

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Регистр.№367 от 15.12.2009г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан МСФ

Доцент к. т. н.

_____ Р.И. Дедюх
« ____ » _____ 2009 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ЗАГОТОВОК ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЗАЖИМНЫХ УСИЛИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ИХ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов, обучающихся по направлению 150900
«Технология, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств» специальности 151002
«Металлообрабатывающие станки и комплексы»

Составители **А.Н. Гаврилин, Б.Б. Мойзес, А.И. Черкасов**

Издательство
Томского политехнического университета
2009

УДК 621.7.002.63(076.5)

ББК 34.51:30.121я

Влияние упругих деформаций технологической системы на точность формы вала: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов, обучающихся по направлению 150900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», специальности 151002 «Металлообрабатывающие станки и комплексы» / сост. А.Н. Гаврилин, А.И. Черкасов. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 10 с.

УДК 621.7.002.63(076.5)

ББК 34.51:30.121я

Методические указания рассмотрены и рекомендованы
к изданию методическим семинаром кафедры
автоматизации и роботизации в машиностроении» МСФ
«__»_____ 2009 г.

Зав. кафедрой АРМ
кандидат технических наук

_____ С.Е. Буханченко

Председатель учебно-методической
комиссии

_____ М.Г. Гольдшмидт

Рецензент

к т н, доцент каф. АРМ А.Б. Пушкаренко

© Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б., Черкасов А.И.,
составление 2009

© Составление. Томский политехнический
университет, 2009

© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания подготовлены для выполнения лабораторных работ по дисциплинам «Надежность и диагностика технологических систем», «Исследование и испытание станочных систем и комплексов промышленного оборудования» V курса с целью изучения способов диагностики и «Металлорежущие станки» для студентов IV курса с целью изучения причин возникновения погрешностей обработки.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определить влияние жесткости заготовки, величины зажимного усилия и метода закрепления заготовки на величину погрешности формы этой заготовки.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Закрепление тонкостенных деталей в патронах, призмах и других приспособлениях радиально направленными зажимными усилиями, применяется при сверлении, растачивании, шлифовании и других видах механической обработки.

Радиальные усилия вызывают деформации (изменения формы) заготовок. Механическая обработка таких заготовок дает правильную геометрическую форму обработанных поверхностей. Однако после снятия зажимных усилий форма обработанных поверхностей получается искаженной. Если радиальные зажимные усилия не вызывают пластических деформаций тонкостенных деталей, то необрабатываемые поверхности, после снятия этих усилий, не меняют своей формы.

На величину погрешности формы заготовки влияют:

- 1) жесткость заготовки;
- 2) величина зажимного усилия;
- 3) метод закрепления заготовки.

1. Для оценки степени влияния жесткости заготовки на величину ее упругой деформации при закреплении определяется значение расчетной и фактической погрешности формы для трех колец различных размеров (табл. 19) при нагрузке $R=3000$ Н применительно к одной из заданных схем закрепления (по указанию преподавателя). При этом считается, что жесткость заготовки пропорциональна ее длине.

2. Влияние величины усилия зажима R_{\max} на величину погрешности формы кольца очевидно. Необходимо построить графики зависимостей расчетной и фактической погрешности формы от усилия зажима для одной из заданных схем закрепления (по указанию преподавателя). Определить из графиков максимальное усилие зажима R_{\max} , при котором

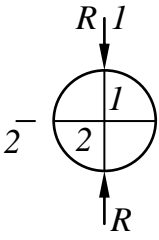
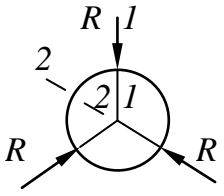
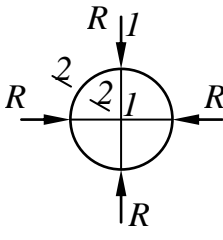
величина фактической погрешности формы кольца $\Delta\varphi$ не превышала бы величину допуска третьего класса точности для внутреннего диаметра кольца, т. е. $\Delta\varphi < \delta A_3$.

3. Построить форму одного из колец, деформированного усилием $R=3000$ Н для заданных вариантов закрепления заготовок. Определить расчетную и фактическую величину погрешности формы, получающуюся при закреплении усилием $R=3000$ Н, и указать схему закрепления, обеспечивающую минимальное искажение формы внутренней поверхности колец.

Формулы для расчета деформаций и погрешности формы при различных схемах закрепления заготовок приведены в табл. 1.

Таблица 1

Величина прогибов при различных схемах разгрузки

Деформации δ_{1-1} и δ_{2-2} и погрешности формы $\Delta\varphi = 2(\delta_{1-1} + \delta_{2-2})$	Схемы нагружения			
				
$R=\text{const}$	δ_{1-1}	0,074 С	0,016 С	0,006 С
	δ_{2-2}	-0,068 С	-0,014 С	-0,005 С
	$\Delta\varphi$	0,285 С	0,060 С	0,023 С

Примечание:

$$C = \frac{R \cdot r^3}{EI},$$

где r – средний радиус кольца, $r = \frac{D+d}{4}$ мм; модуль упругости для

стальных колец $E = 2 \times 10^5$ Н/мм²; I – момент инерции, $I = \frac{l(D-d)^3}{12}$ мм⁴.

Для непосредственного измерения деформаций заготовок во всех случаях используется индикаторный нутромер.

При трехпорном закреплении заготовки (см. рис. 2) измерение деформации производится нутромером, снабженным жесткой специальной лапкой (см. рис. 3).

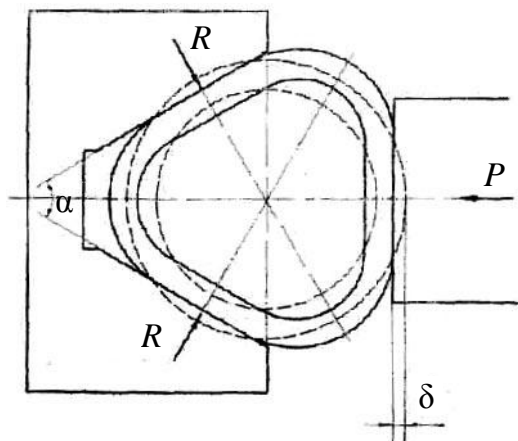


Рис. 2. Трехопорное закрепление заготовки

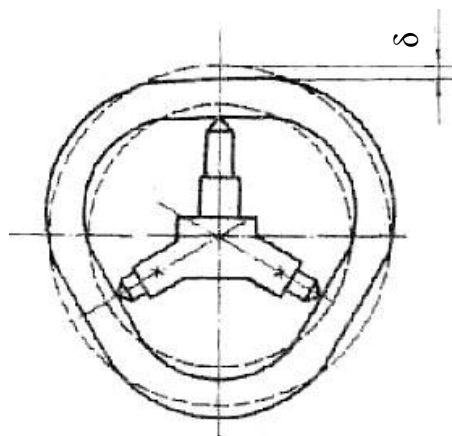


Рис. 3. Нутромер с жесткой лапкой

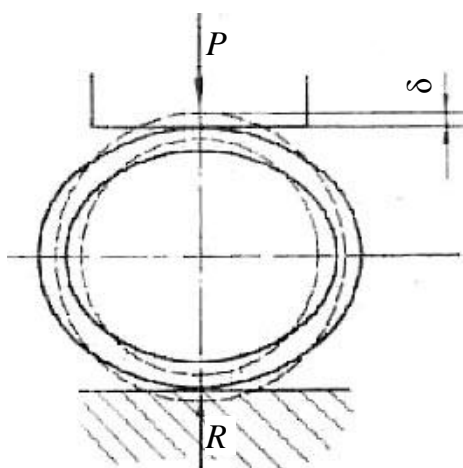


Рис. 4. Двухопорное закрепление заготовки

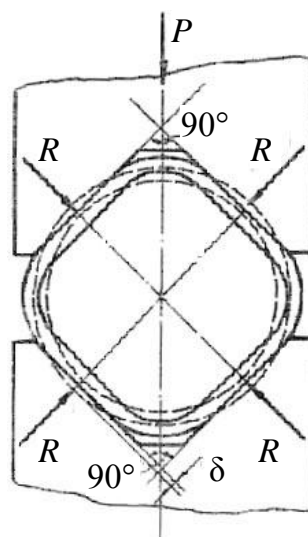


Рис. 5. Четырехопорное закрепление заготовки

При этом показания индикатора δ_n при измерении деформации кольца в точке I будут значительно больше фактической деформации кольца. Соотношение между названными величинами определяется формулой

$$\delta = \frac{\delta_n}{1 + \frac{1}{2\cos^2(\alpha/2)}}$$

где δ – фактическая деформация кольца в точке I ; δ_n – показания индикатора при измерении деформированного кольца; α – угол призмы, в которую устанавливается заготовка. Для других схем закрепления (рис. 4, рис. 5) измеряемая деформация равна половине размера, показываемого непосредственно индикатором нутромера, оснащенного нор-

мальным измерительным наконечником. Наибольшая величина упругой деформации колец не должна превышать 0,2 мм во избежание остаточной деформации. Измерение деформации заготовок следует производить только в зажатом состоянии при неизменной нагрузке. Точность измерения деформаций – 0,01 мм.

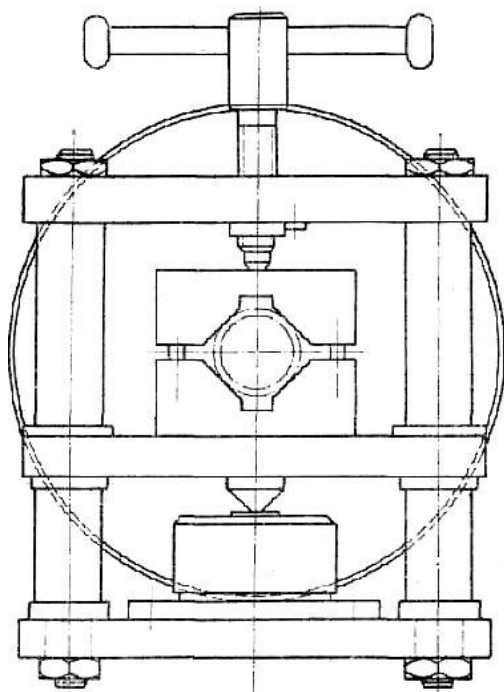


Рис. 6. Приспособление с гидравлической месдозой для закрепления заготовок

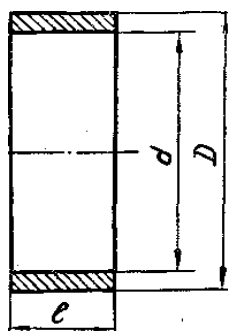


Рис. 7. Эскиз заготовки с набором сменных установочных деталей. Интервал нагружения – 500 Н.

Перед началом каждого опыта следует определить начальную деформацию заготовки, величина которой не должна быть больше – 0,01 мм.

Для измерения случайной ошибки измерение деформации производится в трех или четырех точках на длине заготовки (рис. 7), затем определяется, средняя арифметическая величина замеренной деформации. Фактическая погрешность формы заготовки при различных способах закрепления определяется по формуле

$$\Delta\varphi = 2(|\delta_1| + |\delta_2|) \text{ мм},$$

где $|\delta_1|$ – абсолютная величина наибольшего прогиба кольца в мм; $|\delta_2|$ – абсолютная величина наибольшего выпучивания кольца в мм, или, иначе, фактическая погрешность формы заготовки равна разности диаметров окружностей, описанной вокруг наиболее выпученных точек внутренней поверхности контура и вписанной в наименьший размер того же контура деформированной заготовки (показано на рис. 4).

Для закрепления заготовок по схемам, приведенным на рис. 2, 4, 5 и их деформирования используется гидравлическая месдоза на 10000 Н

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Измерить первоначальную деформацию заготовки № 1. Установить заготовку в приспособлении и зажать ее с усилием $R = 3000$ Н.
 2. Измерить наибольший прогиб и выпучивание заготовки. Определить фактическую погрешность формы.
 3. Определить величину растущей погрешности формы заготовки, деформированной усилием зажима $R = 3000$ Н.
 4. Повторить п. 1, 2, 3 для заготовок № 2, 3.
 5. Построить график зависимости фактической погрешности формы от жесткости заготовки.
 6. Повторить пункты 1, 2, 3 для одной из заготовок, но по всем трем схемам крепления.
 7. Построить форму внутренних поверхностей заготовок, деформированных усилием $R = 8000$ Н, при всех трех схемах крепления и найти схему крепления, на которой получается наименьшая погрешность формы.
 8. Измерить первоначальную деформацию одной из заготовок и установить заготовку в приспособление по одной из схем крепления.
 9. Зажать заготовку в приспособлении с усилием $R = 500$ Н и определить получающуюся расчетную и фактическую погрешность формы внутренней поверхности заготовки.
 10. Увеличить усилие зажима до 1000, 1500, 2000 и т. д. через 500 Н и определить для каждого нагружения расчетную и фактическую погрешность формы.
 11. Построить график зависимости расчетной и фактической погрешности формы от величины зажимного усилия.
 12. На основе анализа полученных графиков $\Delta\varphi = f_2(R)$ выбрать тип зажимного устройства в соответствии с допускаемой погрешностью формы, равной 0,5 допуска на внутренний диаметр заготовки по третьему классу точности.
- Все расчеты и замеры сводить в таблицы.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Наименование работы.
2. Данные об измерительных приборах и приспособлениях: гидравлическая мессдоза, нутромер индикаторный.
3. Схема закрепления заготовки.
4. Данные о заготовках (табл. 20).

Данные о заготовках

№ заготовки	1	2	3
Размер Заготовки, мм			
Наружный диаметр D Внутренний диаметр d Длина l			

5. Расчеты деформаций и погрешностей формы, сведенные в таблицы.

6. График зависимости погрешности формы от величины усилия зажима $\Delta\varphi=f_2(R)$

7. График зависимости погрешности формы от жесткости (длины) заготовок $\Delta\varphi=f_1(l)$

8. Эскизы деформированных заготовок для всех указанных способов закрепления в масштабе 50: 1.

9. Необходимые другие расчеты и выводы по результатам выполненной работы.

Список принадлежностей к лабораторной работе

1. Приспособления: гидравлическая месдоза, сменные установочные детали, плоские подкладки 3 шт., призмы: $\alpha = 50^\circ$ – 1 шт., $\alpha = 90^\circ$ – 2 шт., $\alpha = 120^\circ$ – 1 шт.

2. Измерительный инструмент: нутромер индикаторный.

3. Заготовки: кольца.

№ заготовки	Наружный диаметр D , мм	Внутренний диаметр d , мм	Длина l ; мм
1	48,5	41,4	50
2	48,5	41,4	30
3	48,5	41,4	20

Материал колец – Сталь 45.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В. С. Корсаков. Точность механической обработки. Машгиз, 1961 г.
2. М. А. Ансеров. Закрепление деталей при обработке на станках. Расчет силовых механизмов. Информационно-технический листок № 38–41 Ленинградского Дома научно-технической пропаганды, 1958 г.
3. А. К. Горошкин. Приспособления для металлорежущих станков (справочник). Машгиз, 1962 г.

Учебное издание

**Определение деформаций заготовок
под воздействием зажимных усилий
при различных способах их закрепления**

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов, обучающихся по направлению 1500900
«Технология, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств» специальности 151002
«Металлообрабатывающие станки и комплексы»

Составители

ГАВРИЛИН Алексей Николаевич
МОЙЗЕС Борис Борисович
ЧЕРКАСОВ Александр Иванович

Научный редактор
кандидат технических наук,
доцент

А.Б. Пушкаренко

Редактор

И.О. Фамилия

Верстка

И.О. Фамилия

Дизайн обложки


И.О. Фамилия

Подписано к печати 00.00.2008. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать Херох. Усл. печ. л. 000. Уч.-изд. л. 000.
Заказ XXX. Тираж XXX экз.



Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.