение двух указанных измерений, каждое из которых определяется алгебраической разностью показаний индикатора на концах оправки.

Допустимое отклонение для станков класса точности Н составляет 0,03 мм, П – 0,02 мм, В – 0,012 мм, причем ось отверстия пиноли может быть лишь выше оси вращения шпинделя.

Результаты измерений отклонения от прямолинейности продольного перемещения суппорта в вертикальной плоскости заносятся в табл. 3, и на их основании делаются выводы о соответствии станка требованиям ГОСТов.

Таблица 3. Результаты измерений отклонения от прямолинейности продольного перемещения суппорта в вертикальной плоскости

Номер измерения	Показания индикатора, мм		Алгебраическая разность, мм	Результат расчета (среднеарифметическое отклонение), мм
	Точка а	Точка в		
1				
2				

**Измерение радиального биения центрирующей поверхности шпинделя передней бабки под патрон** проводится согласно схеме, представленной на рис. 3.

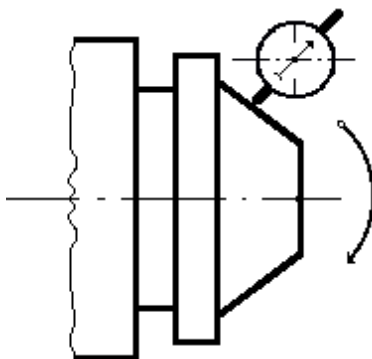


Рис. 3. Схема измерения радиального биения центрирующей поверхности шпинделя передней бабки под патрон

**Методика измерения.** На неподвижной части станка крепится индикатор так, чтобы его измерительный наконечник касался проверяемой поверхности и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей.

Шпиндель приводится во вращение. При проведении измерения шпиндель должен сделать не менее двух оборотов.

Отклонение определяется, как наибольшая алгебраическая разность показаний индикатора.

Допуск на радиальное биение центрирующей поверхности шпинделя для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали 250–800 мм не должен превышать: для станков класса точности Н – 0,01 мм, П – 0,007 мм, В – 0,005 мм.

Проверка точности трехкулачкового самоцентрирующегося патрона, как отдельного узла, проводится согласно ГОСТ 1654–81. Допуск радиального биения оправки, зажатой в кулачках патрона, составляет 0,02 мм.

Результаты измерений радиального биения центрирующей поверхности передней бабки под патрон заносятся в табл. 4, и на их основании делаются выводы о соответствии станка требованиям ГОСТов.

Таблица 4. Результаты замеров радиального биения центрирующей поверхности передней бабки под патрон

Номер измерения	Показания индикатора, мм		Наибольшая алгебраическая разность, мм
	+	-	
1			
2			
3			

**Измерение осевого биения шпинделя передней бабки** проводится согласно схеме, представленной на рис. 4.

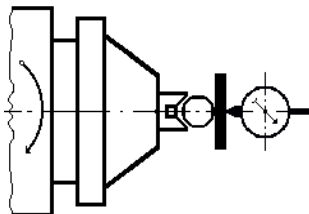


Рис. 4. Схема измерения осевого биения шпинделя передней бабки

**Методика измерения.** В коническое отверстие шпинделя вставляется короткая зацентрированная оправка, торцовая поверхность которой перпендикулярна к ее оси. На неподвижной части станка закрепляется индикатор, измерительный стержень которого касается торца оправки у его центра. Шпиндель приводится во вращение, и с индикатора снимаются показания.

Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали до 400 мм осевое биение шпинделя не должно превышать: для класса точности Н – 0,008 мм, П – 0,005 мм, В – 0,003 мм.

**Измерение отклонения от параллельности оси вращения шпинделя передней бабки продольному перемещению суппорта в вертикальной и горизонтальной плоскостях** проводится согласно схеме, представленной на рис. 5.

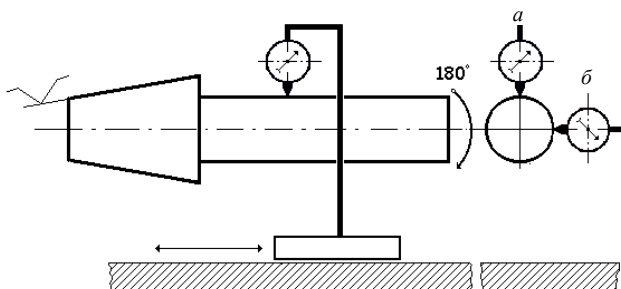


Рис. 5. Схема измерения отклонения от параллельности оси вращения шпинделя передней бабки продольному перемещению суппорта: *a* – в вертикальной плоскости; *б* – в горизонтальной плоскости

**Методика измерения.** В коническое отверстие шпинделя вставляется консольная оправка с цилиндрической измерительной поверхностью длиной  $L = 300$  мм.

На суппорте (в резцедержателе) крепится индикатор так, чтобы его измерительный наконечник касался измерительной поверхности оправки и был направлен перпендикулярно к ее оси, как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях.

Суппорт перемещается в продольном направлении на длину  $L = 200$  мм. После первого измерения шпиндель поворачивается на  $180^\circ$  и проводится второй замер.

Отклонение определяется, как среднее арифметическое значение результатов двух указанных измерений, каждое из которых определяется алгебраической разностью показаний индикатора.

Для станков с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия от 250 до 400 мм отклонение в вертикальной и горизонтальной плоскостях составляет соответственно на длине 200 мм от шпинделя: для станков класса точности Н – 0,016 и 0,008 мм, П – 0,010 и 0,005 мм, В – 0,006 и 0,003 мм. Причем допустимы отклонения в вертикальной плоскости только вверх, а в горизонтальной плоскости только в направлении резца суппорта.

Результаты измерений отклонения от параллельности оси вращения шпинделя передней бабки продольному перемещению суппорта в вертикальной и горизонтальной плоскостях заносятся в табл. 5 и на их основании делаются выводы о соответствии станка требованиям ГОСТов.

Таблица 5. Результаты измерений отклонения от параллельности оси вращения шпинделя передней бабки продольному перемещению суппорта в вертикальной и горизонтальной плоскостях

Номер измерения	Последовательность измерений	Показания индикатора (максимальное отклонение, мм)		Алгебраическая разность показаний индикатора, мм	Среднеарифметическое отклонение, мм
		+	-		
1	1				
	2				
2	1				
	2				

Проверка станка на точность обработки проводится согласно схеме, представленной на рис. 6.

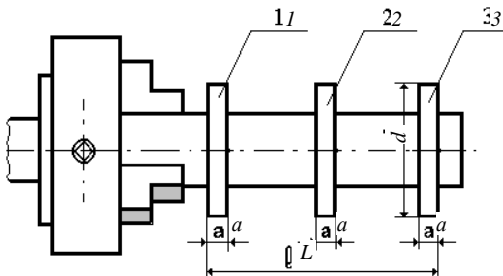


Рис. 6. Схема для проверки обеспечения токарным станком точности геометрической формы: 1, 2, 3 – пояски;  $a$  – ширина пояска;  $d$  – диаметр пояска

**Методика измерения.** Стальной валик с поясками 1, 2 и 3 шириной  $a = 20$  мм, диаметром  $d \geq \frac{1}{8}D$  и длиной  $L = \frac{1}{2}D$  (где  $D$  – наибольший диаметр обрабатываемой детали; при  $D = 400$  мм,  $d \geq 50$  мм и  $L \approx 200$  мм) зажимается в кулачках самоцентрирующегося патрона (без центра задней бабки), точатся пояски в два прохода: при черновом переходе  $t = 1$  мм,  $S \approx 0,4$  мм/об.,  $n = 120$  мин<sup>-1</sup>; при чистовом переходе  $t = 0,3$  мм,  $S \approx 0,1$  мм/об.,  $n = 600$  мин<sup>-1</sup>. Измерение диаметров производят микрометром.

**Овальность цилиндрической поверхности** определяется по максимальной разности взаимно перпендикулярных диаметров (см. рис. 6), берется наибольшее значение

$$\Delta_1 = d_{\max} - d_{\min}; \Delta_n = d_{\max} - d_{\min}.$$

Для токарных станков с наибольшим диаметром обрабатываемой детали 250...400 мм при длине  $L = 200$  мм допускается овальность: для станков класса точности Н – 0,008 мм, П – 0,005 мм, В – 0,003 мм.

**Конусность цилиндрической поверхности** в абсолютных величинах определяется по максимальной разности диаметров, расположенных в одной осевой плоскости:

$$K = d_1 - d_3.$$

Допустимая конусность составляет: для станков класса точности Н – 0,008 мм, П – 0,012 мм, В – 0,008 мм.

Результаты проверки обеспечения токарным станком точности геометрической формы заносятся в табл. 6, и на их основании делаются выводы о соответствии станка требованиям ГОСТов.

Таблица 6. **Результаты проверки обеспечения токарным станком точности геометрической формы**

Номер измерения	Овальность			Конусность
	$d_1 - d_2$	$d_1 - d_2$	$d_1 - d_2$	$d_1 - d_3$
1				
2				

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Приведите схемы проверок и изложите методику выполнения каждой из них.

2. Запишите результаты каждой проверки, сравните их с допустимыми отклонениями и сделайте выводы о соответствии станка требованиям ГОСТов.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите классы точности и виды проверок металлорежущих станков.
2. Укажите причины отклонения профиля продольного сечения цилиндрической поверхности, обработанной на токарном станке.
3. Изложите метод измерения отклонения от прямолинейности продольного перемещения суппорта в горизонтальной плоскости.
4. Укажите причины получаемой конусности цилиндрической поверхности, обработанной в центрах и в патроне.
5. Изложите метод измерения отклонения от параллельности оси вращения центров продольному перемещению суппорта в вертикальной плоскости.
6. Изложите метод измерения отклонения от параллельности оси вращения шпинделя передней бабки продольному перемещению суппорта.
7. Укажите причины отклонения от соосности обработанной и обрабатываемой поверхности цилиндра при закреплении его в патроне и в центрах.
8. Изложите метод измерения биения по нормали центрирующей поверхности шпинделя передней бабки под патрон.
9. Изложите метод измерения осевого биения шпинделя передней бабки.
10. Изложите порядок проверки станка в работе.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 8–82. Станки металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 40 с.
2. ГОСТ 18097–93. Станки токарно-винторезные и токарные. Основные размеры. Нормы точности. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 33 с.
3. ГОСТ 22267–76. Станки металлорежущие. Схемы и способы измерений геометрических параметров. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 35 с.
4. Успенский, В. А. Проверка токарного станка на точность / В. А. Успенский. – Горки : БСХА, 1982. – 7 с.
5. Проверка токарного станка на точность : метод. указания для студ. ф-та механизации / Л. И. Савенок, И. А. Шаршуков. – Горки : БГСХА, 2005. – 12 с.
6. Ефремов, В. Д. Методические указания для выполнения лабораторной работы «Проверка металлорежущих станков на точность» / В. Д. Ефремов, М. И. Сидоренко. – Минск : БГАТУ, 2001. – 65 с.
7. Некрасов, В. В. Обработка материалов резанием / В. В. Некрасов. – М. : Агропромиздат, 1988. – 336 с.
8. Справочник токаря-универсала / Д. Г. Белецкий [и др.]; под ред. М. Г. Шеметова. – М. : Машиностроение, 1987. – 560 с.