

621.7
112

2344

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра «Основы машиностроительного производства
и профессиональное обучение»

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ
(ПРАКТИКУМ)
по дисциплине
«Технологическая оснастка»**



Минск 2002

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ

Кафедра «Основы машиностроительного производства
и профессиональное обучение»

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ
(ПРАКТИКУМ)

по дисциплине «Технологическая оснастка»
для студентов специальности П.03.01.00 –
«Профессиональное обучение»

Минск 2002

621.7

УДК 377.5.681.3 (076.5)

112

В методических указаниях приводятся основные данные и параметры, связанные с методикой проведения лабораторных и практических работ по курсу «Технологическая оснастка» традиционными способами, с учетом опыта учебного процесса, а также показаны возможности использования персонального компьютера, значительно облегчающего и ускоряющего обработку экспериментальных данных при проведении лабораторных работ. Использование персонального компьютера позволяет оценить достоверность результатов эксперимента, а также выполнить графические построения, необходимые в работе.

Издание предназначено для студентов машиностроительных специальностей вузов.

Составители:

А.Ф.Горбацевич, В.А.Сметкин, Л.И.Шахрай, О.И.Шахрай

Рецензенты:

проф. И.А.Иванов, доц. И.С.Фролов

© А.Ф.Горбацевич, В.А.Сметкин,
Л.И.Шахрай, О.И.Шахрай,
составление, 2002

Введение

До настоящего времени при изучении дисциплин машиностроительного профиля, таких как «Технология машиностроения», «Конструирование станочных приспособлений», «Технологическая оснастка» и других, недостаточно используется современная вычислительная техника, в том числе персональные компьютеры. С одной стороны, это объясняется тем, что расчеты, выполняемые в указанных курсах, не обуславливают необходимости выполнения сложных математических расчетов, а с другой стороны, что, по-видимому, является главной причиной, отсутствует методическое обеспечение, необходимое для выполнения расчетов и графических построений в приведенных курсах. Тем не менее при выполнении лабораторных и практических занятий, в курсовом и дипломном проектировании очевидна и целесообразна необходимость использования наряду с традиционными методами персональных компьютеров.

В предлагаемых методических указаниях предусматривается применение персонального компьютера при выполнении лабораторных и практических работ по курсу «Технологическая оснастка», во-первых, для расчета статистических характеристик после проведения эксперимента и предварительной обработки его результатов и, во-вторых, для построения графиков распределения, а также для расчета усилия зажима при точении.

Следует также иметь в виду, что использование персональных компьютеров в лабораторных и практических занятиях будет способствовать дальнейшему применению современной вычислительной техники как при изучении других дисциплин, так и при самостоятельной деятельности студентов.

При проведении работ предусматривается применение персонального компьютера, на котором установлен Microsoft Excel из программного пакета Microsoft Office версий 6.0/95 и старше. Microsoft Excel может оперировать арифметическими, логическими, статистическими и другими данными, также имеется возможность представления информации в виде графиков, диаграмм и т.п. Пакет имеет большой набор встроенных функций. Имеется возможность использовать средства высшей математики. Встроенная подсистема машинной графики позволяет построить диаграммы, схемы и чер-

тежи самых различных видов, а также поместить их в созданный документ. Пользовательский интерфейс пакета дает возможность быстро выбрать требуемую функцию, а система контекстной помощи – получить нужную справку.

Вышеперечисленные возможности Microsoft Excel позволяют при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Технологическая оснастка» значительно облегчить расчет статистических характеристик по результатам проведенных экспериментов, построение графиков распределения, расчет усилия зажима.

Кроме того, обеспечение лабораторных работ выполнено в виде самостоятельного программного продукта (для создания обеспечения использован язык программирования высокого уровня Borland Delphi). Для работы необходим предустановленный модуль Borland Database Engine.

Требования по безопасности труда при выполнении лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ необходимо:

1. Каждому студенту пройти инструктаж по технике безопасности труда.
2. Работать только исправным инструментом, приспособлениями и приборами.
3. Гаечные ключи должны соответствовать размерам гаек и болтов и не должны иметь трещин, забоин и заусенцев. Губки ключей должны быть параллельными. Для удлинения ключа запрещается наращивать его контрключами, трубами и т.п.
4. Грани гаек и болтов и их резьба должны быть правильными и несработанными.
5. На рабочем месте поддерживать чистоту и порядок.
6. Соблюдать правила техники безопасности при работе на персональном компьютере.
7. Не производить самостоятельно устранение неполадок электрооборудования (персонального компьютера).
8. Не отвлекаться самому и не отвлекать других посторонними разговорами.
9. Не работать при недостаточном освещении.
10. По окончании работы привести в порядок свое рабочее место, инструмент и приспособления.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ В ТРЕХКУЛАЧКОВОМ И ЦАНГОВОМ ПАТРОНАХ

Целью работы является экспериментальное определение статистических характеристик осевых погрешностей закрепления заготовки в трехкулачковом и цанговом патронах.

При установке заготовок в этих патронах возникают погрешности закрепления в радиальном и осевом направлениях. В данной работе рассматриваются только погрешности, возникшие в осевом направлении.

В трехкулачковом патроне при закреплении заготовки возникновение осевой погрешности является средством перекоса кулачков, контактных деформаций в стыках деталей и упругой деформации – «выпучивания» передней стенки патрона.

На смещение зажатой детали в осевом направлении оказывает также влияние нестабильность усилия зажима. Колебание этих усилий приводит к неравномерности деформации отдельных элементов патрона и кулачков, в том числе и контактных деформаций.

При зажиме заготовки в цанговом патроне на положение заготовки в осевом направлении оказывает влияние усилие зажима цанги, приложенное к зажимной гайке, а также колебание диаметра заготовки.

В связи с тем, что при пользовании ручными средствами зажима не представляется возможность соблюдать одинаковые усилия закрепления, погрешность закрепления, вызываемая колебаниями этих усилий, является величиной случайной.

Описание конструкции приспособления

Выполнение работы предусматривается в специальном приспособлении, схема которого показана на рис. 1.1. Приспособление смонтировано на плите, на которой в стойках установлен шпиндель 1. На резьбовую часть шпинделя навинчивается либо трехкулачковый патрон 2, либо гайка 3, зажимающая цангу 4.

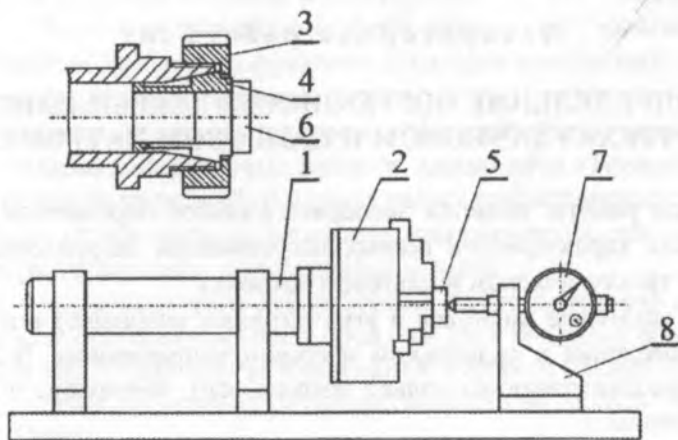


Рис. 1.1. Схема приспособления для определения погрешности закрепления заготовки

Положение заготовок 5 и 6, устанавливаемых соответственно в трехкулачковом патроне или цанге, контролируется индикатором 7, смонтированным в стойке 8.

При переналадке приспособления на определение погрешности закрепления в цанге стойку 8 необходимо передвинуть влево и закрепить в положении, обеспечивающем контакт измерительного наконечника индикатора с заготовкой 6, установленной в цанге.

Порядок выполнения работы

1. Навернуть на шпиндель приспособления трехкулачковый патрон.
2. Установить заготовку в патрон и, не закрепляя ее, плотно прижать буртиком к торцевым поверхностям кулачков, затем зажать.
3. Установить измерительный наконечник индикатора в торец заготовки с натягом 1-2 мм, после чего закрепить индикатор в стойке и установить стрелку индикатора на ноль.
4. Многократно повторить разжим и зажим заготовки (100 раз), при каждой ее повторной установке записывать в протокол показания индикатора, фиксирующего действительную величину погрешности.
5. Обработать результаты замеров по методике, изложенной в лабораторной работе.

6. Обработать результаты замеров с помощью персонального компьютера (прил. 7).

7. Произвести переналадку приспособления на определение погрешности закрепления в цанге.

8. Произвести замеры погрешности закрепления в цанге.

При выполнении замеров как в трехкулачковом, так и в цанговом патронах необходимо заранее составить формы протоколов измерения и таблицы, образцы которых приведены в прил. 1.

После получения статистических характеристик погрешностей закрепления в трехкулачковом и цанговом патронах в выводах о работе следует сделать сопоставление величин этих погрешностей и составить отчет (прил. 1) о работе.

Пример определения погрешности закрепления

Определить погрешность закрепления в трехкулачковом патроне, рассеивание которой подчиняется нормальному закону распределения.

Принимаем объем выборки $n = 100$ измерений.

Протокол измерения исследуемых параметров представлен в табл. 1.1.

Всего имеется 9 различных размеров с учетом крайних значений (наибольшее значение 3 дел., наименьшее значение -5 дел.)

Подсчет частот и статистических характеристик удобно вести в форме табл. 1.2. В первой графе записываются границы интервалов, в которые входят измеренные размеры. Для того чтобы значения размеров не попадали на граничные интервалы, числовые значения границ интервалов целесообразно устанавливать на один знак после запятой больше, чем цена деления принятого измерительного средства.

Например, для значения -4 деления границы интервала устанавливаются от -4,5 до -3,5 дел. (-0,045 до -0,035).

В нашем примере число интервалов невелико и соответствует количеству размеров ряда, т.е. 9.

Если же число размеров в ряду измеряемых параметров значительно больше, чем в нашем примере (например, больше 15), то весь диапазон измеренных размеров целесообразно разбить на ин-

тервалы, в которых будут сгруппированы по 2 и более размеров. Чтобы значение середины интервала имело столько же знаков после запятой, сколько и размеры, входящие в интервал, число этих размеров должно быть нечетным. В этом случае середина интервала будет соответствовать среднему в данном интервале размеру, что в значительной мере упрощает вычисления.

Таблица 1.1

Протокол измерений погрешности закрепления заготовки
в трехкулачковом патроне (показания индикатора 1 дел. = 0,01 мм)

№ п/п	Показание индикатора	№ п/п	Показание индикатора	№ п/п	Показание индикатора	№ п/п	Показание индикатора
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	21	-1	41	-2	61	-2
2	-1	22	1	42	-4	62	0
3	-2	23	-2	43	0	63	-3
4	-4	24	2	44	-1	64	-1
5	-5	25	0	45	0	65	0
6	1	26	-1	46	1	66	-3
7	0	27	-1	47	-2	67	1
8	-1	28	-2	48	1	68	0
9	-2	29	2	49	-1	69	-1
10	-2	30	-1	50	0	70	1
11	-1	31	-3	51	0	71	-1
12	1	32	-4	52	-1	72	2
13	-3	33	0	53	0	73	-2
14	0	34	0	54	-2	74	-2
15	-1	35	-1	55	-3	75	3
16	1	36	-2	56	-1	76	-2
17	-3	37	-3	57	-4	77	2
18	-1	38	1	58	0	78	2
19	-3	39	-1	59	-1	79	0
20	0	40	1	60	-4	80	-1

1	2	3	4	5	6	7	8
81	3	86	-1	91	0	96	0
82	0	87	2	92	1	97	-1
83	-2	88	-2	93	-1	98	-2
84	2	89	-2	94	-2	99	-1
85	-1	90	1	95	-5	100	-2

Вторую графу заполняем, просматривая по порядку протокол измерения (табл. 1.1), и делаем отметку в виде черточек в той строке таблицы, которая соответствует данному размеру. Комбинация из пяти черточек \square означает пять значений размера. Пройдя по порядку все замеры протокола и расставив отвечающее им количество значков, легко подсчитать частоту в каждом интервале.

Таблица 1.2

Подсчет эмпирических и теоретических частот нормального распределения (показания индикатора в 0,01 мм)

Интервал x_i	Подсчет частот	m_i	f_i	y_i	y_i'	$f_i y_i'$	$f_i (y_i')^2$	t	$\Phi(t)$	$F(x)$	f'	f' с окр.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
-5,5...-4,5	L	2	2	-5	-4	-8	32	-2,15	-0,484	0,016	1,6	2
-4,5...-3,5	▣	5	5	-4	-3	-15	45	-1,56	-0,440	0,059	4,3	4
-3,5...-2,5	▣ ▣	8	8	-3	-2	-16	32	-0,97	-0,334	0,166	10,6	11
-2,5...-1,5	▣ ▣ ▣ ▣	19	19	-2	-1	-19	19	-0,38	-0,148	0,351	18,5	19
-1,5...-0,5	▣ ▣ ▣ ▣ ▣	25	25	-1	0	0	0	0,21	0,082	0,581	23,1	23
-0,5...0,5	▣ ▣ ▣ ▣	20	20	0	1	20	20	0,79	0,286	0,786	20,4	20
0,5...1,5	▣ ▣ L	12	12	1	2	24	48	1,39	0,416	0,916	13,0	13
1,5...2,5	▣ L	7	7	2	3	21	63	1,97	0,476	0,976	5,9	6
2,5...3,5	L	2	2	3	4	8	32	2,56	0,495	0,995	1,9	2
	Сумма Σ	100	100			15	291					100

Значения частоты записываются в каждой строке третьей графы.

В четвертой графе фиксируется относительная частота, или частота, размеров в процентах:

$$f_i = (m_i/n) \cdot 100.$$

Пятая графа заполняется значением y_i , соответствующим середине интервала.

В шестой графе записывается вспомогательная величина $y'_i = (y_i - y_0) / h$, где y_0 – новое начало отсчета, за которое обычно принимается середина интервала, имеющего наибольшую частоту. В данном случае $y_0 = -1$; $h = 1$ дел. – величина интервала. Это позволяет в дальнейшем оперировать целыми числами и упрощает вычисления.

В седьмой графе подсчитываются и записываются моменты первого порядка $f_i y'_i$, а в восьмой – момент второго порядка $f_i (y'_i)^2$. Данные по моментам первого и второго порядка суммируются по всем строкам таблицы, и значения сумм записываются внизу соответствующих граф. Располагая этими суммами, можно подсчитать среднее значение по формуле

$$\bar{x} = x_0 + y_0 + h \frac{\sum f_i y'_i}{\sum f_i},$$

если результаты измерений записаны в протоколе в относительных значениях, где x_0 – начало отсчета (в нашем случае $x_0 = 0$).

Среднее квадратичное отклонение определяется по формуле

$$S = h \sqrt{\frac{\sum f_i (y'_i)^2}{\sum f_i} - \left(\frac{\sum f_i y'_i}{\sum f_i} \right)^2}.$$

Для нашего случая

$$\bar{x} = -1 + 1 \cdot 15/100 = -0,85 \text{ дел.} = -0,0085 \text{ мм};$$

$$S = 1 \sqrt{\frac{291}{100} - \left(\frac{15}{100} \right)^2} = 1,69 \text{ дел.} = 0,0169 \text{ мм}.$$

Известно, что поле рассеивания параметра ω , или величина погрешности закрепления, принимается для нормального закона распределения $\omega = \varepsilon_3 = 6S$, что обеспечивает вероятность получения

годных деталей 99,73%. Следовательно, погрешность закрепления $\varepsilon_3 = 6 \cdot 0,0169 = 0,1014 \text{ мм} = 101 \text{ мкм}$. Табличное значение погрешности закрепления заготовки при установке в трехкулачковый патрон составляет 70 мкм [1]. Таким образом, табличное значение погрешности закрепления заготовки превышает расчетное значение. Это может быть вызвано малым количеством выборки.

Далее эмпирическое распределение сопоставляется с теоретическим, которое принято предположительно как нормальное. Эта часть работы включает построение эмпирического полигона распределения в тех же координатах кривой нормального распределения. Координаты для построения полигона распределения имеются в табл. 1.2. По оси абсцисс откладывают в масштабе размеры ряда или значения, соответствующие серединам интервалов, а по оси ординат – частоты для каждого из размеров или середины интервала. Полученные точки на графике соединяют прямыми линиями и таким образом получают ломаную линию или эмпирический полигон распределения (рис. 1.2).

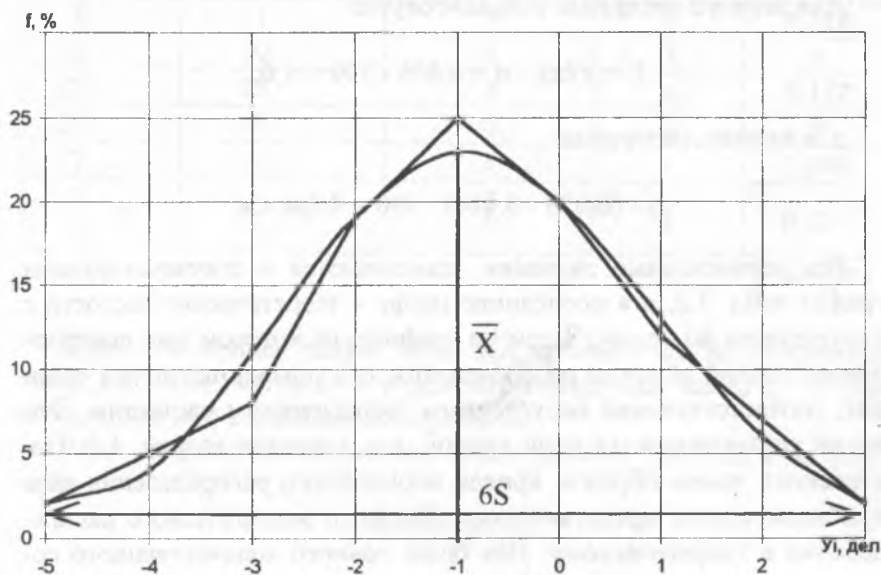


Рис. 1.2. Эмпирический полигон и теоретическая кривая нормального распределения

Для построения на том же графике и в тех же координатах кривой нормального распределения подсчитывают теоретические частоты нормального распределения при помощи функции $\Phi(t)$ путем дальнейшого заполнения граф табл. 1.2.

Значение t вычисляется по формуле

$$t = (x_{\text{нб}} - \bar{x}) / S,$$

где $x_{\text{нб}}$ – наибольшее или верхнее значение данного интервала;

\bar{x} и S – ранее вычисленные среднее значение и среднее квадратичное отклонение.

Затем по найденному t находят значения $\Phi(t)$, а по $\Phi(t)$ для каждого интервала определяют интегральную функцию $F(x) = 0,5 + \Phi(t)$.

По величине $F(x)$ можно рассчитать теоретическую частоту

$$f_i' = (F(x)_i - F(x)_{i-1}) \cdot n.$$

Для первого интервала в нашем случае

$$f_1' = F(x)_1 \cdot n = 0,016 \cdot 100 = 1,6;$$

для второго интервала

$$f_2' = (0,058 - 0,016) \cdot 100 = 4,2 \text{ и т.д.}$$

Все вычисленные значения записываются в соответствующих графах табл. 1.2, а в последнюю графу – теоретические частоты с округлением до целых. Затем на графике, на котором уже построен эмпирический полигон распределения, откладываются точки ординат, соответствующие округленным теоретическим частотам. Эти точки соединяются плавной кривой, как показано на рис. 1.2. Построенная таким образом кривая нормального распределения дает приблизительное представление о близости эмпирического распределения к теоретическому. Для более точного количественного сопоставления эмпирического и теоретического распределения пользуются критериями согласия, например критерием Пирсона, который вычисляется по формуле

$$\chi^2 = \sum_1^m \frac{(f_i - f'_i)^2}{f'_i},$$

где m – число сравниваемых частостей;

f_i – эмпирическая частость i -го интервала;

f'_i – теоретическая частость i -го интервала. Для удобства вычисления χ^2 составляем вспомогательную табл. 1.3.

Таблица 1.3

Вычисление критерия Пирсона

f_i	f'_i	$ f_i - f'_i $	$(f_i - f'_i)^2$	$(f_i - f'_i)^2/f'_i$
2 5 7	2 4 6	1	1	0,166
8	11	3	9	0,818
19	19	0	0	0
25	23	2	4	0,173
20	20	0	0	0
12	13	1	1	0,076
7 2 9	6 2 8	1	1	0,125

$$\chi^2 = 1,358$$

Первая и вторая графы табл. 1.3 заполняются на основании табл. 1.2. Если частости в отдельных интервалах менее 5, то они объединяются с соседними интервалами.

Далее необходимо вычислить число степеней свободы k по формуле

$$k = m - p - 1,$$

где m – число сравниваемых частостей (в нашем примере 7);

p – число параметров теоретического распределения (2).

Для нашего случая $k = 7 - 2 - 1 = 4$.

Для быстрой ориентации при помощи критерия χ^2 можно пользоваться определением величины $A = \frac{|\chi^2 - k|}{\sqrt{2k}}$.

Если $A \geq 3$, то гипотеза о соответствии эмпирического и теоретического распределения и теоретического распределения отвергается, если $A < 3$, то она принимается. В нашем случае $A = \frac{|1,358 - 4|}{\sqrt{8}} = 0,93$, значит, эмпирическое распределение соответствует нормальному закону.

Аналогичным образом производится расчет по определению погрешности закрепления заготовки в цанговом патроне.

Лабораторная работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ЗАГОТОВКИ ПРИ УСТАНОВКЕ В ПРИЗМЕ

Погрешность базирования возникает в тех случаях, когда установочная и измерительная базы при обработке не совпадают. При установке цилиндрических заготовок в призме (рис. 2.1) для обработки, например, фрезерованием лыски в размер L измерительной базой является точка K на поверхности заготовки, а технологической – точка P соприкосновения заготовки с призмой.

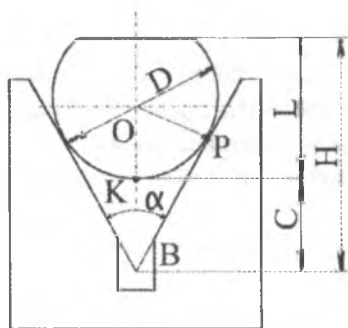


Рис. 2.1. Схема установки заготовки в призме при фрезеровании лыски

Погрешность базирования при установке цилиндрической заготовки в призме может быть определена аналитически и графически для трех точек, лежащих в вертикальной диаметральной плоскости заготовки.

Величина погрешности зависит от допуска на диаметр заготовки и угла призмы. Для призмы с углом 90° погрешность базирования определяется следующим образом (рис. 2.2, а).

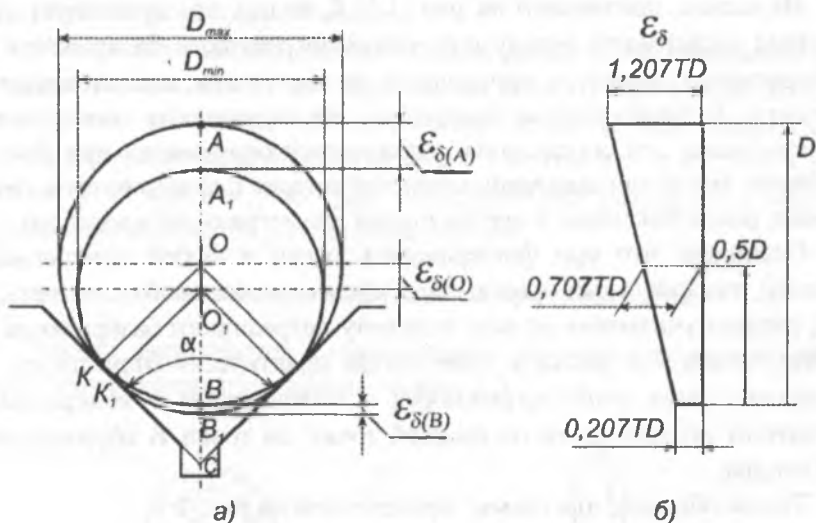


Рис. 2.2. Схема для расчета погрешностей

Для точки А (A_1)

$$\epsilon_{\sigma(A)} = \frac{TD}{2} \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}\right) = \frac{TD}{2} \cdot \left(1 + \frac{1}{0,707}\right) = 1,207TD;$$

для точки О (O_1)

$$\epsilon_{\sigma(A)} = \frac{TD}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{TD}{2 \cdot 0,707} = 0,707TD;$$

и для точки В(В₁)

$$\varepsilon_{\sigma(A)} = \frac{TD}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) = \frac{TD}{2} \cdot \left(\frac{1}{0,707} - 1 \right) = 0,207 TD,$$

где $TD = D_{\max} - D_{\min}$.

Из схемы, показанной на рис. 2.2, б, видно, что существует линейная зависимость между величиной погрешности базирования и прирастания диаметра окружности по вертикали диаметрального сечения. В практическом отношении эта зависимость может быть использована для определения погрешностей базирования при фрезеровании лысок или сверлении отверстий в торце цилиндрической заготовки, расположенных в вертикальной диаметральной плоскости.

Очевидно, что при фрезеровании лыски в любой конкретный размер, так как лыска предполагает сьем определенного слоя металла, следует учитывать не всю величину погрешности базирования в точке А, так как лыска в этом случае практически отсутствует, а какую-то часть этой погрешности в соответствии с конкретным размером по вертикали от нижней точки до точки В образующей цилиндра.

Таким образом, для схемы, приведенной на рис. 2.1:

$$\varepsilon_{\sigma} = (0,207 + K) TD,$$

где $K = \frac{L}{D}$.

Номинальный размер L может быть с достаточной точностью измерен штангенциркулем.

Данная погрешность базирования определена для размера L в соответствии с реальным размером, полученным при фрезеровании лыски. Однако кроме погрешности (допуск) диаметра заготовки существует также погрешность обработки – выполнение размера Н, на который настроен обрабатывающий инструмент. Следовательно, при исследовании погрешности получения размера L суммарная погрешность должна быть определена как

$$\Delta_L = (0,207 + K) TD + \Delta H \quad (2.1)$$

(по методу максимум-минимум)

или

$$\Delta_L = \sqrt{[(0,207 + K) \cdot TD]^2 + \Delta H^2} \quad (2.2)$$

(по методу теории вероятностей).

В нашем случае при обработке задан размер L, т.е. расстояние фрезеруемой плоскости от конструкторской базы на образующей заготовки. Однако положение этой точки в пространстве будет меняться.

Инструмент при обработке будет располагаться на таком расстоянии от призмы, что будет выдерживаться размер Н от обрабатываемой плоскости до вершины призмы.

Описание конструкции и приспособления

Работа выполняется с применением специального приспособления, схема которого показана на рис. 2.3.

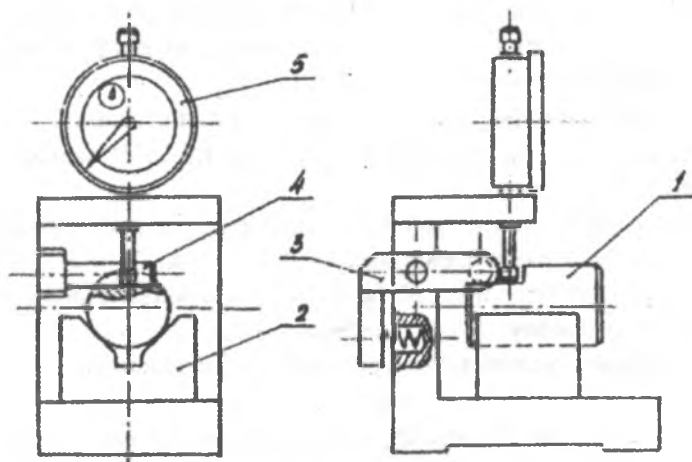


Рис. 2.3. Схема измерительного приспособления

Определение погрешности базирования можно выполнить как непосредственно при фрезеровании партии валиков, так и после обработки всей партии. В данном случае валики заготовлены заранее.

Валики 1 устанавливаются фрезерованными лысками в призме 2 так, чтобы лыска располагалась горизонтально. Это обеспечивается с помощью подпружиненного рычага 3, на конце которого имеется штифт 4, соприкасающийся с фрезерованной лыской контролируемого валика.

При установке валика необходимо обеспечить соприкосновение штифта с лыской по всей его длине. Это достигается поворотом валика вокруг оси.

Индикатор 5 регистрирует отклонения размера H . Таким образом, приспособление, в сущности, предназначено для определения погрешности обработки валиков при фрезеровании на станке.

Порядок выполнения работы

1. Получить от преподавателя партию валиков с отфрезерованными лысками в количестве 25-30 штук.

2. Все валики последовательно установить в приспособлении так, чтобы лыска располагалась горизонтально. При установке первого валика установить измерительный наконечник индикатора на ноль. При установке всех последующих валиков партии фиксировать отклонение индикатора и записывать их в протокол (форма протокола приведена в прил. 2).

3. Произвести измерения размеров D и L для данной партии валиков и записать их значения в тот же протокол. Измерение произвести с помощью микрометра.

4. Обработать результаты измерений по методике, изложенной в данной работе, и получить значения Δ_D , Δ_L и Δ_H .

Полагаем, что распределение всех этих отклонений подчиняется нормальному закону.

5. Проверить соответствие результатов полученных экспериментальных значений по формулам (2.1), (2.2).

6. Составить отчет о работе по форме, приведенной в прил. 2.

Пример определения погрешности базирования

Определить отклонения параметров D , L , Δ_H , рассеивание которых подчиняется нормальному закону распределения.

Принимаем объем выборки $n = 25$ измерений для каждого параметра.

Протокол измерения исследуемых параметров представлен в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Протокол измерений параметров валиков (D и L в мм;
 Δ_H – показания индикатора в 0,01 мм)

№ п/п	Δ_H	D	L	№ п/п	Δ_H	D	L
1	0	34,89	26,86	14	2	34,61	26,96
2	-12	34,32	26,92	15	0	35,21	27,00
3	-8	34,72	26,95	16	1	34,75	27,02
4	-6	34,73	26,98	17	3	34,92	27,05
5	-5	34,80	27,00	18	4	35,00	27,03
6	-1	34,42	27,01	19	5	34,94	26,97
7	1	34,50	27,08	20	-4	34,76	27,04
8	14	34,74	27,12	21	-3	34,82	26,95
9	4	34,62	26,86	22	-2	35,02	27,06
10	7	34,71	26,89	23	-1	35,11	26,96
11	8	34,62	26,90	24	10	34,83	26,99
12	-9	34,71	26,94	25	6	34,90	26,91
13	9	34,52	26,93				

Для значений Δ_H всего имеется 15 различных размеров с учетом крайних значений (наибольшее значение 14 дел., наименьшее значение – 12 дел.).

Подсчет частот и статистических характеристик удобно вести в форме табл. 2.2. В первой графе записываются границы интервалов, в которые входят измеренные размеры. Для того чтобы значения размеров не попадали на граничные интервалы, числовые значения границ интервалов целесообразно устанавливать на один знак после запятой больше, чем цена деления принятого измерительного средства.

Таблица 2.2

Подсчет эмпирических частот нормального распределения
(показания индикатора в 0,01 мм)

Интервал ΔH_i	Подсчет частот	m_i	f_i	y_i	y_i'	$f_i y_i'$	$f_i (y_i')^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
-12,5...-9,5		1	4	-11	-4	-16	64
-9,5...-6,5	└	2	8	-8	-3	-24	72
-6,5...-3,5	┘	3	12	-5	-2	-24	48
-3,5...-0,5	□	4	16	-2	-1	-16	16
-0,5...2,5	▣	5	20	1	0	0	0
2,5...5,5	□	4	16	4	1	16	16
5,5...8,5	┘	3	12	7	2	24	48
8,5...11,5	└	2	8	10	3	24	72
11,5...14,5		1	4	13	4	16	64
	Сумма Σ	25	100			0	400

Если число размеров в ряду измеряемых параметров значительно больше, чем в нашем примере (например, больше 15), то весь диапазон измеренных размеров целесообразно разбить на интервалы, в которых будут сгруппированы по 2 и более размеров. Чтобы значение середины интервала имело столько же знаков после запятой, сколько и размеры, входящие в интервал, число этих размеров должно быть нечетным.

В этом случае середина интервала будет соответствовать среднему в данном интервале размеру, что в значительной мере упрощает вычисления.

Вторую графу заполняем, просматривая по порядку протокол измерения (табл. 2.1), и делаем отметку в виде черточек в той строке таблицы, которая соответствует данному размеру. Комбинация из пяти черточек \square означает пять значений размера. Пройдя по порядку все замеры протокола и расставив отвечающее им количество значков, легко подсчитать частоту в каждом интервале.

Значение частоты записывается в каждой строке третьей графы.

В четвертой графе фиксируется относительная частота, или частота, размеров в процентах:

$$f_i = (m_i/n) \cdot 100.$$

Пятая графа заполняется значением y_i , соответствующим середине интервала.

В шестой графе записывается вспомогательная величина $y'_i = (y_i - y_0)/h$, где y_0 – новое начало отсчета, за которое обычно принимается середина интервала, имеющего наибольшую частоту. В данном случае $y_0 = -1$; $h = 1$ – величина интервала. Это позволяет в дальнейшем оперировать целыми числами и упрощает вычисления.

В седьмой графе подсчитываются и записываются моменты первого порядка $f_i y'_i$, а в восьмой – моменты второго порядка $f_i (y'_i)^2$. Данные по моментам первого и второго порядка суммируются по всем строкам таблицы, и значения сумм записываются внизу соответствующих граф. Располагая этими суммами, можно подсчитать среднее значение по формуле

$$\bar{x} = y_0 + h \frac{\sum f_i y'_i}{\sum f_i},$$

если результаты измерений записаны в протоколе в абсолютных значениях.

Среднее квадратичное отклонение определяется по формуле

$$S = h \sqrt{\frac{\sum f_i (y'_i)^2}{\sum f_i} - \left(\frac{\sum f_i y'_i}{\sum f_i} \right)^2}.$$

Для нашего случая

$$x_H = 1 + 3 \frac{0}{100} = 0,01 \text{ мм};$$

$$S_H = 3 \cdot \sqrt{\frac{400}{100} - \left(\frac{0}{100}\right)^2} = 0,06 \text{ мм}; S_H = \Delta_H.$$

Аналогично производим подсчет среднего значения и среднеквадратичного отклонения для размеров L и D . Подсчет частот и статистических характеристик для данных размеров – см. табл. 2.3 и 2.4.

Таблица 2.3

Подсчет эмпирических частот нормального распределения (мм)

Интервал Δ_{D_i}	Подсчет частот	m_i	f_i	y_i	y_i'	$f_i y_i'$	$f_i (y_i')^2$
34,315...34,415		1	4	34,365	-4	-16	64
34,415...34,515	└	2	8	34,465	-3	-24	72
34,515...34,615	└└	2	8	34,565	-2	-16	32
34,615...34,715	└└└	4	16	34,665	-1	-16	16
34,715...34,815	└└└└	6	24	34,765	0	0	0
34,815...34,915	└└└	4	16	34,865	1	16	16
34,915...35,015	└└└	3	12	34,965	2	24	48
35,015...35,115	└└└	2	8	35,065	3	24	72
35,115...35,215	└└└	1	4	35,165	4	16	64
	Сумма Σ	25	100			8	384

$$x_D = 34,765 + 0,1 \frac{8}{100} = 34,773 \text{ мм};$$

$$S_D = 0,1 \sqrt{\frac{384}{100} - \left(\frac{8}{100}\right)^2} = 0,196 \text{ мм}; S_D = TD.$$

Подсчет эмпирических частот нормального распределения (мм)

Интервал Δ_{L_i}	Подсчет частот	m_i	f_i	y_i	y_i'	$f_i y_i'$	$f_i (y_i')^2$
26,855...26,885	L	2	8	28,870	-3	-24	72
26,885...26,915	L	3	12	26,900	-2	-24	48
26,915...26,945	L	3	12	26,930	-1	-12	12
26,945...26,675	□	5	20	26,960	0	0	0
26,975...27,005	□	4	16	26,990	1	16	16
27,005...27,035	L	3	12	27,020	2	24	48
27,035...27,065	L	3	12	27,050	3	36	108
27,065...27,095		1	4	27,080	4	16	64
27,095...27,125		1	4	27,110	5	20	100
	Сумма Σ	25	100			52	468

$$x_L = 26,960 + 0,03 \frac{52}{100} = 26,976 \text{ мм};$$

$$S_L = 0,03 \sqrt{\frac{468}{100} - \left(\frac{52}{100}\right)^2} = 0,063 \text{ мм}; S_L = \Delta_L.$$

Проводим проверку по формулам (2.1) и (2.2).

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ ЗАЖИМА ПРИ ТОЧЕНИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВКИ В ПАТРОНЕ, ЦАНГЕ И НА ОПРАВКЕ

Усилие зажима заготовки при точении так же, как и при других способах обработки, должно обеспечивать надежное закрепление заготовки. Расчет сил зажима в общем виде сводится к решению задачи статики на равновесие заготовки, находящейся под действием приложенных к ней всех внешних сил, а также моментов, возник-

кающих в результате действия этих сил (сил резания, зажима, массы, инерционных сил, центробежных сил, реакции опор, сил трения).

В данной работе ставится задача сопоставления сил резания и сил зажима с учетом сил трения в местах контакта зажимных элементов и заготовки.

Чтобы обеспечить надежность зажима, силы резания увеличивают на коэффициент запаса, который определяется в зависимости от условий обработки.

Величину сил резания и их моментов определяют из условий обработки по формулам теории резания металлов или пользуясь таблицами из нормативных справочников.

Исходные данные для выполнения работы задаются преподавателем; при этом можно воспользоваться таблицей прил. 3.

Режимы резания назначаем, пользуясь таблицами из справочника [5] или прил. 5.

Подача S выбирается в зависимости от вида точения, обрабатываемого материала, инструмента, глубины резания и требования к качеству обработки (шероховатость поверхности).

Среднее значение стойкости T при одноинструментальной обработке равно 60 мин.

Скорость резания рассчитывается по формуле

$$V = V_{\text{табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где $V_{\text{табл.}}$ выбирается в зависимости от подачи, глубины резания, вида, геометрии и материала режущего инструмента, м/мин;

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты, зависящие соответственно от марки и твердости обрабатываемого материала, группы твердого сплава и стойкости инструмента.

Сила резания P_Z [кН] определяется по формуле

$$P_Z = P_{Z\text{табл.}} \cdot t,$$

где $P_{Z\text{табл.}}$ – главная составляющая силы резания, выбирается в зависимости от вида и твердости обрабатываемого материала и подачи;

t – глубина резания, мм.

Составляющие силы резания P_X и P_Y выбираются в зависимости от геометрии режущего инструмента (переднего угла γ , град), обрабатываемого материала и соотношения этих составляющих с P_Z .

Расчет усилия при обтачивании валика с закреплением в патроне

При обработке валика в патроне величина усилия зажима заготовки зависит от отношения вылета заготовки из патрона l к зажимасмому диаметру заготовки d и от отношения диаметра обработки d_1 к зажимасмому диаметру d .

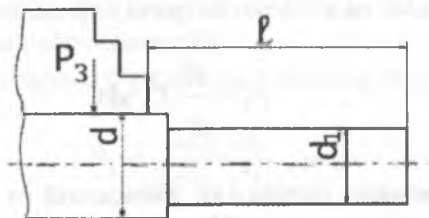


Рис. 3.1. Схема закрепления заготовки в патроне

Чем больше отношение l/d и отношение d_1/d , тем больше должно быть усилие зажима.

При токарной обработке, с достаточной для практических целей точностью, можно полагать, что все составляющие усилия резания сводятся к одной результирующей силе R , стремящейся сдвинуть заготовку вдоль оси и повернуть вокруг нее.

Тогда

$$R = \sqrt{\left(P_Z \frac{d_1}{d}\right)^2 + P_X^2}, \text{ кН.}$$

Влияние радиальной составляющей P_Y вылета заготовки из патрона, а также непрерывные изменения величины и направления действующих сил учитываются введением в расчетную формулу

коэффициента надежности K , величина которого, в зависимости от отношения l/d , выбирается в следующих пределах:

l/d	0,5	1	1,5	2
K	1	1,5	2,5	4

С учетом K расчетная сила R будет равна:

$$R = K \sqrt{\left(P_Z \frac{d_1}{d} \right)^2 + P_X^2}, \text{ кН.}$$

Усилие зажима на кулачки патрона определится по формуле

$$P_3 = \frac{R}{\mu} X, \text{ кН,}$$

где μ – коэффициент сцепления, зависящий от характера опорной поверхности (для гладких – 0,25; для рифленых – 0,3–0,5);

X – количество кулачков.

Расчет усилия зажима при обтачивании заготовки, закрепленной в цанге

Будем считать, что обрабатываемый диаметр незначительно отличается от зажимаемого, т.е. отношение $d_1/d \approx 1$, следовательно, необходимо учитывать только вылет l заготовки из цанги.

Расчет зажимного усилия в данном случае производится по формуле

$$P_3 = \frac{K}{\mu} \sqrt{P_Z^2 + P_X^2 [\text{tg}(\alpha + \Theta) + \mu]^2},$$

где μ – коэффициент сцепления ($\mu = 0,3 \dots 0,5$);

K – коэффициент надежности;

α – половина угла конуса цанги;

Θ – угол трения в цанге ($\Theta = 0,2$).

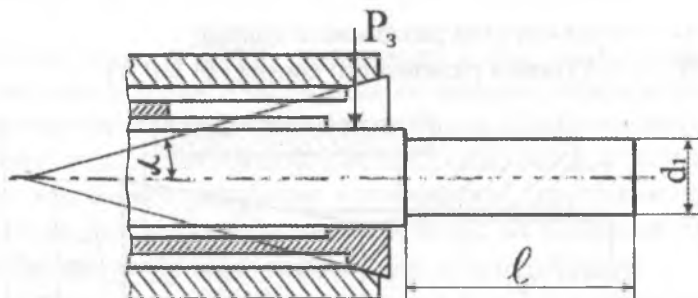


Рис. 3.2. Схема закрепления заготовки в цанге

Расчет усилия зажима при обтачивании втулки, закрепленной на оправке

Усилие зажима рассчитывается:

а) на жесткой оправке с торцевым зажимом по формуле

$$P_3 = \frac{2KP_Z d_1}{(d' + d'')\mu}, \text{ кН,}$$

где K – коэффициент надежности (1,5...2,5);

μ – коэффициент сцепления (0,1...0,15);

d' – наружный диаметр торцевой шайбы, мм;

d'' – диаметр оправки, мм.

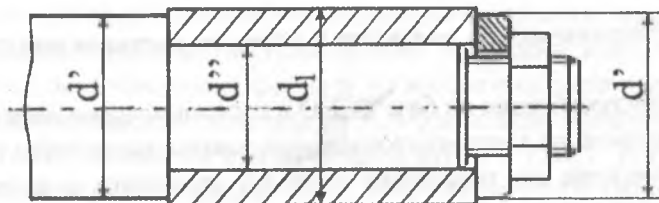


Рис. 3.3. Схема закрепления втулки на жесткой оправке с торцевым зажимом

б) на оправке с разжимной втулкой по формуле

$$P_3 = \frac{KP_Z d_1}{\mu d''} [\text{tg}(\alpha + \Theta) + \mu], \text{ кН,}$$

где α – половина угла разжимного конуса;

Θ – угол трения разжимного конуса ($\Theta = 0,2$).

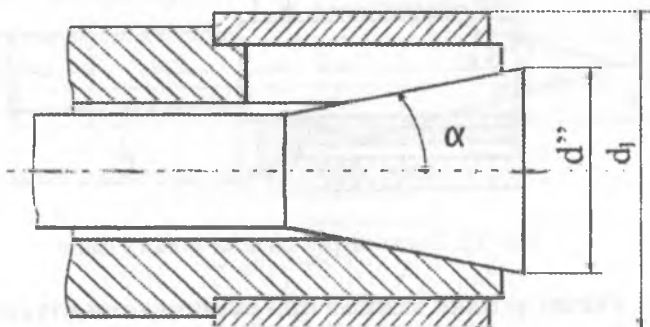


Рис. 3.4. Схема закрепления втулки на цанговой оправке

Лабораторная работа № 4

КОМПОНОВКА УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Целью работы является приобретение первичных навыков сборки приспособления из элементов универсально-сборной переналаживаемой оснастки (УСПО) для обработки на сверлильных, фрезерных и токарных станках.

Методические указания и порядок выполнения работы

Приспособления на базе УСПО в настоящее время находят широкое применение на машиностроительных заводах единичного и серийного производства для оснащения основной продукции, а на заводах массового производства – для опытной продукции и мелких серий.

С помощью УСПО охватываются все виды производства и все технологические операции, как то: сверлильные, токарные, строгальные, долбежные, фрезерные, шлифовальные, контрольные, сборочно-сварочные и др. при обработке на всех видах технологического оборудования.

Сущность системы УСПО заключается в том, что из стандартных элементов и узлов в различных сочетаниях собираются приспособления для всех видов обработки. После обработки необходимой партии деталей эти приспособления разбираются, а элементы и узлы без какой-либо доработки применяются для сборки других приспособлений. Приспособления, собранные из элементов УСПО, обладают всеми качествами специальных приспособлений.

Сборка компоновок УСПО занимает от 1,5 до 5 ч. Система УСПО позволяет заменить до 80% специальной оснастки.

Существует три основных вида комплектов УСПО:

УСП-8 – малогабаритный с пазом 8 мм;

УСП-12 – средний с пазом 12 мм;

УСП-16 – крупногабаритный с пазом 16 мм.

Кроме того, разработаны и применяются комплекты УСП контрольно-измерительные, штампы, сварочные и др.

В настоящее время на все элементы комплектов УСП-8; УСП-12 и УСП-16 введены ГОСТы.

Важнейшее требование, предъявляемое к элементам УСПО, – способность в течение длительного времени выдерживать многократные сборки, сохраняя геометрические формы и размеры.

В лабораторной работе предусматривается сборка с помощью деталей комплекта УСП-8 приспособлений для обработки на сверлильных, фрезерных и токарных станках.

Порядок выполнения работы следующий.

1. Получить от преподавателя в качестве задания деталь с указанием размеров и вида обработки (чертежи деталей приведены в прил. 6).

2. На листе миллиметровки формата А2 изобразить эскиз детали и дать схему базирования и закрепления с обозначением элементов по ГОСТ 3.1107-73, используя примеры приложения к ГОСТ 21495-76. Эскиз разрешается выполнять от руки, приблизительно выдерживая размеры детали. Обработываемые поверхности следует выделить жирными линиями.

3. Выбрать последовательно для данного случая из комплекта УСП-8:

- установочные или опорные элементы;
- устройства, координирующие положение инструмента;
- зажимные элементы;

- основание приспособления;
 - промежуточные и крепежные детали.
4. Собрать приспособление.
 5. Произвести контрольный замер правильности сборки с целью обеспечения заданных размеров.
 6. Зарисовать компоновку УСП.
 7. Произвести расчет погрешности базирования в приспособлении.

Пример. Скомпоновать кондуктор для сверления отверстия в торце детали (лист 2 прил. 5) с размерами:

$$D = 48 \text{ мм};$$

$$L = 80 \text{ мм};$$

$$l = 45 \text{ мм};$$

$$d_1 = 20_{-0,05} \text{ мм};$$

$$d_2 = 5 \text{ мм};$$

$$a = 12 \text{ мм}.$$

Схема базирования детали показана на рис. 4.1.

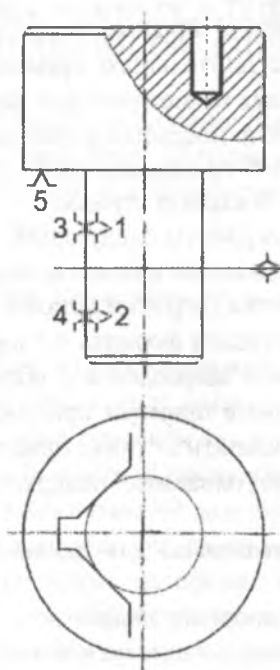


Рис. 4.1. Эскиз детали со схемой базирования

Для данного случая наиболее целесообразной является установка детали в призме таким образом, чтобы ось детали и ось отверстия, которое нужно сверлить, совпадали бы с осью симметрии призмы.

Выбираем из комплекта УСП-8 элементы компоновки приспособления и наносим на эскизе детали.

Следует заметить, что компоновка приспособления из УСПО может быть решена многовариантно. Наилучшим следует считать вариант, обеспечивающий выполнение данной технологической задачи с наименьшим количеством деталей, составляющих компоновку.

Для нашей задачи могут быть использованы следующие основные детали.

- | | |
|--|-------|
| 1. Плита прямоугольная облегченная 7081-0393 150x60x20 | 1 шт; |
| 2. Угольник базовый 7080-0311 90x60x120 | 1 шт; |
| 3. Призма опорная 7033-0551: 22,5x30x30; 90 | 1 шт; |
| 4. Планка Г-образная передвижная 7050-0268 98x22,5x15;12 | 1 шт; |
| 5. Опора квадратная 7033-0291 30x30x30 | 1 шт; |
| 6. Винт с шаровой головкой 7006-4309 M8x30: 8 | 1 шт; |
| 7. Шпилька 7009-0762 M8x40 | 1 шт; |
| 8. Гайка шестигранная удлиненная 7003-0391 M8x11; 14 | 1 шт. |

Собираем компоновку согласно схеме, показанной на рис. 4.2. На схеме не показаны крепежные детали.

В производственных условиях обычно компоновочный чертеж не делается, сборка приспособления производится на основании чертежа детали или операционного эскиза.

Точность сборки приспособления в данном случае определяется допуском на размер 12, т.е. $\pm 0,1$ мм. Следовательно, необходимо расположить кондукторную втулку таким образом, чтобы, во-первых, ось ее совпала бы с осью симметрии призмы и, во-вторых, выдерживался бы размер $12 \pm 0,1$.

Как правило, погрешность изготовления и сборки приспособления по размеру, который необходимо обеспечить обработкой, должна быть в 2-3 раза меньше погрешности размера обрабатываемой в приспособлении детали, т.е. необходимо, чтобы в нашем кондукторе размер 12 обеспечивался с точностью $\pm(0,03 \dots 0,05)$.

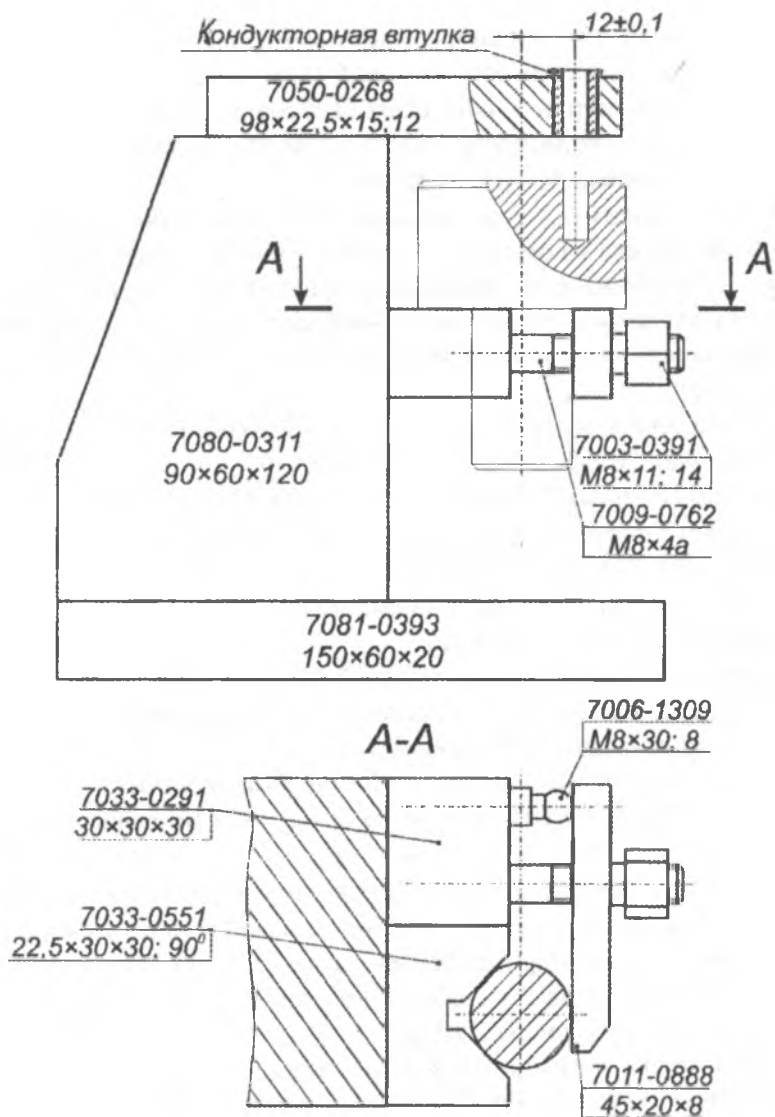


Рис. 4.2. Схема компоновки кондуктора

С помощью универсальных измерительных средств установку положения передвижной планки 7050-0268 с кондукторной втулкой можно выполнить по схеме, показанной на рис. 4.3. При этом перед закре-

плением планки с кондукторной втулкой необходимо выдержать размер b с двух сторон между контрольным валиком, плотно вставленным в кондукторную втулку, и рабочими поверхностями призмы.

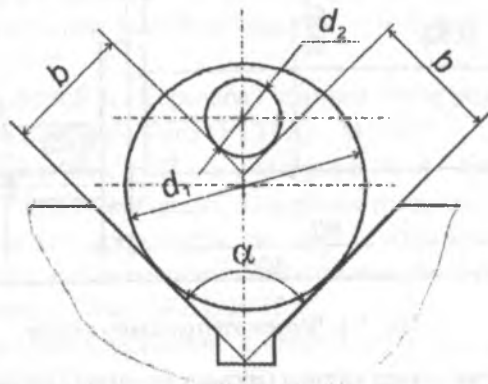


Рис. 4.3. Схема замера правильности установки планки с кондукторной втулкой

Размер b подсчитывается по формуле

$$b = \frac{d_1}{2} + a \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) - \frac{d_2}{2},$$

где d_1 и d_2 – номинальные значения диаметров детали и контрольного валика;

a – заданное межцентровое расстояние (12);

α – угол призмы.

Для нашего примера

$$b = \frac{20}{2} + 12 \sin 45^\circ - \frac{5}{2} = 15,98 \text{ мм.}$$

Установка передвижной планки с кондукторной втулкой для достижения размера b может быть выполнена с помощью плоскопараллельных концевых мер длины, из которых собирается блок соответствующего размера.

В производственных условиях можно также изготовить контрольный валик, показанный на рис. 4.4.

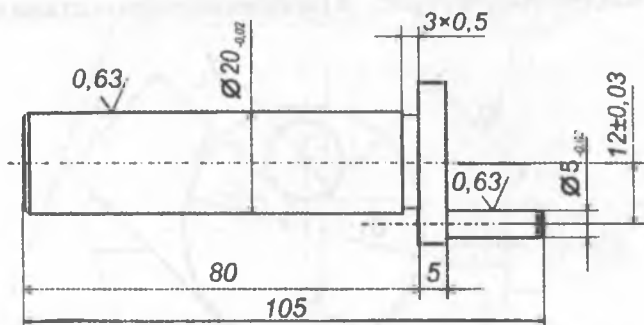


Рис. 4.4. Чертеж контрольного валика

В этом случае конец валика (размер 5 мм) нужно вставить в кондукторную втулку, а $\varnothing 20$ прижать с помощью прихвата к призме, чтобы передвижная планка заняла положение, показанное на рис. 4.2. После этого необходимо зафиксировать положение планки.

Расчет погрешности базирования в приспособлении, т.к. установочная и измерительная базы не совпадают, ведется по формуле

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{\delta_D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}},$$

где δ_D – допуск на диаметр, по которому заготовка устанавливается в призме.

В нашем случае $\delta_D = 0,05$; $\alpha = 90^\circ$.

$$\text{Тогда } \varepsilon_{\delta} = \frac{0,05}{2 \sin 45^\circ} = 0,042 \text{ мм.}$$

С учетом погрешности изготовления и сборки приспособления полагаем $\varepsilon_{\text{пр}} = 0,05$, суммарная погрешность обработки определяется исходя из неопределенного положения векторов составляющих по правилу их геометрического сложения:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \sqrt{0,05^2 + 0,042^2} = 0,066 \text{ мм.}$$

Литература

1. Горбачевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – 4-е. изд. – Мн.: Выш. школа, 1983. – 256 с.
2. Каталог деталей и сборочных единиц универсально-сборных приспособлений с пазами 8 мм (УСП-8).- М.,1975.
3. Кузнецов В. С., Пономарев В. А. Система универсально-сборных приспособлений в машиностроении. – М., 1964.
4. Лабораторный практикум по курсу «Технология машиностроения». Раздел 1. Технологические основы обеспечения качества в машиностроении. – Мн.: БПИ, 1977.
5. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. А.Д. Корчмкина. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
6. Скарган В. А., Амосов И. С., Смирнов А. А. Лабораторные работы по технологии машиностроения. – Л., 1974.
7. Ящерицын П. И., Горбачевич А. Ф. Применение вычислительной техники в лабораторных работах по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. школа, 1978.

ОТЧЕТ
по лабораторной работе «Определение погрешности
закрепления в трехулачковом и цанговом патронах»

1. Определение погрешности закрепления заготовки в трехулачковом патроне.

Таблица П 1.1

Протокол измерения погрешности

№ п/п	Показание индикатора	№ п/п	Показание индикатора	№ п/п	Показание индикатора	№ п/п	Показание индикатора

Таблица П 1.2

Подсчет эмпирических и теоретических частот нормального распределения (показания индикатора в 0,01 мм)

Интервал x_i	Подсчет частот	m_i	f_i	y_i	y_i'	$f y_i'$	$f_i (y_i')^2$	t	$\Phi(t)$	$F(x)$	f'	f' с окр.

Среднее значение \bar{x} мм;

Среднее квадратичное отклонение S мм;

Величина погрешности закрепления мм.

Построение эмпирического полигона и теоретической кривой нормального распределения.

Вычисление критерия Пирсона

f_i	f_i'	$ f_i - f_i' $	$(f_i - f_i')^2$	$(f_i - f_i')^2/f_i'$

Критерий Пирсона

Проверка гипотезы о соответствии закону нормального распределения (вычисление параметра A).

2. Определение погрешности закрепления заготовки в цанговом патроне.

Произвести расчеты аналогично пункту 1.

Выводы по лабораторной работе.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ОТЧЕТ

по лабораторной работе «Определение погрешности базирования заготовки при установке в призме»

Таблица П 2.1

Протокол измерений параметров валиков (D и L в мм,
 Δ_{H_i} – показания индикатора в 0,01 мм)

№ п/п	Δ_{H_i}	D	L	№ п/п	Δ_{H_i}	D	L

Таблица П 2.2

Подсчет эмпирических частот нормального распределения
для Δ_{H_i} (показания индикатора в 0,01 мм)

Интервал Δ_{H_i}	Подсчет частот	m_i	f_i	y_i	y_i'	$f_i y_i'$	$f_i (y_i')^2$

Среднее значение \bar{x} мм;

Среднее квадратичное отклонение S мм.

Таблица П 2.3

Подсчет эмпирических частот нормального распределения
для D (мм)

Интервал Δ_{D_i}	Подсчет частот	m_i	f_i	y_i	y_i'	$f_i y_i'$	$F_i (y_i')^2$

Среднее значение \bar{x} мм;

Среднее квадратичное отклонение S мм.

Таблица П 2.4

Подсчет эмпирических частот нормального распределения
для L (мм)

Интервал Δ_{L_i}	Подсчет частот	m_i	f_i	y_i	y_i'	$f_i y_i'$	$F_i (y_i')^2$

Среднее значение \bar{x} мм;

Среднее квадратичное отклонение S мм.

Проверка и выводы по лабораторной работе.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

для лабораторной работы «Определение усилий зажима при точении в зависимости от способа закрепления заготовки в патроне, цанге и на оправке»

d , мм	50	60	65	70	80	85	90	100
d_1 , мм	35	40	45	55	65	65	70	
d' , мм	32	38	42	50	60	60	65	
d'' , мм	25	28	32	36	38	40	45	50
l , мм	20	25	35	40	50	65	75	90
Вид точения	черновое				чистовое			
t , мм	0,5	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0
Шероховатость Ra , мкм	6,3		3,2			2,5		
Материал заготовки	Сталь 45	Сталь 40Х	СЧ 15	СЧ 30				
Твердость обрабатываемого материала, НВ	сталь	128-174	179-229	229-269	277-321			
	чугун	120-150	160-200	220-260	250-300			
Материал режущей части инструмента	T5K10	T15K6	T30K40	ВК8	P18			
Радиус при вершине резца, мм	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4			
φ , град	45		60	75	90			
γ , град	-10	-5	0	5	10			
α , град	15	18	20	22	25			
Θ , град	8	9	10	11	12			
Количество кулачков	3				4			

ОТЧЕТ

по лабораторной работе «Определение усилий зажима
при точении в зависимости от способа закрепления
заготовки в патроне, цанге и на оправке»

Исходные данные

d , мм	
d_1 , мм	
d' , мм	
d'' , мм	
l , мм	
Вид точения	
t , мм	
Шероховатость Ra , мкм	
Материал заготовки	
Твердость обрабатываемого материала, НВ	
Материал режущей части инструмента	
Радиус при вершине резца, мм	
φ , град	
γ , град	
α , град	
\ominus , град	
Количество кулачков	

1. Расчет составляющих сил резания

$$V_{\text{табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \text{ м/мин.}$$

$$V_{\text{табл.}} \quad \boxed{} \quad \text{м/мин;}$$

$$K_1 \quad \boxed{}$$

$$K_2 \quad \boxed{}$$

$$K_3 \quad \boxed{}$$

$$V = \boxed{} \quad \text{м/мин.}$$

$$P_Z = P_{Z\text{табл.}} \cdot t.$$

$$P_{Z\text{табл.}} \quad \boxed{} \quad \text{кН;}$$

$$t \quad \boxed{} \quad \text{мм;}$$

$$P_Z \quad \boxed{} \quad \text{кН.}$$

$$\text{Отношение } P_X/P_Z \quad \boxed{}$$

$$P_X \quad \boxed{} \quad \text{кН.}$$

2. Расчет усилия при обтачивании валика с закреплением в патроне

$$P_3 = \frac{KX}{\mu} \sqrt{\left(P_Z \frac{d_1}{d}\right)^2 + P_X^2}.$$

$$\frac{l}{d} \quad \boxed{}$$

$$K \quad \boxed{}$$

$$X \quad \boxed{} \text{ шт.}$$

$$\mu \quad \boxed{}$$

$$P_3 \quad \boxed{} \text{ кН.}$$

3. Расчет усилия зажима при обтачивании заготовки, закрепленной в цанге:

$$P_3 = \frac{K}{\mu} \sqrt{P_Z^2 + P_X^2 [\operatorname{tg}(\alpha + \Theta) + \mu]^2}, \text{ кН.}$$

$$\mu \quad \boxed{}$$

$$\alpha \quad \boxed{}^\circ$$

$$\Theta \quad \boxed{}^\circ$$

$$P_3 \quad \boxed{} \text{ кН.}$$

4. Расчет усилия зажима при обтачивании втулки, закрепленной на оправке:

а) на жесткой оправке с торцевым зажимом

$$P_3 = \frac{2KP_Z d_1}{(d' + d'')\mu}, \text{ кН.}$$

K μ P_3 кН.

б) на оправке с разжимной втулкой

$$P_3 = \frac{KP_Z d_1}{\mu d^n} [\operatorname{tg}(\alpha + \Theta) + \mu], \text{ кН.}$$

K α ° Θ ° P_3 кН.

Выводы по лабораторной работе.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица П 5.1

Подача на оборот S_0 при черновом точении проходными, подрезными и расточными резцами

Типы резцов	Значение S_0 , мм/об, при обработке стали и чугуна
1	2
Резцы, оснащенные пластинами из твердых сплавов (кроме круглых), при работе с глубиной резания:	

1	2
2-4 мм	0,3-0,6
3-8 мм	0,4-0,8
Твердосплавные круглой формы	0,5-1
Резцы с СМП из твердых сплавов с износостойким покрытием	0,25-0,5
Резцы с СМП из режущей керамики	0,2-0,4

Таблица П 5.2

Подача на оборот S_0 при чистовом точении проходными, подрезными и расточными резцами, мм/об

Шероховатость поверхности Ra , мкм	Радиус r при вершине резца, мм		
	0,5	1,0	2,0
6,3	0,3-0,5	0,45-0,6	0,55-0,7
3,2	0,18-0,25	0,25-0,3	0,3-0,4
2,5	0,1-0,11	0,11-0,16	0,15-0,25

Таблица П 5.3

Скорость резания $V_{\text{табл.}}$ при обработке стали проходными, подрезными и расточными резцами

Значение S_0 , мм/об	Значение $V_{\text{табл.}}$, м/мин, при точении резцами								Из режущей керамики с $t=1-4$ мм и $\varphi=45-90^\circ$
	твердосплавными							круглыми с $t < 2$ мм и $d=10-20$ мм	
	с СМП и напайными								
	$t \leq 1$ мм		$t = 2 - 4$ мм		$t = 5 - 6$ мм				
$\varphi=45-90^\circ$	$\varphi=45^\circ$	$\varphi=60^\circ$	$\varphi=90^\circ$	$\varphi=45^\circ$	$\varphi=60^\circ$	$\varphi=90^\circ$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
До 0,2	220	205	205	195	205	195	175	235	380-440
0,3	205	190	175	165	180	175	145	215	280-320
0,4	190	175	165	160	165	160	135	200	230-260
0,5	180	160	150	150	150	140	125	190	-
0,6	175	150	145	140	140	135	120	180	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,8	165	140	135	130	125	120	105	165	–
1,0	–	–	–	–	–	–	–	145	–
1,5	–	–	–	–	–	–	–	135	–
2,0	–	–	–	–	–	–	–	120	–

Таблица П 5.4

Коэффициент K_1

Марка обрабатываемой стали	Значение K_1 при твердости НВ			
	128-174	179-229	229-269	277-321
10, 15, 20, 25	1,25	1,15	–	–
30, 35, 40, 45, 50	1,15	1,0	0,9	0,85
60, 65, 70, 60Г, 65Г, 70Г	–	1,0	0,85	0,85
15Х, 20Х	1,25	1,1	0,95	0,85
30Х, 35Х, 40Х, 45Х, 30ХМ, 38ХМА, 42ХМФА	–	1,0	0,9	0,8
15Г, 20Г, 25Г	1,2	1,15	1,05	–
30Г, 35Г2, 40Г, 45Г2, 50Г	1,1	1,0	0,9	0,9
16ХГ, 18ХГ, 18ХГМ, 18ХГТ, 20ХГР, 25ХГТ	1,2	1,1	0,95	0,85
30ХГТ, 35ХГ2, 40ХГР, 40ХГТР, 40ХФА, 50ХФА	–	0,95	0,85	0,8
15ХМ, 20ХМ, 20Х2М4А	1,2	1,1	0,95	0,85
20ХН, 12ХН3А, 20ХН, 20ХН3А, 12Х2Н4А, 20Х2Н4А	1,15	1,05	0,95	0,85
30ХГСА, 35ХГСА, 35Х2ГСВА	–	0,85	0,8	0,75
14ХГН, 15ХГН, 19ХГН, 20ХГНР, 15ХГН2ТА, 15ХГНМ	1,1	1,0	0,95	0,85

Таблица П 5.5

Коэффициент K_2

Группа твердого сплава	P10	P20	P20C	P30	P30C	P40
Значение K_2	1	0,8	1	0,65	0,85	0,5

Таблица П 5.6

Коэффициент K_3

Значение K_1	Значение K_3 при стойкости T_R в мин					
	До 15	30	45	60	120	180
1,5-1,2	1,6	1,3	1,12	1	0,75	0,6
1,15-0,85	1,4	1,2	1,08	1	0,78	0,65
До 0,8	1,3	1,15	1,06	1	0,8	0,7

Таблица П 5.7

Скорость резания $V_{\text{табл}}$ при обработке чугуна проходными, подрезными и расточными резцами

Значение S_{ϕ} , мм/об	Значение $V_{\text{табл}}$, м/мин, при точении резцами								
	твердосплавными								Из режущей керамики с $t=1-4$ мм и $\phi=45-90^\circ$
	с СМII и напайными							круглыми с $t < 2$ мм и $d=10-20$ мм	
	$t \leq 1$ мм	$t = 2 - 4$ мм			$t = 5 - 6$ мм				
$\phi=45-90^\circ$	$\phi=45^\circ$	$\phi=60^\circ$	$\phi=90^\circ$	$\phi=45^\circ$	$\phi=60^\circ$	$\phi=90^\circ$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
До 0,2	130	120	115	110	120	110	100	140	380-440
0,3	120	105	100	98	105	94	85	125	280-320
0,4	115	98	94	90	90	85	77	120	230-260
0,5	105	91	88	85	85	79	71	110	-
0,6	100	88	83	79	79	73	66	105	-
0,8	98	80	76	73	73	86	59	98	-
1,0	-	-	-	-	-	-	-	87	-
1,5	-	-	-	-	-	-	-	76	-
2,0	-	-	-	-	-	-	-	70	-

Таблица П 5.8

Коэффициент K_1

Обрабатываемые чугуны			Значение K_1
Вид	Марка	Твердость HB	
Серый	СЧ10, СЧ15	120-150	1,6
	СЧ20, СЧ21	160-200	1,2
	СЧ24, СЧ25	190-220	1,0
	СЧ30	220-260	0,8
	СЧ35	250-300	0,45

Таблица П 5.9

Коэффициент K_2

Группа твердого сплава	K05	K10	K20	K20C	K30	K30C	P30C
Значение K_2	1,1	0,9	0,75	1,0	0,65	0,85	0,85

Таблица П 5.10

Коэффициент K_3

Значение K_1	Значение K_3 при стойкости T_p в мин							
	До 15	30	45	60	90	120	240	360
1,9-1,7	1,90	1,5	1,3	1,16	1	0,90	0,65	0,50
1,5-1,2	1,63	1,40	1,25	1,15	1	0,9	0,70	0,55
1,0-0,85	1,44	1,25	1,20	1,12	1	0,9	0,70	0,60
0,7-0,4	1,3	1,20	1,15	1,11	1	0,95	0,75	–

Таблица П 5.11

Сила резания P_Z ТАБЛ

Обрабатываемый материал		Значение P_Z ТАБЛ, кН, при $t = 1$ мм и подаче S_0 в мм/об											
Вид	Твердость, НВ	0,06	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
Конструкционные стали	До 200	0,22	0,26	0,30	0,36	0,44	0,53	0,7	0,88	1,05	1,25	1,50	1,75
	230	0,23	0,27	0,32	0,38	0,46	0,56	0,74	0,92	1,1	1,3	1,55	1,85
	270	0,24	0,28	0,33	0,40	0,48	0,59	0,78	0,87	1,15	1,35	1,65	1,95
	300	0,26	0,30	0,36	0,43	0,51	0,63	0,83	1,05	1,25	1,45	1,75	2,05
Серый, ковкий и высокопрочный чугуны	160	0,13	0,15	0,18	0,21	0,26	0,32	0,41	0,52	0,62	0,73	0,87	1,05
	190	0,15	0,18	0,21	0,25	0,32	0,37	0,48	0,60	0,71	0,85	1,05	1,20
	220	0,17	0,20	0,24	0,28	0,34	0,42	0,55	0,69	0,82	0,97	1,15	1,40
	270	0,19	0,23	0,27	0,32	0,39	0,46	0,63	0,78	0,93	1,1	1,30	1,55
	300	0,21	0,24	0,29	0,34	0,42	0,50	0,67	0,83	1,0	1,15	1,40	1,65

Таблица П 5.12

Соотношение составляющих сил резания P_Y и P_X к P_Z

Передний угол γ , град	Точение сталей		Точение чугунов	
	P_Y/P_Z	P_X/P_Z	P_Y/P_Z	P_X/P_Z
5 – 10	0,3-0,4	0,6-0,7	0,5-0,6	0,75-0,8
(-5) – (-10)	0,7-0,8	0,8-1,0	0,75-0,85	1,0-1,2

Таблица П 5.13

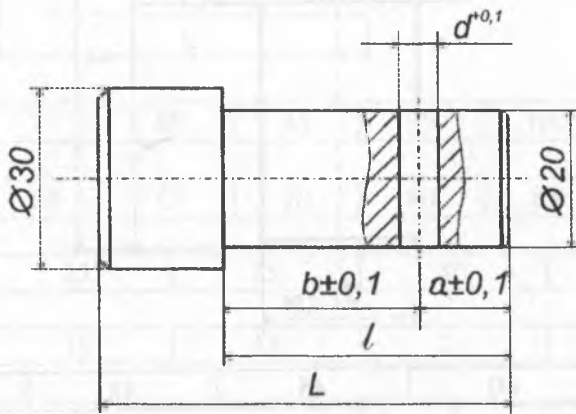
Группы твердого сплава при точении стали

Группа твердого сплава	P10	P20	P20C	P30	P30C	P40
Марка материала	T15K6	T14K8	MC2215	T5K10	MC1465	TT7K12

Группы твердого сплава при точении чугуна

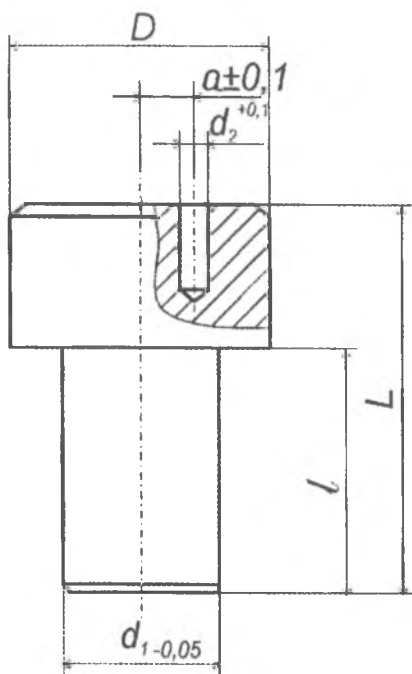
Группа твердого сплава	K05	K10	K20	K20С	K30	K30С
Марка материала	ВК60М	ВК6М	ВК6	ВП3115	ВК8	ВП3325

ПРИЛОЖЕНИЕ 6



L	75	80	85	90	100	120
l	50	52	56	60	65	70
a	15	20	24	28	36	
b	25	35	38	40	42	48
d	3	4	5	6		

1. Сверлить отв. d , выдержав размер a .
2. Сверлить отв. d , выдержав размер b .



D	40	45	48	55
-----	----	----	----	----

L	65	70	80	90
-----	----	----	----	----

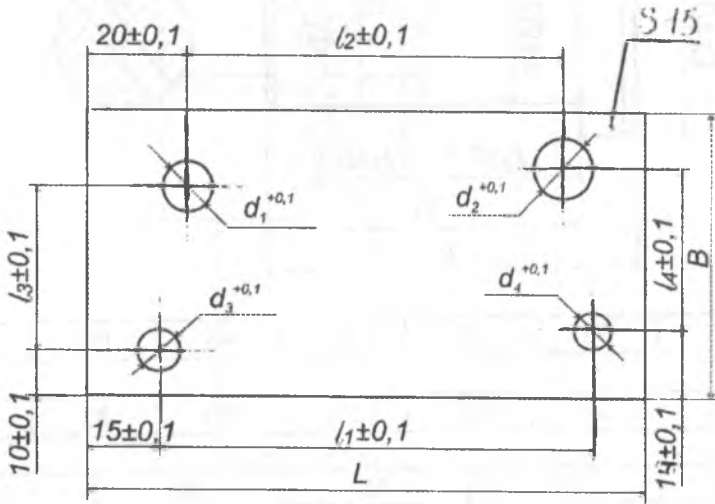
l	40	45	50	55	60	62
-----	----	----	----	----	----	----

d_1	15	18	20	22
-------	----	----	----	----

d_2	4	5	6	8
-------	---	---	---	---

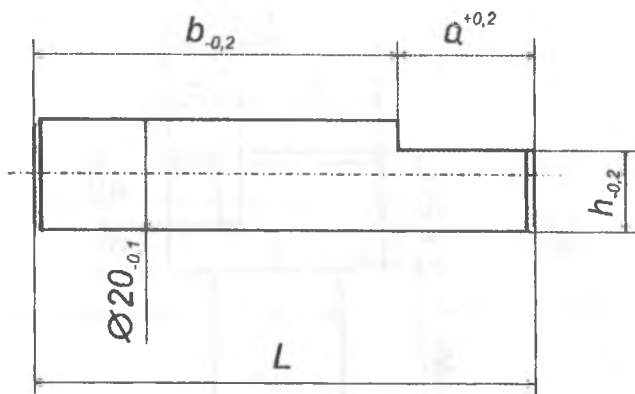
a	10	12	15	18	20	21
-----	----	----	----	----	----	----

Сверлить отв. d , выдержав размер a .



L	B	l_1	l_2	l_3	l_4	d_1	d_2	d_3	d_4
100	55								
		80	85	30	35	6	8	5	7
120	60	95	90	33	38	7	9	6	8
130	65	100	95	38	42	8	10	7	9
135	75								
140	80	110	105	42	48	9	11	8	10

Сверлить отв. d_1 , d_2 , d_3 и d_4 , выдержав размеры l_1 , l_2 , l_3 и l_4 .



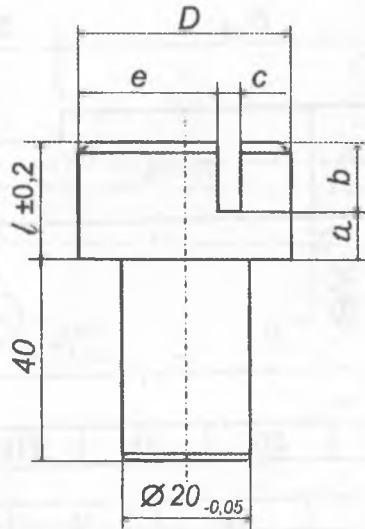
L	70	80	95	110	115	130
-----	----	----	----	-----	-----	-----

a	20	22	25	30	35
-----	----	----	----	----	----

b	60	65	72	78	84	96
-----	----	----	----	----	----	----

h	13	14	16	18	15	12
-----	----	----	----	----	----	----

1. Фрезеровать лыску в размер h , выдержав размер a .
2. Фрезеровать лыску в размер h , выдержав размер b .



D	30	32	38	40	45	47
-----	----	----	----	----	----	----

l	15	18	20	22	25
-----	----	----	----	----	----

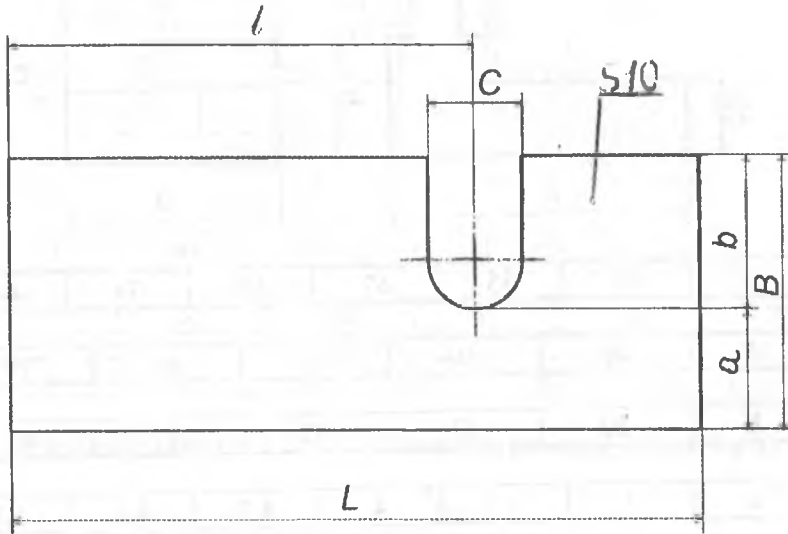
a	4	5	6	8	10
-----	---	---	---	---	----

b	10	12	15	18	20
-----	----	----	----	----	----

c	5	6	8	10
-----	---	---	---	----

e	20	22	25	30	32	35
-----	----	----	----	----	----	----

1. Фрезеровать паз шириной c , выдержав размеры e и b .
2. Фрезеровать паз шириной c , выдержав размеры e и a .



L	80	90	100	105	115	130
-----	----	----	-----	-----	-----	-----

B	35	40	45	50	60
-----	----	----	----	----	----

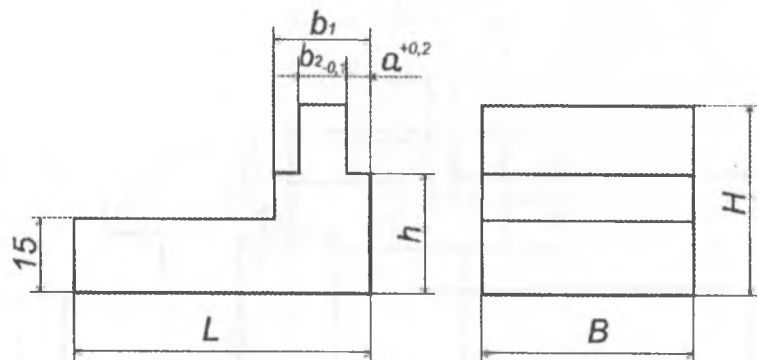
a	15	18	22	26	28	30
-----	----	----	----	----	----	----

b	20	24	28	32	40
-----	----	----	----	----	----

c	8	10	12	14	16
-----	---	----	----	----	----

e	60	70	74	82	86	95
-----	----	----	----	----	----	----

1. Фрезеровать паз шириной c , выдержав размер a .
2. Фрезеровать паз шириной c , выдержав размер b .



L	50	55	62	66	74	80
-----	----	----	----	----	----	----

B	40	50	55	60	70	
-----	----	----	----	----	----	--

H	30	32	35	40	45	
-----	----	----	----	----	----	--

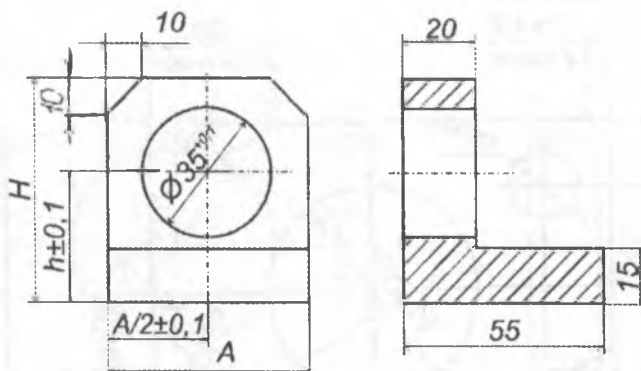
a	3	3,5	4	4,2	4,8	5,5
-----	---	-----	---	-----	-----	-----

b_1	18	20	22	24	30	
-------	----	----	----	----	----	--

b_2	8	10	11	12	14	16
-------	---	----	----	----	----	----

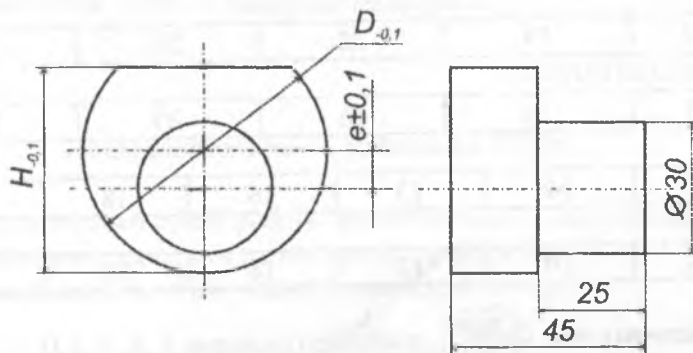
h	18	19	20	24	28	32
-----	----	----	----	----	----	----

Фрезеровать выступ в размер b_2 , выдержав размеры a и h .



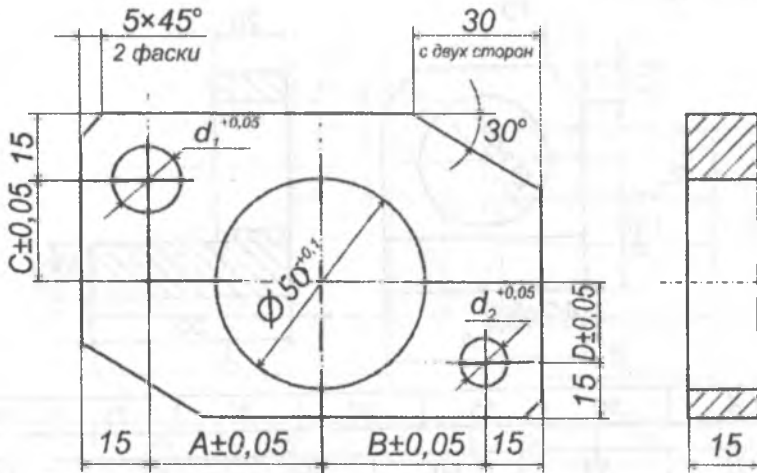
<i>A</i>	50	55	60	70	75	80
<i>H</i>	55	60	64	68	75	
<i>h</i>	35	38	40	44	46	50

Расточить отверстие $\varnothing 35^{+0,1}$, выдержав размеры $A/2 \pm 0,1$ и $h \pm 0,1$.



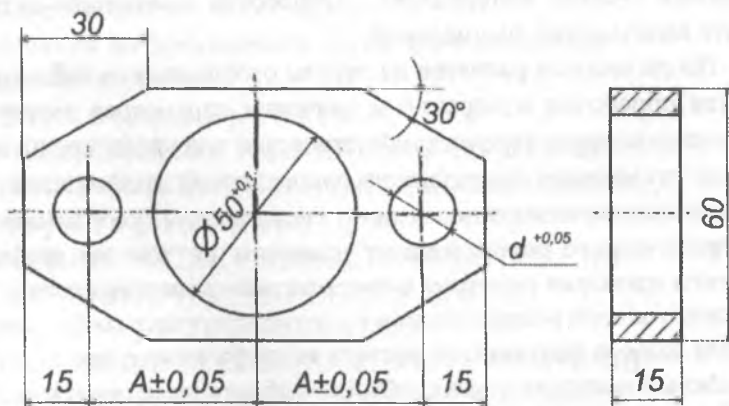
<i>D</i>	50	52	55	60	64	
<i>H</i>	40	44	46	47	50	52
<i>e</i>	5	6	6,5	7	8	

Обточить $\varnothing 30$ на длину 25, выдержав эксцентриситет $e \pm 0,1$.



<i>A</i>	38	40	44	50	
<i>B</i>	42	44	48	54	
<i>C</i>	18	22	26	28	
<i>D</i>	14	16	20	21	
<i>d</i> ₁	14	15	16	18	20
<i>d</i> ₂	10	12	14	15	16

Расточить отв. $\varnothing 50^{+0,1}$, выдержав размеры *A*, *B*, *C* и *D*.



A	40	50	65	75
-----	----	----	----	----

d	12	14	15	16	20
-----	----	----	----	----	----

Расточить отв. $\varnothing 50^{+0,1}$, выдержав размеры A .

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Последовательность работы на ПЭВМ

1. Перед выполнением работы ознакомиться с инструкцией по эксплуатации и правилами по технике безопасности.

2. Подготовить к работе персональный компьютер.

2.1. Запустить программу Microsoft Excel .

2.1.2. В меню «Файл» выбрать команду «Открыть».

2.1.3. Выбрать папку Техоснастка, затем в указанной папке выбрать файл с именем Лаб_раб_1 (для лабораторной работы №1) (Лаб_раб_2, Лаб_раб_3 – для работ №2 и №3 соответственно).

3. Выполнить ввод исходных данных.

3.1. На экране отображаются таблицы, в которые необходимо ввести соответствующие значения.

3.2. По завершении ввода исходных данных нажатием сервисных кнопок «Расчет интервалов», «Обработка измерений» активировать выполнение вычислений.

3.3. По окончании расчетов на экране отображаются таблица результатов обработки измерений и значения параметров эмпирического распределения (среднеарифметическое значение, среднеквадратичное отклонение, погрешность закрепления), графическое изображение эмпирического полигона и гистограммы (координаты точек теоретического распределения нанесены на том же графике), результаты проверки гипотезы о соответствии эмпирического и теоретического закона распределения и соответствующее сообщение.

4. Для вывода результатов расчета и графического изображения на бумажный носитель в меню «Файл» выбрать команду «Печать».

5. По окончании выполнения работы в меню «Файл» выбрать команду «Выход».

6. Подготовить персональный компьютер к выключению.

Содержание

Введение.....	3
Требования по безопасности труда при выполнении лабораторных работ.....	4
Лабораторная работа № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ В ТРЕХКУЛАЧКОВОМ И ЦАНГОВОМ ПАТРОНАХ.....	5
Лабораторная работа № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ЗАГОТОВКИ ПРИ УСТАНОВКЕ В ПРИЗМЕ.....	14
Лабораторная работа № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ ЗАЖИМА ПРИ ТОЧЕНИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВКИ В ПАТРОНЕ, ЦАНГЕ И НА ОПРАВКЕ.....	23
Лабораторная работа № 4. КОМПОНОВКА УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	28
Литература.....	35
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	36

Учебное издание

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ
(ПРАКТИКУМ)**

по дисциплине «Технологическая оснастка»
для студентов специальности П.03.01.00 –
«Профессиональное обучение»

Составители: ГОРБАЦЕВИЧ Александр Феликсович
СМЕТКИН Валерий Александрович
ШАХРАЙ Людмила Игоревна
ШАХРАЙ Олег Игоревич

Редактор Т.Н.Микулик. Корректор М.П.Антонова
Компьютерная верстка Н.А.Школьниковой

Подписано в печать 11.03.2002.

Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 2.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 3,8. Уч.-изд. л. 2,8. Тираж 150. Заказ 119.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусская государственная политехническая академия.
Лицензия ЛВ №155 от 30.01.98. 220027, Минск, проспект Ф.Скоринь