ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И.С. ТУРГЕНЕВА»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ Н.Н. ПОЛИКАРПОВА

Кафедра машиностроения

А.Н. Ткаченко

ПРОВЕРКА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА 6Р82

Методические указания
по выполнению лабораторных работ

Дисциплина – «Оборудование машиностроительного производства»
Направление – 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Специальность – 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов»

Орёл
ОГУ имени И.С. Тургенева
2019

Автор: канд. техн. наук, доц. каф. машиностроения А.Н. Ткаченко

Рецензент: д-р техн. наук, проф. каф. машиностроения Г.В. Барсуков

Методические указания по выполнению лабораторной работы позволяют студентам эффективно использовать приобретенные знания для самостоятельного исследования, проверки и оценки геометрической точности станков.

В методических указаниях содержатся вопросы проведения проверки геометрической точности горизонтально-фрезерного станка 6Р82, приведены нормы геометрической точности, методики проверки, рассмотрены используемые инструменты и устройства.

Предназначены для студентов очной и очно-заочной форм обучения по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», изучающих дисциплину «Оборудование машиностроительного производства», а также аналогичные дисциплины.

Редактор Л.Ю. Фроленкова
Технический редактор Т.Н. Шаблинская

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Орловский государственный университет имени И.С.Тургенева»

Подписано к печати 16.01.2019 г. Формат 60×90 1/16.
Усл. печ. л. 1,4. Тираж 10 экз.
Заказ №_____

Отпечатано с готового оригинал-макета
на полиграфической базе ОГУ имени И.С. Тургенева
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95.

© Ткаченко А.Н., 2019
© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи работы 4
2. Порядок выполнения работы 4
3. Основные положения 4
4. Приспособления и инструменты 5
5. Схемы контрольных проверок 6
6. Проверка станка в работе 18
7. Отчет по лабораторной работе 19
8. Контрольные вопросы 20
Литература 22

1. Цели и задачи работы

Целью работы является закрепление и углубление знаний студентов, полученные ими в лекционном курсе при изучении темы: Испытания и исследования станков»

В результате выполнения работы студенты должны:

- ознакомиться с методикой исследования геометрической точности горизонтально-фрезерного станка;
- приобрести навыки в составлении схем проверки отдельных узлов и поверхностей станка;
- научиться производить замеры параметров точности станка;
-уметь пользоваться наиболее распространенными контрольно-измерительными приборами применяемыми для проверки геометрической точности станков и оценивать результаты этой проверки

2. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с настоящим описанием лабораторной работы, контрольно-измерительными приборами и инструментами для проведения замеров.
2. Разобраться со схемами проверок основных базовых поверхностей станка.
3 Составить принципиальную схему замеров, которые предстоит выполнять, и согласовать их с руководителем работы.
4. Ответить на контрольные вопросы и получить задание на проведение конкретных замеров.
5. Произвести необходимые замеры и оценить геометрическую точность станка.
6. Проанализировать полученные результаты сравнив их с нормативными, разработать мероприятия по повышению точности станка до нормативных требований
7. Оформить и защитить отчет по работе.

3. Основные положения

Проверка геометрической точности станка проводится на заводе изготовителе как часть общей приемки изготовленного станка. На заводе потребителе этой проверке подвергаются все станки прошедшие капитальный и средний ремонт, а также станки занятые на финишных операциях обработки по графику разработанному технической службой предприятия. Точность станков нормируется соответствующими

ГОСТами, например, для фрезерных станков ГОСТ 17734-88 «Станки фрезерные консольные. Нормы точности и жесткости».

ГОСТы построены на предположении, что геометрические погрешности станка являются систематическими постоянными погрешностями, которые полностью переносятся на обработанную деталь» Это позволяет не проводить анализ результирующей погрешности на детали с целью выявить влияние только геометрических погрешностей станка, что очень трудно, а заменить проверку детали соответствующей геометрической проверкой станка. На основе этого для каждого типа станков было разработано определенное количество инструментальных проверок геометрической точности, проводимых обычно в статическом состоянии, при перемещениях и поворотах отдельных частей станка, осуществляемых вручную или на малых скоростях.

4. Приспособления и инструменты

В качестве основных измерительных инструментов при проверках геометрической точности станков применяют поверочные или лекальные линейки, поверочные угольники, концевые меры, щупы, консольные или центровые оправки, индикаторы с ценой деления 0,01; 0,002 и 0,001 мм, уровни с ценой деления 0,02 и 0,04 мм на 1000 мм длины и, наконец, различные оптические приборы.

При использовании индикаторов рекомендуется выбирать их нулевого класса точности. Измерительное усилие индикатора не должно превышать 1 Н, а в особо ответственных случаях 0,4 Н. Индикатор обычно крепится в стойке, которая должна быть достаточно жесткой. Подставка стойки должна иметь широкую опорную плоскость, это снижает погрешность измерений, вызываемую возможными вибрациями, перекосами или действиями опрокидывающих усилий. Лучше применять магнитные подставки.

Уровни применяют двух основных типов: горизонтальные и рамные. Они позволяют проверить горизонтальность, плоскостность, перпендикулярность оси к плоскости, взаимную перпендикулярность или параллельность нескольких плоскостей,

При пользовании уровнем надо следить, чтобы ампула внутри корпуса была надежно закреплена и не имела люфтов, а проверяемая поверхность не имела случайных выступов и не была засорена.

Контрольные оправки изготавливаются из закаленной стали. Отклонение их геометрических размеров не должно превышать

0,003 мм, а шероховатость рабочих поверхностей должна быть не хуже Ra=0,63 мкм.

5. Схемы контрольных проверок

1) Плоскостность рабочей поверхности стола (Рис. 1). На рабочей поверхности стола 1 в продольном, поперечном и диагональном направлениях на двух регулируемых опорах 2 устанавливают поверочную линейку 3 таким образом, чтобы получить одинаковые показания индикатора 4 на концах линейки.

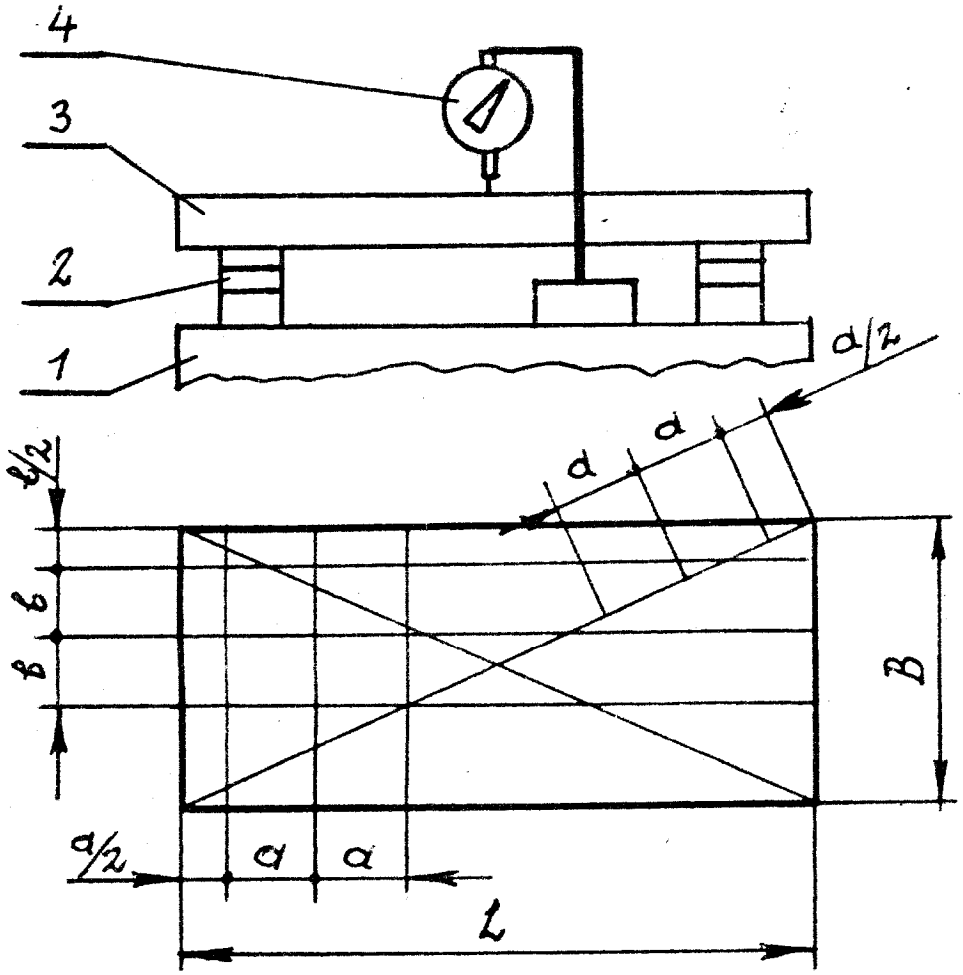

Рис.1. Схема измерения плоскостности рабочей поверхности стола
1 – стол;
2 – набор концевых мер;
3 – поверочная линейка;
4 – индикатор.

Индикатор устанавливают на столе так, чтобы его измерительный наконечник касался рабочей поверхности линейки и был перпен-

дикулярен ей.

Индикатор перемещают вдоль линейки и определяют прямолинейность формы профиля поверхности в точках измерения, отстоящих друг от друга на расстоянии $\alpha \approx 0.1$, $L \geq 100 мм$ или b≥100 мм (Для станка 6Р82 L=1250 мм).

Отклонение определяют как наибольшую величину алгебраической разности показаний индикатора. Допустимое отклонение при длине измерения до 250 мм - 16 мкм, а при длине измерения от 250 до 400 мм - 20 мкм. Выпуклость не допускается.

2) Параллельность рабочей поверхности стола направлению его продольного перемещения (Рис.2).

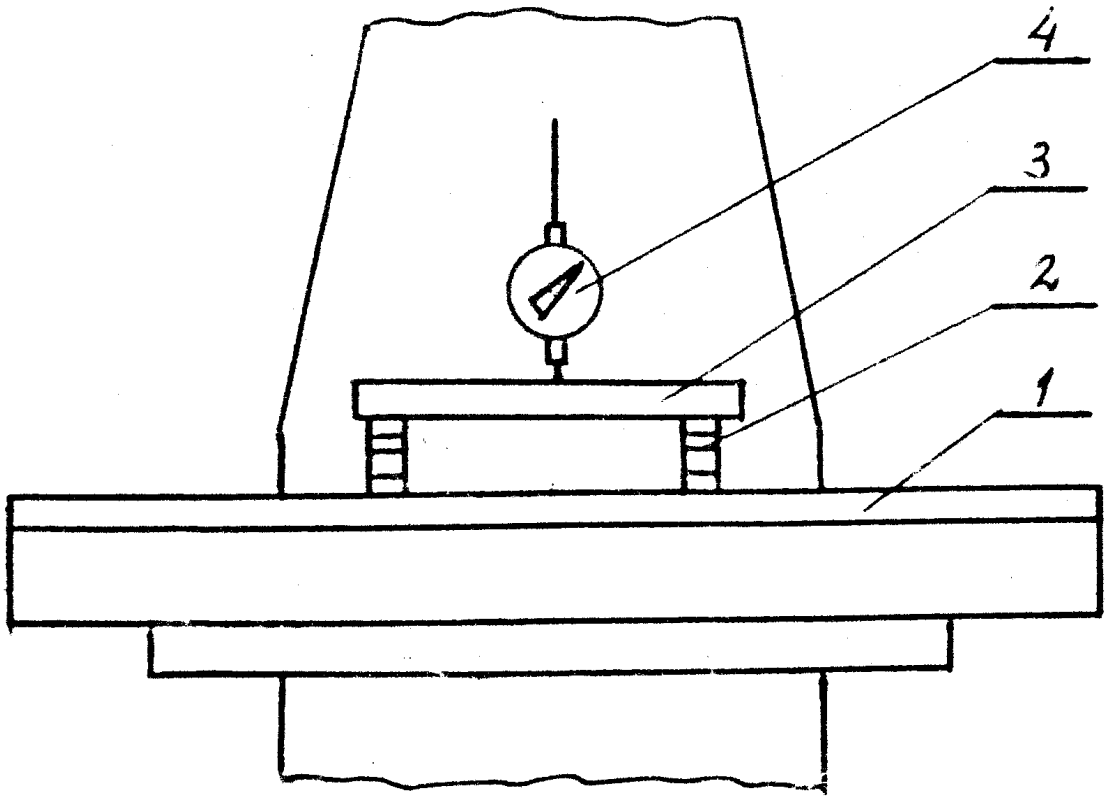

Рис. 2. Схема измерения параллельности рабочей поверхности стола направлению его продольного перемещения.

1 – стол;
2 – набор концевых мер,
3 – поверочная линейка,
4 – индикатор.

На рабочей поверхности стола 1 на двух опорах 2 одинаковой высоты устанавливают поверочную линейку 3.

На неподвижной части станка укрепляют индикатор 4 так, чтобы его измерительный наконечник касался рабочей поверхности линейки.

Стол перемещают в продольном направлении на всю длину хода при закрепленных салазках и консоли.

Отклонение от параллельности определяют как наибольшую величину алгебраической разности результатов измерений на длине хода.

Допустимое отклонение при длине перемещения до 400 мм – 20 мкм, а при длине от 400 до 630 мм - 25 мкм.

3) Параллельность рабочей поверхности стола направлению его поперечного перемещения»

Схема измерения аналогична пункту 2 раздела 5, но стол перемещают в поперечном направлении.

Допустимое при этом отклонение при длине перемещения до 160 мм - 16 мкм. А при длине от 160 до 250 мм - 20 мкм. Наклон стола в сторону от стойки не допускается.

4) Осевое биение шпинделя (Рис.3).

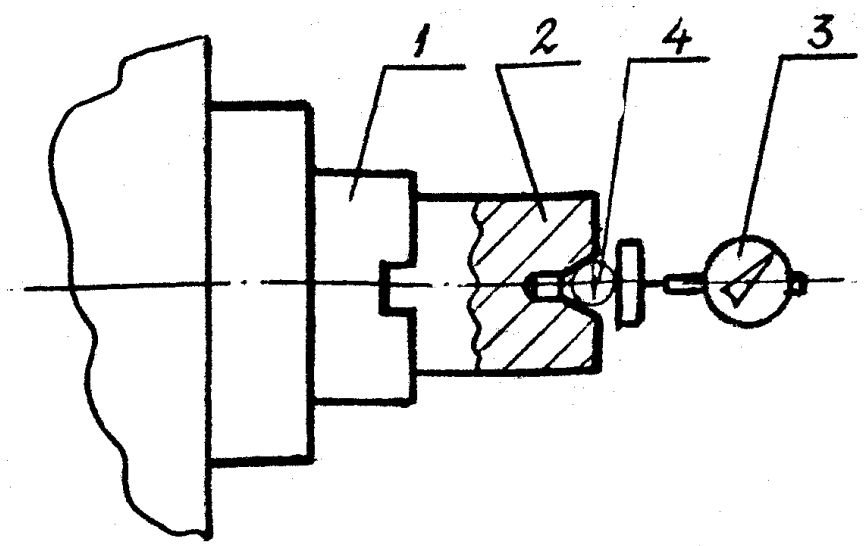

Рис. 3. Схема измерения осевого биения шпинделя.
1 – шпиндель,
2 – оправка,
3 – индикатор,
4 – шарик.

В коническое отверстие шпинделя 1 плотно вставляют контрольную оправку 2. с центровым отверстием под шарик 4.

На неподвижной части станка укрепляют индикатор 3 так, что

бы его измерительный наконечник касался поверхности шарика, вставленного в центровое отверстие оправки.

Шпиндель приводят во вращение. Биение определяют как наибольшую величину алгебраической разности показаний индикатора. Допустимое отклонение не более 10 мкм.

5) Торцовое биение опорного торца шпинделя (рис.4).

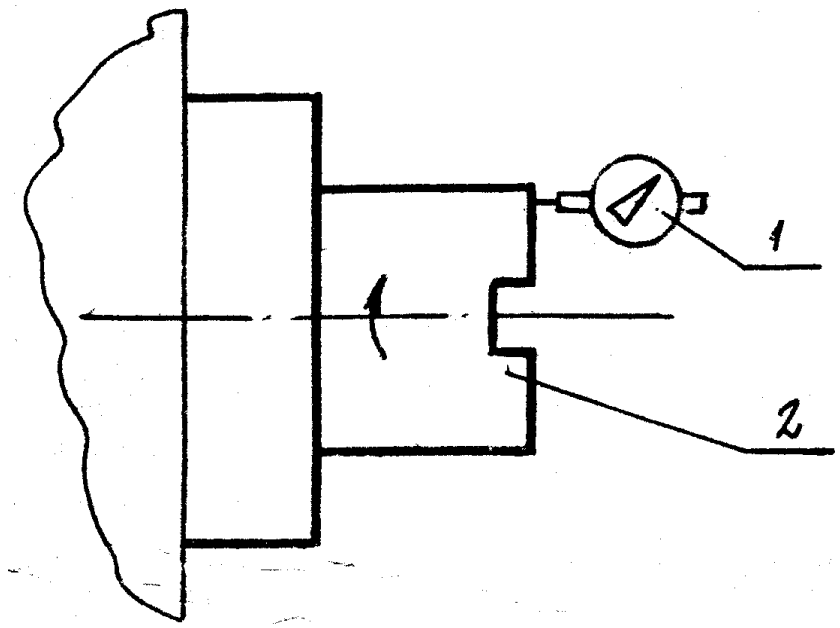

Рис. 4. Схема измерения торцового биения шпинделя.
1 – индикатор,
2 – шпиндель.

На неподвижной части станка укрепляют индикатор 1 так, что бы его измерительный наконечник касался торцовой поверхности шпинделя 2 у ее периферии и был направлен перпендикулярно ей.

Шпиндель приводят во вращение. Биение определяют как наибольшую величину алгебраической разности показаний индикатора в каждом его положении. Допустимое отклонение не более 20 мкм.

6) Радиальное биение конического отверстия шпинделя (Рис. 5) Проверку производят отдельно у торца шпинделя и на расстоянии L = 150 мм.

В коническое отверстие шпинделя 1 плотно вставляют контрольную оправку 2 с цилиндрической рабочей поверхностью.

На неподвижной части станка укрепляют индикатор 3 так, чтобы его измерительный наконечник касался цилиндрической поверхности оправки и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей.

Шпиндель приводят во вращение. Биение определяют как наибольшую величину алгебраической разности показаний индикатора в каждом положении. Допустимое отклонение у торца не более 10 мкм, а на расстоянии L - 12 мкм.

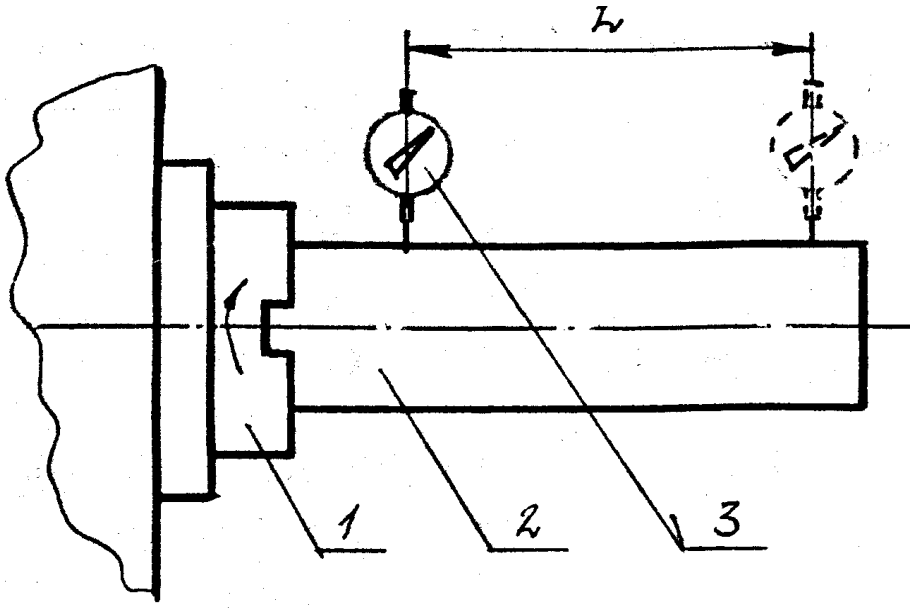

Рис.5. Схема измерения радиального биения конического отверстия шпинделя.

1 – шпиндель,

2 – оправка,

3 – индикатор.

7) Радиальное биение, центрирующей шейки шпинделя (Рис. 6)

На неподвижной части станка укрепляют индикатор 1 так, чтобы его измерительный наконечник касался проверяемой поверхности шпинделя 2 и был направлен к его оси перпендикулярно образующей.

Шпиндель приводят во вращение. Биение определяют как наибольшую величину алгебраической разности показаний индикатора за полный оборот шпинделя. Допустимо отклонение не более 10 мкм.

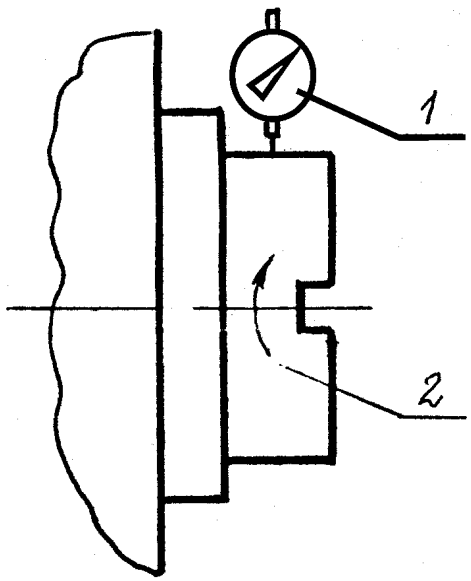

Рис. 6. Схема измерения радиального биения центрирующей шейки шпинделя

1 – индикатор,

2 – шпиндель.

8) Параллельность оси вращения шпинделя рабочей поверхности стола, (Рис.7).

В отверстие шпинделя плотно вставляют контрольную оправку 2 с цилиндрической рабочей поверхностью.

На рабочей поверхности стола 3 устанавливают индикатор 4 так, чтобы его измерительный наконечник касался цилиндрической поверхности оправки и был перпендикулярен ее образующей.

Измерение производят в среднем положении консоли при закрепленных салазках и консоли. При измерении индикаторную стойку перемещают перпендикулярно оси шпинделя до получения наибольшего показания индикатора. Измерения производят в двух сечениях оправки и повторяют при повороте шпинделя на угол 180°.

Отклонение от параллельности определяют как среднее значение (алгебраическую полусумму) двух алгебраических разностей показаний индикатора, полученных сначала по одной образующей, а затем по противоположной (при повороте шпинделя на 180°).

Допустимое отклонение не более 12 мкм. Отклонение свободного конца оправки вверх не допускается.

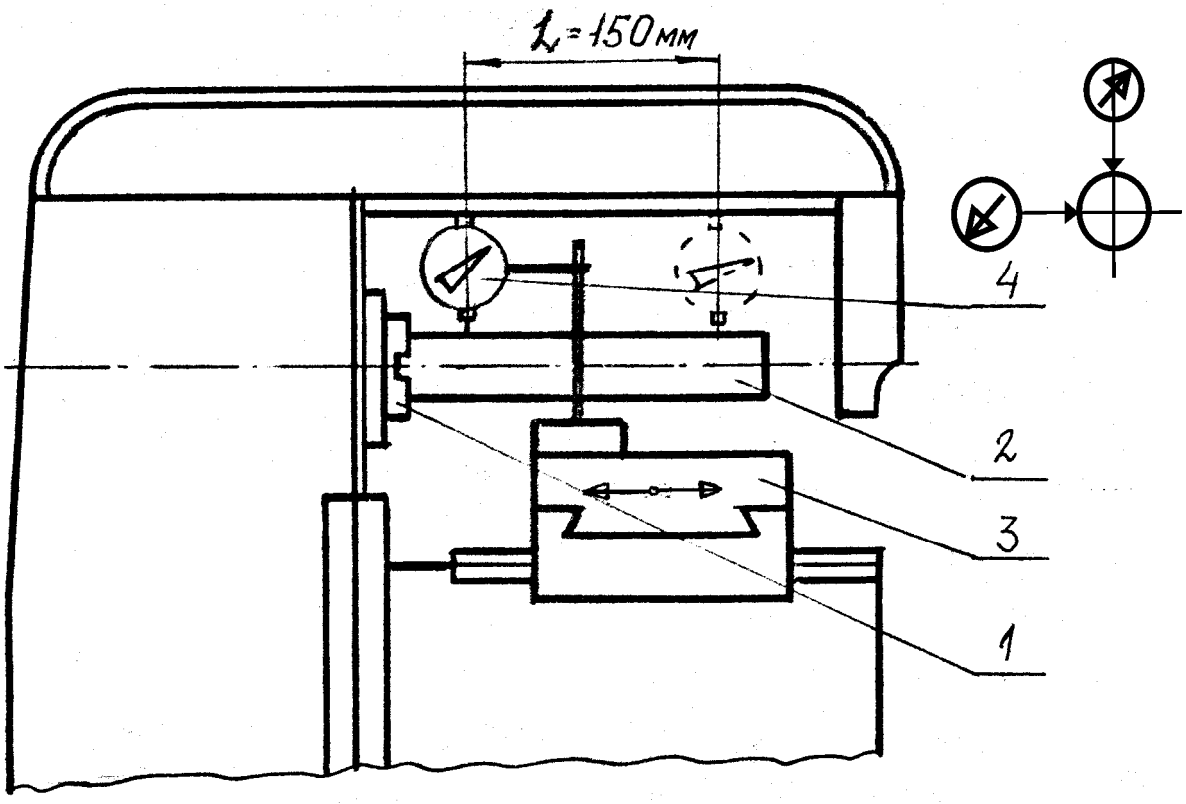

Рис. 7. Схема измерения параллельности оси вращения рабочей поверхности стола

1 – шпиндель,
2 – оправка,
3 – стол,
4 – индикатор

9) Перпендикулярность направления вертикального перемещения консоли рабочей поверхности стола в продольном и поперечном его направлениях (Рис.8 и 9) Стол I устанавливают в среднее положение. Салазки закрепляют. На рабочую поверхность стола устанавливают поверочный угольник 2. На неподвижной части станка укрепляют индикатор 3 так, чтобы его измерительный наконечник касался измерительной поверхности угольника.

Консоль перемещают по направляющим станины на длину хода и перед измерением закрепляют. Отклонение от перпендикулярности определяют как величину алгебраической разности показаний индикатора в нижнем и верхнем положении консоли. Допустимое отклонение при длине перемещения до 160 мм – 16 мкм, а при длине свыше 160 мм до 250 мм – 20 мкм. Наклон стола в сторону от стойки не допускается.

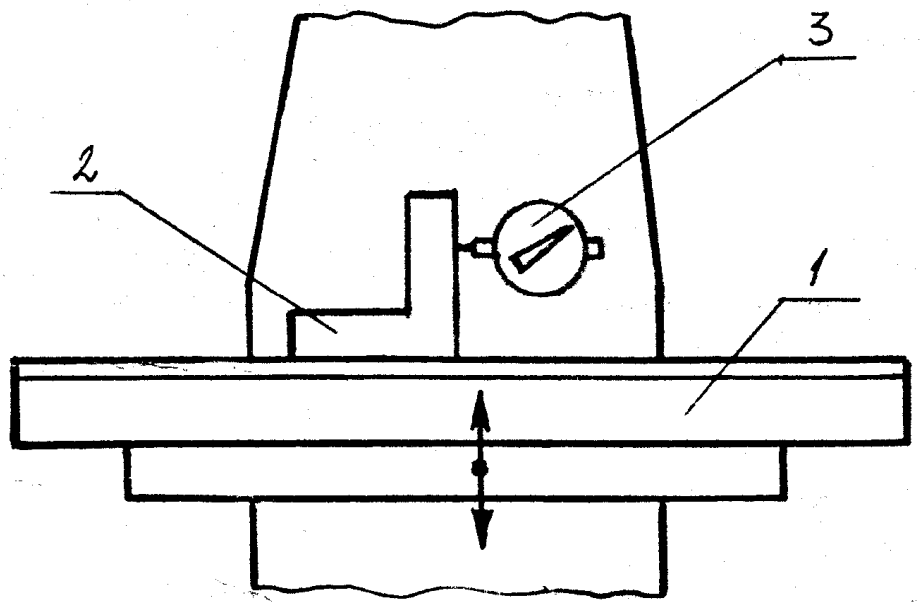

Рис. 8. Схема измерения перпендикулярности направления вертикального перемещения консоли рабочей поверхности стола в продольном направлении

1 – стол,

2 – угольник,

3 – индикатор.

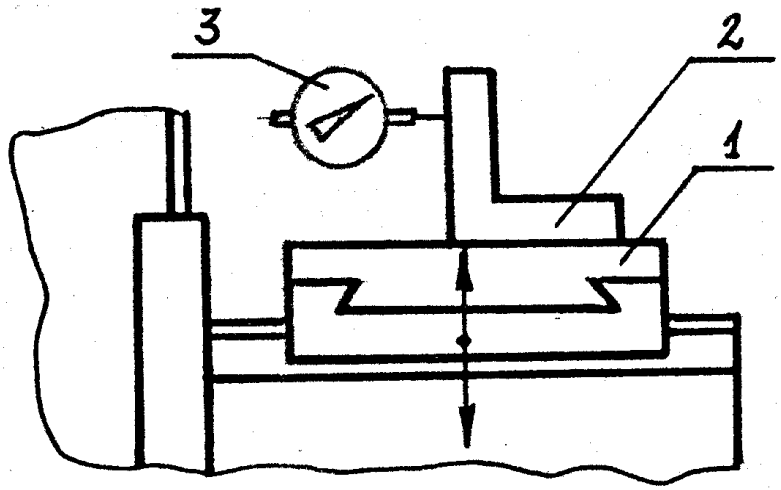

Рис. 9. Схема измерения перпендикулярности направления вертикального перемещения консоли рабочей поверхности стола в поперечном его направлении

1 – стол,

2 – угольник,

3 – индикатор.

10) Параллельность направляющих хобота оси вращения шпинделя в вертикальной и горизонтальной плоскостях (Рис 10).

В коническое, отверстие шпинделя 1 плотно вставляют контрольную оправку 2 с цилиндрической рабочей поверхностью.

На специальной ползушке 3 укрепляют индикатор 4 так, чтобы его измерительный наконечник касался цилиндрической поверхности оправки и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей. Хобот закрепляют в крайнем переднем положении.

Ползушку с индикатором перемещают по направляющим хобота на расстояние L=150 мм. В каждой из плоскостей измерение производят по двум диаметрально противоположным образующим при повороте шпинделя на 180°.

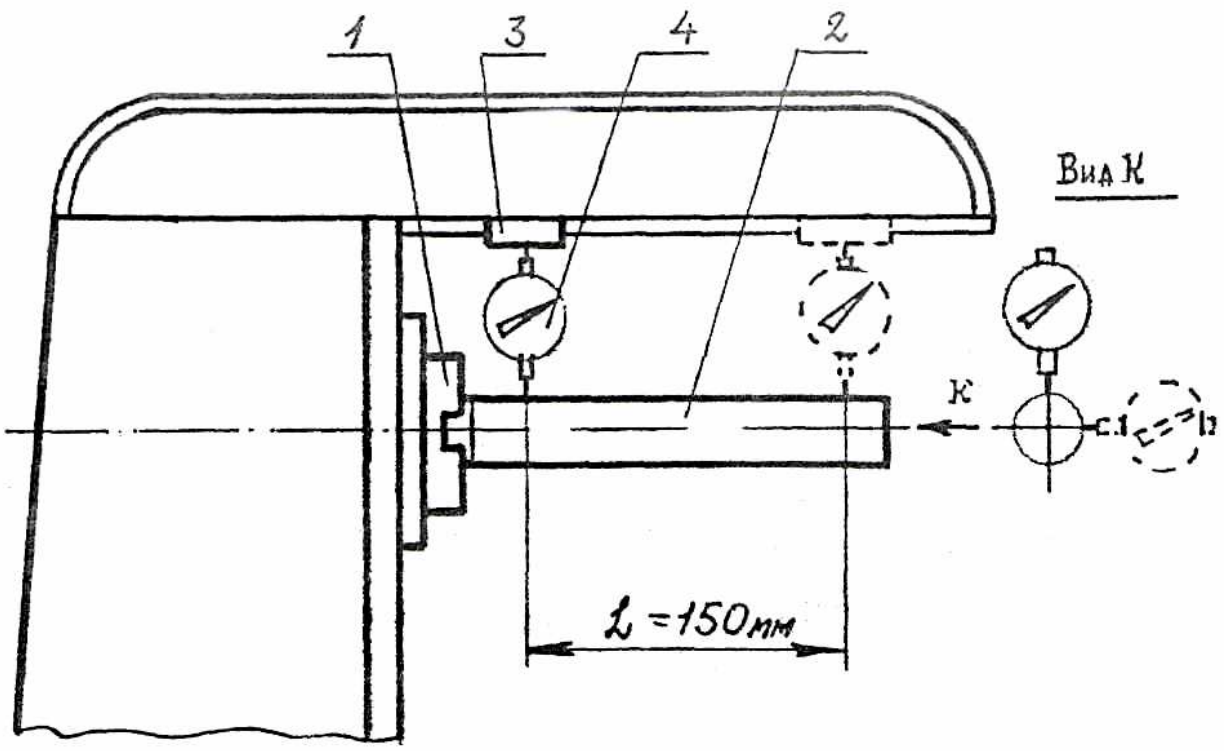

Рис. 10. Схема измерения параллельности направляющих хобота оси вращения шпинделя.

1 – шпиндель,

2 – оправка,

3 – ползушка,

4 - индикатор

Отклонение от параллельности в каждой плоскости определяют как среднее значение (алгебраическую полусумму) двух алгебраических разностей показаний индикатора, подученных сначала по одной образующей, а затем по противоположной (при повороте шпинделя на 180°) Допустимое отклонение не более 12 мкм.

11) Соосность отверстия серьги и шпинделя (Рис. 11).

Хобот выдвигают и закрепляют на станине, серьгу закрепляют на хоботе. В отверстие шпинделя I плотно вставляют оправку 2 с цилиндрической рабочей поверхностью. В отверстие серьги 3 вставляют контрольную оправку 4. диаметр *d* которой равен диаметру отверстия серьги, а длина выступающей из серьги части оправки равна 2*d*.

На оправке 2 укрепляют индикатор 5 так, чтобы его измерительный наконечник касался цилиндрической поверхности оправки 4 на расстоянии *L*=300 мм от направляющих станины.

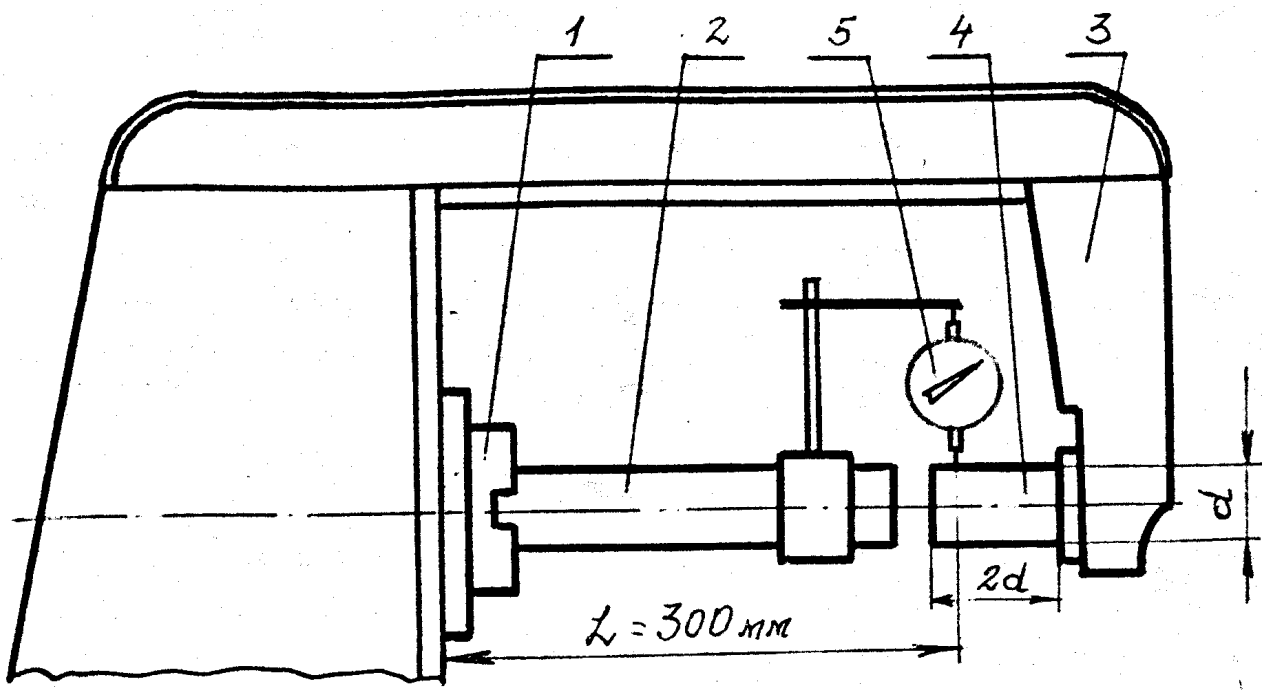

Рис. 11. Схема измерения соосности отверстия серьги и шпинделя.
1 – шпиндель,
2 – оправка,
3 – серьга,
4 – оправка,
5 – индикатор.

Шпиндель вместе с индикатором повертывают вокруг оправки. Отклонение определяют как половину алгебраической разности. Допустимое отклонение не более 30 мкм.

12) Параллельность рабочей поверхности стола плоскости его поворота (Рис.12)

На рабочей поверхности стола 1 в продольном и поперечном направлении устанавливают уровень 2.

Стол поворачивают вокруг оси на 45° в одну и другую сторону. Отклонение определяют как величину алгебраической разности показаний уровня в первоначальном и повернутом положениях стола. Допустимое отклонение не более 0,08 мм/м.

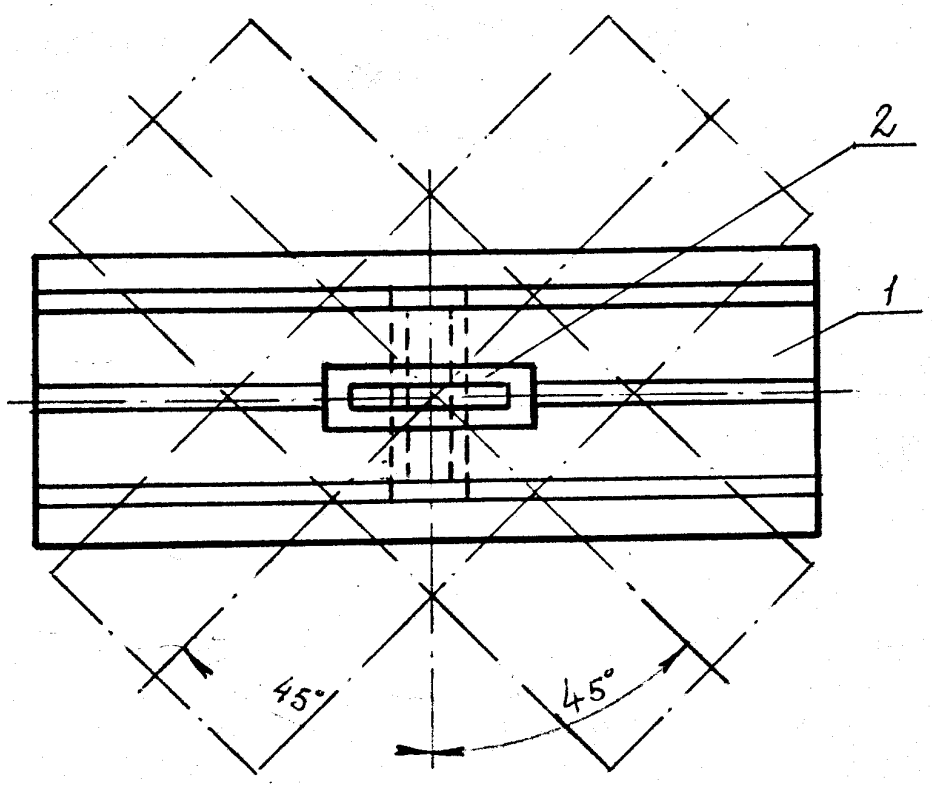

Рис. 12. Схема измерения параллельности рабочей поверхности стола плоскости его поворота.

1 – стол,

2 – уровень.

13) Пересечение оси вращения шпинделя с осью поворота стола (Рис.13).

В отверстие шпинделя I вставляют контрольную справку 2 о конусной рабочей поверхностью с углом.

Поворотный стол 4 устанавливают на угол, равный 90°-α/2, что

достигают путем выверки паза стола параллельно образующей конуса оправки при помощи индикатора 3, подставку которого своим выступом прижимают к боковой стороне паза так, чтобы его измерительный наконечник касался образующей конуса оправки.

После указанной выверки стола, не нарушая настройку индикатора, стол поворачивают вокруг своей оси в другую сторону на тот же угол 90°- $\alpha/2$. Для этого производят аналогичную выверку параллельности паза стола к образующей конуса и одновременно фиксируют изменение показаний индикатора по сравнению с его показанием при первом положении стола. Отклонение определяют как величину алгебраической разности показаний индикатора, умноженную на sin $\alpha/2$.Допустимое отклонение не более 80 мкм.

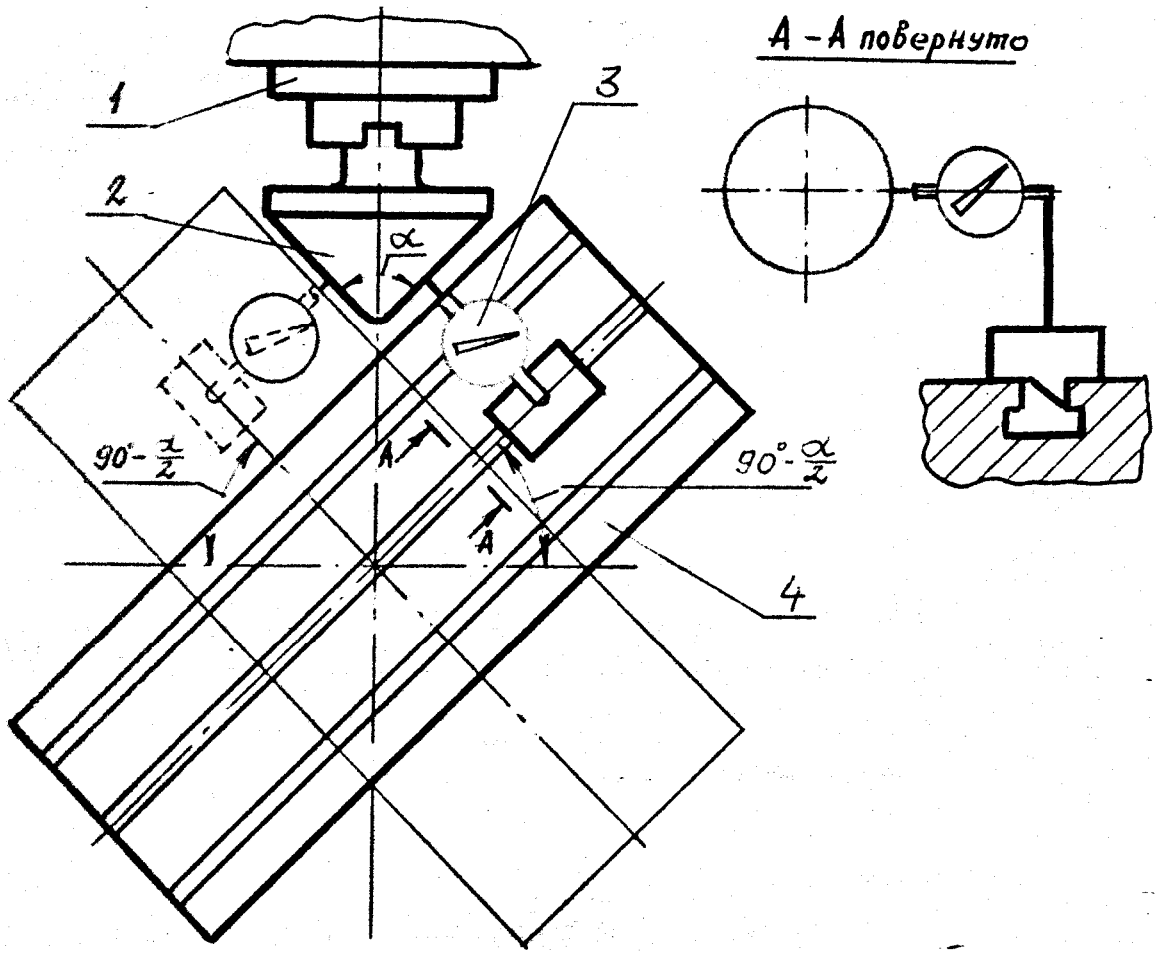

Рис. 13. Схема проверки пересечения оси вращения шпинделя с осью поворота стола

1 – шпиндель,
2 – оправка,
3 – индикатор,
4 – стол.

6. Проверка станка в работе

Для проверки станка в работе используют образец прямоугольной формы, изготовленный из чугуна (Рис. 14), Обрабатываемые поверхности И, К, Л, М могут быть не сплошными, а сам образец может быть сборным. Основание образца должно иметь чистовую базу (обработано окончательно), поверхности, подлежащие обработке – предварительно обработаны.

Образец закрепляют в середине стола. Обработку всех поверхностей производят за одну установку образца. Режимы резания устанавливают как для чистовой обработки и делают не менее 2-х проходов.

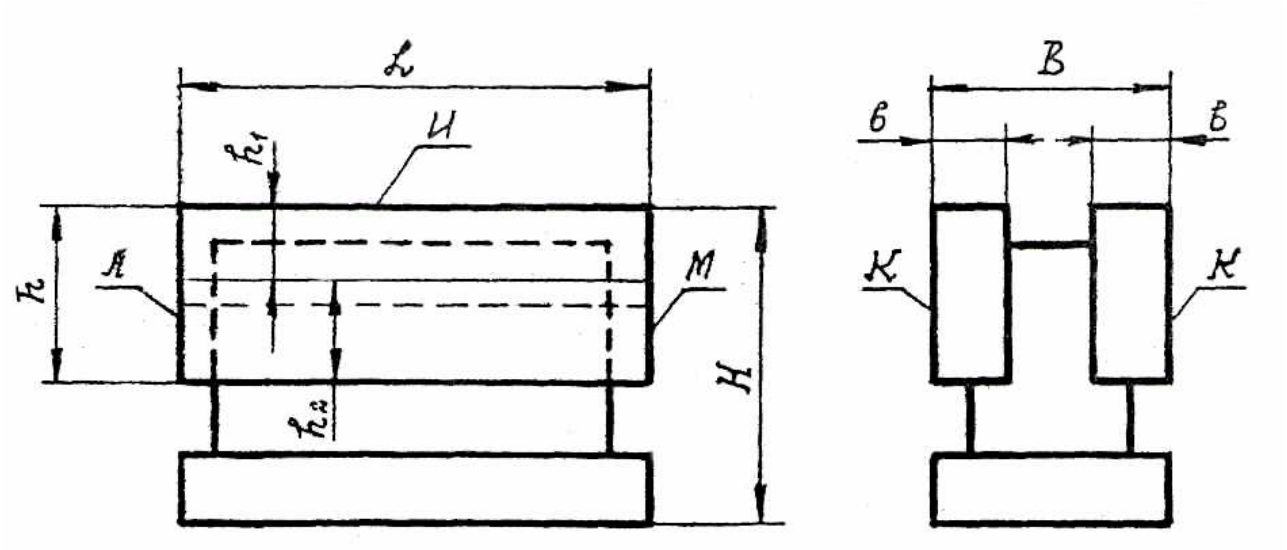

Рис. 14. Рекомендуемая форма и размеры образа.

Каждую поверхность обрабатывают за отдельные проходы при одном и том же направлении подачи. Поверхность К обрабатывают 2-мя проходами с перекрытием по ширине (1-й проход с шириной фрезерования h_1, 2-й – h_z).

Обработку всех поверхностей образца производят одной или несколькими фрезами с рекомендуемым диаметром до 85 мм.

Рекомендуемые размеры образца:

L=160...500 мм;

B Ø160 мм;

h Ø120 мм;

H = h + 50 мм; b Ø16 мм.

После обработки образца контролю подвергаются следующие

параметры:

6.1. Плоскостность поверхности К.

Проверку обработанной поверхности производят при помощи поверочной линейки, плоскопараллельных концевых мер длины и индикатора. Допускаемое отклонение приведено в таблице 1.

6.2. Параллельность поверхности И основанию образца Проверку обработанной поверхности производят с помощью индикатора. Допускаемое отклонение приведено в таблице 1.

6.3. Перпендикулярность поверхностей: К к И; Д к И; М к И; К к Л; К к М.

Проверку обработанных поверхностей образца производят при помощи поверочного угольника плоскопараллельных концевых мер длины или индикатора.

Таблица 1 – Допускаемое отклонение

Номер проверки	Длина измерения, мм					
	До 60	Св.60 До 100	Св. 100 До 160	Св. 160 До 250	Св.250 До 400	Св 400
	Допуск, мкм					
6.1	10	12	16	20	25	30
6.2	10	12	16	20	25	30
6.3	12	16	20	25	30	-

7. Отчет по лабораторной работе

Отчет оформляется на листах стандартной писчей бумаги. На первой странице Указывается фамилия, имя, отчество студента, группа, дата выполнения лабораторной работы.

Далее приводятся результаты замеров параметров станка, определяющих его геометрическую точность, и дается оценка путем сравнения с допускаемыми отклонениями по ГОСТу. В конце отчета дается заключение о геометрической точности станка и при необходимости вносятся предложения по устранению недопустимых погрешностей.

8. Контрольные вопросы

1. Что входит в понятие геометрической точности станка?

2. Каким образом производится оценка геометрической точности станка?

3. Какие приспособления и инструменты применяются для оценки геометрической точности станка?

4. Как производится проверка плоскостности рабочей поверхности стола?

5. Как проверить отклонение параллельности рабочей поверхности стола направлению его продольного перемещения?

6. В чем заключается проверка параллельности рабочей поверхности стола направлению его поперечного перемещения?

7. Какие условия надо соблюдать при проведении проверок по вопросам 5 и 6?

8. Чем отличаются друг от друга проверки осевого и торцевого биения шпинделя?

9. В чем отличие схем измерения радиального биения конического отверстия шпинделя и радиального биения его центрирующей шейки?

10. Являются ли проверки по п.4 и 5, а так же 6 и 7 из раздела 5 взаимозаменяемыми между собой? (Можно ли судить о точности вращения шпинделя станка, выполняя одну из указанных проверок)?

11. В чем различие в схемах измерения параллельности оси вращения шпинделя рабочей поверхности стола и направляющим хобота?

12. Как измерить перпендикулярность вертикального перемещения консоли и рабочей поверхности стола?

13. Какие действия необходимо соблюдать при проведении проверок по п. 9 из раздела 5 (вопрос 12)? И какие при этом отклонения недопустимы?

14. Как проверить соосность отверстия серьги и оси шпинделя? Что при этом надо соблюдать?

15. Каким образом проверить совпадение плоскости поворота стола с его рабочей поверхностью? Как оценивается при этом отклонение?

16. Опишите методику проверки отклонения пересечения осей шпинделя и оси поворота стола станка.

17. Можно ли оценить геометрическую точность станка путем проверки его в работе? Как это сделать?

18. Какие требования предъявляются к заготовке при проведении проверки точности станка путем ее обработки?

19. Опишите методику проверки геометрической точности станка в работе.

20. Какие параметры обработанной поверхности подвергают контролю при проверке геометрической точности станка в работе?

Литература

1. Чернов Н.Н. Металлорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1988. – 416 с.

2. Металлорежущие станки: учебное пособие для втузов / Колев Н.С., Красниченко Л.В., Никулин Н.С. и др. – М.: Машиностроение, 1980. – 500 с.

3. Металлорежущие станки: учебник для втузов / Пуш В.Э., Беляев В.Г., Гаврюшин А.А. / Под ред. Пуша В.Э. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.

4. Мельков, Ю.П. Проверка геометрической точности горизонтально-фрезерного станка: метод. указания по выполнению лаб. работ / Ю.П. Мельков. – Орел: ОрелГТУ, 2009. – 22 с.