

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Технология машиностроения»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

Лабораторный практикум
для студентов специальностей
1-36 01 01 «Технология машиностроения»,
1-53 01 01 «Автоматизация технологических
процессов и производств»,
1-36 01 03 «Технологическое оборудование
машиностроительного производства»,
1-36 01 04 «Оборудование и технологии
высокоэффективных процессов
обработки материалов»

Минск
БНТУ
2011

УДК 621.9.06–229(076.-5)(075.8)

ББК 34.63–5я73

Т 38

Составители:

А.А. Сакович, В.К. Шелег, С.И. Романчук,

С. Э. Крайко, Н.А. Сакович, Г.П. Кривко

Рецензенты:

И.А. Каштальян, А.И. Медведев

Т 38 Технологическая оснастка: лабораторный практикум для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения», 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств», 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства», 1-36 01 04 «Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов» / сост.: А.А. Сакович [и др.]. – Минск: БНТУ, 2011. – 55 с.

В лабораторном практикуме рассматриваются вопросы определения погрешностей базирования при обработке заготовок в приспособлениях, проектирования и сборки приспособлений из элементов УСП, исследования коэффициента полезного действия пневмоцилиндров.

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум разработан в соответствии с типовой программой дисциплины «Технологическая оснастка» для машиностроительных специальностей высших учебных заведений.

Работы, включенные в практикум, посвящены обеспечению точности обработки деталей в приспособлениях, выявлению факторов, определяющих точность установки (базирования и закрепления) заготовок в приспособлениях, освоению методов расчета и экспериментального определения указанных погрешностей.

Кроме того, в лабораторный практикум включены работы, отражающие методику компоновки и сборки приспособлений из деталей УСП, а также исследование влияния различных факторов на КПД пневматических приводов.

Все лабораторные работы носят исследовательский характер и могут служить основой для выполнения студентами учебных исследовательских работ.

Лабораторные работы выполняются на специально оборудованных рабочих местах, предусматривающих применение металлорежущих станков, стенов, специальных и универсальных приспособлений, измерительных приборов и инструментов.

Перечень оснащения рабочих мест приводится в каждой лабораторной работе.

До начала выполнения цикла лабораторных работ (на первом занятии) преподаватель проводит общий инструктаж по технике безопасности с обязательным оформлением в специальном журнале. После этого студенты допускаются к выполнению данного цикла лабораторных работ.

Студенты обязаны заранее готовиться к выполнению каждой лабораторной работы по соответствующей литературе, список которой вывешивается в лаборатории.

Все действия студентов по выполнению работы, связанные с использованием оборудования, приспособлений и приборов, производятся под наблюдением преподавателя и лаборанта. Преподаватель контролирует ход выполнения работы и результаты опытов. Обработка полученных данных и составление отчета осуществляются после проверки преподавателем протокола измерений.

Особое внимание следует обратить на анализ полученных в работе результатов и формулирование выводов.

Отчеты о лабораторных работах оформляются чернилами, разборчиво и аккуратно, проверяются и подписываются преподавателем по мере их оформления, но не позже следующего после выполнения работы занятия. Все отчеты о лабораторных работах каждого цикла сброшюровываются и предъявляются преподавателю при сдаче зачетов.

Техника безопасности при выполнении лабораторных работ

1. До начала каждой работы всем студентам следует ознакомиться с правилами по технике безопасности и пройти технический инструктаж, после которого они допускаются к выполнению работ.

2. Необходимо внимательно ознакомиться с заданием и лабораторным оборудованием, на котором предстоит выполнять работу.

3. Запрещается загромождать свое рабочее место предметами, не относящимися к выполняемой работе.

4. Категорически запрещается включать или выключать оборудование и приборы, работа на которых не поручена преподавателем.

5. Строго запрещается прикасаться к электрооборудованию, клеммам, электропроводам, арматуре общего освещения и открывать дверцы электрошкафов.

6. Без разрешения преподавателя запрещается начинать выполнение опыта.

7. При выполнении работы нужно быть внимательным, не отвлекаться на посторонние дела и разговоры.

8. Следует быть внимательным к указаниям преподавателя или лаборанта, выполнять все их указания.

9. Запрещается проводить работы в лаборатории одному. Для оказания помощи при несчастном случае обязательно присутствие второго лица.

10. При несчастном случае выключить оборудование, немедленно оказать первую помощь пострадавшему, известить преподавателя и отправить пострадавшего в медпункт.

11. После окончания опытов обесточить установку и привести в порядок рабочее место.

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ДЕТАЛИ НА ПЛОСКОСТЬ И ДВА ПАЛЬЦА

Цель работы: практическое ознакомление с базированием на плоскость и два пальца, изучение факторов, влияющих на величину погрешности базирования по указанной схеме.

Содержание работы

Определение погрешности базирования заготовки на 100 мм длины в зависимости от межосевых расстояний пальцев и отверстий.

Проведение работы рассчитано на два академических часа.

Оснащение работы

1. Специальное приспособление.
2. Комплект установочных пальцев по два пальца в комплекте.
3. Мастер-плита.
4. Головка измерительная рычажно-зубчатая с ценой деления 0,001 мм, ГОСТ 18833–73.
5. Нутромер с ценой деления 0,002 мм. Мод. 105, ГОСТ 9244–75.
6. Микрометр рычажной с ценой деления 0,002 мм. Мод. МР25, ГОСТ 4381–87.
7. Концевые меры длины (комплект). Набор № 2, ГОСТ 9038–83.

Основные положения

Базирование по плоскости и двум точным отверстиям, из которых одним отверстием деталь устанавливается на цилиндрический палец, а другим – на срезанный, широко применяется при обработке корпусных деталей на автоматических линиях, агрегатных станках и др. Достоинством этого способа установки является простота конструкций приспособлений и достаточно высокая точность положения заготовки по отношению к режущему инструменту.

На рис. 1.1 показана схема установки обрабатываемой детали на два пальца и плоскость. Установка детали на плоскость лишает ее трех степеней свободы. Положение детали в направлении размера определяется цилиндрическим пальцем, который ограничивает еще две степени свободы.

Второй срезанный палец лишает деталь последней, шестой степени свободы – вращения вокруг оси цилиндрического пальца.

Срезанный палец устанавливается так, чтобы его большая ось была перпендикулярна к линии, соединяющей центры отверстий детали, что обеспечивает возможность установки на пальцы любой детали данного типоразмера, имеющей расстояние между отверстиями в пределах заданного. В этом случае зазор между отверстием и срезанным пальцем в направлении линии, соединяющей центры отверстий, увеличивается до значения $0,5X$ (рис.1.1), что позволяет компенсировать отклонения между осями отверстий устанавливаемой детали и пальцев приспособления.

Условием возможности установки всех обрабатываемых деталей по плоскости и двум отверстиям на цилиндрический и срезанный пальцы является выполнение следующего неравенства:

$$S_{1\min} + \frac{d_2}{b} \cdot S_{2\min} > \delta_{\text{дет}} + \delta_{\text{п}}, \quad (1.1)$$

где $S_{1\min}$ – наименьший зазор между цилиндрическим пальцем и отверстием заготовки;

d_2 – диаметр цилиндрической части срезанного пальца;

$S_{2\min}$ – наименьший зазор между направляющим пояском срезанного пальца и отверстием заготовки;

b – ширина пояска срезанного пальца;

$\delta_{\text{дет}}$ – допуск на размер L обрабатываемой детали;

$\delta_{\text{п}}$ – допуск на размер L пальцев.

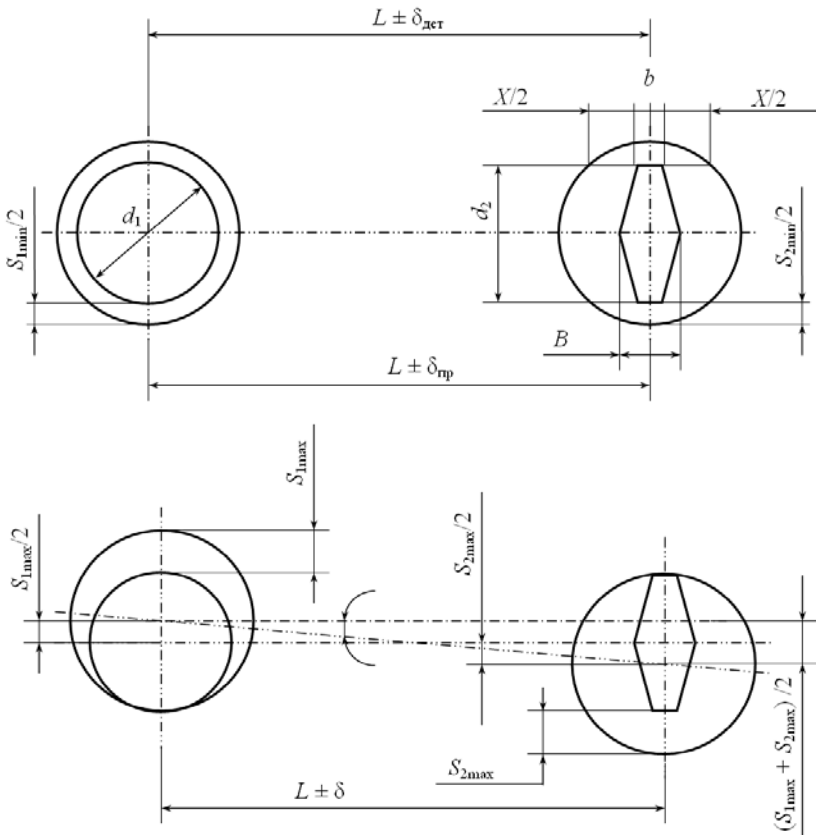


Рис. 1.1. Схема установки обрабатываемой детали на два пальца и плоскость

Наличие необходимых зазоров между пальцами и отверстиями является причиной углового смещения и перекоса детали. Наибольший возможный угол поворота заготовки (угловое смещение) вследствие наличия зазоров между базовыми отверстиями и установочными пальцами можно определить по формуле

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{S_{1\max} + S_{2\max}}{2L}, \quad (1.2)$$

где α – угловое смещение в градусах;

$S_{1\max} + S_{2\max}$ – наибольшие зазоры в соединениях «отверстие–установочный палец», мм;

L – номинальное расстояние между центрами отверстий или пальцев, мм.

Как видно из формулы (1.2), с увеличением расстояния между осями базовых отверстий угловое смещение детали при ее установке на пальцы уменьшается. Поэтому в качестве базовых следует выбирать отверстия, расположенные на возможно большем расстоянии друг от друга.

Возможный перекося детали на длине l' можно определить по формуле

$$n = \operatorname{tg} \alpha \cdot l', \quad (1.3)$$

где l' – длина детали, определяемая от центра отверстия, установленного на цилиндрический палец, вдоль общей оси базовых отверстий, мм;

n – возможный перекося детали по длине l' , мм.

Максимальный зазор в соединении «отверстие–установочный палец» определяется по формуле

$$S_{\max} = D_{\text{отв. max}} - D_{\text{пал. min}}, \quad (1.4)$$

где $D_{\text{отв.маж}}$ – наибольший предельный размер базового отверстия заготовки, мм;

$D_{\text{пал.мин}}$ – наименьший предельный размер пальца, мм.

Варианты заданий приведены в таблице.

Варианты заданий

Но- мер вари- антов	Номер уста- новов	Базовые отверстия				Расстояние между ося- ми базовых отверстий L , мм
		под цилиндрический палец		под срезанный палец		
		номер отверстия	диаметр отверстия	номер отверстия	диаметр отверстия	
1	1	2	10	4	12	80
	2	4	12	6	15	100
	3	2	10	6	12	180
2	1	3	10	4	12	70
	2	4	12	5	15	120
	3	3	10	5	15	190
3	1	1	10	4	12	90
	2	4	12	7	12	110
	3	1	10	7	12	200
4	1	3	10	4	12	70
	2	2	10	4	12	80
	3	1	10	4	12	90
5	1	4	12	6	15	100
	2	4	12	7	12	110
	3	4	12	5	15	120

Методические указания

Угловое смещение детали и ее перекося при установке на два пальца определяются в настоящей работе на специальном приспособлении, приведенном на рис. 1.2. В качестве заготовки используется мастер-плита (рис. 1.3), имеющая семь отверстий. Отверстия № 1–3 выполнены диаметром 10 мм, отверстия № 5–7 – диаметром 15 мм, отверстие 4 – диаметром 12 мм.

Основание приспособления 1 (рис. 1.2) имеет семь отверстий под установочные пальцы. Отверстия расположены на расстоя-

ниях, соответствующих межосевым расстояниям мастер-плиты. Приспособление снабжено комплектом сменных установочных пальцев 5 и 6, выполненных по посадке $\frac{H9}{f8}$. Заготовка 7 устанавливается на два пальца. Точность отверстий – $H9$.

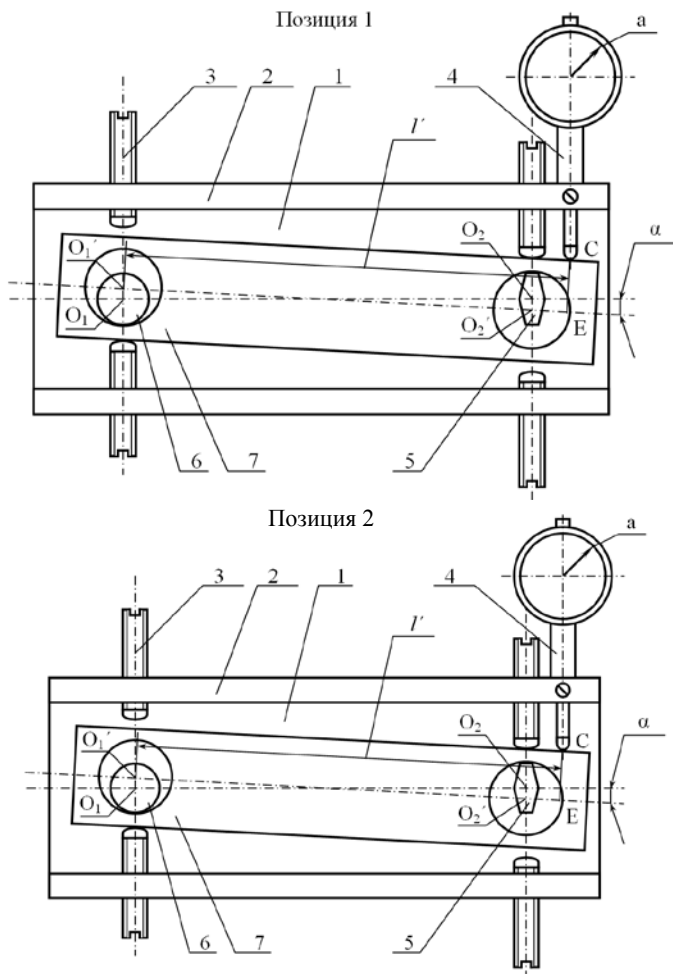


Рис. 1.2. Схема приспособления и измерения износа (O_1O_2 – общая ось пальцев, $O_1'O_2'$ – общая ось отверстий)

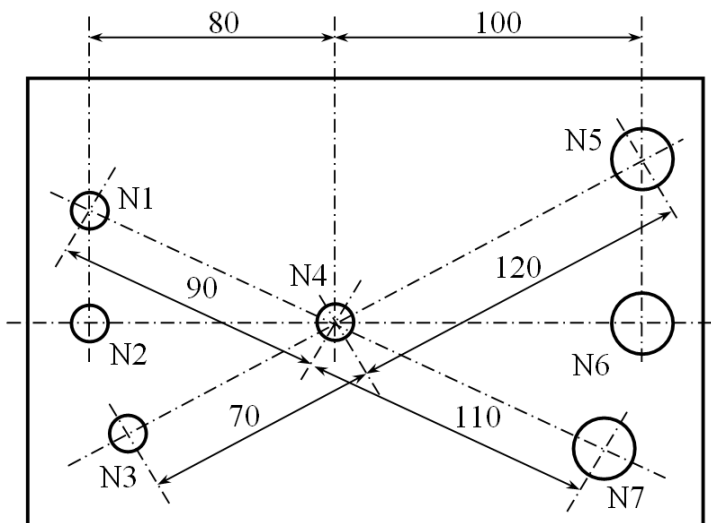


Рис. 1.3. Мастер-плита

К основанию приспособления прикреплены две планки 2, в которых устанавливаются отсчетная головка 4 и прижимные винты 3.

Для определения величины перекоса плиты, установленной на два пальца, ее при помощи двух диагонально расположенных винтов 3 прижимают к пальцам с противоположных сторон (см. рис. 1.2, позиция 1) и регистрируют показания «а» отсчетной головки, которая своим наконечником должна с натягом касаться боковой стороны плиты 7. Затем плита освобождается от зажима винтами 3, поворачивается в противоположную сторону с помощью другой пары винтов (см. рис. 1.2, позиция 2) и регистрируется показание «в» отсчетной головки 4.

Перекося плиты определяется по формуле

$$n' = \frac{b - a}{2}. \quad (1.5)$$

Угол поворота плиты (угловое смещение) в этом случае можно определить по формуле

$$\alpha' = \arctg \frac{n'}{l'}, \quad (1.6)$$

где l' – расстояние от центра отверстия O' , базирующегося на цилиндрический палец, до основания перпендикуляра, опущенного из точки контакта наконечника отсчетной головки 4 с плитой 7 на общую ось базовых отверстий $O_1^1-O_2^1$ (см. рис. 1.2, позиция 1).

Значение l' для каждой пары отверстий даны в паспорте приспособления.

Величина колебания размера CE в данном случае является погрешностью базирования плиты в точке C .

Межцентровые расстояния каждой пары отверстий мастер-плиты различны.

Для сопоставления величин перекоса деталей различных размеров принято определять величину перекоса на 100 мм длины детали:

$$n_{100} = \frac{n' \cdot 100}{l'} \quad \text{или} \quad n_{100} = \operatorname{tg} \alpha' \cdot 100. \quad (1.7)$$

Порядок выполнения работы

1. Установить цилиндрический и срезанный пальцы в отверстия приспособления в соответствии с заданием.

2. Определить с помощью рычажного микрометра диаметры установочных пальцев.

3. Определить с помощью нутромера действительные диаметры заданных базовых отверстий в мастер-плите.

4. По формуле (1.4) рассчитать максимальные зазоры в соединениях «отверстия-пальцы».

5. По формуле (1.2) рассчитать угловое смещение заготовки.

6. По формуле (1.7) рассчитать возможный перекося на длине 100 мм заготовки.

7. Установить мастер-плиту на пальцы приспособления и при помощи винтов 3 (см. рис. 1.2) повернуть ее на максимально возможный угол. Записать показание «а» отсчетной головки.

8. Отпустить винты 3, повернуть деталь в противоположную сторону при помощи второй пары винтов 3 и записать показание «б» отсчетной головки.

9. Вычислить значение перекося по формуле (1.5).

10. Определить действительный перекося мастер-плиты на длине 100 мм по формуле (1.7).

11. Рассчитать угол смещения мастер-плиты по формуле (1.6).

12. Выполнить в указанной выше последовательности пункты 1–11 для двух остальных установок. Результаты расчетов и измерений занести в таблицу отчета.

13. Сопоставить результаты расчетов и практических измерений наибольшего угла смещения.

14. Построить график зависимости погрешности базирования угла смещения от величины межцентровых расстояний базовых отверстий.

15. Дать анализ полученных результатов.

16. Составить отчет.

Контрольные вопросы

1. Вследствие каких причин возникает погрешность базирования?

2. Для каких целей применяется срезанный установочный палец?

3. Сколько степеней свободы лишают заготовку соответственно цилиндрический и срезанный пальцы?

4. Напишите формулы для определения наибольшего угла смещения заготовки при установке на два пальца и плоскость.

5. Как рассчитать возможный перекося заготовки?

6. Как влияет величина межцентрового расстояния базовых отверстий на перекося и угловое смещение заготовки?

7. Сформулируйте задачи настоящей работы.

8. Каким образом в работе определяется перекося мастер-плиты?

9. Какие измерительные инструменты необходимы для выполнения настоящей работы?

10. Какими достоинствами обладает схема базирования на плоскость и два пальца, один из которых срезанный?

11. Назовите правила техники безопасности при выполнении лабораторной работы.

Литература

1. Болотин, Х.Л. Станочные приспособления / Х.Л. Болотин, Ф.П. Костромин. – М.: Машиностроение, 1973. – С. 29–31.

2. Корсаков, В.С. Основы конструирования приспособлений / В.С. Корсаков. – М.: Машиностроение, 1983. – С. 43–47.

3. Корсаков, В.С. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / В.С. Корсаков. – М.: Высшая школа, 1974. – 261 с.

Лабораторная работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ДЕТАЛЕЙ В ЦАНГОВОМ ПАТРОНЕ

Цель работы: практическое освоение методики расчетного определения величины осевой погрешности закрепления, возникающей при установке заготовок в цанговом патроне, и анализ путей уменьшения погрешностей.

Содержание работы

1. Расчет осевой погрешности закрепления в цанговом патроне исходя из допуска и фактического распределения величины диаметра базы.

2. Экспериментальное определение осевой погрешности закрепления в цанговом патроне.

Проведение работы рассчитано на два академических часа.

Оснащение работы

1. Стенд с цанговым зажимом – 1 шт.

2. Микрометр МК -50, ГОСТ 6507–78 – 1 шт.

2. Индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм ИЧ -2, ГОСТ 577–68 – 1 шт.

4. Заготовки (рис. 2.1) – два комплекта по 20 шт. в комплекте.

5. Эталонная деталь – 1 шт.

6. Ящики для хранения заготовок размером 340×160×130 – 4 шт.

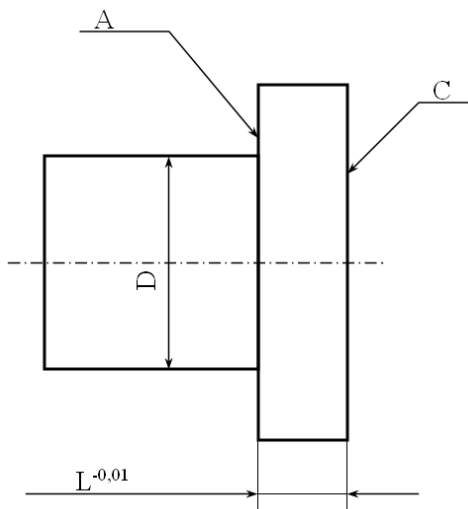


Рис. 2.1. Эскиз заготовки

Основные положения

1. При установке и закреплении заготовки в цанговом патроне для обработки на токарно-револьверном станке имеют место погрешности закрепления в радиальном и осевом направлениях. Возникновение погрешностей закрепления в осевом направлении объясняется тем, что заготовка при осуществлении зажима цангой не сохраняет первоначального положения, которое было ей придано в процессе базирования, а перемещается цангой в осевом направлении на некоторую величину ε_i (рис. 2.2). При этом заготовка смещается от предварительно установленного на размер (например, для подрезки торца *Б*) режущего инструмента.

2. При обработке партии заготовок их осевое перемещение при зажиме будет не постоянным ввиду колебания диаметра заготовки в пределах допуска δ_D , а также нестабильности усилия закрепления. Рассеяние величины осевого смещения заго-

товки вызывает погрешность обработки при выдерживании осевых размеров. Формула для определения погрешности закрепления в осевом направлении может быть получена из геометрических связей, приведенных на рис. 2.2:

$$\varepsilon_L = L_1 - L = \frac{0,5\delta_D}{\operatorname{tg}\alpha} \quad (2.1)$$

или

$$\varepsilon_L = \frac{0,5\omega_D}{\operatorname{tg}\alpha}, \quad (2.2)$$

где δ_D – допуск на диаметр базовой поверхности заготовки;
 ω_D – фактическое рассеяние диаметра;
 α – угол конуса цанги.

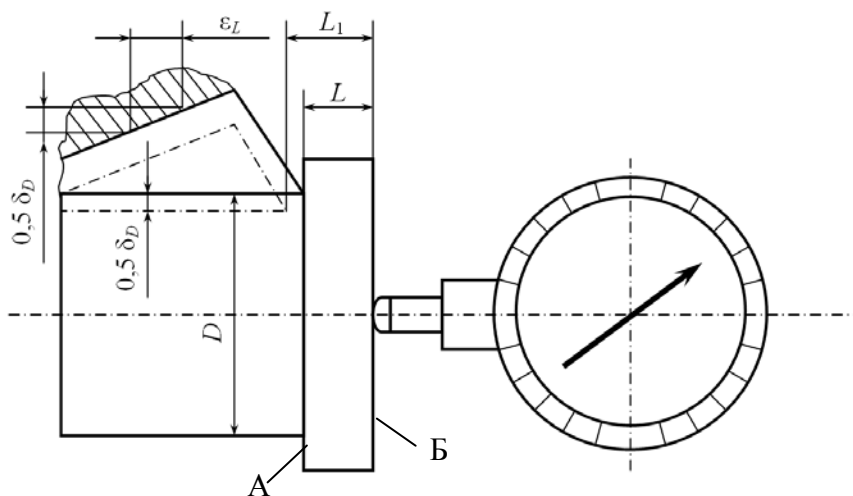


Рис. 2.2. Схема образования осевой погрешности закрепления и ее измерение

Варианты заданий приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Варианты заданий

Номер варианта	Допускаемые предельные отклонения диаметров заготовок в партии, мм	
	верхнее	нижнее
1	0	-0,17
2	0	-0,34
3	0	-0,62
4	0	-0,2

Материал заготовок – сталь 45, 190–210 НВ.

Методические указания

Согласно варианту задания (см. табл. 2.1) для проведения лабораторной работы используется заранее подготовленный комплект деталей в количестве 25 шт. Схема измерения погрешности закрепления показана на рис. 2.2. Заготовка устанавливается в цанге по диаметру D с упором в торец A . Ножка установленно-го на стенде индикатора при изменении упирается в торец B .

Чтобы исключить влияние погрешности размера L на точность измерения осевой погрешности закрепления, торец B у партии деталей предварительно шлифуется в размер L , допуск которого пренебрежимо мал по сравнению с допуском на диаметр D .

Настройка индикатора на нулевое положение производится по эталонной детали, тщательно установленной и закрепленной в цанговом патроне. Измерительный наконечник индикатора должен касаться торца B эталонной детали на линии центров, что исключает влияние неперпендикулярности торца к оси детали. При этом должен быть обеспечен некоторый натяг ножки индикатора.

Измерение диаметра заготовок выполняется микрометром. Все измерения производятся с точностью до 0,01 мм. Результаты измерений заносятся в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Результаты измерения

Номер детали	Действительное значение диаметра заготовки, мм	Осевое смещение заготовки по индикатору, мм
1		
2		
...		
25		

Поле рассеяния ω диаметра заготовки и ее осевого смещения при закреплении определяется как разность наибольшего и наименьшего значений параметра:

$$\omega = X_{\max} - X_{\min}, \quad (2.3)$$

где X_{\max} и X_{\min} – наибольшее и наименьшее значения измеряемых параметров. Поле рассеяния осевого смещения является осевой погрешностью закрепления заготовки.

Порядок выполнения работы

1. Произвести измерение диаметра D комплекта заготовок. Результаты измерений занести в табл. 2.2.

2. Определить поле рассеяния диаметра заготовок по формуле (2.2).

3. Рассчитать наибольшую и действительную величину осевой погрешности закрепления по формулам (2.1) и (2.2), исходя из заданного допуска на диаметр δ_D и фактической величины рассеяния ω .

4. Закрепить индикатор в державке станда. Настроить индикатор на нулевое положение по эталонной детали, после чего открепить и снять эталонную деталь.

5. При помощи индикатора определить фактическую величину смещения комплекта заготовок в осевом направлении

при поочередном закреплении их в цанговом патроне. Результаты измерений занести в табл. 2.2.

6. Определить расчетную величину смещения заготовки в осевом направлении и сравнить ее с замеренной.

7. Дать анализ полученных результатов.

8. Составить отчет.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается цель и содержание настоящей работы?

2. От чего зависят погрешности закрепления при обработке заготовок в цанговом патроне?

3. От чего зависят осевые погрешности закрепления при обработке заготовок в цанговом патроне?

4. Как определить рассеяние действительных размеров?

5. Написать формулу для определения наибольшей осевой погрешности закрепления при обработке заготовок в цанговом патроне.

6. Написать формулу для определения действительной осевой погрешности закрепления при обработке заготовок в цанговом патроне.

7. Какие условия должны соблюдаться при настройке индикатора для выполнения работы?

8. Каковы пути уменьшения осевых погрешностей закрепления при обработке заготовок в цанговом патроне.

9. Назовите правила техники безопасности при выполнении лабораторной работы.

Литература

1. Ансеров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. – Л.: Машиностроение, 1975. – С. 27–28.

2. Станочные приспособления: справочник: в 2 т. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 2 /под редакцией Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского. – С. 175–199.

Лабораторная работа № 3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СБОРКА КОНДУКТОРА ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ УСП С ИССЛЕДОВАНИЕМ ТОЧНОСТИ СВЕРЛЕНИЯ

Цель работы: практическое освоение методики проектирования приспособлений из элементов УСП на примере проектирования кондуктора для сверления отверстий и анализ точности обработки деталей с применением собранного приспособления расчетным и экспериментальным путем.

Содержание работы

1. Разработка монтажной схемы кондуктора для сверления отверстий из элементов УСП и расчет приспособления на точность по заданному параметру точности изготовления детали.

2. Сборка спроектированного приспособления из элементов УСП и обработка партии деталей.

3. Экспериментальное определение поля рассеяния размеров при сверлении отверстий в собранном кондукторе.

Проведение работы рассчитано на четыре академических часа.

Оснащение работы

1. Настольно-сверлильный станок мод. 2Н125 – 1 шт.
2. Комплект элементов УСП – 2 комп.
3. Заготовки диаметром 30 мм, $l = 80$ мм по 10 шт. в комплекте – 2 комп.
4. Контрольное приспособление с индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм ИЧ-2 ГОСТ 577–68 – 1 шт.
5. Сверла диаметром 5, 6, 7, 8, 9, 10 мм, ГОСТ 10902–77 – 6 шт.

6. Микрометр МК-50, ГОСТ 6507–78 – 1 шт.
7. Регулируемый эталон – 1 шт.
8. Торцовый ключ М12 – 1 шт.
9. Концевые длины, ГОСТ 9038–83, набор № 2 – 1 шт.
10. Ящик для хранения заготовок (300×200×100 мм) – 2 шт.

Основные положения

Система универсально-сборных приспособлений (УСП) предусматривает сборку специальных приспособлений одноцелевого назначения из предварительно изготовленного комплекта стандартных деталей и сборочных единиц.

После использования эти приспособления разбираются, а детали возвращаются на склад. Из разобранных элементов komponуются новые приспособления. Универсально-сборные приспособления применяются при различных видах работ: токарных, сверлильных, фрезерных, шлифовальных, строгальных и др.

В типовой комплект УСП обычно входят следующие группы деталей.

1. Базовые (плиты квадратные, прямоугольные и круглые, угольники).
2. Корпусные (опоры разной конфигурации, прокладки, угольники).
3. Установочные (установочные пальцы, переходные втулки, фиксирующие штыри и т. д.).
4. Направляющие (кондукторные втулки, колонки, кондукторные планки).
5. Прижимные (прихваты различных типов).
6. Крепежные (болты, винты, гайки, шпильки, резьбовые шайбы и т. д.).
7. Разные детали (центры, эксцентрики, рукоятки, пружины, различного вида планки и т. д.).

8. Готовые неразборные сборочные единицы (установочные, базовые, делительные и т. д.).

Исходными данными для компоновки приспособлений УСП являются:

- 1) чертеж детали;
- 2) вид операции;
- 3) технологические базы для данной операции.

Разработка конструкции приспособления из деталей УСП начинается с выбора его основания. Основанием могут служить базовые плиты определенных типоразмеров, а также различные корпусные детали. Затем разрабатывается общая компоновка приспособления и определяются места крепления основных деталей и сборочных единиц. Ориентирование деталей друг относительно друга и соединение их производится с помощью шпонок и болтов.

После сборки приспособление контролируется визуально и при помощи соответствующих измерительных инструментов или приборов.

Методические указания

В данной лабораторной работе проектируется приспособление для сверления отверстия в детали типа вала (рис. 3.1). Для этого разрабатывается монтажная схема (рис. 3.2).

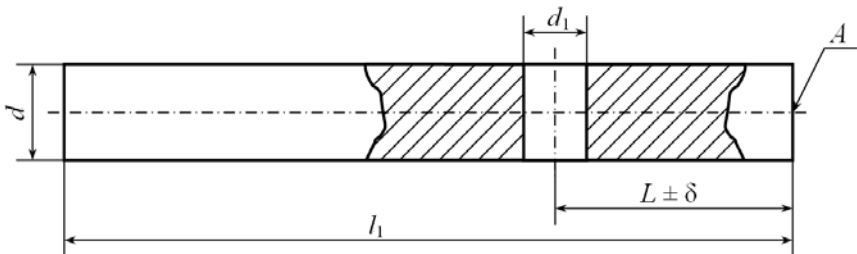


Рис. 3.1. Обрабатываемая деталь

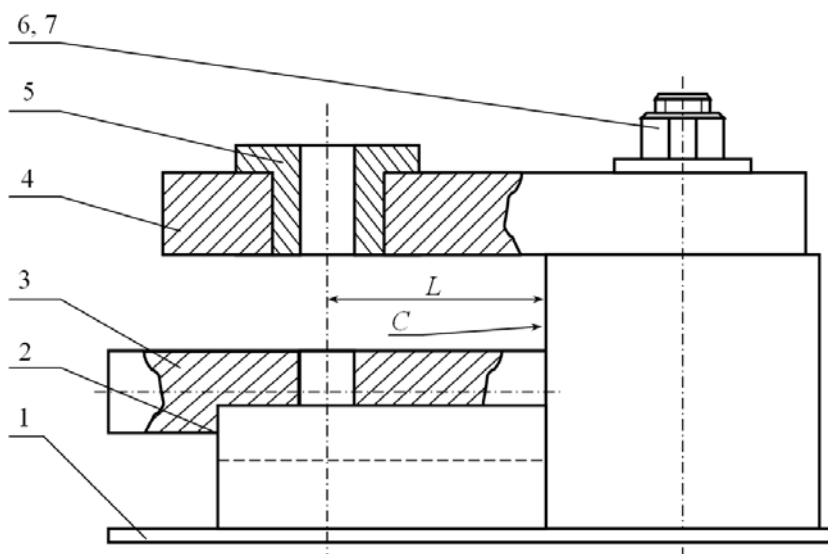


Рис. 3.2. Монтажная схема приспособления:
 1 – плита прямоугольная; 2 – призма; 3 – заготовка;
 4 – кондукторная плита; 5 – кондукторная втулка; 6, 7 – болт, гайка

По монтажной схеме определяется настроечный размер. Для осуществления обработки радиального отверстия с обеспечением заданной точности размера L необходимо, чтобы заготовка базировалась своей цилиндрической поверхностью в призме с упором торцом A в поверхность C приспособления (см. рис. 3.2).

Выдерживаемый размер в обрабатываемой заготовке определяется размером $L \pm \delta$ приспособления, связывающим ось кондукторной втулки с поверхностью упора C . Этот размер является настроечным размером. Для расчета размера $L \pm \delta$ установления допуска на него необходимо составить и рассчитать размерную цепь (рис. 3.3).

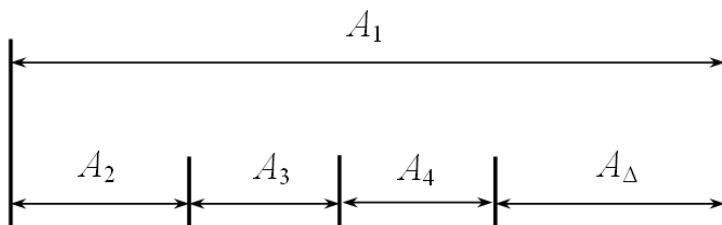


Рис. 3.3. Размерная цепь:

A_1 – размер от торца A до оси отверстия обрабатываемой детали;
 A_2 – зазор в сопряжении «сверло–кондукторная втулка» (выбирается по посадке скольжения); A_3 – эксцентриситет внутренней и наружной поверхностей кондукторной втулки (обычно принимается равным 0,005 мм);
 A_4 – зазор в сопряжении «кондукторная втулка–направляющая планка»;
 $A_Δ$ – размер требуемой настройки

При расчете размерной цепи будем считаться, что все зазоры и эксцентриситет смещены в одну сторону.

Номинальный размер $A_Δ$ и допуск $δ_Δ$ замыкающегося звена определяются по формулам

$$A_Δ = \sum_{i=1}^{m-1} \xi A_i = A_1 + A_2 + A_3 + A_4,$$

$$\delta_Δ = \sum_{i=1}^{m-1} \xi / \delta_i,$$

где A_i – номинальные размеры составляющих звеньев;

δ_i – допуск составляющих звеньев;

m – общее количество звеньев, включая и замыкающее;

ξ – передаточное отношение.

Для цепей с параллельными звеньями $\xi = 1$ для увеличивающих и $\xi = -1$ для уменьшающих составляющих звеньев.

Настройка приспособления на размер производится при помощи набора мерных плиток и контрольного валика (рис. 3.4).

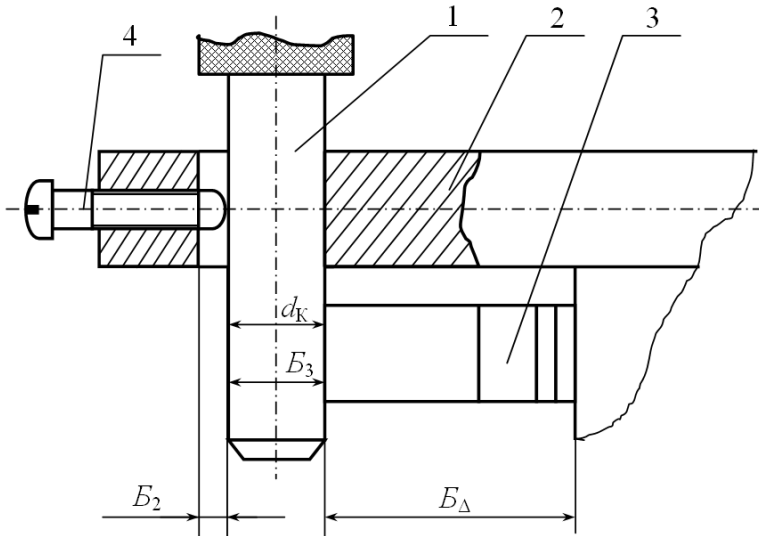


Рис. 3.4. Схема настройки приспособления:
 1 – контрольный валик; 2 – кондукторная плита;
 3 – мерные плитки; 4 – винт для выборки зазора

Контрольный валик вставляется в отверстие направляющей планки и при помощи винта 4 смещается в одну сторону. Исходя из этого, строим вторую размерную цепь и находим настроечный размер (рис. 3.5).

Рассчитывая данную размерную цепь аналогично предыдущей, находим номинальное значение настроечного размера B_{Δ} и допуск на него:

$$B_{\Delta} = B_1 + B_2 - B_3.$$

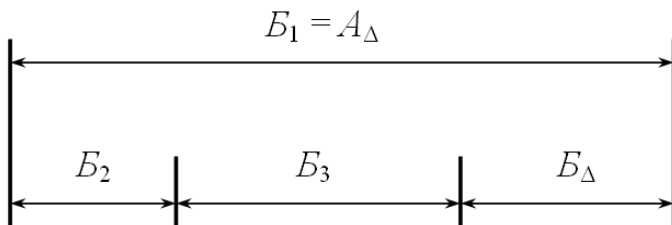


Рис. 3.5. Размерная цепь:

B_2 – зазор в сопряжении контрольный валик – направляющая планка (выбирается по скользящей посадке); B_3 – диаметр контрольного валика; B_{Δ} – настроечный размер

Обработанная в собранном и настроенном кондукторе партия деталей проверяется по параметру l на контрольном приспособлении, которое предварительно настраивается по регулируемому эталону. Схема приспособления приведена на рис. 3.6.

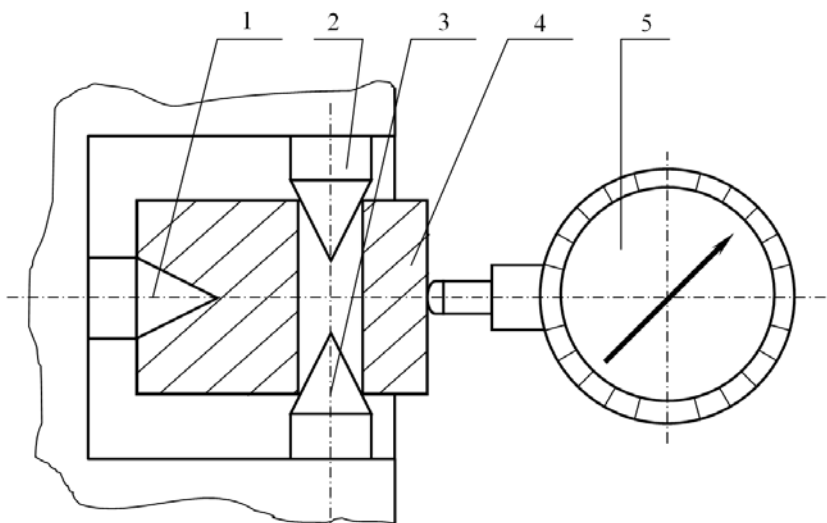


Рис. 3.6. Схема контрольного приспособления:

1, 3 – центры плавающие; 2 – центр жесткий;
4 – контролируемая деталь; 5 – индикатор

Результаты измерений заносятся в таблицу. После рассеивания определяется как разность наибольшего и наименьшего значений размера.

Таблица

Варианты задания

Номер варианта	Диаметр сверления, мм	Расстояние оси отверстия от торца заготовки L , мм
1	5	$30 \pm 0,16$
2	6	$30 \pm 0,15$
3	7	$35 \pm 0,15$
4	8	$35 \pm 0,15$
5	9	$40 \pm 0,30$

Порядок выполнения работы

1. Вычертить монтажную схему приспособления из элементов УСП.
2. Составить перечень деталей, входящих в приспособление.
3. Составить размерные цепи и путем их расчета определить номинальный настроечный размер и его допуск.
4. Собрать приспособление, проверить его работоспособность и настроечный размер.
5. Установить приспособление на столе вертикально-сверлильного станка, настроить приспособление для сверления отверстия и закрепить его на столе станка.
6. Установить подачу и частоту вращения шпинделя.
7. Просверлить отверстия в партии заготовок в количестве 25 штук, выдержав заданные размеры.
8. Настроить эталон на заданный размер.
9. Настроить контрольное приспособление по эталону.
10. Измерить размер l у партии заготовок. Результаты измерений занести в таблицу.
11. Определить поле рассеяния размеров.
12. Проанализировать полученные результаты.
13. Составить отчет.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается система УСП?
2. Назовите исходные данные, необходимые для компоновки приспособлений из деталей УСП.
3. Из каких групп деталей состоит типовой комплект УСП?
4. Каковы преимущества и недостатки системы УСП?
5. Какова цель и содержание данной работы?
6. Как определить настроечный размер?
7. Как настроить кондуктор на размер?
8. Как настроить контрольное приспособление?
9. Как определить поле рассеяния действительных размеров?

Литература

Корсаков, В.С. Основы конструирования приспособлений / В.С. Корсаков. – М.: Машиностроение, 1983. – С. 198–205.

Лабораторная работа № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ

Цель работы: практическое освоение методики исследования коэффициента полезного действия пневматических приводов в зависимости от величины шероховатости внутренних поверхностей цилиндров и давления воздуха в сети.

Содержание работы

1. Определение усилия, развиваемого пневмоцилиндром, расчетным и экспериментальным путем.

2. Определение влияния шероховатости рабочей поверхности пневмоцилиндра и давления воздуха в сети на КПД.

Проведение работы рассчитано на четыре академических часа (в случае монтажа и демонтажа пневмоцилиндров).

Оснащение работы

1. Пневмоцилиндры диаметром 50, 75 и 100 мм каждый с шероховатостью внутренней поверхности $Ra 5$, 1,25 и 0,32 мкм – 9 шт.

2. Пневматическая наладка для пневмоцилиндров (кран управления, манометр, подводящие шланги, штуцера) – 1 компл.

3. Индикатор с ценой деления 0,002 мм ИЧ-10, ГОСТ 577–68 – 1 шт.

4. Приспособление с динамометром для определения усилия, развиваемого пневмоцилиндром, – 1 шт.

5. Компрессор для подачи сжатого воздуха – 1 шт.

Основные положения

КПД пневмоцилиндров определяется по следующей формуле:

$$\eta = \frac{P_{\text{факт}}}{P_{\text{расч}}}, \quad (4.1)$$

где $P_{\text{факт}}$ – фактическое усилие зажима при данном давлении воздуха в системе;

$P_{\text{расч}}$ – расчетное усилие зажима при данном давлении воздуха в системе.

Расчетное усилие для цилиндра толкающего действия определяется по формуле

$$P_{\text{расч}} = \rho \frac{\pi d^2}{4} \eta, \quad (4.2)$$

где ρ – давление сжатого воздуха, Па;

d – диаметр поршня пневмоцилиндра, м;

η – коэффициент полезного действия пневмоцилиндров.

Варианты задания приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Варианты задания

Номер варианта	Номер пневмоцилиндра	Диаметр пневмоцилиндра, м
1	1.1; 1.2; 1.3	0,05
2	2.1; 2.2; 2.3	0,075
3	3.1; 3.2; 3.3	0,0100

Методические указания

Для выполнения работы используется приспособление со сменным пневмоцилиндром двустороннего действия и динамометром (рис. 4.1).

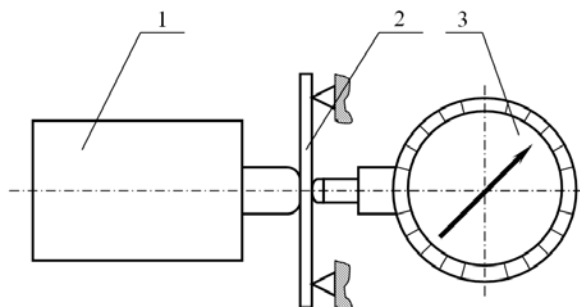


Рис. 4.1. Схема приспособления для определения усилия пневмоцилиндра:
1 – пневмоцилиндр; 2 – динамометр; 3 – индикатор

Величина деформации упругой пластины определяется при помощи индикатора с ценой деления 0,002 мм. Тарировка упругой пластины производится путем предварительного нагружения на прессе различными усилиями с регистрацией ее прогиба индикатором. По результатам измерений строится тарировочный график, который прикладывается к паспорту приспособления и используется при проведении лабораторной работы.

Измерение фактического усилия, развиваемого цилиндром, производится при давлениях воздуха в сети от $9,81 \cdot 10^4$ до $49,05 \cdot 10^4$ Па с интервалом через $9,81 \cdot 10^4$ Па. Исследованию последовательно подвергаются три пневмоцилиндра одного диаметра (согласно варианту задания) с различной шероховатостью внутренней поверхности: Ra 5, 1,25 и 0,32 мкм.

Для определения фактического усилия, развиваемого пневмоцилиндром, сначала путем поворота рукоятки крана управ-

ления рабочая полость цилиндра соединяется с атмосферой. При этом стрелка индикатора занимает нулевое положение. Затем при помощи рукоятки крана управления рабочая полость цилиндра соединяется с сетью и производится отсчет усилия пневмоцилиндра по величине деформации упругой пластинки динамометра.

Результаты измерений усилия заносятся в табл. 4.2. Сюда же заносятся результаты определения усилия расчетным путем, а также результаты расчета КПД, выполняемые по формулам (4.1) и (4.2).

Таблица 4.2

Результаты измерений

Давление воздуха в сети, Па·10 ⁴	$P_{\text{расч}},$ Н	Усилие, Н, и КПД пневмоцилиндра с шероховатостью внутренней поверхности					
		Ra 5		Ra 1,25		Ra 0,32	
		$P_{\text{факт}}$	η	$P_{\text{факт}}$	η	$P_{\text{факт}}$	η
9,81							
19,62							
29,43							
.....							

Полученные данные позволяют построить график зависимости КПД от шероховатости внутренней поверхности цилиндра при постоянном давлении воздуха в сети и КПД от давления воздуха при постоянной шероховатости поверхности.

Порядок выполнения работы

1. Рассчитать теоретические значения усилия, развиваемого пневмоцилиндром при различном давлении воздуха в сети. Результаты расчета занести в табл. 4.2.

2. Смонтировать пневмоцилиндр № 1 (Ra 5) в приспособлении согласно схеме, приведенной на рис. 4.1.

3. Проверить систему на герметичность.
4. При помощи динамометра определить фактическое усилие, развиваемое пневмоцилиндром при различном давлении воздуха в сети. Результаты измерений занести в табл. 4.2.
5. Размонтировать и снять пневмоцилиндр с приспособления.
6. Повторить выполнение пп. 2–5 на пневмоцилиндрах № 2 и 3.
7. Рассчитать значения КПД для всех случаев, а также среднее значение КПД согласно табл. 4.2.
8. Построить график зависимостей КПД от шероховатости внутренней поверхности пневмоцилиндров и давления воздуха в сети.
9. Дать анализ полученных результатов.
10. Составить отчет.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается цель и содержание настоящей работы?
2. Написать формулу для определения усилия, развиваемого пневмоцилиндром двустороннего действия.
3. Написать формулу для определения КПД пневмоцилиндра.
4. Каких диаметров изготавливаются пневмоцилиндры для приспособлений?
5. Какие приборы входят в схему пневмоналадки?
6. Как увеличить КПД пневмоцилиндра?

Литература

1. Болотин, Х.Л. Станочные приспособления / Х.Л. Болотин, Ф.П. Костромин. – М.: Машиностроение, 1973. – С. 80–95.
2. Корсаков, В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении / В.С. Корсаков. – М.: Машиностроение, 1983. – С. 112–120.

Лабораторная работа № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ В ПРИЗМЕ

Цель работы: практическое освоение методики определения влияния погрешности заготовки и величины угла призмы на точность базирования при установке цилиндрической детали в призме и анализ путей уменьшения погрешностей.

Содержание работы

1. Определение рассеяния размеров, возникающего вследствие несовмещения технологической и измерительной баз.

2. Определение погрешностей базирования расчетным и экспериментальным путем при установке цилиндрической детали в призме с различными углами.

Проведение работы рассчитано на два академических часа.

Варианты заданий приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Варианты задания

Номер варианта	D , мм	Допустимые предельные отклонения диаметра, мм		h , мм
		верхнее	нижнее	
1	30	0	-0,28	25
2	35	0	-0,17	30
3	40	0	-0,34	35

Оснащение работы

1. Контрольное индикаторное приспособление – 4 шт.
2. Базирующие элементы приспособления:
 - угольник – 1 шт.;

- призма с углом 60° – 1 шт.;
 - призма с углом 90° – 1 шт.;
 - призма с углом 120° – 1 шт.
3. Индикатор с ценой деления 0,01 мм ИЧ-2 ГОСТ 5772–68 – 4 шт.
 4. Микрометр МК–50, ГОСТ 6507–60 – 1 шт.
 5. Эталон для настройки контрольного приспособления – 3 шт.
 6. Комплект деталей для измерения 30×50, 35×55, 40×50 мм (по 25 шт. в компл.) – 3 компл.
 7. Ящик для хранения деталей (120×180×70 мм, 140×215×70 мм; 160×250×70 мм) – 3 шт.

Основные положения

Погрешности ε_y , возникающие при установке заготовок для обработки в приспособлениях или непосредственно на станках, складываются из погрешностей базирования ε_δ и закрепления ε_3 , а также погрешностей положения заготовок, связанных с применением приспособлений $\varepsilon_{пр}$.

Погрешность установки определяется по формуле

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2}.$$

Погрешность базирования является следствием несовпадения измерительной и технологической баз. Погрешность закрепления возникает ввиду смещения заготовки под действием закрепляющих сил из положения, которое было ей придано в результате базирования.

К погрешностям, связанным с применением приспособления, относятся погрешности изготовления приспособления по тем параметрам, которые влияют на базирование и закрепле-

ние заготовки, погрешности установки приспособления на станке и погрешности, вызываемые износом базирующих и других элементов приспособления.

Расчет погрешностей базирования заключается в определении размерно-геометрических связей между измерительными и технологическими базами с учетом погрешностей поступающих на станок заготовок. Выявление и расчет этих связей производится в зависимости от конструктивной формы детали, схемы установки и от того, какие размеры или вообще показатели точности необходимо выдержать при обработке.

При установке цилиндрической детали (рис. 5.1) в призме погрешность базирования при условии обработки партии деталей в размер h на настроенном станке (рис. 5.2) определяется по следующей формуле:

$$\epsilon_{\delta h} = \frac{\delta_D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right), \quad (5.1)$$

где δ_D – допуск на размер вала

α – угол призмы.

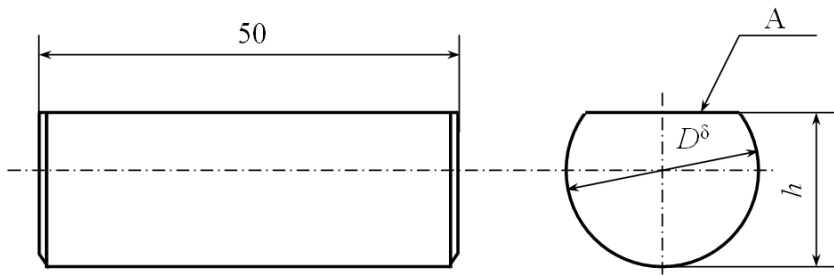


Рис. 5.1. Эскиз детали

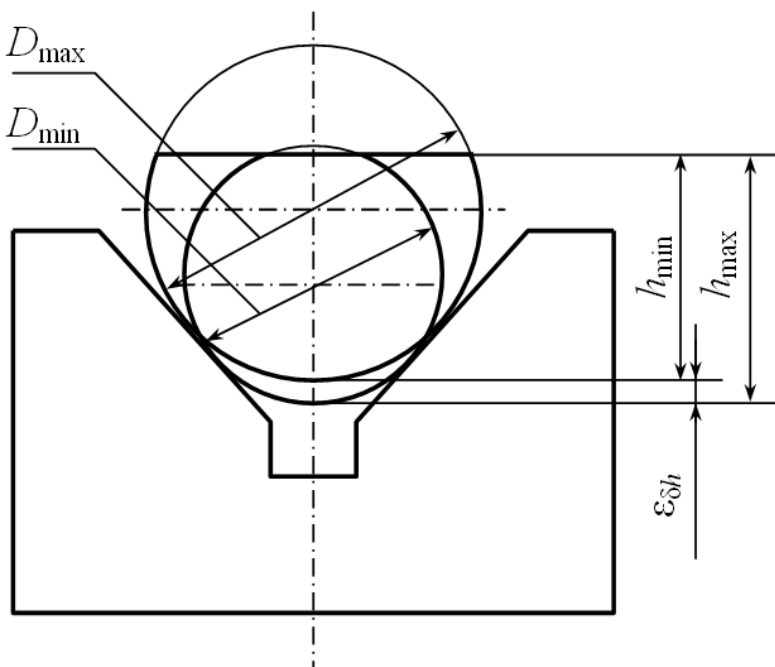


Рис. 5.2. Схема образования погрешности базирования

Величина поля рассеяния выдерживаемого размера определяется суммой первичных погрешностей, присущих данному методу и условиям обработки:

$$\omega = \sum_{i=1}^n \Delta_i,$$

где ω – поле рассеяния размера;

Δ_i – первичные погрешности.

Выделим из этой суммы погрешность базирования ϵ_{δ} и запишем выражение поля рассеяния для нескольких партий деталей, обработанных на одном и том же станке при соблюдении постоянных условий обработки, но при различных схе-

мах базирования. Допуская, что все первичные погрешности (за исключением погрешности базирования) для различных партий обработанных деталей одинаковы, получим

$$\omega_1 = \sum_{i=1}^{n-1} \Delta_i + \varepsilon \delta_1, \quad (5.2)$$

$$\omega_j = \sum_{i=1}^{n-1} \Delta_i + \varepsilon \delta_j,$$

где ω_1 и ω_j – поле рассеяния для первой и j -й схем;

$\varepsilon \delta_1$ и $\varepsilon \delta_j$ – погрешность базирования для первой и j -й схем базирования.

После почленного вычитания уравнений (5.2) получим

$$\omega_j - \omega_1 = \varepsilon \delta_j - \varepsilon \delta_1. \quad (5.3)$$

Если при установке по первой схеме обеспечить совмещение измерительной и технологических баз, то погрешность базирования $\varepsilon \delta_1$ обратиться в нуль, а уравнение (5.3) примет удобный для определения погрешности базирования ($\varepsilon \delta_j$) вид:

$$\varepsilon \delta_j = \omega_j - \omega_1. \quad (5.4)$$

Методические указания

Для проведения лабораторной работы используется заранее подготовленная партия цилиндрических деталей в количестве 25 штук. Обработка поверхности A в размер h (см. рис. 5.1) у данной партии деталей выполнена при постоянной настройке режущего инструмента на размер. Установка деталей для обработки производилась цилиндрической поверхностью на плос-

кость, что обеспечивает совмещение измерительной и технологических баз. Погрешность базирования при этом равна нулю.

Если у данной партии деталей произвести измерение отклонений положения поверхности A от некоторого номинального значения (определяемого настройкой индикатора по эталону) при установке на плоскость и в призму, то можно определить поля рассеяния ω_1 и ω_j , а затем по формуле (5.4) – погрешность базирования $\varepsilon\delta_j$ при установке деталей в призму.

Измерение отклонений положения поверхности A производится при помощи индикаторных приспособлений.

Схемы измерения приведены на рис. 5.3.

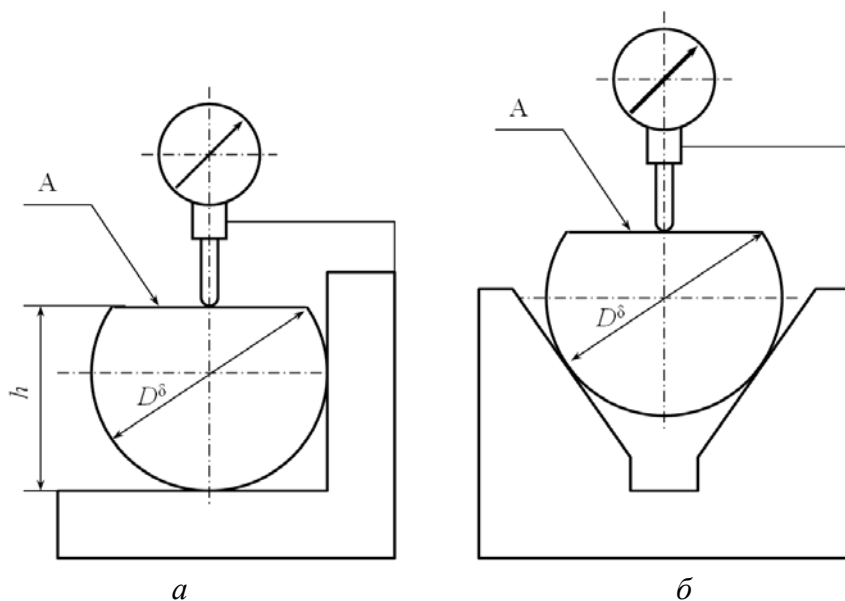


Рис. 5.3. Схемы измерения отклонений положения поверхности A при установке на плоскость (a) и в призму (b)

Настройка индикаторов на нулевые значения производится по эталону. Измерение диаметра деталей выполняется микро-

метром. Все измерения производятся с точностью до 0, 01 мм. Результаты измерений заносятся в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Но- мер де- тали	Отклонения диаметра от номиналь- ного значе- ния, мм	Отклонения положения поверхности А от положительного значения при базировании, мм			
		на плоскость ($\alpha = 180^\circ$)	в призме ($\alpha = 60^\circ$)	в призме ($\alpha = 90^\circ$)	в призме ($\alpha = 120^\circ$)
1					
2					
...					
25					

Определение полей рассеяния производится на основании результатов измерения параметров по формуле

$$\omega = X_{\max} - X_{\min},$$

где X_{\max} и X_{\min} – наибольшее и наименьшее значения измеряемых параметров ($D : h$).

Показатель рассеяния диаметра детали определяется по следующей формуле:

$$K_p = \frac{\omega_D}{\delta_D},$$

где ω_D – величина поля рассеяния диаметра детали

δ_D – допуск на диаметр детали

Определение погрешности базирования расчетным путем производится по формуле (5.1) исходя из заданного допуска на диаметр вала и угла призмы.

Порядок выполнения работы

1. Рассчитать погрешности базирования по размеру h при установке цилиндрической детали в призмах с углами 60, 90 и 120°.
2. Произвести измерения следующих размеров у 25 пронумерованных деталей:
 - а) диаметра D ;
 - б) размера h при установке детали цилиндрической поверхностью на плоскость;
 - в) размера h при последовательной установке детали цилиндрической поверхностью в призмах с углами 60, 90 и 120°. Результаты измерений занести в таблицу.
3. Определить поля рассеяния размеров D и h для всех случаев измерения.
4. Определить показатель рассеяния диаметра детали.
5. На основе проведенных измерений определить погрешности базирования при установке деталей с углами 60, 90 и 120°.
6. Построить графики зависимости погрешности базирования от угла (60, 90, 120 и 180°) по расчетным и экспериментальным данным.
7. Дать анализ полученных результатов.
8. Составить отчет.

Контрольные вопросы

1. Из каких первичных погрешностей складывается погрешность установки?
2. В каких случаях погрешность базирования имеет численное значение и когда она равна нулю?
3. В чем сущность расчета погрешности базирования?
4. От каких параметров зависит погрешность базирования при установке цилиндрической детали в призме?

5. В чем заключается общее содержание лабораторной работы?
6. Как определить поле рассеяния измеряемого параметра?
7. Как определить показатель рассеяния?
8. Каковы пути уменьшения погрешностей базирования?

Литература

Основы технологии машиностроения / под ред. В.С. Корсакова. – М.: Машиностроение, 1977. – С. 40–44.

Лабораторная работа № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ, ВОЗНИКАЮЩЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕФОРМАЦИИ КОЛЬЦА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛ ЗАЖИМА

Цель работы: практическое освоение методики расчетного и экспериментального определения погрешностей.

Содержание работы

Определение погрешностей формы внутренней цилиндрической поверхности тонкостенного кольца, закрепленного в самоцентрирующем трехкулачковом патроне со стандартными кулачками расчетным и экспериментальными методами. Установление зависимости погрешности закрепления от усилия зажима.

Проведение работы рассчитано на два академических часа.

Оснащение работы

1. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон диаметром 200 мм со стандартными кулачками ГОСТ 2675–80.
2. Кольцевой динамометр.
3. Динамометрический ключ.
4. Индикатор рычажно-зубчатый с ценой деления 0,01 мм 2 ИГ, ГОСТ 5490–70.
5. Специальное приспособление к индикатору.
6. Комплект колец (табл. 6.1).

Основные положения

Упругие деформации колец при закреплении в станочных приспособлениях значительно снижают точность обработки,

особенно если кольца тонкостенные (отношение толщины стенки к среднему радиусу $h/r_{cp} \leq 0,2$).

При механической обработке заготовок в кулачковых, мембранных и других патронах развиваются асимметричные, т. е. неравномерные по окружности силы закрепления. Приспособления магнитные, гидропластовые, с гофрированными втулками, цилиндрические прессовые оправки развивают симметричные, т. е. равномерные по окружности силы закрепления. Под действием сил закрепления поперечные сечения кольца получают радиальные и угловые перемещения, которые могут вызвать отклонения размеров, а также отклонения формы и расположения поверхностей после обработки. Динамика изменения формы кольца в результате закрепления его в трехкулачковом патроне, расточки и открепления приведена на рис. 6.1.

Погрешность формы расточенного отверстия кольца определяется разностью диаметров вписанной и описанной окружности:

$$\Delta_{\phi} = d_{\max} - d_{\min}. \quad (6.1)$$

Эту же величину можно определить по абсолютным значениям прогиба y_1 кольца в месте его контакта с кулачками и выпучивания кольца y_2 между кулачками

$$\Delta_{\phi} = 2(|y_1| + |y_2|). \quad (6.2)$$

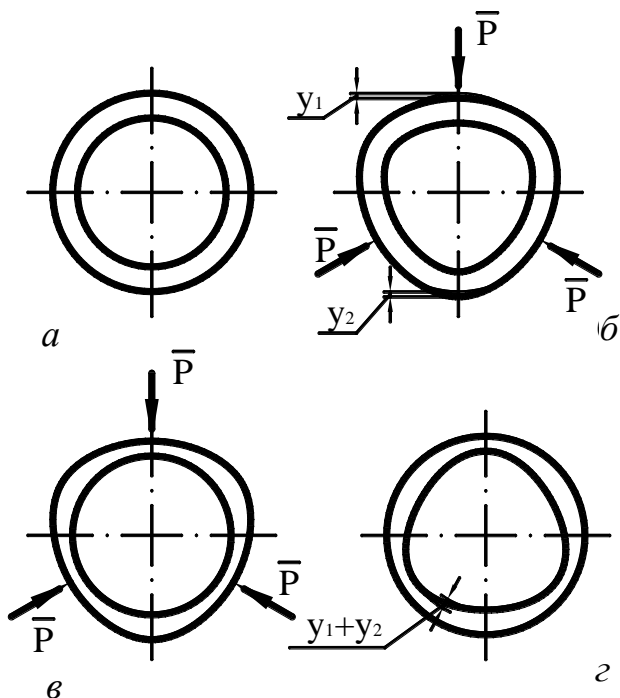


Рис. 6.1. Внешний вид кольца: до закрепления (а), после закрепления (б), после расточки (в) и после освобождения из патрона (г)

Значения y_1 и y_2 определяются по формулам:

$$y_1 = \frac{Pr_{cp}^3}{4EI} \left(1 + \frac{\pi}{K} \operatorname{ctg} \left(\frac{\pi}{K} \right) \right) \operatorname{ctg} \frac{\pi}{K} - \frac{Pr_{cp}^3 K}{2EI\pi} + \frac{Pr_{cp}^3 \pi}{4EIK},$$

$$y_2 = \frac{Pr_{cp}^3}{4EI \sin \left(\frac{\pi}{K} \right)} \left(1 + \frac{\pi}{K} \operatorname{ctg} \left(\frac{\pi}{K} \right) \right) - \frac{Pr_{cp}^3 K}{2EI\pi},$$
(6.3)

где P – усилие закрепления на кулачке, Н;
 r_{cp} – средний радиус кольца, м;

E – модуль упругости материала кольца (для стального
 $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па), Па;

I – момент инерции поперечного сечения кольца относительно нейтральной оси (при прямолинейном сечении

кольца $I = \frac{b(d_{\text{нар}} - d_{\text{внутр}})^3}{96}$), М^4 ;

K – количество кулачков.

Варианты заданий даны в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Варианты задания

Но- мер вари- анта	Размер кольца, мм			Усилие на кулачке, Н				
	Наруж- ный диаметр $d_{\text{нар}}$, мм	Внутрен- ний диа- метр $d_{\text{внутр}}$, мм	Ширина кольца b , мм					
	1	2	3	4	5			
1	55	50	15	400	550	700	850	1000
2	60	54	15	500	650	800	950	1100
3	65	60	20	300	450	600	750	900
4	70	64	15	350	500	650	800	950
5	75	69	20	250	400	550	700	850
6	80	73	15	450	600	750	900	1050
7	85	78	20	400	550	700	850	1000
8	90	82	15	500	650	800	950	1100
9	95	88	20	300	450	600	750	900
10	100	92	15	350	500	650	800	950
11	63	58	15	250	400	550	700	850
12	78	72	20	450	600	750	900	1050

Методические указания

Для выполнения лабораторной работы используется стенд, в котором закреплен трехкулачковый патрон. Общий вид патрона и его основные детали показаны на рис. 6.2. Зажим

осуществляется динамометрическим ключом. Величина крутящего момента, приложенного к конической шестерне 1, необходимая для создания указанной в табл. 6.2 силы зажима, определяется с использованием кольцевого динамометра или другого прибора, который предварительно протарирован на призме (при последующем использовании динамометра в трехкулачковом патроне для тарирования берут призму с углом 120°), и заносится в табл. 6.2.

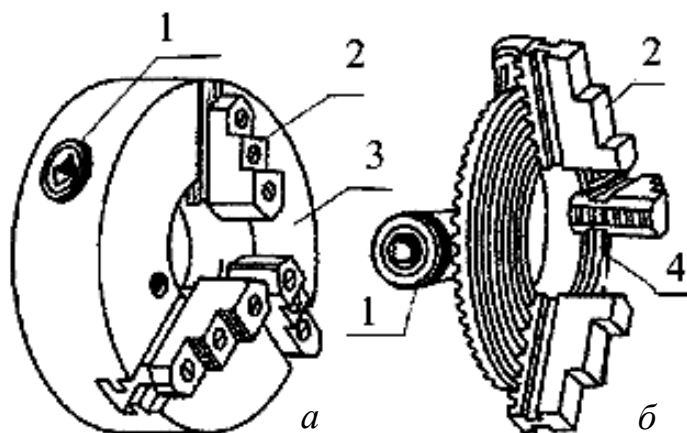


Рис. 6.2. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон:
 а – общий вид; б – рабочие части патрона:
 1 – коническая шестерня; 2 – кулачки;
 3 – корпус; 4 – коническое колесо

Таблица 6.2

Соотношение приложенного момента и силы на кулачке

Момент, Н·м					
Сила, Н					

Измерение прогиба кольца u_1 в местах приложения зажимного усилия производится индикатором, оснащенный специальной лапкой, с точностью до 0,01 мм. Для установки

индикатора в нулевое положение лапка вводится в испытываемое кольцо, находящееся в незакрепленном состоянии. Путем небольшого покачивания патрона находится крайнее положение стрелки индикатора, после чего нулевое деление шкалы совмещается с концом стрелки.

При закреплении кольца в патроне оно прогибается, что регистрируется индикатором. Измерение прогиба кольца для всех усилий производится напротив каждого кулачка, для чего патрон поворачивается в требуемое положение. Схема измерения показана на рис. 6.3. По результатам измерений вычисляется среднее значение прогиба, которое заносится в табл. 6.2.

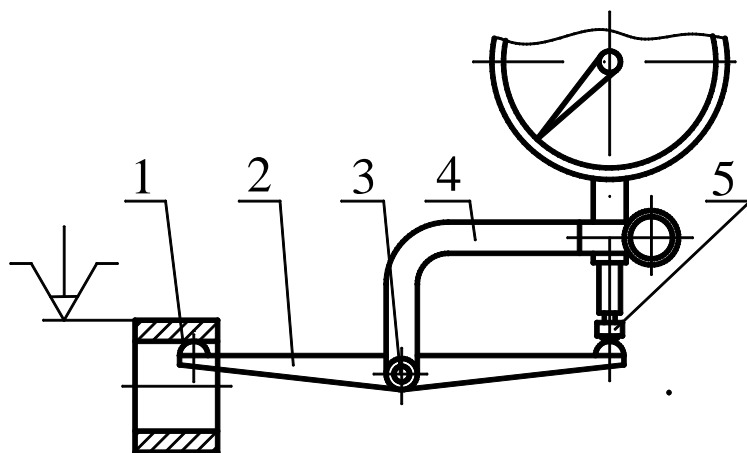


Рис. 6.3. Схема измерения деформации кольца:
1 – сферический наконечник; 2 – рычаг; 3 – ось;
4 – кронштейн; 5 – измерительный стержень

Величина выпучивания измеряется в сечении кольца, расположенном посередине между кулачками.

Относительное расхождение результатов при определении погрешности формы расчетным и экспериментальным путем определяется по формуле

$$\varepsilon = \frac{\Delta_{\phi}^{\circ} - \Delta_{\phi}}{\Delta_{\phi}},$$

где Δ_{ϕ}° – фактическая погрешность формы.

Результаты расчетов заносятся в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Результаты измерений и расчетов

P, Н	Расчетные значения, мм			Экспериментальные значения, мм			ε, %
	y ₁	y ₂	Δ _φ	y ₁ ^о	y ₂ ^о	Δ _φ ^о	

Порядок выполнения работы

1. Получить задание.

2. Рассчитать погрешность формы расточенной поверхности по формуле (6.1). Исходные данные принять согласно варианту задания. Результаты расчета записать в табл. 6.2.

3. Установить кольцевой динамометр в патрон и зажать его с использованием динамометрического ключа. Определить необходимые крутящие моменты для обеспечения усилий, указанных в табл. 6.1 для соответствующего варианта задания, на кулачке, используя тарировочную кривую динамометра. Полученные результаты занести в табл. 6.2.

4. Установить исследуемое кольцо в патрон и подвести кулачки до касания с кольцом. Установить индикатор в нулевое положение.

5. Произвести зажим кольца с использованием динамометрического ключа, прилагая крутящий момент, соответствующий минимальному заданному усилию.

6. Произвести измерение деформации кольца напротив каждого из трех кулачков и в середине между ними. Определить среднее арифметическое значение прогиба и выпучивания. Результаты измерений записать в табл. 6.3.

7. Повторить п. 5 и 6 для всех заданных усилий закрепления.

8. Рассчитать величину относительного расхождения результатов при определении погрешности формы расчетным и экспериментальным путем по формуле (6.2) для всех значений усилий закрепления.

9. Построить график зависимости погрешности формы от усилия закрепления по расчетным и экспериментальным данным.

10. Проанализировать полученные результаты.

11. Составить отчет.

Контрольные вопросы

1. Из каких величин складывается погрешность закрепления кольца в патроне?

2. Как рассчитать эти величины?

3. Какими способами можно исключить или уменьшить погрешности закрепления?

4. Какова методика экспериментального определения погрешности закрепления кольца?

5. Как устанавливается требуемая величина усилия закрепления при выполнении работы?

6. В чем заключается цель и содержание настоящей лабораторной работы?

Литература

1. Лабораторный практикум по курсу «Проектирование приспособлений»: учеб. пособие / В.В. Бабук [и др.]; под общ. ред. В.В. Бабука. – Минск: БПИ, 1979. – 70 с.
2. Васильев, А.С. Основы метрологии и технические измерения: учеб. пособие / А.С. Васильев. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1988. – 240 с.
3. Сакович, А.А. Расчет деформации тонкостенных колец при закреплении в патронах: учеб. пособие / А.А. Сакович, С.И. Романчук, Н.А. Козыревич. – Минск: БГПА, 1995. – 12 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Техника безопасности при выполнении лабораторных работ.....	4
<i>Лабораторная работа № 1</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ДЕТАЛИ НА ПЛОСКОСТЬ И ДВА ПАЛЬЦА.....	6
<i>Лабораторная работа № 2</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ДЕТАЛЕЙ В ЦАНГОВОМ ПАТРОНЕ ..	16
<i>Лабораторная работа № 3</i>	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СБОРКА КОНДУКТОРА ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ УСП С ИССЛЕДОВАНИЕМ ТОЧНОСТИ СВЕРЛЕНИЯ	22
<i>Лабораторная работа № 4</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ	31
<i>Лабораторная работа № 5</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ В ПРИЗМЕ.....	36
<i>Лабораторная работа № 6</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ, ВОЗНИКАЮЩЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕФОРМАЦИИ КОЛЬЦА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛ ЗАЖИМА	45

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

Лабораторный практикум
для студентов специальностей
1-36 01 01 «Технология машиностроения»,
1-53 01 01 «Автоматизация технологических
процессов и производств»,
1-36 01 03 «Технологическое оборудование
машиностроительного производства»,
1-36 01 04 «Оборудование и технологии
высокоэффективных процессов
обработки материалов»

Составители:
САКОВИЧ Александр Аверьянович
ШЕЛЕГ Валерий Константинович
РОМАНЧУК Сергей Иванович и др.

Редактор Т.Н. Микулик
Компьютерная верстка Д.А. Исаева

Подписано в печать 25.03.2011.
Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 3,19. Уч.-изд. л. 2,50. Тираж 200. Заказ 48.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.
ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.
Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.