

**Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
Филиал «Протвино»
Кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»**

В.К. Москвин

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОБОРУДОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА»**

ЭЛЕКТРОННОЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Рекомендовано
кафедрой автоматизации технологических процессов и производств
филиала «Протвино» государственного университета «Дубна»
в качестве методического пособия для студентов,
обучающихся по направлению
«Автоматизация технологических процессов и производств»

Протвино
2016

ББК 34-5-5
М82

Рецензент:
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Транспортные средства и бортовые информационно-управляющие системы»
ФГБОУ ВО «Московский технологический университет»
В.В. Плешаков

Москвин, В.К.
М82 Лабораторные работы по дисциплине «Оборудование машиностроительного производства»: электронное методическое пособие / В.К. Москвин — Протвино, 2016. — 29 с.

В методическом пособии рассмотрено содержание лабораторных работ по дисциплине «Оборудование машиностроительного производства»: «Исследование жесткости шпиндельных узлов токарных станков», «Исследование шариковой передачи», «Исследование станка на точность».

Методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств».

ББК 34-5-5

© Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна», филиал «Протвино», 2016
© Москвин В.К., 2016

Лабораторная работа № 1

Исследование жесткости шпиндельных узлов токарных станков

1 Цель работы

Целью данной работы является ознакомление с характеристиками жесткости шпиндельных узлов с помощью экспериментальных методов определения характеристик жесткости [7].

2 Понятие жесткости

Под **жесткостью станка** понимают его свойство сопротивляться изменению формы и относительному смещению несущих узлов под действием нагрузки. Чем выше жесткость станка, тем меньше отжатия его узлов при обработке деталей и наоборот, чем меньше жесткость, тем больше отжатия узлов.

Жесткость станка определяется как **собственными деформациями деталей**, воспринимающих нагрузку, так и деформацией стыков. В соответствии с этим различают собственную жесткость деталей j_c и контактную жесткость j_k (нормальную и тангенциальную).

Собственная жесткость определяется через отношение нагружающей силы P к упругому перемещению y в направлении этой силы:

$$j_c = P / y, \text{ Н / мм} \dots \dots \dots (1)$$

Нормальная контактная жесткость равна отношению нагрузки, действующей перпендикулярно поверхности стыка, к упругой деформации поверхностных слоев. Нормальную контактную жесткость j_{kn} определяют как отношение нормального давления p (Н / см²) к деформации стыка y (см) :

$$j_{kn} = p / y_n, \text{ Н / см}^3 \dots \dots \dots (2)$$

Собственная жесткость детали зависит от модуля упругости, площади сечения или момента инерции, но не зависит от прочности материала.

Контактная жесткость зависит от чистоты обработанной поверхности, качества пригонки сопряженных поверхностей, точности гео-

метрической формы деталей, смазки и характера нагрузки (статическая или динамическая).

Жесткость узла определяется как собственными, так и контактными деформациями его деталей.

Под **упругим отжатием узла** будем понимать ту часть его перемещений под действием приложенной нагрузки, которая восстанавливается при снятии этой нагрузки.

Жесткость – это важнейшая характеристика станка. Она служит суммарным критерием оценки качества изготовления и сборки его деталей и узлов.

Жесткость станков оказывает влияние на точность размеров и формы обрабатываемой детали, чистоту поверхности, виброустойчивость, стойкость инструмента, работоспособность деталей станков, производительность станков вследствие погрешностей копирования и склонности к вибрации при малой жесткости

3 Приборы для измерения жесткости

Жесткость станков характеризуется относительным упругим перемещением узлов, несущих инструмент и заготовку, под действием сил резания. Следовательно, все методы измерения жесткости сводятся к измерению действующей на узлы нагрузки и соответствующих упругих отжатий.

Нагрузка узлов станка и ее измерение осуществляются динамометрами. Упругие отжатия измеряются индикаторами и миниметрами стандартной конструкции.

4 Выбор направления нагружающей силы и направления измерения отжатий

Направление нагружающей силы будет определяться соотношением сил P_y/P_z и P_x/P_z при наиболее типичных случаях работы станка. Иногда, в целях упрощения, жесткость станка и узлов определяют только по одной составляющей силе P_y .

Максимальную нагружающую силу следует брать примерно равной наибольшей силе резания, чтобы охватить весь диапазон возможных условий работы станка. Точку приложения нагружающей силы целесообразно выбирать в зоне резания.

Нормы жесткости по ГОСТ ограничивают упругие отжатия в том направлении, в котором они оказывают наибольшее влияние на точность обработки. Наибольшее влияние на погрешность обработки оказывают отжатия, измеренные по нормали к обработанной поверхности.

В связи с этим, можно уточнить понятие жесткости станков, представляя ее как **отношение равнодействующей сил резания к относительному упругому отжатию несущих узлов, измеренному по нормали к обработанной поверхности.**

Под несущими узлами здесь понимаются узлы, в которых крепятся инструмент и заготовка. В данной работе в качестве несущего узла рассматривается шпиндельный узел токарного станка, в котором крепится заготовка.

5. Исследование жесткости шпиндельных узлов токарных станков

При измерении жесткости шпиндельных узлов в статическом состоянии нагрузка создается динамометром последовательно через равные интервалы.

В протокол записываются соответствующие значения упругих отжатий, разгрузка производится через те же интервалы.

По данным протокола, в координатах «нагрузка **P** — отжатие **y** » строится график, который будем называть **характеристикой жесткости.**

На графике кривая первичной нагрузки и разгрузки изображается пунктиром, кривая вторичной нагрузки и разгрузки – сплошной линией (рис. 1)

Учитывая, что токарные станки работают с прямой и обратной нагрузкой, аналогичный график строится и для обратного нагружения шпинделя.

При первичном нагружении шпинделя выбираются все зазоры в передней и задней опорах. Поэтому при разгрузке кривая не возвращается в ноль. Чтобы получить более достоверную характеристику жесткости, шпиндель подвергают вторичной нагрузке и разгрузке. По второму графику обычно и определяют жесткость шпинделя.

Для определения суммарной величины зазоров в узле обратное нагружение удобно производить без перестановки динамометра и индикатора измерения отжатий.

Жесткость шпиндельного узла будем оценивать средней величиной, как отношение максимальной нагрузки к максимальному упругому отжатию.

Вторым важным показателем качества шпиндельного узла является разрыв характеристики. Этот критерий определяется суммой остаточных перемещений при прямом и обратном нагружениях и характеризует качество сборки и зазоры узла. Площадь, заключенная между нагрузочной и разгрузочной ветвями графика, характеризует потери на трение в стыках. Она зависит от качества обработки деталей и сборки шпиндельного узла.

Пологие участки на графиках, когда отжатие быстро растет при малом изменении нагрузки, соответствует выборке зазоров в шпиндельном узле. При этом сила равна примерно фактической силе трения.

6. Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию динамометра и способ нагружения. Зарисовать схему установки динамометра и индикаторов. Цена деления динамометра 0,03 мм по индикатору соответствует нагрузке 200 Н.
2. Исследовать жесткость шпиндельного узла. Произвести первичную и вторичную нагрузки и разгрузки при прямом и обратном нагружениях. Для каждого интервала нагружения записать относительное смещение шейки шпинделя сначала в прямом, затем в обратном направлении. Данные занести в протокол № 1.

Протокол № 1

Нагрузка, P	Перемещения шпинд узла, деления индикатора			
Деления индикатора	Прямое нагружение		Обратное нагружение	
	Нагрузка	Разгрузка	Нагрузка	Разгрузка
	y	y	y	y

3. Построить характеристику жесткости.
4. Определить жесткость шпиндельного узла.

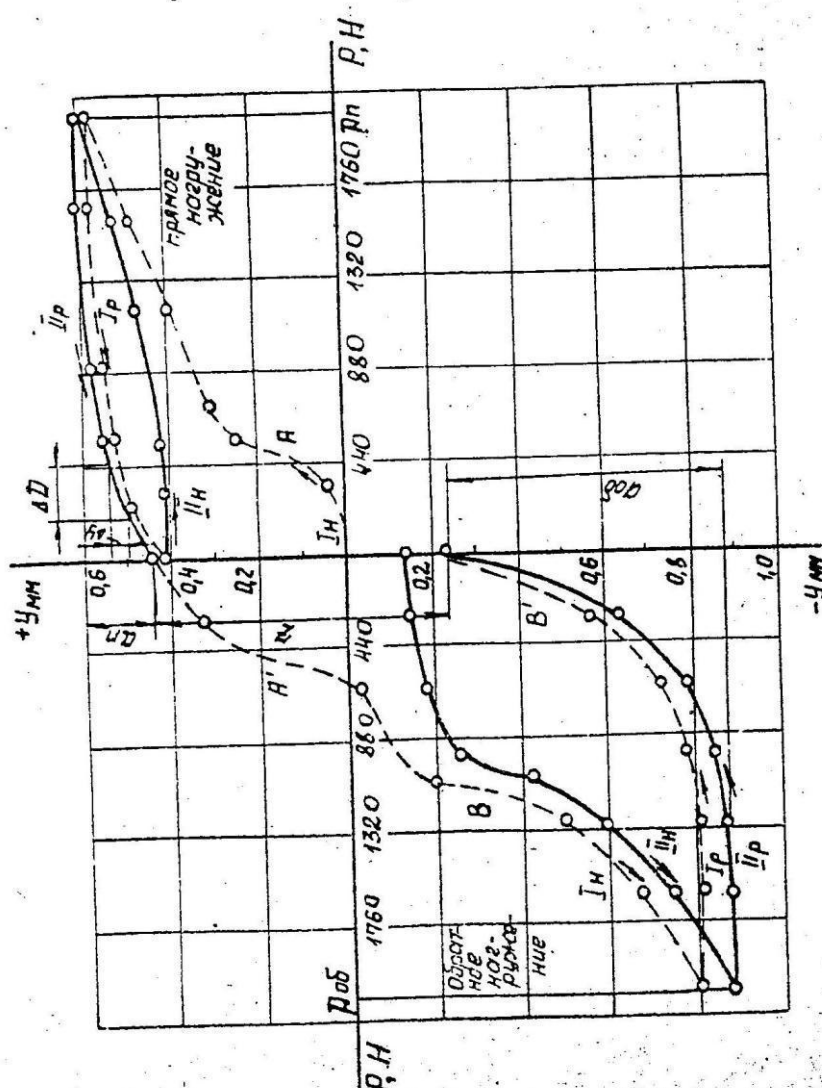


Рис. 1. Кривая нагрузки и разгрузки шпиндельного узла.

7. Содержание и оформление отчета

При оформлении отчета необходимо:

- 1) Кратко изложить цель и порядок выполнения работы.
- 2) Нарисовать схемы установки динамометра и индикатора измерения отжатий для исследования жесткости шпиндельного узла.
- 3) Все графики строить на миллиметровке строго по экспериментальным точкам. На координатных осях указать размерность параметров.

4) Объяснить физический смысл отдельных участков характеристики жесткости, указать долю остаточных и упругих отжатий.

5) Изложить свои рекомендации по повышению жесткости шпиндельного узла.

8. Вопросы для самопроверки

1. Что такое жесткость станка?
2. Как строится характеристика жесткости?
3. Что такое «разрыв характеристики жесткости»?
4. Какие приборы применяют для нагружения узлов станка?
5. Какая связь между жесткостью станка и точностью обработки?

Лабораторная работа № 2

Исследование шариковой винтовой передачи

1. Цель работы

Целью работы является ознакомление с конструкцией шариковой винтовой передачи (ШВП) и исследование ее основных характеристик.

2. Назначение, конструкция и принцип действия шариковой винтовой передачи

Шариковая винтовая передача осуществляет точные линейные перемещения при движениях подач металлорежущих станков, промышленных роботов и средств автоматизации.

Их применение позволяет создать экономичные, высокопроизводительные и надежные конструкции с высоким КПД.

Шариковый винтовой механизм (рис. 2) состоит из вала с резьбой 1, имеющей арочный или полукруглый профиль. Профиль гайки 4 идентичен профилю винта. В винтовых канавках винта и гайки расположены шарики 2, которые вращаются как сателлиты и перемещаются вдоль канала 3. Резьба гайки состоит из отдельных спиральных контуров, число которых зависит от размеров винта и

передаваемой нагрузки. Шарики, содержащиеся в каждом из этих контуров, циркулируют в соответствующем канале (рис.3), по которому возвращаются в исходное положение после того, как они прошли по всей окружности контура.

Преимущества ШВП: высокая точность; высокая осевая жесткость; плавность хода при низких и высоких частотах вращения винта; высокий КПД; малый крутящий момент; высокая чувствительность к микроперемещениям; высокая износостойкость; беззазорность.

Недостатки ШВП: отсутствие самоторможения; сложность изготовления; низкий коэффициент демпфирования; необходимость надежной защиты от загрязнения; высокая стоимость.

3. Профиль резьбы

Профиль резьбы (рис.4) задают в нормальном сечении, перпендикулярном винтовой линии резьбы, проходящей через центры шариков. На рис. 4а показан полукруглый профиль резьбы, на рис. 4б – арочный.

Полукруглый профиль проще в изготовлении, однако за счет наличия только двух точек контакта обеспечивает передачу меньших усилий, чем арочный профиль, в котором имеются четыре точки контакта. Но при этом арочный профиль более трудоемок в изготовлении. Кроме этого следует отметить сложность процесса термообработки, при котором во избежание деформации винта в продольном направлении термообработку винтов производят в вертикальном подвешенном состоянии, что требует применения специального оборудования.

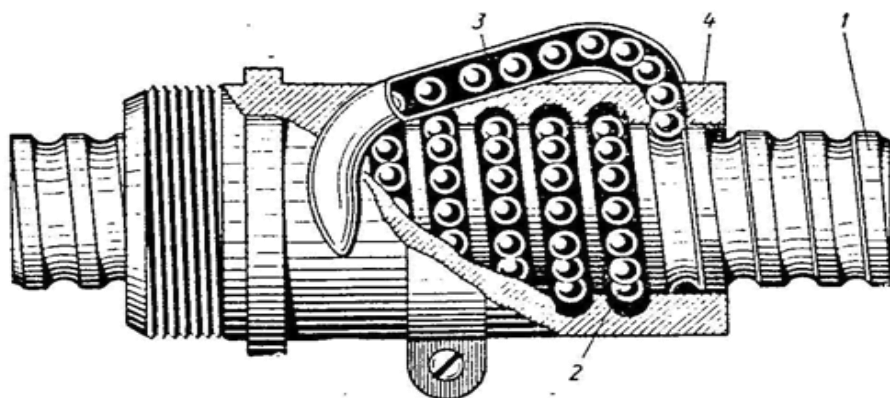


Рис.2. Конструкция шариковой винтовой передачи.

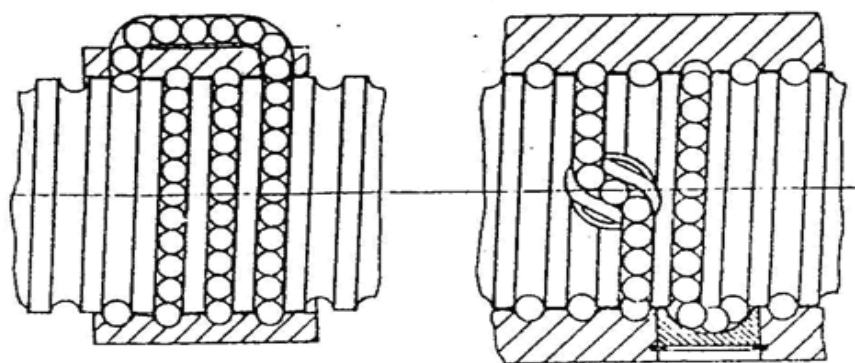


Рис.3. Каналы возврата шариков.

4. Исследование шариковых винтовых передач. 4.1 Измерение радиального зазора

На винте каждая собранная гайка смещается в радиальном направлении с усилием, превышающим массу гайки в 1,5...2,0 раза (таблица 1).

Таблица 1

Диаметр резьбы (по центру шариков), d ₀ , мм	Шаг резьбы, Р, мм	Радиальный зазор	
		min	max
25	5	0,067	0,093
32	5	0,064	0,096
40	5	0,064	0,096
40	10	0,119	0,161
50	5	0,069	0,101
50	10	0,117	0,163
80	10	0,113	0,167
80	20	0,193	0,247

Схема измерения радиального зазора дана на рис. 5. Стенд предназначен для измерения радиального зазора между каждой гайкой и винтом до создания в них предварительного натяга.

На плите 1 крепят неподвижно призмы 4 с зажимными устройствами, на которые устанавливают винт и фиксируют его. Гайку передачи монтируют на призме 3. В чашку устанавливают груз 5, соответствующий контролируемой передаче, под действием которого призма 3 вместе с гайкой перемещается. Перемещение гайки контролируется индикатором 2, измерительный наконечник которого контактирует с наружной поверхностью гайки.

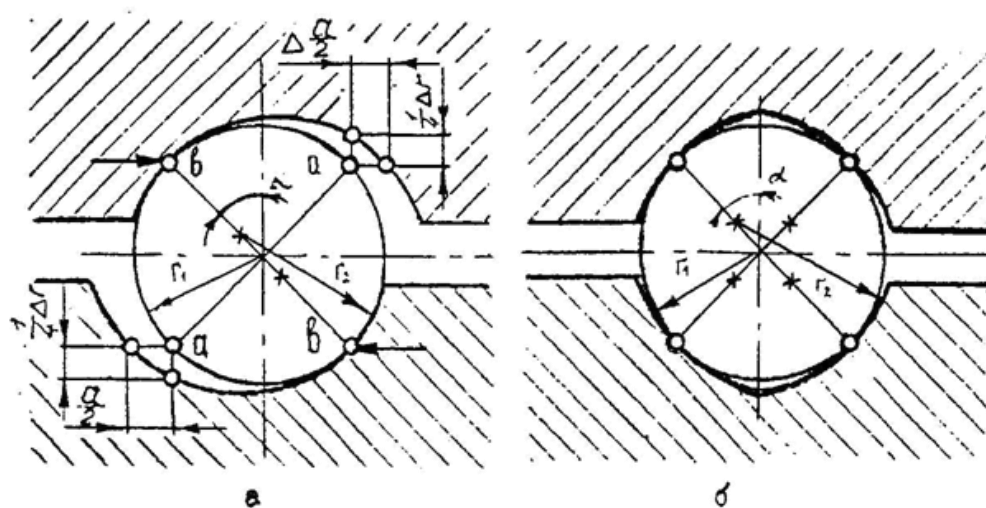


Рис.4. Профиль резьбы шариковой винтовой передачи.

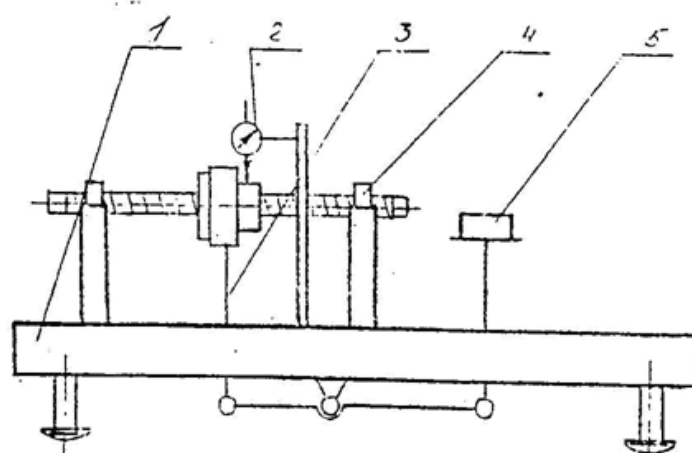


Рис.5. Схема измерения радиального зазора ШВП.

4.2 . Измерение момента холостого хода и его колебания в пределах одного оборота винта

Схема измерения показана на рис. 6. Винт вращается в горизонтальном положении. К корпусу прикладывают усилие, создающее момент, удерживающий его от совместного вращения с винтом. Измерение производят по всей длине винта.

Контролируемую передачу устанавливают в центрах станда. Винт 3 вращают частотой 8...10 об/мин с помощью электродвигателя 2 и редуктора 1. Момент, возникающий при вращении винта, через рычаг, закрепленный на корпусе передачи, воздействует на датчик силы 4. Последний жестко связан с корпусом передачи и перемещается по направлению к станду 6.

Для снижения перекосов и уменьшения сил трения датчик перемещается на шарикоподшипниках 5. Выход датчика подключен к микроамперметру и к входу усилителя. Схема позволяет изменять направление вращения винта.

4.3. Измерение осевой жесткости

Схема измерения осевой жесткости представлена на рис. 7. Винт закрепляют так, чтобы он не мог поворачиваться вокруг оси, но мог перемещаться вдоль нее. Корпус неподвижен. На винте устанавливают приспособление с тремя индикаторами, расположенными через 120 град, измерительные наконечники которых касаются торца корпуса. Корпус с гайками располагается на расстоянии 50 мм от короткой шейки винта, со стороны которой прикладывается осевая сила (табл. 2).

Таблица 2

Диаметр резьбы по центру шарика) d ₀ , мм	Шаг резьбы, Р, мм	Осевая сила, кН
25	5	1,60
32	5	2,30
40	5	3,00
40	10	4,85
50	5	3,75
50	10	6,90
80	10	12,00
80	20	16,50

Измеряют осевое смещение винта относительно корпуса, которое определяют как среднее арифметическое показаний трех индикаторов.

Стенд состоит из основания с высокой жесткостью. На основании крепят нагрузочное приспособление с динамометром 1. Устройство 2, выполненное в виде шариковой втулки, собранной с предварительным натягом, обеспечивает строго осевое нагружение передачи.

Корпус передачи крепят к станине с помощью приспособления 4. Винт 3 удерживают от проворота рычагом 5, опирающимся на опору с шарикоподшипниками. На винте закрепляют измерительное приспособление, позволяющее одновременно измерять смещение корпуса относительно винта в трех равномерно расположенных по окружности точках при помощи датчиков линейного перемещения.

4.3 Измерение кинематической точности передачи винт- гайка качения

Контроль кинематической точности передач винт-гайка качения основан на проверке соответствия вращений винта и поступательного перемещения гайки дискретным или непрерывным измерением фактических линейных перемещений гайки и сопоставлением

этих перемещений с расчетным при помощи образцовой штриховой меры и оптических приборов. Схема измерения - по ГОСТ 22267-76.

Накопленные внутришаговые отклонения ΔP_{360} и накопленные отклонения длины перемещения для винта должны соответствовать ОСТ Р31-4-83, а для гайки – см. табл. 3.

Таблица 3

Класс точности	Накопленные внутришаговые отклонения, ΔP_{360} , мкм	Накопленные отклонения длины перемещения винта, ΔP_{Σ} , мкм
1	3	4
2	5	5
3	8	8
4	8	8

5 Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию и принцип действия шариковой винтовой передачи.
2. Исследовать радиальный зазор ШВП. Зарисовать схему измерения (рис. 5). Произвести нагружение передачи путем установки груза в чашку рычажного устройства 5 (величину груза задает преподаватель) и зафиксировать перемещение гайки в пределах радиального зазора. Величину измеренного зазора сравнить с допустимыми отклонениями (таблица 1). Результаты измерений занести в протокол.
3. Произвести измерение момента холостого хода и его колебаний в пределах одного оборота винта. Зарисовать схему измерения (рис. 6). Задать вращение винта с помощью электродвигателя 2 и замерить момент холостого хода и его колебания в пределах одного оборота с помощью датчика силы 4. Результаты измерения занести в протокол.
4. Произвести измерение осевой жесткости ШВП. Зарисовать схему измерения (рис. 7). Нагружение винта в осевом направлении производить с помощью динамометра 1 в соответствии с таблицей 2. Измерение осевого смещения винта относительно кор-

пуса определять как среднее арифметическое показаний трех индикаторов.

Значение жесткости определить по формуле $j = F/p$.

Результаты измерений занести в протокол.

5. Измерить кинематическую точность ШВП. Измерение производить, задавая вращение винта и измеряя соответствующие линейные перемещения гайки. Сопоставить эти перемещения с расчетными при помощи образцовой штриховой меры и оптических приборов.

Накопленные внутришаговые отклонения должны соответствовать ОСТ Р31-4-83 (см. табл.3).

6. Содержание и оформление отчета

1. Кратко изложить цель и порядок выполнения работы.
2. Нарисовать схемы измерения различных параметров.
3. Объяснить физический смысл исследуемых параметров, их влияние на выходные характеристики ШВП.
4. Сделать выводы по проделанной работе.

7. Вопросы для самопроверки

1. Назначение и принцип работы шариковой винтовой передачи.
2. Методы выбора зазоров в шариковых винтовых передачах.
3. Как влияет зазор в шариковой винтовой передаче на точность обрабатываемого изделия?
4. Как измерить радиальный зазор в шариковой винтовой передаче?
5. От чего зависит осевая жесткость шариковой винтовой передачи?
6. Что такое кинематическая точность шариковой винтовой передачи?

Лабораторная работа № 3

Испытания станков на точность

1. Цель работы: приобретение практических навыков в организации и проведении испытаний станков на геометрическую точность, освоение и овладение предусмотренными стандартами методами проверки точности станков и необходимыми средствами измерений [6].

1. Общие сведения

Требования высокой точности, предъявляемые к изготавливаемым деталям при обработке их на металлорежущих станках, могут быть выполнены только в том случае, если сами станки будут иметь высокую точность изготовления и сборки базовых узлов и направляющих элементов станка. Для проверки геометрической точности все металлорежущие станки, как новые, так и вышедшие из капитального ремонта, подвергаются испытаниям.

Испытания станков на геометрическую точность имеют своей целью проверить прямолинейность направляющих, плоскостность столов, горизонтальность или вертикальность установки стоек, направляющих колонн, плит, положение и точность вращения шпинделей, параллельность или перпендикулярность осей между собой или по отношению к соответствующим направляющим, погрешности ходовых винтов и т. д.

Проверка геометрической точности производится по нормам государственных стандартов для данного типа станков, например, для токарных станков по нормам точности ГОСТ 18097-88.

Большинство проверок геометрической точности производится с использованием индикаторов. Стойка с индикатором закрепляется на одной из деталей, а мерительный штифт индикатора касается другой детали станка или специальной оправки. После установки мерительных устройств перемещают или вращают одну из деталей. Отклонение стрелки индикатора показывает величину ошибок их взаимного расположения. Такие проверки относятся к контактными методам измерений.

Однако в ряде случаев целесообразно использовать бесконтактные методы измерений, которые позволяют получить более точные и наглядные результаты измерений, но требуют применения специальной аппаратуры.

Все проверки и средства измерений должны соответствовать требованиям стандартов ГОСТ 22267-76, ГОСТ 8-82Е и др. Можно применять и другие методы и средства измерений, если они обеспечивают требуемую точность измерения и достоверность определения параметра точности. Применяемые средства измерений должны быть аттестованы и сертифицированы. При выборе метода измерений предпочтение отдается тем методам, в которых проверяемый параметр характеризуется непосредственно по результатам, без дополнительных расчетов.

Следует иметь в виду, что станки с погрешностью геометрической точности, больше допустимой по ГОСТу, могут находиться в эксплуатации, но на них затруднительно достижение класса точности изделий, который предусмотрен для таких станков.

Для каждой проверки существует комплект мерительных инструментов (индикаторы, контрольные линейки, щупы, калиброванные плитки, уровни, контрольные оправки, стойки, кронштейны и др.).

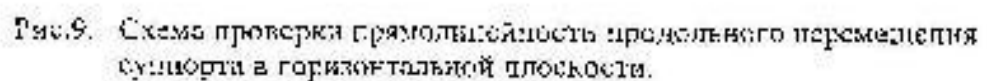
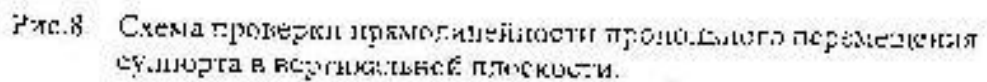
1.1. Порядок выполнения работы

1.2. Проверка геометрической точности токарно-винторезного станка (проводится в соответствии с ГОСТ 18097-88).

1.2.1. Проверка прямолинейности продольного перемещения суппорта в вертикальной плоскости (рис. 8).

В центрах передней 4 и задней 5 бабок устанавливают цилиндрическую оправку 2. На суппорте 1 укрепляют индикатор 3 так, чтобы его мерительный наконечник касался верхней образующей оправки и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей. Суппорт перемещают в продольном направлении на всю длину хода. Отклонение определяют как наибольшую алгебраическую разность показаний индикатора. (Если показания индикатора на концах оп-

Допускаемое отклонение 0,015 мм на длине направляющих 1000 мм.



Проводится аналогично проверке 3.1.1., но индикатор 3 устанавливается так, чтобы его мерительный наконечник касался боковой образующей оправки и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей.

Допускаемое отклонение 0,01 мм на длине направляющих 1000 мм и только в сторону вогнутости с центром кривизны впереди станка.

1.2.3. Проверка радиального биения центрирующей шейки шпинделя передней бабки (рис. 10).

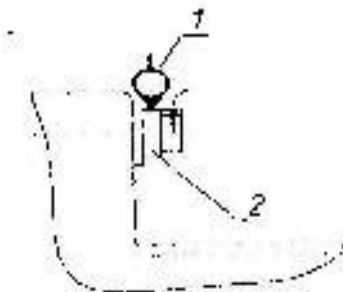


Рис. 10. Схема проверки радиального биения центрирующей шейки шпинделя передней бабки.



Рис. 11. Схема проверки радиального биения оси отверстия шпинделя передней бабки.

На неподвижной части станка устанавливают индикатор 1 так, чтобы его мерительный наконечник касался проверяемой поверхности 2 и был перпендикулярен к образующей. Шпиндель приводится во вращение.

Допускаемое отклонение 0,01 мм.

1.2.4. Проверка радиального биения оси отверстия шпинделя передней бабки, проверяемое у торца шпинделя и на длине 300 мм от конца шпинделя (рис. 11).

В отверстие шпинделя передней бабки плотно вставляют цилиндрическую оправку. На неподвижной части станка устанавливают индикатор так, чтобы его мерительный наконечник касался поверхности оправки и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей, при этом шпиндель приводится во вращение.

Допускаемые отклонения: а) 0,01 мм у конца шпинделя; б) 0,02 мм на расстоянии 300 мм от конца шпинделя.

1.1.5. Проверка параллельности оси вращения шпинделя передней бабки направлению продольного перемещения суппорта. Проводятся измерения в вертикальной (а) и горизонтальной (б) плоскостях (рис.12).

В отверстие шпинделя передней бабки плотно вставляют цилиндрическую оправку. На суппорте устанавливают индикатор так, чтобы его мерительный наконечник касался поверхности оправки и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей: а) по верхней образующей; б) по боковой образующей.

Суппорт перемещают вдоль станины на длину хода 300 мм. Замер отклонений производится по двум диаметрально противоположным образующим (при повороте шпинделя на 180 град). Погрешность измерения определяется как среднее арифметическое результатов обоих замеров в данной плоскости.

Допускаемые отклонения: а) 0,03 мм на длине 300; б) 0,01 мм на длине 300 мм; (свободный конец оправки может отклоняться только вверх или в сторону резца).

1.1.6. Проверка параллельности перемещения пиноли направлению продольного перемещения суппорта. Измерения проводятся в вертикальной (а) и горизонтальной (б) плоскостях (рис. 13).

Пиноль вдвигается в заднюю бабку и зажимается. Индикатор устанавливают на суппорте так, чтобы его мерительный наконечник касался поверхности пиноли и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей: а) по верхней образующей; б) по боковой образующей. Пиноль освобождается, выдвигается на длину 100 мм и вновь зажимается. Суппорт перемещается в сторону передней бабки так, чтобы мерительный наконечник индикатора снова коснулся образующей пиноли в той же точке, что и при первоначальной установке. Отклонение в каждой плоскости определяют как наибольшую величину алгебраической разности

показаний индикатора в двух указанных положениях пиноли и суппорта (А и Б).

Допускаемое отклонение в позиции а) – 0,03 мм на длине 100 мм и в позиции б) – 0,01 мм на длине 100 мм.

1.1.7. Проверка осевого биения шпинделя передней бабки (рис. 14).

В отверстие шпинделя вставляют короткую оправку, торцевая поверхность которой перпендикулярна ее оси. На неподвижной части станка устанавливают индикатор так, чтобы его мерительный наконечник касался торца оправки у ее центра. Шпиндель приводится во вращение, причем при измерении шпиндель должен сделать не менее двух оборотов. Отклонение определяют как алгебраическую разность результатов измерений.

Допускаемое отклонение 0,01 мм.

5. Содержание и оформление отчета

1. Наименование работы.
2. Цель и задачи работы.
3. Общие сведения.
4. Протокол испытаний станка.
5. Заключение и выводы.

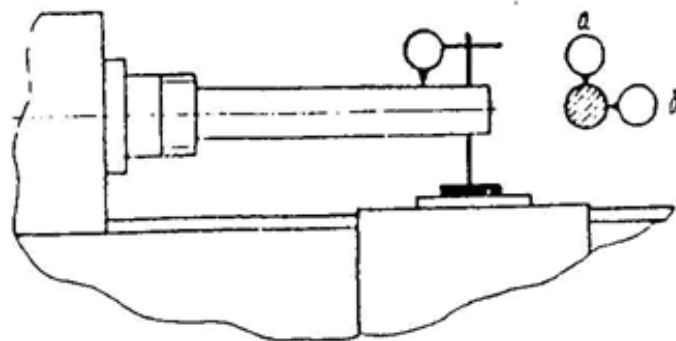


Рис.12. Схема проверки параллельности оси вращения шпинделя передней бабки направлению продольного перемещения суппорта.

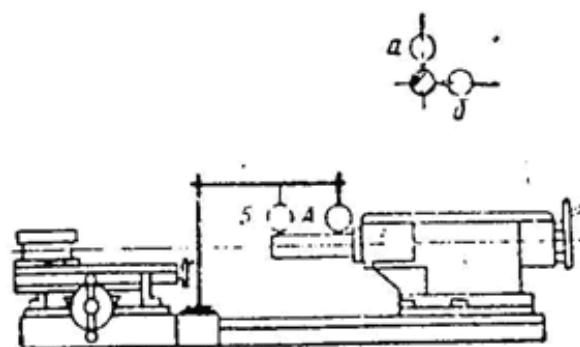


Рис.13. Схема проверки параллельности перемещения пиноли направлению продольного перемещения суппорта.

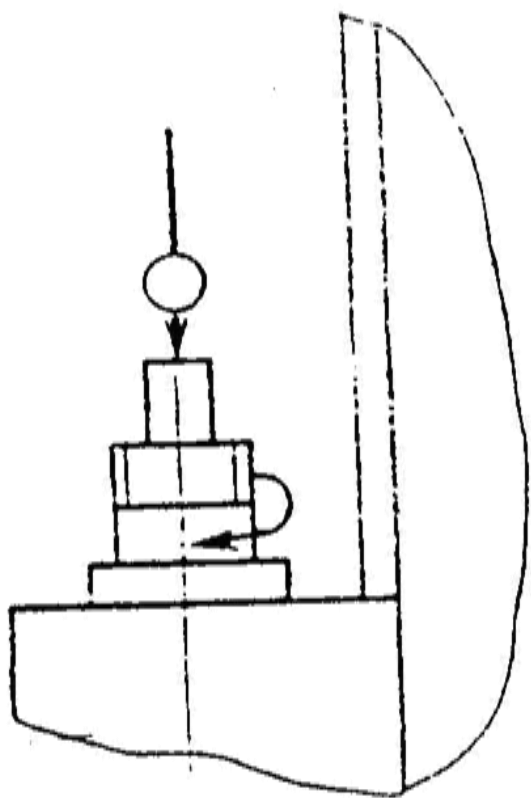


Рис.14. Схема проверки осевого биения шпинделя передней бабки.

5. Форма протокола.

Тип оборудования	Название проверки	Эскиз установки	Доп. отклонение	Фактич. отклонение

6. Вопросы для самопроверки

1. Какие станки подвергаются испытаниям на геометрическую точность?
2. Основные причины геометрической неточности станков?
3. В какой плоскости (горизонтальной или вертикальной) отклонения направляющих от прямолинейности сильнее сказываются на точности обработки?
4. Причины отклонения направляющих от прямолинейности в вертикальной и горизонтальной плоскостях?
5. Как проверить параллельность обеих направляющих (отсутствие их скручивания)?
6. Как проверить параллельность направляющих задней бабки направляющим каретки?
7. Причины радиального биения шейки шпинделя передней бабки?
8. Причины непараллельности оси шпинделя передней бабки направлению движения каретки?
9. Почему недопустим наклон колонны сверлильного станка по направлению от фундаментальной плиты?
10. Как сказывается радиальное биение шпинделя на обработке изделия?

Библиографический список

1. ГОСТ 7599-82. Станки металлообрабатывающие. Общие технические условия. / М.: Изд-во стандартов, 1982. 31 с.
2. ГОСТ 8-82Е. Станки металлообрабатывающие. Общие требования к испытаниям на точность. — М.: Изд-во стандартов, 1982. 10 с.
3. ГОСТ 22267-76. Станки металлообрабатывающие. Схемы и способы измерений геометрических параметров. — М.: Изд-во стандартов, 1976. 54 с.
4. Проников А.С. Параметрическая надежность машин. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 560 с.
5. Металлорежущие станки и автоматы: Учебник для машиностроительных вузов / Под ред. А.С. Проникова. — М.: Машиностроение, 1981, 480 с.
6. Моделирование и испытание станков – Методические указания по проведению лабораторных работ. / Под ред. Г.Н.Васильева. — М.: Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004.
7. Чернянский П.М. Исследование жесткости металлорежущих станков. - Методические указания к лабораторной работе. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1971.

Оглавление

1. Лабораторная работа № 1	3
Исследование жесткости шпиндельных узлов токарных станков	
2. Лабораторная работа № 2	8
Исследование шариковой винтовой передачи	
3. Лабораторная работа № 3	18
Испытания станков на точность	
4. Библиографический список	27

Электронное учебное издание

Москвин Валерий Константинович

Лабораторные работы по дисциплине
«Оборудование машиностроительного производства»

ЭЛЕКТРОННОЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

