



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Технология машиностроения»

С. И. Красюк, С. В. Карпович

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

по одноименному курсу

для студентов специальности 1-36 12 01

**«Проектирование и производство
сельскохозяйственной техники»**

дневной формы обучения

Гомель 2009

УДК 621.002(075.8)
ББК 34.5я73
К78

*Рекомендовано научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 6 от 28.06.2007 г.)*

Рецензент: декан машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого *А. Т. Бельский*

Красюк, С. И.

К78

Технология машиностроения : лаборатор. практикум по одному курсу для студентов специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» днев. формы обучения / С. И. Красюк, С. В. Карпович. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 47 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Рассмотрен расчет режимов резания, определение погрешностей закрепления жесткости и податливости станка и детали, измерение размерного износа инструмента и определение его зависимости от режимов резания, разработка технологических схем сборки. Приведен порядок выполнения лабораторных работ и контрольные вопросы.

Для студентов специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» дневной формы обучения.

**УДК 621.002(075.8)
ББК 34.5я73**

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2009

Лабораторная работа №1

Статическая и динамическая настройка станка

Цель работы: Углубленное изучение, практическое выполнение и приобретение навыков:

1. Расчета режимов резания при одноинструментальной обработке на токарном станке [1];
2. Определение технической нормы времени [1,2,3];
3. Определение настроечного размера [4];
4. Исследование точности изготовления деталей статистическим методом [4,5,6].

Оборудование:

1. Токарно-винторезный станок 16Б16КП (16К20).
2. Оправка специальная.
3. Резец Т15К6 ГОСТ 2101-76.
4. Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.
5. Микрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-90.
6. Набор щупов № 2 ГОСТ 882-75.
7. Набор предварительно обработанных деталей типа «диск» – 55-60 штук.
8. Микрокалькулятор.

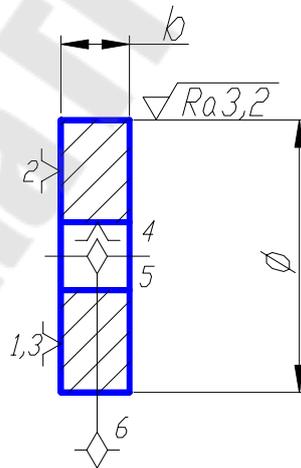


Рисунок 1 – Схема обработки

Исходные данные для выполнения лабораторной работы:

- ✓ Размер \varnothing (см. рисунок 1) – задается преподавателем;
- ✓ Точность 8 – 11 квалитеты;
- ✓ Шероховатость $Ra 2,5$;
- ✓ Длина резания $b=10$ мм;

- √ Обрабатываемый материал: сталь 45, твердость HB229.
- √ Глубина резания $t=0,5$ мм;
- √ Материал режущей части инструмента – твердый сплав Т15К6;
- √ Главный угол в плане $\varphi=45^\circ$;
- √ Способ установки заготовки – на оправке;
- √ Вид обработки – на проход;
- √ Модель станка – 16Б16КП.

1.1 Расчет режимов резания

Для случая когда станок задан последовательность расчета режимов резания по методике [1], следующая:

1. По главному углу в плане резца и принятой глубине резания определяется длина врезания по таблице 1 и длины подвода и перебега по таблице 2:

Таблица 1 – Длина врезания $Y_{вр}$

Угол в плане φ°	$Y_{вр}$ в мм при глубине резания t мм					
	1	2	3	4	5	6
45°	1	2	3	4	5	6
60°	1	2	2	3	3	4
70-75°	1	1	1	1	2	2

2. Рассчитывается длина рабочего хода суппорта по формуле:

$$L_{рх} = L_{рез} + y + L_{доп} \quad (1.1)$$

где: $L_{рез} = b$ – длина резания (длина обрабатываемой поверхности по чертежу), мм;

$y = y_{вр} + y_{подв} + y_n$ – сумма длин врезания ($Y_{вр}$ см. таблицу 1), подвода и перебега ($y_{подв} + y_n$ см. таблицу 2);

$L_{доп}$ – дополнительная длина хода, принимаемая в отдельных случаях из-за особенностей наладки и конфигурации детали.

Таблица 2 – Длина подвода и перебега

Заготовка	$y_{подв} + y_n$ в мм при точении	
	на проход	в упор
Предварительно обточенная заготовка, прокат	4	2
Поковка, отливка	6	3

3. Назначается подача суппорта на оборот шпинделя S_o (мм/об) в два этапа:

а) определяется рекомендуемая подача по нормативам [1] (см. таблицу 3);

б) уточняется значение подачи $S_{o_{cm}}$, которую возможно установить на выбранном станке (см. таблицу 4)

Таблица 3 – Рекомендуемая подача на оборот шпинделя

Материал заготовки	Черновая обработка					Чистовая обработка
	S_o суппорта в мм/об при суммарной глубине ($\sum t + \sum b$) в мм					
	до 3	5	10	20	40	При $Ra \leq 2,5$ мкм $r > 1,0$ мм
Сталь	0,6	0,4	0,3	0,25	0,2	0,11 – 0,16
Чугун	0,8	0,6	0,45	0,35	0,25	0,15 – 0,2
Дюралюминий Силумин	0,6 – 1,0					0,1 – 0,25

$b = t / \sin \varphi$ – ширина среза в мм.

Рекомендуемая подача на оборот выбирается из таблицы 3. Так как обработку на станке возможно производить только с подачами, которые позволяет установить его коробка подач, то необходима информация о допустимых значениях подач на оборот шпинделя $S_{o_{cm}}$ из паспорта станка. Для некоторых станков такая информация содержится в таблице 4.

При чистовой обработке на станке устанавливается меньшая из ближайших подач, имеющих у станка по отношению к подаче, рекомендуемой таблицей 3, а при черновой – ближайшая из имеющих у станка.

Таблица 4 – Ступени продольных подач некоторых токарных станков

Модель	Ступени продольных подач $S_{o_{cm}}$ мм/об									
1К62	0,07	0,074	0,084	0,097	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17
16К20	0,05	0,06	0,075	0,09	0,1	0,125	0,15	0,175	0,2	0,25
16Б16КП	0,05	0,06	0,07	0,08	0,1	0,12	0,15	0,17	0,2	0,25

4. Определяется стойкость инструмента в минутах времени резания:

$$T_p = T_m \times \lambda \quad (1.2)$$

где λ – коэффициент времени резания;

T_m – стойкость в минутах машинной работы и зависит от числа инструментов в наладке и равномерности их загрузки. При работе на одношпиндельных станках одним инструментом в наладке $T_m = 50$ мин.

При этом
$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{p.x.}} \quad (1.3)$$

5. Рассчитывается скорость резания v (м/мин) и частота вращения шпинделя n (мин⁻¹):

$$V = V_m \times K_1 \times K_2 \times K_3 \quad (1.4)$$

где V_m – табличное значение скорости резания (см. таблицу 5);

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала (см. таблицу 6)

K_2 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента и марки твердого сплава (см. таблицу 7)

K_3 – коэффициент, зависящий от вида обработки: для наружного точения $K_3=1$;

Таблица 5 – Табличное значение скорости резания V_m

t , мм до	$S_{o_{cm}}$ мм/об до	Скорость резания V_m при угле в плане		
		45°	60°	90°
2,5	0,2	150	150	140
	0,3	135	125	120
	0,4	125	120	115
	0,5	115	110	105
	0,6	110	105	100
	0,8	100	95	93

Таблица 6 – Коэффициент K_1

Материал инструмента	Марка стали				
	сталь 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50 при твердости НВ				
	< 156	207	229	269	302
Твердый сплав	1,35	1,0	0,9	0,75	0,7

Таблица 7 – Коэффициент K_2

Обрабатываемый материал	Материал инструмента	K_2 при стойкости T_p в минутах резания				
		до 30	60	100	200	300
Сталь	T15K6	2,0	1,55	1,25	0,9	0,75
	T14K8	1,6	1,25	1,0	0,7	0,6
	T5K10	1,25	1,0	0,8	0,55	0,5

6. Частота вращения шпинделя станка рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} \quad (1.5)$$

где V – скорость резания, рассчитанная в п.5, м/мин;

d – диаметральный размер обрабатываемой поверхности в мм.

После получения рассчитанного значения частоты вращения, оно уточняется по паспортным данным станка n_{cm} (см. таблицу 8), то есть принимается ближайшее значение из ряда частот вращения шпинделя станка, на котором производится обработка. Это значение частоты вращения устанавливается рукоятками коробки скоростей станка и именно оно будет обеспечивать реальную скорость резания. Поэтому по установленной частоте вращения шпинделя станка пересчитывается скорость резания V_d , с которой будет производиться обработка заготовки:

$$V_d = \frac{\pi \times d \times n_{cm}}{1000} \quad (1.6)$$

Таблица 8 – Некоторые частоты вращения шпинделей n_{cm} некоторых токарных станков

Модель	Частоты вращения шпинделей станков n_{cm} , мин ⁻¹								
1К62	2000	1600	1250	1000	800	630	500	400	315
16К20	1600	1250	1000	800	630	500	400	315	250
16Б16КП	2000	1600	1250	1000	800	630	500	400	315

Далее должна производиться проверка установленного на станке режима резания по крутящему моменту и мощности станка, но в лабораторной работе она не проводится, так как принятые исходные данные обработки гарантируют их соблюдение.

1.2 Техническое нормирование

Под технической нормой времени в машиностроении понимается время, необходимое на выполнение операции в заданных организационно-технических условиях.

Определяется норма времени на операцию в следующей последовательности:

- 1 – Определение нормы основного (машинного) времени t_o , мин;
- 2 – Определение вспомогательного времени t_b , мин;
- 3 – Определение операционного времени t_{on} , мин;
- 4 – Определение дополнительного времени t_{don} , мин;
- 5 – Определение штучного времени t_{um} , мин;

6 – Определение подготовительно-заключительного времени t_{nz} , мин;

7 – Определение штучно-калькуляционного времени $t_{шт-к}$, мин.

$$t_{шт-к} = t_o + t_e + t_{дон} + \frac{t_{nz}}{k} \quad (1.7)$$

где k – количество деталей в партии, одновременно запускаемых в производство.

1. Определение нормы основного времени.

Под основным временем понимается время, необходимое на непосредственное изменение геометрической формы, размеров или состояния поверхности обрабатываемой заготовки. Для точения в один

проход:

$$t_o = \frac{L_{p.x.}}{S_{o_{cm}} \times n_{cm}} \quad (1.8)$$

где $L_{p.x.}$ – длина рабочего хода в мм;

$S_{o_{cm}}$ – установленная на станке подача на оборот шпинделя в об/мин;

n_{cm} – установленная на станке частота вращения шпинделя в мин⁻¹.

Для точения в несколько проходов:

$$t_o = \frac{\sum_{i=1}^m L_{p.x.i}}{S_{o_{cm}} \times n_{cm}} \quad (1.9)$$

где $L_{p.x.i}$ – длина рабочего хода в i -м проходе;

m – общее количество проходов на данной операции (выполняемых на данном станке)

2. Определение вспомогательного времени.

Вспомогательным временем называется время, затрачиваемое на различные приемы, обеспечивающие выполнение основной работы. Вспомогательное время в зависимости от факторов, влияющих на его продолжительность, в станочных работах подразделяются на:

- t_y – время на установку и снятие деталей;
- t_n – время связанное с переходом (управление механизмами станка: пуск, остановка, переключение частоты вращения шпинделя и подачи, перемещение суппорта на ускоренном ходу и т.д.);
- t_k – время на контрольные промеры обрабатываемых поверхностей.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{у}} + t_{\text{н}} + t_{\text{к}} \quad (1.10)$$

Значения составляющих вспомогательного времени можно найти в [3]. При выполнении лабораторной работы $t_{\text{в}}$ может быть рассчитано по данным из [2] стр. 197-209.

3. Оперативное время $t_{\text{он}}$ определяется как сумма основного и вспомогательного (неперекрываемого) времени:

$$t_{\text{он}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}} \quad (1.11)$$

4. Определение дополнительного времени.

Дополнительное время состоит из времени на обслуживание рабочего места $t_{\text{обс}}$ и времени перерывов на отдых и физиологические потребности $t_{\text{ом}}$:

$$t_{\text{дон}} = t_{\text{обс}} + t_{\text{ом}} \quad (1.12)$$

Время обслуживания $t_{\text{обс}}$ является временем, которое затрачивается рабочим на уход за рабочим местом на протяжении смены:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} \quad (1.13)$$

где $t_{\text{тех}}$ – время технического обслуживания, то есть время, затрачиваемое рабочим на уход за рабочим местом при выполнении данной конкретной работы, отнесенное к данной операции. Сюда входит время на смену затупившегося инструмента, правку круга алмазом, на уборку стружки в процессе работы и т.п. Считают $t_{\text{тех}}$ в процентах к основному времени [2] стр.212;

$t_{\text{орг}}$ – время организационного обслуживания – это время, затрачиваемое рабочим на уход за рабочим местом преимущественно в начале и в конце рабочей смены. Сюда относится время на раскладку и уборку рабочего и вспомогательного инструмента (ключи, подкладки под резцы и т.д.) в начале и в конце смены, время на чистку и смазку станка в конце рабочей смены и время на осмотр и опробирование станка в начале смены. Считают $t_{\text{орг}}$ в процентах к оперативному времени [2] стр.212;

Время перерывов на отдых и физиологические потребности $t_{\text{ом}}$ принимаются в процентах к оперативному времени [2] стр.213

5. Определение штучного времени:

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{ом}} \quad (1.14)$$

или
$$t_{\text{шт}} = t_{\text{он}} + t_{\text{дон}} \quad (1.15)$$

6. Определение подготовительно-заключительного времени.

Подготовительно-заключительным временем называется время, затрачиваемое на ознакомление с чертежом и технологическим процессом, время необходимое на наладку оборудования, инструмента и приспособлений для выполнения данной работы, а также время на снятие инструмента и приспособлений, на все приемы, связанные с окончанием данной работы.

Для нашего случая t_{nz} можно определить по [3] карта 19 или [2] стр.215-216.

7. Определение штучно-калькуляционного времени:

$$t_{шт-к} = t_{шт} + \frac{t_{n.з.}}{k} \quad (1.16)$$

где k – количество деталей в партии, одновременно запускаемых в производство.

1.3 Настройка оборудования

Для выполнения любой операции механической обработки заготовок необходимо произвести настройку станка.

Под настройкой понимают процесс установки и закрепления режущего инструмента, приспособлений и других устройств (упоров, кулачков и т.д.) для обеспечения необходимого взаимного положения обрабатываемой заготовки и инструмента, при котором выдерживается заданная точность обработки.

Погрешность настройки станка является одной из основных частей общей погрешности изготовления деталей. Точность настройки зависит от применяемого метода настройки, точности измерительных инструментов и устройств, а также от квалификации исполнителя.

Настраивая станок, нужно знать как выгоднее разместить поле рассеивания порождаемое совокупным действием случайных факторов относительно границ установленного допуска. Так, например, при обточке вала выгоднее его смещать в сторону наименьшего предельного размера. При этом, по мере затупления инструмента оно постепенно будет смещаться в сторону наибольшего предельного размера.

Заданную операционным эскизом или чертежом детали точность обработки можно достичь одним из двух принципиально отличных методов: пробных рабочих ходов с промерами, или методом автоматического получения размеров на настроенных станках.

Для условий единичного и мелкосерийного производства, в основном, требуемая точность достигается методом пробных ходов и

промеров, а также обработкой по разметке, на универсальном оборудовании рабочими высокой квалификации. При этом они решают следующие задачи настройки:

- установление оптимальных режимов работы станка;
- установка приспособлений и режущих инструментов в положение, обеспечивающее оптимальные условия обработки, требуемые точность и качество обработанных поверхностей.

В крупносерийном и массовом типах производства требуемая точность, в основном, достигается методом автоматического получения размеров на настроенных станках, или на станках с адаптивным управлением (автоматической поднастройкой режущего инструмента на заданный размер). Поэтому к двум вышеназванным задачам настройки добавляется третья задача:

- установление и обеспечение точности взаимного расположения режущих инструментов, приспособлений, кулачков, упоров, копиров и других устройств, определяющих величину и траекторию перемещения инструментов в процессе обработки поверхностей детали. Эта третья задача является наиболее ответственной, и для ее решения требуется проведение специальных расчетов.

Существует два метода настройки станка: статический и динамический.

При статической настройке станка режущие кромки инструмента необходимо установить на определенном расстоянии от базы, относительно которой ориентируется обрабатываемая поверхность. Это расстояние является размером статической настройки.

При статическом методе настройки режущий инструмент устанавливается по различным калибрам и эталонам на неподвижном (неработающем) станке. Часто для этого применяют деталь-эталон, которая устанавливается на место обрабатываемой заготовки. С ней приводится в соприкосновение режущий инструмент, после чего его закрепляют. Чтобы получить рабочий настроенный размер при обработке вала, необходимо иметь деталь-эталон несколько меньших размеров.

Статическую настройку обычно дополняют динамической настройкой, корректируя положение инструмента и упоров при обработке первых заготовок партии.

Динамическая настройка может осуществляться двумя методами:

1. настройка по пробным деталям, измеряемым рабочим калибром;
2. настройка по пробным деталям, размеры которых измеряются с помощью универсального мерительного инструмента.

Целями настройки являются:

1. получение требуемой точности обрабатываемых деталей;
2. получение возможно большего количества годных деталей, обработанных до первой поднастройки системы СПИД.

Для достижения этих целей необходимо правильно разместить возможное для данной системы СПИД поле рассеяния, порождаемое совокупным действием случайных факторов относительно границ установленного поля допуска. Для этого прежде всего необходимо знать, к получению какого размера необходимо стремиться при настройке, то есть необходимо знать значение настроечного размера.

Определение и уточнение настроечного размера производится в следующей последовательности:

- 1) При статической настройке настроечный размер L_H совмещается со серединой поля допуска

$$L_H = \frac{L_{max} + L_{min}}{2} \pm \frac{\Delta H}{2} \quad (1.17)$$

где L_{max} – максимальный размер по чертежу;

L_{min} – минимальный размер по чертежу;

ΔH – погрешность настройки (примем для расчета 0,02 мм).

- 2) Производится настройка станка на полученный размер и для динамической настройки производится обработка четырех заготовок.

- 3) Определяется среднее арифметическое значение этих четырех деталей

$$L_{cp} = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}{4} \quad (1.18)$$

- 4) Определяется среднеквадратичное отклонение

$$\sigma' = \sqrt{\frac{1}{m} \times \sum_{i=1}^m (L_i - L_{cp})^2} \quad (1.19)$$

где $m = 4$ – количество деталей в группе;

L_i – размер i -ой детали в группе.

- 5) Определяется минимальный настроечный размер для динамической настройки $L_{g.min}$

$$L_{g.min} = L_{min} + a + 3\sigma'(1 + \sqrt{m}) \quad (1.20)$$

где a – погрешность измерительных средств (для микрометра $a=0,01$ мм).

Зависимость (1.20) получена исходя из следующих соображений. При динамической настройке по пробным деталям с помощью

универсального мерительного инструмента используется три предпосылки теории вероятности:

✓ Если размеры партии деталей рассеиваются по закону нормального распределения со средним квадратическим σ и если эту партию разбить на группы по m штук в группе и определить среднее арифметическое значение размеров внутри каждой из этих групп, то распределение размеров групповых средних тоже подчиняется закону нормального распределения со средним квадратическим σ' ;

✓ Существует следующая зависимость между σ и σ' :

$$\sigma' = \frac{\sigma}{\sqrt{m}} \quad (1.21)$$

✓ Середина поля рассеяния всей партии деталей совпадает с серединой поля рассеяния групповых средних размеров, следовательно, средний размер одной группы деталей (из 4-х штук) может максимально, из-за разброса размеров, не совпадать с серединой поля рассеяния всей партии деталей на величину $3\sigma'$

Поэтому минимальный настроечный размер при обработке наружной поверхности должен быть больше минимального размера детали по чертежу на величину погрешности измерительных средств a и плюс $3(\sigma' + \sigma)$, чтобы учесть случайный разброс размеров деталей.

6) Определяется максимальный настроечный размер $L_{g.max}$ для динамической поднастройки:

$$L_{g.max} = L_{g.min} + \Delta H \quad (1.22)$$

7) Производится динамическая поднастройка системы СПИД в пределах $L_{g.min}$ и $L_{g.max}$

Выполнение лабораторной работы предусматривает реализацию вышеприведенной методики статической и динамической настройки токарного станка на заданный преподавателем номинальный размер детали, выполненный по $h11$ или $h12$.

1.4 Исследование точности изготовления деталей

При обработке деталей на металлорежущих станках возникает ряд погрешностей, источниками которых являются элементы технологической системы СПИД. Погрешности обработки делятся на три вида:

1) систематические постоянные – погрешности, которые сохраняют свое значение при изготовлении каждой новой детали;

2) систематические закономерно изменяющиеся – погрешности, которые закономерно изменяются при обработке каждой новой заготовки;

3) случайные – погрешности, которые при изготовлении новой детали могут принять любое численное значение, заранее не известное.

К систематическим постоянным погрешностям можно отнести погрешности теоретической схемы обработки, мерного режущего инструмента, настройки станков.

К систематическим закономерно изменяющимся погрешностям можно отнести погрешности, возникающие из-за износа режущего инструмента, переменной жесткости системы СПИД, вызванные тепловыми деформациями системы СПИД.

Зная величину постоянной систематической погрешности, ее можно устранить или компенсировать. Аналогичные меры можно предпринять для компенсации систематической закономерно изменяющейся погрешности, если известен закон ее изменения.

Сложнее выявить и компенсировать действие случайных погрешностей. Они возникают в результате проявления большого количества не связанных между собой случайных факторов. Случайные погрешности возникают из-за упругих деформаций системы СПИД, зазоров в отдельных узлах станка, неравномерности процесса резания, образования и срыва наростов на лезвии режущего инструмента, упругих деформаций детали под действием колеблющейся силы зажима, внутренних напряжений в материале заготовки и т.д.

Учет этих факторов во всей их совокупности (для получения возможности достоверно предсказать ожидаемую погрешность обработки) возможен на основании законов теории вероятности и математической статистики, т.е. с использованием статистического метода исследования точности обработки.

Сущность статистического метода можно пояснить следующим образом. Если на оси абсцисс отложить в соответствующем масштабе размеры измеренных деталей, а на оси ординат – частотность или количество деталей данного размера, то размер каждой детали в виде точки расположится в поле Δ рассеивания размеров. Выбрав количество интервалов K , можно разбить поле рассеяния Δ на ряд интервалов ΔX размеров:

$$\Delta X = \frac{\Delta}{K} = \frac{X_{max} - X_{min}}{K} \quad (1.23)$$

Числовое значение количества деталей m , попадающих в каждый интервал, или их частота попадания (m/n) позволит построить ступенчатую диаграмму или гистограмму рассеивания. Соединив середины отдельных столбцов прямыми линиями, получим так называемую кривую рассеивания или полигон распределения (см. рисунок 2). Площадь под кривой (если по оси Y отложены значения m) определяет в известном масштабе число n измеренных размеров:

$$n = m_1 + m_2 + \dots + m_k.$$

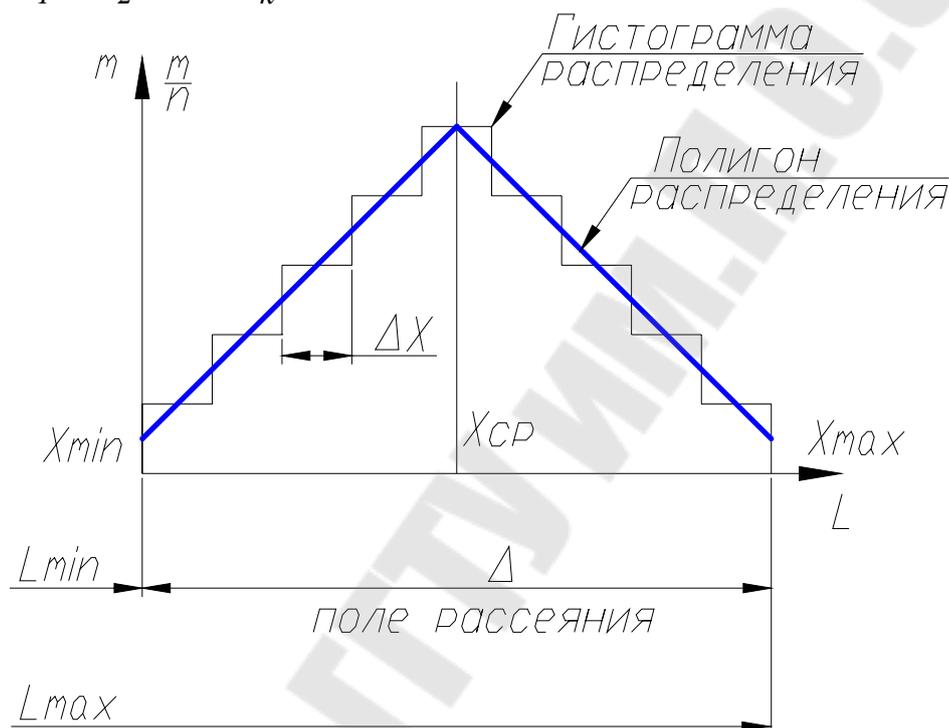


Рисунок 2 – Гистограмма и полигон распределения

При бесконечном количестве интервалов вместо ступенчатой получаем плавную кривую распределения, которая может быть выражена математически $y = \varphi(x)$. Уравнение, которому подчиняется эта кривая, называется законом распределения.

При устойчивом процессе обработки заготовок на настроенных станках действительные размеры деталей, как правило, подчиняются закону нормального распределения, функция распределения случайной величины которого имеет следующее выражение (кривая Гаусса):

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(x-x_{cp})^2}{2\sigma^2}} \quad (1.24)$$

Графическое изображение теоретической кривой нормального распределения приведено на рисунке 3.

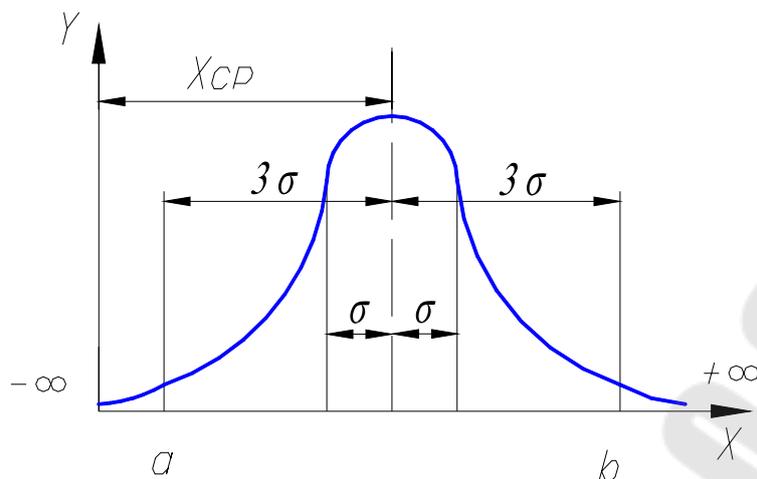


Рисунок 3 – Теоретическая кривая нормального распределения

Положение кривой относительно начала координат и ее форма определяются двумя параметрами X_{cp} и σ . С изменением X_{cp} форма кривой не изменяется, но изменяется ее положение относительно начала координат. С изменением σ положение кривой не изменяется, но изменяется ее форма.

Таким образом, кривая нормального распределения однозначно определяется в пространстве (в выбранной системе координат) двумя параметрами:

- положением центра группирования размеров или средним арифметическим значением размера, относительно которого происходит группирование отклонений размеров, $-X_{cp}$;
- среднеквадратическим отклонением σ размеров от их среднего значения X_{cp} .

Значения X_{cp} и σ могут быть определены по зависимостям (1.18) и (1.19), что сопряжено, однако, с большим объемом вычислений. Поэтому, применяя математический прием группирования данных, для дискретных величин определяют значения X_{cp} и σ используя следующие зависимости:

$$X_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^K X_i \times m_i \quad (1.25)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^K (X_i - X_{cp})^2 \times m_i} \quad (1.26)$$

где X_i – среднее значение i -ого интервала (всего K интервалов);
 m_i – количество попаданий размеров в i -й интервал;
 n – общее количество измеренных деталей (объем выборки).

Возможны и другие законы распределения случайных величин, такие, как закон равной вероятности, Симпсона, Максвелла и др. и их композиции, для которых по соответствующим зависимостям, зная значение σ , определяется ширина поля рассеяния Δ случайной величины рассматриваемой выборки. Поэтому возникает необходимость подтверждения, какому из законов распределения принадлежит кривая фактического распределения (полигон распределения) рассматриваемой (изучаемой) выборки.

Так, для подтверждения того, что фактическое распределение подчиняется закону нормального распределения, поступают следующим образом (графический способ). На одном графике строится кривая фактического распределения и нормального распределения с приведением ее к единому масштабу. Для этого определяются четыре значения ординаты по следующим зависимостям:

$$\begin{aligned} Y_{max} &= 0,4 \times n \times \frac{\Delta X}{\sigma}, \\ Y_{\sigma} &= 0,24 \times n \times \frac{\Delta X}{\sigma}, \\ Y_{2\sigma} &= 0,8 \times n \times \frac{\Delta X}{\sigma}, \\ Y_{3\sigma} &= 0,014 \times n \times \frac{\Delta X}{\sigma} \end{aligned} \quad (1.27)$$

где n – объем выборки;

ΔX – ширина интервала (см. рисунок 2);

σ – среднеквадратическое отклонение, определенное по зависимости (26);

Y_{max} – значение ординаты, соответствующее X_{cp} ;

$Y_{\sigma}, Y_{2\sigma}, Y_{3\sigma}$ – значения ординат, соответствующие отклонениям вправо и влево от X_{cp} на величину, соответственно, равную σ , 2σ и 3σ .

По полученным семи значениям ординат (точкам) строится кривая нормального распределения, которая имеет точки перегиба на ординатах, равных Y_{σ} . В случае соответствия кривой фактического распределения закону нормального распределения, значение ширины поля рассеяния (Δ) определяется по формуле:

$$\Delta = 6 \times \sigma \quad (1.28)$$

что гарантирует попадание 99,73% всех размеров в это поле рассеяния.

1.5 Порядок выполнения работы

1. Производится расчет режимов резания, для заданного преподавателем диаметра детали.

2. Определяется техническая норма времени.
3. На станке устанавливаются рассчитанные режимы резания.
4. Определяется величина настроечного размера для статической настройки станка L_H по формуле (1.17).

5. Для получения «эталона» устанавливается заготовка и обрабатывается в размер $L_э$, меньший на 0,2...0,3 мм, чем настроечный размер L_H .

6. Определяется толщина щупа, необходимая для выставления вершины резца на размер статической настройки по полученному «эталону», с использованием зависимости $C = \frac{L_H - L_э}{2}$. И подбирается щуп с толщиной, ближайшей к величине C .

7. Производится статическая настройка станка, для чего между установленной на станке деталью «эталон» и вершиной резца устанавливается щуп, и с помощью рукоятки поперечной подачи станка резец подводится до касания со щупом (щуп должно слегка «закусить», см. рисунок 6). После чего резец отводится только в продольном направлении. Далее производится динамическая поднастройка станка.

8. Производится обработка четырех пробных деталей.

9. Производится измерение (микрометром) изготовленной группы деталей (4-х штук). Причем замер производится в средней части толщины диска дважды с поворотом его вокруг продольной оси на 90° (в дальнейших расчетах используется среднее значение размера). Результаты измерений записываются в таблицу 9.

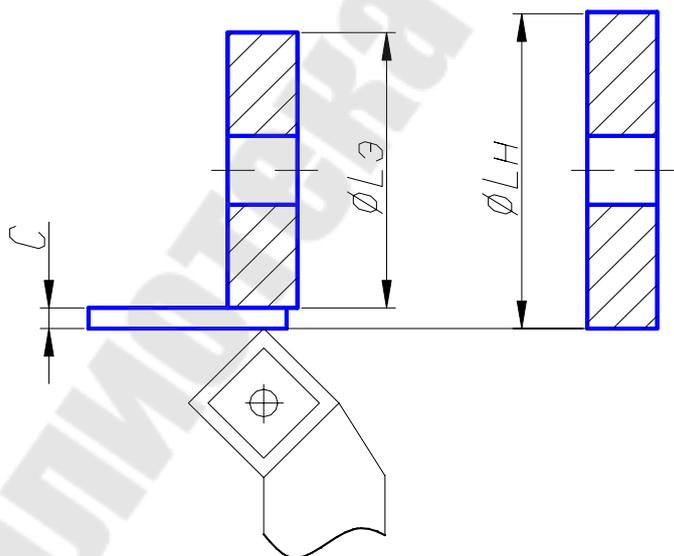


Рисунок 6 – Схема размерной цепи для определения толщины щупа и настройки резца на размер

Таблица 9 – Результаты измерений пробной партии деталей

№ п/п	L_i'	L_i''	L_i	№ п/п	L_i'	L_i''	L_i
1				3			
2				4			

10. Производятся расчеты, связанные с динамической настройкой станка: определяется среднее арифметическое значение L_{cp} с использованием зависимости (1.18), затем среднеквадратическое отклонение σ' по зависимости (1.19), минимальный настроечный размер $L_{g.min}$ по зависимости (1.20) и, наконец максимальный настроечный размер $L_{g.max}$ по зависимости (1.22).

11. Производится динамическая поднастройка системы СПИД в пределах $L_{g.min}$ и с учетом $L_{g.max}$. Для чего подсчитывается разница

$$\Delta L = L_{g.min} - L_{cp}$$

12. Производится анализ результатов:

– если $L_{g.min} < L_{cp}$, то это свидетельствует о том, что поле допуска превышает поле рассеяния. В этом случае по лимбу станка увеличивается глубина резания на величину ΔL . Центр группирования обработанных деталей будет смещен к наименьшему предельному размеру L_{min} . Часть поля допуска может быть использована для компенсации систематических погрешностей;

– если $L_{g.min} > L_{cp}$, то это свидетельствует о том, что поле рассеивания превышает поле допуска. Обработка без брака невозможна. Поэтому по лимбу станка производится уменьшение глубины резания на величину ΔL . В этом случае настроечный размер смещается в сторону наибольшего предельного размера L_{max} , тем самым брак переводится из категории неисправимого в категорию исправимого.

13. Обрабатывается 50 заготовок.

14. Производится измерение 50 деталей. Причем замер производится в средней части толщины диска дважды с поворотом его вокруг продольной оси на 90° . Результаты измерений заносятся в таблицу аналогичной таблице 9.

15. Определяются минимальное (X_{min}) и максимальное (X_{max}) значения среди имеющихся данных и, задавшись количеством интервалов ($K=5, 7$ или 9), рассчитывается ширина интервала ΔX с использованием зависимости (23).

16. Подготавливается таблица по форме таблицы 10.

Таблица 10 – Статистическая обработка результатов эксперимента

Интервалы	Середины интервалов, X_i	Частота попадания, m_i	$X_i \times m_i$	$X_i - X_{cp}$	$(X_i - X_{cp})^2$	$(X_i - X_{cp})^2 \times m_i$
1	2	3	4	5	6	7
$\sqrt{-\sqrt}$	\sqrt	\sqrt	\sqrt	\sqrt	\sqrt	\sqrt
$\sqrt{\dots-\sqrt}$	$\sqrt{\dots}$	$\sqrt{\dots}$	$\sqrt{\dots}$	$\sqrt{\dots}$	$\sqrt{\dots}$	$\sqrt{\dots}$
—	—	$\sum \sqrt = n$	$\sum \sqrt$	—	—	$\sum \sqrt$

17. Записываются значения интервалов в 1-ю колонку таблицы 10.

18. Определяются середины каждого интервала и значения заносятся во 2-ю колонку таблицы 10.

19. Определяется частота попадания экспериментальных размеров в каждый интервал и данные заносятся в 3-ю колонку. Причем, если значение находится на границе двух интервалов, то необходимо в каждый интервал записать по 0,5 попадания. Подстрочная сумма третьей колонки дает количество замеренных деталей n .

20. Для каждого интервала подсчитываются произведения $X_i \times m_i$ и значения заносятся в 4-ю колонку таблицы 10. Подстрочная сумма четвертой колонки также заносится в таблицу.

21. Определяют среднеарифметический размер по зависимости (1.25).

22. Заполняются построчно 5, 6 и 7-ая колонки таблицы, подсчитывается подстрочная сумма седьмой колонки и записывается в таблицу 10.

23. Определяется величина среднеквадратического отклонения σ по зависимости (1.26).

24. Производятся необходимые расчеты для приведения к масштабу кривой нормального распределения с использованием зависимостей (1.27).

25. Строятся на одном графике кривые фактического и теоретического распределения и поле допуска на исследуемый размер.

26. Рассчитывается точность обработки на исследуемой операции (Δ) по формуле (1.28).

27. Делаются выводы о проделанной работе. Для этого график дополняется положением ширины поля рассеяния (Δ) и по взаимному расположению его и поля допуска выявляется: имеется ли брак (какой и в каком объеме), имеется ли часть поля допуска для компенсации размерного износа режущего инструмента, если есть неисправимый брак, то как его избежать.

1.6 Оформление отчета

Отчет должен содержать: название работы, цель работы, краткое содержание основных положений, исходные данные, перечень оборудования и оснастки, используемых при выполнении лабораторной работы, последовательность выполнения со всеми необходимыми расчетами и данными, полученными при выполнении работы, заполненные таблицы, график кривых фактического и теоретического распределения и выводы о проделанной работе.

1.7 Контрольные вопросы

1. Что относится к элементам режима резания?
2. Какова последовательность расчета режимов резания в общем случае?
3. Какова последовательность расчета режимов резания для случая когда станок известен?
4. Как рассчитывается длина рабочего хода?
5. Как рассчитывается скорость резания?
6. Что называется технической нормой времени и в какой последовательности она определяется?
7. Что понимается под настройкой станка?
8. От чего зависит точность настройки?
9. Какие существуют методы настройки станка и в чем их суть?
10. Что такое настроенный размер и как он определяется?
11. Какова последовательность действий при статической настройке станка?
12. Какова последовательность действий при динамической настройке станка?
13. Виды погрешностей?
14. Что такое гистограмма и полигон распределения?

Лабораторная работа №2

Определение погрешности обработки от сил закрепления и неточности установки заготовок

Цель работы: Приобретение знаний по влиянию сил закрепления и неточностей установки заготовок на погрешность обработки,

а также выработка некоторых умений и навыков по оценке величины погрешностей обработки, вызванной изучаемыми факторами при установке заготовок в машинные тиски и самоцентрирующем трехлачковом патроне.

2.1 Общие положения

При использовании приспособлений возможно появление погрешности установки обрабатываемых заготовок. Погрешность установки ε , как одна из составляющих общей погрешности выполняемого размера, состоит из погрешности базирования, погрешности закрепления и погрешности положения заготовки, вызываемой погрешностью приспособления.

Погрешностью базирования называют разность предельных расстояний от измерительной базы заготовки до установленного на размер инструмента. Погрешность базирования возникает при несовмещении измерительной и технологической баз заготовки; она определяется для конкретного выполняемого размера при данной схеме установки.

Погрешность базирования влияет на точность выполнения размеров, точность взаимного расположения и не влияет на точность их формы. Для устранения и уменьшения погрешности базирования следует совмещать технологические и инструментальные базы, повышать точность выполнения размеров технологических баз, выбирать рациональное расположение установочных элементов и назначать правильно их размеры или уменьшать зазоры при посадке на охватываемые установочные элементы.

Погрешностью закрепления называется разность предельных расстояний от измерительной базы до установленного на размер инструмента в результате смещения обрабатываемых заготовок под действием закрепления. Для партии заготовок эта погрешность равна нулю, если смещение хотя и велико, но постоянно; в этом случае положение поля допуска выполняемого размера может быть скорректировано настройкой станка.

В общем случае усилия зажима должны быть достаточными для надлежащего крепления и в тоже время не должны вызывать деформаций, искажающих форму деталей и нарушающих точность изготовления.

Следует отличать закрепление деталей принудительное и основанное на действии силы трения. При принудительном закреплении

деталь оказывается зажатой между одним или несколькими крепежными элементами приспособления таким образом, что ее перемещение в определенном направлении без разрушения этих элементов невозможно. Если приспособление правильно сконструировано, то прилагая сравнительно небольшое усилие, можно достичь весьма надежного ее закрепления. Если зажимное устройство основано только на действии силы трения, то для получения надежного закрепления приходится прилагать очень большое усилие, т.к. коэффициент трения имеет значение меньше единицы. Для повышения коэффициента трения применяют насечки на кулачках и подобных зажимных элементах.

Установка обрабатываемых заготовок по базовым поверхностям предполагает полноту совпадения ее опорной поверхности с соответствующей установочной поверхностью приспособления. Однако в практике известно, что фактическая точность размеров заготовок, полученная при обработке на настроенных станках, в значительной степени зависит также и от метода установки в том или ином приспособлении. Так, при установке заготовок в трехкулачковом патроне возникают погрешности закрепления в радиальном и осевом направлениях. На смещение детали оказывает влияние величина и стабильность усилия зажима. В связи с тем, что колебания усилия зажима носят случайный характер, то и погрешность закрепления также будет случайной. Колебания усилия зажима детали вызывает неравномерность деформации между поверхностями кулачков и патрона, смятия поверхностных неровностей в местах контакта заготовки и поверхности кулачков. Это вызывает перекося кулачков и изменение положения зажатой в них детали в осевом направлении.

При этом, если деталь будет при закреплении занимать одно и то же угловое положение, то величина фиксируемой погрешности предопределяется только силами закрепления. Если же деталь при каждом новом закреплении будет проворачиваться и, следовательно, занимать случайное угловое положение, то неточности изготовления детали будут сказываться на величине получаемой погрешности в осевом направлении.

При определении величины погрешности в радиальном направлении наблюдается аналогичная картина и поэтому можно считать, что если деталь при каждом новом закреплении будет проворачиваться, то получаемая величина отклонения будет характеризовать погрешность установки в радиальном направлении. Если же деталь проворачиваться не будет, то только величину погрешности от сил закрепления.

При установке детали в машинных тисках если закрепляемая деталь недостаточно жесткая, то вследствие упругих деформаций под действием усилия зажима может произойти искажение ее геометрической формы; после обработки и раскрепления заготовка вновь примет свою первоначальную форму, и это приведет к погрешности по размеру.

При закреплении жестких заготовок погрешность закрепления также будет иметь место, но в этом случае она будет следствием непараллельности зажимных поверхностей, возникающей при наличии зазоров в конструкции тисков, которые вызвали перекося заготовки. Кроме того, упругие контактные деформации в стыке заготовка – неподвижная губка тисков вызовут смещение базовой поверхности заготовки.

Величины погрешности установочных элементов, установки на станке и их прогрессирующий износ характеризует расстояние между предельными проекциями измерительной базы обрабатываемых заготовок на направление выполняемого размера. В проектных технологических расчетах их можно рассматривать как поля рассеивания случайных величин, распределения которых в первом приближении можно принять по нормальному закону.

2.2 Оборудование и оснастка

1. Токарно-винторезный станок;
2. Машинные тиски;
3. Оправка ступенчатая специальная;
4. Жесткий призматический образец;
5. Индикатор часового типа ИЧ-10 (2 шт.);
6. Штатив с магнитным основанием (2 шт.);

2.3 Порядок проведения и оформления работ

2.3.1 Лабораторная работа 2.1

Определение погрешности от сил закрепления заготовки в машинных тисках

1. Установить машинные тиски с индикатором, закрепленным в штативе.
2. Установить заготовку в тиски и рукой прижать ее к неподвижной губке тисков. В этом положении дать натяг индикатору 1...2 мм. и установить его стрелку на ноль.

3. Многократно закрепить и раскрепить заготовку в тисках, фиксируя каждый раз показания индикатора, при этом применить два способа установки и закрепления заготовки, а именно:

А) Заготовка свободно кладется на подкладку тисков и зажимается от руки с продольным усилием зажатия;

Б) Заготовка свободно кладется на подкладку тисков, после чего производится легкое предварительное зажатие тисков. Затем легким постукиванием по заготовке молотком плотно прижимают ее к подкладке и производят проверку плотности прилегания заготовки путем попытки вынуть подкладку из-под нее. Если подкладка плотно прижата заготовкой и не может быть удалена, то производится окончательное зажатие тисков. Каждый способ установки повторить 25 раз.

4. Для определения погрешности закрепления показания индикатора сводятся в таблицу 12 по каждому виду закрепления заготовки.

Таблица 12 – Результаты эксперимента

Показания индикатора, мм	Частота показания индикатора	Частота принятая к построению, %
0	1	4
0,01	3	12
0,02	10	40
0,03	8	32
и т.д.	и т.д.	и т.д.
	25	100

5. Построить графики смещений для обоих видов закрепления. Для этого по оси ординат откладывается частота в процентах, а по оси абсцисс – смещения заготовки.

6. Проанализировать графики смещений с выводом о наиболее рациональном виде закрепления заготовки.

2.3.2 Лабораторная работа 2.2

Определение погрешности в осевом и радиальном направлениях от сил закрепления заготовок в трехкулачковом патроне

1. Установить заготовку (ступенчатую оправку) в трехкулачковый патрон и, не закрепляя ее плотно прижать буртиком к торцевым поверхностям кулачков.

2. Установить на станке два штатива с индикаторами таким образом, чтобы измерительный наконечник одного индикатора выходил на торцевую поверхность заготовки, а второго – на цилиндрическую образующую оправки в горизонтальной плоскости. Целесообразно, чтобы наконечник первого индикатора имел сферическую поверхность контакта с заготовкой, а второго – плоскую. Индикаторы устанавливаются с натягом 1...2 мм., а стрелки их устанавливаются на ноль.

3. Не поворачивая оправку вокруг продольной оси многократно (25 раз) закрепляется заготовка. При каждом закреплении фиксируются показания индикатора и заносятся данные в таблицу результатов эксперимента, которая аналогична таблице 12, но имеет две дополнительные колонки.

4. Построить графики осевых смещений.

5. Сделать выводы о проделанной работе, обратив внимание на причины, вызывающие появление погрешностей в осевом и радиальном направлениях от сил закрепления заготовок.

2.3.3 Лабораторная работа 2.3

Определение погрешности в осевом и радиальном направлениях при установке заготовок в трехкулачковом патроне

Данная работа выполняется аналогично лабораторной работе 3.2 (см. п. 3.3.2) только заготовка перед каждым новым закреплением проворачивается на неопределенную угловую величину вокруг своей продольной оси. Такой поворот заготовки обеспечивает получение погрешности в осевом и радиальном направлениях при установке заготовок, а не только от сил закрепления.

2.4 Контрольные вопросы

1. Из каких элементов складывается погрешность установки?
2. Дайте характеристику каждому из элементов погрешности установки.
3. Какие факторы оказывают наибольшее влияние на величину погрешности закрепления заготовки в машинных тисках?
4. Какие факторы оказывают наибольшее влияние на величину погрешности закрепления заготовки в самоцентрирующем трехкулачковом патроне в осевом и радиальном направлениях?

5. Какие факторы оказывают наибольшее влияние на величину погрешности установки в трехкулачковом патроне?

6. Какова последовательность действий при определении величины погрешности закрепления заготовки в машинных тисках?

7. Какова последовательность действий при определении величины погрешности закрепления заготовки в самоцентрирующем трехкулачковом патроне?

8. Какова последовательность действий при определении величины погрешности установки заготовки в самоцентрирующем трехкулачковом патроне?

Лабораторная работа №3

Определение жесткости технологической системы СПИД и вызываемой ею погрешности обработки

Цель работы: Приобретение знаний по определению жесткости технологической системы СПИД и вызываемой ею погрешности обработки, а также выработка некоторых умений и навыков по оценке жесткости элементов системы СПИД и их влиянию на точность обработки.

3.1 Общие положения

Одной из причин, вызывающих погрешность выдерживаемого при обработке размера, является нестабильность силы резания, величина которой изменяется под влиянием переменных условий обработки. В частности, к изменению силы резания приводят колебания размеров заготовок, т.е. неравномерность глубины резания (t_1 и t_2 , см. рисунок 7).

Нестабильность силы резания вызывает неравномерность деформаций и отжатый элементов упругой системы, в результате чего возникают погрешности формы обработанной поверхности, т.к. неточность заготовки отражается на обработанной поверхности в виде аналогичной неточности. Таким образом, точность обработки зависит от жесткости упругой системы СПИД.

Для определения погрешности обработки, вызванной упругими деформациями системы, необходимо определить жесткость этой системы. Под жесткостью системы понимают отношение силы резания,

направленной нормально к обрабатываемой поверхности, к смещению лезвия инструмента в направлении действия этой силы

$$\gamma_{сист} = \frac{P_y}{Y_{сист}}, \text{ кг/мм} \quad (3.1)$$

где P_y - составляющая силы резания, направленной нормально к обрабатываемой поверхности, кг.

$Y_{сист}$ вызываемое силой P_y отжатие элементов системы, мм.

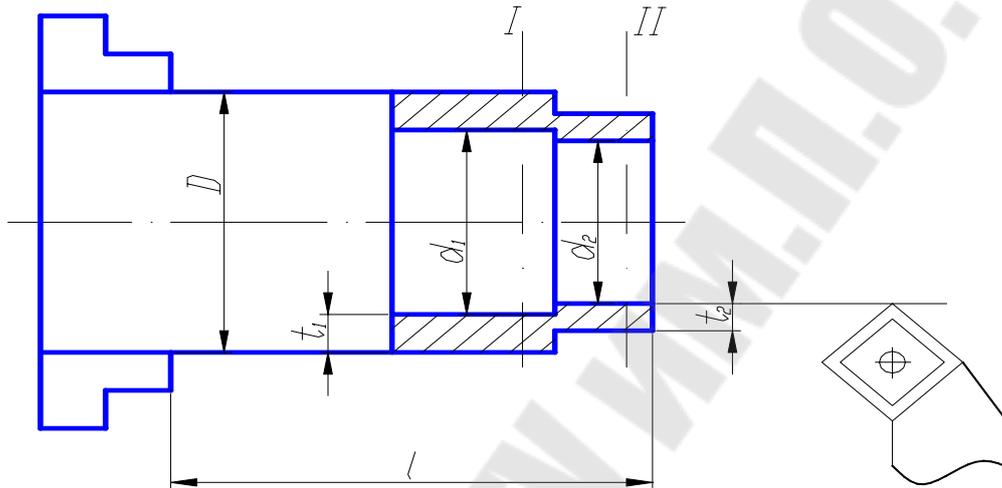


Рисунок 7 – Общая схема

Для удобства расчетов удобно пользоваться величиной, обратной жесткости. Эту величину называют податливостью

$$W = \frac{l}{\gamma} \text{ мм/кг} \quad (3.2)$$

Податливость системы складывается из податливости составляющих ее элементов.

Примем, что $W_{сист} = W_{суп} + W_{пер.боб.} + W_{дет}, \quad (3.3)$

или $W_{сист} = W_{ст} + W_{дет} \quad (3.4)$

Аналогично $Y_{сист} = Y_{ст} + Y_{дет}, \quad (3.5)$

где $W_{сист}, Y_{сист}$ – соответственно податливость и прогиб системы;

$W_{ст}, W_{суп}, W_{пер.б.}$ – соответственно податливость станка, суппорта, передней бабки;

$Y_{ст}$ – прогиб (отжатие) «станка».

$W_{дет}, Y_{дет}$ – соответственно податливость и отжатие (прогиб) детали.

В работе погрешность детали измеряется разностью упругих отжатию в сечениях I-I II-II и будет равна

$$\Delta_{\text{дем}} = 2(Y_1 - Y_2) \quad (3.6)$$

Отжатию системы определяются по формулам в тех же сечениях

$$Y_1 = \frac{P_{y1}}{\gamma_1}; Y_2 = \frac{P_{y2}}{\gamma_2} \quad (3.7)$$

где P_{y1}, P_{y2} - радиальные составляющие усилия резания в сечениях I-I II-II;

γ_1 и γ_2 - значения жесткости системы в тех же сечениях.

Для рассматриваемой работы можно с достаточной степенью точности считать, что жесткости системы в сечениях I-I II-II равны, т.е. $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_{\text{сист}}$.

Значения радиальных составляющих усилия резания можно определить по известным формулам из теории резания:

$$\begin{aligned} P_{y1} &= C_p \cdot t_1^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot v^{n_p} \cdot K_p, \text{ Н}; \\ P_{y2} &= C_p \cdot t_2^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot v^{n_p} \cdot K_p, \text{ Н}, \end{aligned} \quad (3.8)$$

где C_p - постоянная, характеризующая определенные условия обработки;

t_1 и t_2 - глубина резания соответственно в сечениях I-I II-II, мм;

S - подача, мм/об;

v - скорость резания, м/мин;

K_p - поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов $K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$.

K_{mp} - коэффициент, учитывающий влияние свойств обрабатываемого материала;

$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_{\text{в}}}{75}\right)^{n_p}$ - при обработке конструкционной стали и стального литья;

$K_{mp} = \left(\frac{HB}{120}\right)^{n_p}$ - при обработке серого чугуна;

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента, а

именно главного угла в плане φ , переднего угла γ , угла наклона главного лезвия λ и радиуса при вершине r .

Увеличение жесткости технологической системы СПИД и тем самым уменьшение ее влияния на величину погрешности обработки достигается:

- Уменьшением количества стыков в конструкциях станков и приспособлений;
- Предварительной затяжкой неподвижных стыков посредством резьбовых креплений;
- Тщательной пригонкой сопряженных поверхностей и уменьшением зазоров;
- Уменьшением длины консоли, высоты или вылета элементов технологической системы СПИД и увеличением их опорной поверхности;
- Использованием дополнительных опор, люнетов, направляющих скалок и др. элементов приспособлений для заготовок и инструментов.

Причем, для повышения точности обработки важно не только повышать жесткость элементов технологической системы СПИД, но и выравнивать ее неравномерность в различных сечениях и направлениях.

Существует несколько методов определения жесткости металлорежущих станков или их составных частей. Основными являются методы:

- статический (испытания на неработающем станке);
- производственный (испытания при обработке заготовки).

Сущность статического метода определения жесткости металлорежущих станков заключается в том, что элементы станка с помощью специальных приспособлений нагружают силой, воспроизводящей действие силы резания, и одновременно измеряют перемещение отдельных частей станка. Для испытания жесткости станков методом статического приложения нагрузки существует много приборов, которые состоят из нагружающего устройства с динамометром и устройства для измерения деформаций. Данный метод имеет много недостатков:

1. Метод сложен;
2. Требуется длительного испытания;
3. Жесткость станка, определяемая в статическом состоянии, лишь приблизительно характеризует упругие перемещения станка в процессе работы.

Производственный метод испытания жесткости станков основан на том, что при обработке заготовки с неравномерным припуском форма заготовки копируется на обработанной поверхности детали. Степень копирования тем больше, чем меньше жесткость СПИД. При принятых условиях проведения опыта влияние всех факторов, кроме жесткости станка, практически исключаются.

Податливость детали в теоретическом плане можно определить из формулы

$$W_{дет} = \frac{l^3}{3 \cdot E \cdot I} \quad (3.9)$$

где l – длина консоли (см. рисунок 7);

$E = 2 \cdot 10^4$ кг/мм – модуль упругости;

$I = 0,05 \cdot D^4$ – момент инерции для прутка диаметром D .

При установке заготовки в центрах или патроне, с поджатием центром задней бабки, податливость детали при ее обработке будет изменяться от нуля (на концах заготовки) до максимального значения (в средней части), определяемого из зависимости

$$W_{дет} = \frac{l^3}{48 \cdot E \cdot I} \quad (3.10)$$

При данном способе установки необходимо для конкретных условий проведения эксперимента определять так называемое среднее значение момента инерции вала, принимая соответствующее значение его диаметра.

При этом для сечений, расположенных на расстоянии $l/4$ длины заготовки от ее торцов с достаточной для практически целой точностью, нужно принять в формуле (3.10) вместо коэффициента 48 значение его равным 85,3, т.к. податливость детали

$$W_{дет} = \frac{x^2 \cdot (l-x)^2}{3 \cdot E \cdot I \cdot l}$$

где x – расстояние от торца детали до рассматриваемого сечения.

3.2 Оборудование и оснастка

1. Токарно-винторезный станок 16К20;
2. Резец с пластиной Т15К6;
3. Заготовки $l/D = 1-2$ и $l/D = 5-7$;
4. Штангенциркуль, линейка, микрометр;
5. Микрокалькулятор.

3.3 Порядок выполнения и оформления работы

Определение податливости (жесткости) технологической системы СПИД производственным методом

1. Определяется податливость (жесткость) станка. Для этого:

1.1 В патрон токарного станка устанавливается весьма жесткая ступенчатая заготовка (рисунок 8), жесткостью которой по сравнению с жесткостью станка можно пренебречь. Обычно такая заготовка имеет $l/D = 1-2$. Материал заготовки – конструкционная сталь с $\sigma_s = 50$ кг/мм² = 500 МПа.

1.2 Установить резец с пластиной Т15К6 со следующими геометрическими параметрами $\gamma=10^\circ$, $\varphi=60^\circ$, $\lambda=0^\circ$, $r=0,3...0,5$ мм.

1.3 На длине $l_1 = 5...10$ мм проточить заготовку так, чтобы $D_2 - D_1 = 4...10$ мм. Затем измерить диаметры ступеней заготовки. Результат замера принимается за погрешность заготовки

$$\Delta_{заг} = \frac{D_2 - D_1}{2} \quad (3.11)$$

1.4 Обработать заготовку за один проход таким образом, чтобы глубина резания на D_1 равнялась 1 мм, $S = 0,1$ мм/об, $v = 70 - 80$ м/мин.

1.5 Измерить диаметры d_1 и d_2 после обработки. Результат замера принимается за погрешность детали

$$\Delta_{дет} = \frac{d_2 - d_1}{2} \quad (3.12)$$

1.6 Определить фактическое уточнение $\varepsilon = \frac{\Delta_{дет}}{\Delta_{заг}}$ (3.13)

1.7 Определить податливость станка считая, что при сверхжесткой заготовке жесткость (податливость) системы будет равна $\gamma_{ст}(W_{ст})$. Следовательно, с достаточной для практических целей точностью

$$W_{ст} = \frac{\varepsilon}{C_p \cdot S^{y_p} \cdot v^{n_p} \cdot K_p} \quad (3.14)$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

где $C_p = 243$; $y_p = 0,6$; $n_p = -0,3$;

$K_{mp} = 1,35$; $K_{\varphi p} = 0,77$; $K_{\gamma p} = K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{rp} = 0,82$.

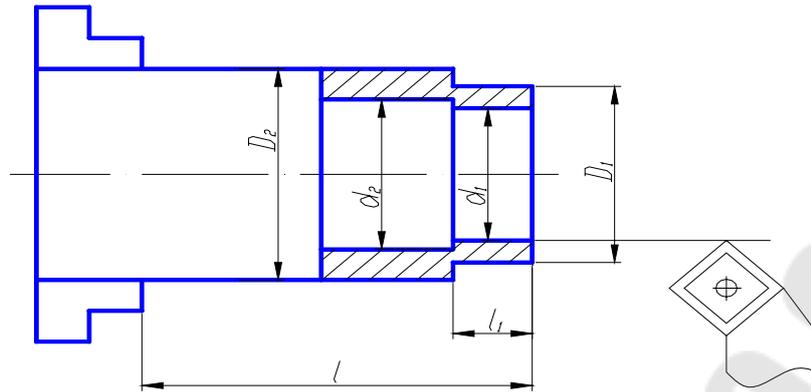


Рисунок 8 – Схема производственного метода определения жесткости (податливости) станка

1.8 Определить жесткость станка, используя формулу (3.2)

2. Определяется податливость (жесткость) детали. Для этого:

2.1 В патрон токарно-винторезного станка устанавливается мало-жесткая заготовка (рисунок 9), у которой $l/D = 5 - 7$.

2.2 По формуле (3.9) определяется теоретическое значение податливости детали, а затем и жесткости ее, используя формулу (3.2).

2.3 Установленным ранее резцом протачивается ступенька на конце консоли длиной 5...10 мм с перепадом диаметров 1...2 мм (с поджатием центром задней бабки) и измеряются диаметры D_1 и D_2 .

2.4 На длине l (рисунок 9) протачивается заготовка за один проход со следующим режимом обработки $S = 0,1$ мм/об, $v = 70 - 80$ м/мин, $t = 1$ мм на диаметре меньшей ступени заготовки (без поджатия центром задней бабки). Замеряются диаметры в сечениях 1-1, 2-2 и 3-3. Причем, значению диаметра в одном сечении соответствует средний размер из двух, выполненных с «поворотом детали» на 90° .

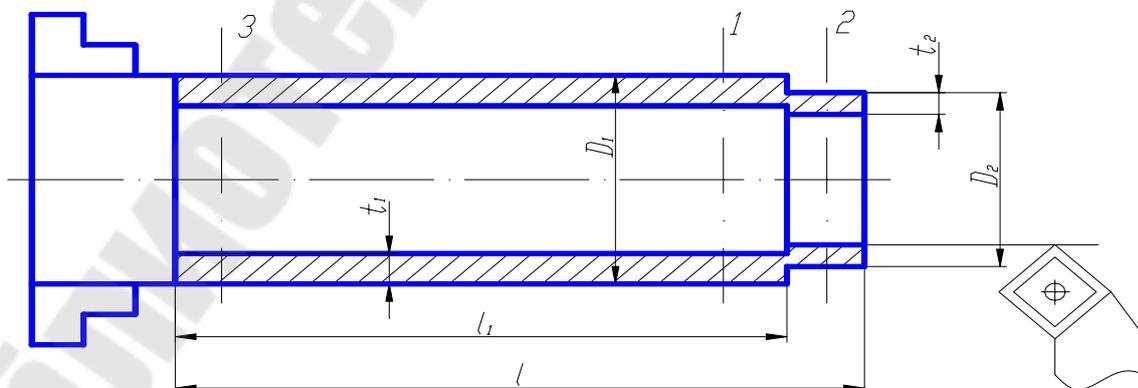


Рисунок 9 – Схема определения точности обработки в зависимости от точности заготовки и жесткости системы

2.5 Определяется податливость детали по формуле

$$W_{дет} = \frac{K \cdot l_1}{2 \cdot P_y} \quad (3.15)$$

где P_y – радиальная составляющая усилия резания, определяемая по формуле для сечения 1-1;

K – конусность на участке l_1 , после обработки, которая будет определена из зависимости $K = \frac{d_1 - d_3}{l_1}$.

2.6 Делается сравнение теоретически полученной податливости детали с определенным значением ее производственным способом. Определяется жесткость детали по формуле (3.2)

2.7 Определяются производственным способом податливость технологической системы СПИД с использованием зависимости 3.4 и жесткости ее по зависимости (3.2).

3.4 Контрольные вопросы

1. Что такое жесткость системы СПИД и как она определяется?
2. Что такое податливость и как она определяется?
3. Как определяется теоретически податливость детали?
4. Что такое статический метод определения жесткости станка?
5. Что такое производственный метод определения жесткости станка?
6. Какие пути увеличения жесткости технологической системы СПИД?

Лабораторная работа №4

Определение зависимости размерного износа резца и шероховатости обработанной поверхности от пути резания и элементов режима обработки

Цель работы: Приобретение знаний по влиянию элементов режима обработки длительности работы (пути резания) на величину размерного износа резца и тем самым на точность обработки, а также выработка некоторых умений и навыков по оценке величины, вызываемой размерным износом резца, погрешности обработки в зависимости от конкретных условий выполнения токарной операции (перехода).

4.1 Общие положения

Одним из факторов, существенно влияющим на точность механической обработки, является размерный износ режущего инструмента. При работе режущего инструмента происходит значительное трение его контактных поверхностей о стружку и обрабатываемую поверхность изделия. Трение оказывает огромное влияние на весь процесс резания. Все виды износа режущего инструмента, пусть то будет износ по задней поверхности (рисунок 10 а), износ, образующийся на передней поверхности (рисунок 10 б) или износ по передней и задней поверхностям одновременно (рисунок 10 в), являются, главным образом, результатом трения.

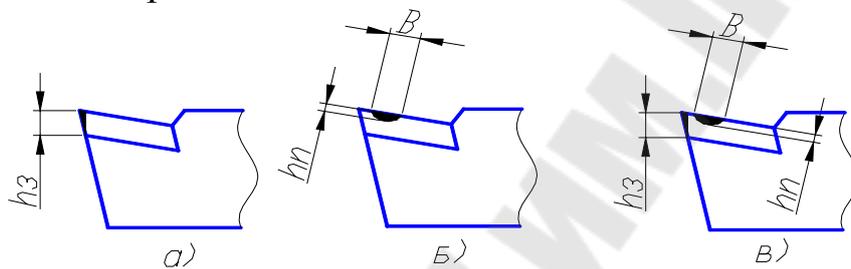


Рисунок 10 – Виды лимитирующего износа режущего инструмента

Превалирующий износ по задней поверхности обычно наблюдается при обработке сталей с малой толщиной среза (не более 0,15 мм) и низкими скоростями резания. Второй и третий виды износа наблюдаются у инструментов, снимающих слой больше указанной величины.

С точки зрения точности механической обработки для технологов представляет интерес размерный износ инструмента, непосредственно влияющий на размеры, обрабатываемой детали. Так, например, при износе резца по задней поверхности на некоторую величину h_3 (рисунок 11 а) ухудшается шероховатость обработанной поверхности и, кроме того, наблюдается увеличение диаметра обработанной детали на удвоенную величину радиального (размерного) износа U (рисунок 11 б).

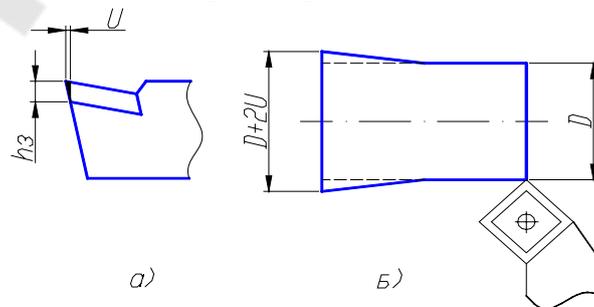


Рисунок 11 – Изменение размеров обрабатываемой детали при наличии радиального износа резца

Размерным износом резца U называется износ его режущей кромки, измеренный в направлении, нормальном к обрабатываемой поверхности. Изучение размерного износа при чистовой обработке показало, что его процесс не подчиняется строго линейному закону (рисунок 12). В начальный период резания $L_{нач}$ происходит повышенный начальный износ U_n . Далее наступает наиболее продолжительный период (путь $L_{норм}$) нормального износа $U_{норм}$, характеризующийся линейной зависимостью размерного износа от пути резания.

Третий период (участок III) характеризуется очень быстрым износом, в результате которого происходит разрушение режущей кромки инструмента.

Период начального износа и его величина зависят в основном от качества заточки и доводки инструмента. При хорошей заточке и доводке период начального (повышенного) износа может отсутствовать. На участке нормального износа интенсивность износа характеризуется углом наклона линии износа к оси абсцисс (угол α). В этот период размерный износ зависит от материала инструмента и обрабатываемого материала, режимов резания, геометрии режущего инструмента и смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).

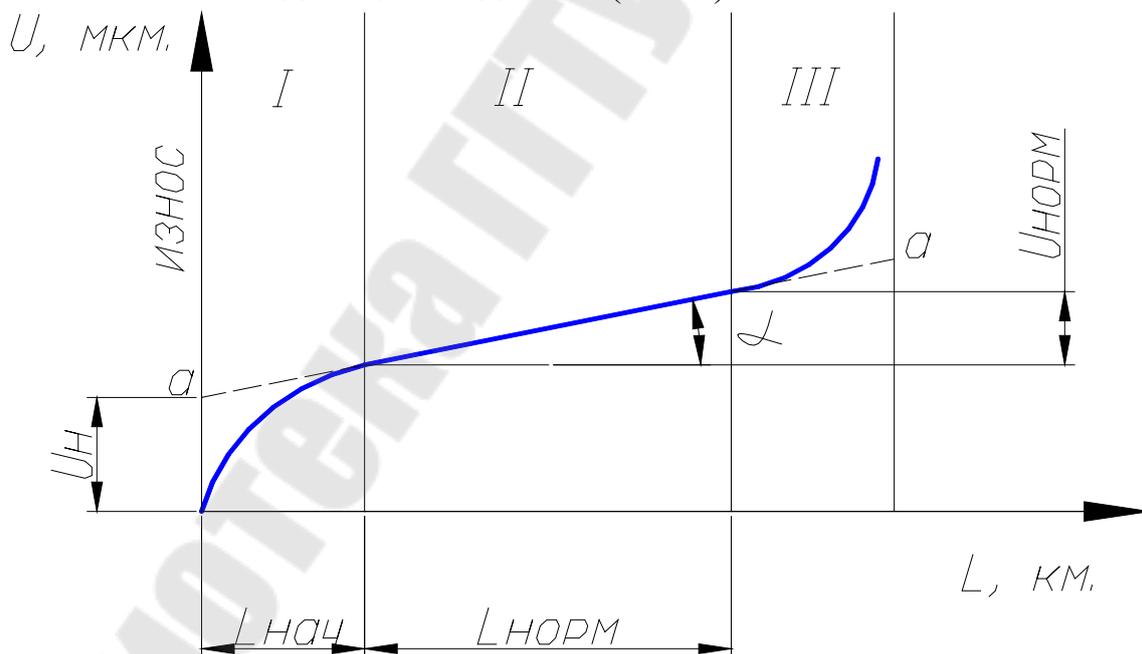


Рисунок 12 – Зависимость размерного износа резца от пути резания

Линейная зависимость $U = f(L)$ на участке нормального износа дает возможность характеризовать интенсивность износа следующим показателем – величиной относительного износа.

Относительным износом называется размерный износ режущего инструмента (в мкм) на пути резания $L = 1000$ м в зоне нормального износа.

$$U_o = \frac{1000 \cdot U}{L_2} = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\mu_u \cdot 1000}{\mu_l} \text{ мкм/км}; \quad (4.1)$$

где U_o – относительный износ в мкм;

U – размерный износ в мкм на участке нормального износа;

L_2 – путь резания в м. на участке нормального износа;

μ_u – масштаб размерного износа в мкм/мм;

μ_l – масштаб пути резания в м/мм.

Упрощение расчета размерного износа можно получить, заменив кривую на рисунке 12 прямой aa . Эта прямая совпадает с кривой на участке II и отсекает на оси ординат отрезок U_n , который характеризует величину износа на участке I (т.е. начальный износ). Зная для определенных условий обработки значения U_o и U_n можно определить размерный износ на длине пути резания L по формуле

$$U = U_n + \frac{U_o \cdot L}{1000} \text{ мкм} \quad (4.2)$$

Величина относительного износа зависит от обрабатываемого материала, материала режущей части инструмента, режимов резания, геометрии режущего инструмента и др. факторов.

Обрабатываемый материал и, в частности, его твердость оказывает большое влияние на относительный износ инструмента. С повышением твердости материала относительный износ возрастает.

Большое влияние на относительный износ оказывает материал режущего инструмента. Относительный износ резцов из быстрорежущей стали при точении в 1,5...2 раза больше износа резцов с пластинками из твердого сплава. Износ резцов с пластинками из минералокерамики ЦН332 при тонком растачивании заготовок из закаленного чугуна (НВ 375...400) в 1,5...2 раза меньше, чем износ резцов с пластинками из твердого сплава. При алмазном растачивании цветных сплавов износ алмазных резцов в 50, а иногда и в 100 раз меньше износа твердосплавных резцов.

Из режимов резания наибольшее влияние на относительный износ оказывает скорость резания. При чистовой обработке серого чугуна, легированной и углеродистой стали наименьшая величина относительного износа наблюдается в зоне средних скоростей резания ($v = 100...200$ м/мин); с ростом скорости от ее среднего значения износ

начинает медленно увеличиваться; в зоне малых скоростей относительный износ велик.

С увеличением подачи от 0,1 до 0,3 мм/об при точении проходными резцами заготовок из стали и чугуна, относительный износ увеличивается на 30-50%. Увеличение глубины резания от 0,3 до 1,5 мм ведет к увеличению относительного износа примерно на 50%.

Экспериментально размерный износ можно определить, если последовательно следить за изменением расстояния от вершины резца до выбранной измерительной базы. Такое расстояние можно проводить с помощью специального контактного приспособления изображенного на рисунке 13.

В результате проведения эксперимента будет получен график $U = f(L)$.

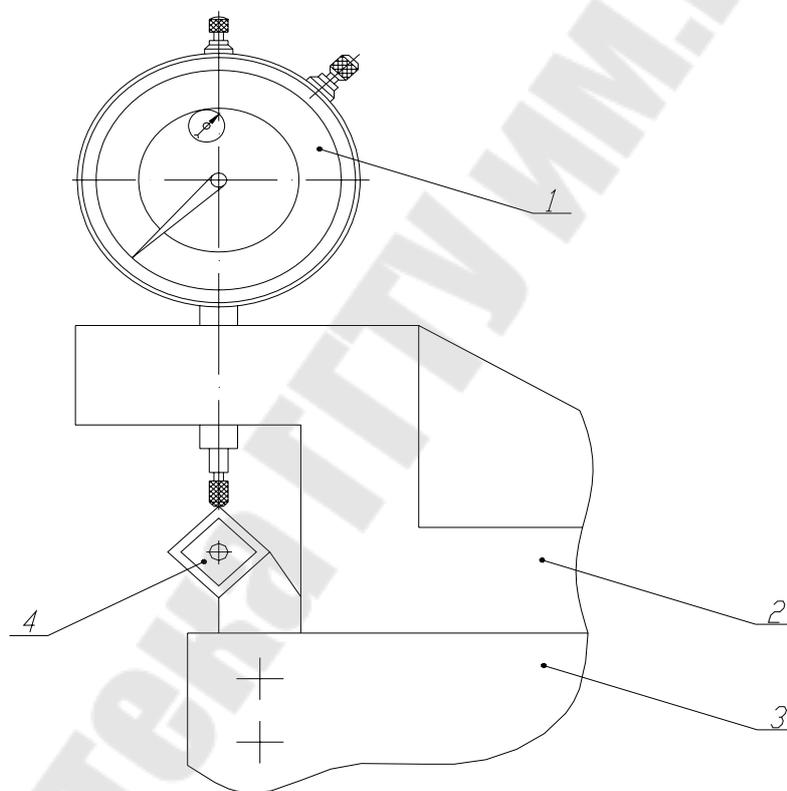


Рисунок 13 – Приспособление для измерения размерного износа резца
1 – индикатор; 2 – корпус измерительного приспособления; 3 – резцедержатель; 4 – резец.

Основными путями сокращения влияния размерного износа инструмента на точность обработки, а также на увеличение стойкости режущего инструмента является:

- ✓ Повышение стабильности качества изготовления инструмента;

- ✓ Повышение качества доводки его режущих кромок для сокращения величины первоначального размерного износа;
- ✓ Стабилизации сил резания;
- ✓ Сокращение вибраций в технологической системе (СПИД), если это не вибронарезание;
- ✓ Выбор наиболее экономичных режимов обработки;
- ✓ Своевременная смена инструмента для его переточки;
- ✓ Правильный подбор и применение СОЖ;
- ✓ Своевременная компенсация размерного износа инструмента путем поднастройки размерных цепей технологической системы СПИД;
- ✓ Правильная установка и закрепление режущего инструмента с учетом изменения его геометрии при возникновении силы резания и упругих перемещений элементов технологической системы СПИД и ряд других мероприятий.

4.2 Оборудование и оснастка

1. Токарно-винторезный станок;
2. Резцы;
3. Штангенциркуль;
4. Секундомер;
5. Заготовка;
6. Образцы шероховатости;
7. Профилометр;
8. Приспособление для измерения размерного износа резца;
9. Микрокалькулятор.

4.3 Порядок выполнения и оформления работы

1. В патроне токарного станка с упором в задний вращающийся центр закрепить заготовку.
2. Установить и закрепить резец в резцедержателе станка. Материал режущей части резцов Т15К6. Резцы для экспериментов имеют постоянную геометрию: $\gamma=10^\circ$, $\alpha=15^\circ$, $\varphi=60^\circ$, $\varphi'=15^\circ$, $\lambda=0^\circ$, $r=0,3 \dots 0,5$ мм.
3. Охладить резец эмульсией в течении 1 мин.
4. Установить измерительное приспособление на резцедержатель, подвести ножку индикатора к вершине резца, с натягом не менее 0,1 мм и зафиксировать показания индикатора на ноль.

5. Настроить станок на заданный режим работы:

$$v = 150 \text{ м/мин}; \quad S = 0,1 \text{ мм/об}; \quad t = 0,5 \text{ мм}$$

6. Пустить станок. Через 2 минуты от начала работы отвести резец от заготовки и выключить станок.

Охладить резец эмульсией в течении 1 мин., установить приспособление и измерить величину размерного износа U_1 , а также шероховатость обработанной поверхности Ra', Ra . (Ra' – по образцам, Ra – профилометром).

7. Повторить приемы указанные в п.6 три раза и измерить U_2, U_3, U_4 , а также Ra', Ra для каждого случая.

8. Подсчитать путь резания L для всех точек по формуле

$$L = v \cdot T \text{ (м)} \quad (4.3)$$

где v – скорость резания в м/мин;

T – время работы резца в мин.

9. Заменить резец, охладить его эмульсией, зафиксировать показание индикатора измерительного приспособления на ноль и настроить станок на новый режим работы:

$$v = 50 \text{ м/мин}; \quad S = 0,1 \text{ мм/об}; \quad t = 0,5 \text{ мм}$$

10. Пустить станок. Через 6 минут от начала работы отвести резец от заготовки и выключить станок, охладить резец эмульсией в течении 1 мин., установить приспособление и измерить величину размерного износа, а также шероховатость обработанной поверхности.

11. Заменить резец, охладить его эмульсией, зафиксировать показание индикатора измерительного приспособления на ноль и настроить станок на новый режим работы:

$$v = 100 \text{ м/мин}; \quad S = 0,1 \text{ мм/об}; \quad t = 0,5 \text{ мм}$$

12. Пустить станок. Через 3 минуты от начала работы отвести резец от заготовки и выключить станок, охладить резец эмульсией в течении 1 мин., установить приспособление и измерить величину размерного износа, а также шероховатость обработанной поверхности.

13. Повторить приемы указанные в п.6 для подачи $S = 0,2$ мм/об и $S = 0,4$ мм/об, меняя резцы. Остальные режимы $v = 150$ м/мин; $t = 0,5$ мм.

14. Повторить приемы указанные в п.6 для глубины резания $t = 1$ мм и $t = 2$ мм, меняя резцы. Остальные режимы $v = 150$ м/мин; $S = 0,1$ мм/об.

15. Построить графики зависимости:

$$Ra = f(L); Ra = f(v); Ra = f(S); Ra = f(t);$$
$$U = f(L); U = f(v); U = f(S); U = f(t).$$

16. Сделать выводы о проделанной работе.

4.4 Контрольные вопросы

1. Какие бывают виды износа?
2. Что такое размерный износ инструмента?
3. Как влияет размерный износ на точность обработки?
4. Какова зависимость размерного износа от пути резания?
5. От чего зависит период начального износа инструмента?
6. Каково влияние подачи и глубины на относительный износ?
7. Каковы основные пути сокращения влияния размерного износа инструмента на точность обработки?

Лабораторная работа №5

Сборка сборочных единиц с шарикоподшипниками

Цель работы: Ознакомиться с технологией сборки сборочных единиц с шарикоподшипниками и выработать некоторые умения построения технологических схем разборки и сборки натуральных сборочных единиц.

5.1 Основные положения сборки сборочных единиц (изделий) с подшипниками качения

В изделиях машиностроения используются подшипники качения: шарикоподшипники (радиальные и упорные), конические (роликовые), игольчатые и др.

Радиальные шарикоподшипники монтируют в сборочные единицы по двум различным неподвижным посадкам (внутреннего кольца с валом и наружного кольца подшипника с корпусом) обычно без специальных креплений, препятствующих проворачиванию. Это вызывает деформацию колец, в результате чего диаметральный зазор между поверхностями качения и шариками уменьшается. Уменьшение радиального зазора в подшипнике может произойти также при неодинаковом нагреве его колец при работе сборочной единицы. Учитывая, что радиальный зазор в шарикоподшипнике до его сборки составляет несколько микрометров, поэтому изменение радиального

зазора при его постановке в сборочную единицу и работе изделия необходимо учитывать при сборке.

Для более равномерного износа беговых дорожек колец необходимо, чтобы не вращающееся при работе кольцо имело при сборке более слабую посадку, дающую возможность проворачивать его от руки в ненагруженном состоянии. Это позволяет неподвижному кольцу незначительно проворачиваться в процессе работы изделия и тем самым вводить в рабочую зону новый участок беговой дорожки кольца подшипника.

Сборку сборочной единицы вал-шарикоподшипник осуществляют следующим образом. Подшипник тщательно промывают в антикоррозионном растворе и проверяют в горизонтальном положении на плавность вращения наружной обоймы, удерживая подшипник за внутреннее кольцо. Подготавливают также к сборке и сопрягаемую с подшипником деталь (вал). После подготовки к сборке сопрягаемых деталей на вал напрессовывают подшипник, либо предварительно подшипник нагревают до температуры 60-100 °С с точным контролем температуры масла в электрованне в течение 15-20 мин., а затем его устанавливают на вал и доводят до места небольшим осевым усилием. При этом сторона подшипника с заводским клеймом должна находиться снаружи.

Осевые силы, требуемые для установки подшипников качения, должны прикладываться только к тому кольцу, которое при данной операции сопрягается с базовой деталью. При сборке таких соединений применяются необходимые оправки, подставки. При этом нецелесообразны удары по одной из сопрягаемых деталей. Если при напрессовке требуются значительные силы, то применяют стационарные пневматические или гидравлические прессы, либо переносные гидравлические приспособления и гидравлические гайки.

После напрессовки подшипника на вал следует убедиться в том, что его шарики не защемлены. Данная проверка осуществляется методом на качку (наружная обойма подшипника должна в направлении оси вала свободно поворачиваться на определенный угол) или в приспособлении по величине осевого зазора, либо на плавность вращения наружной обоймы. Проверяется также плотность соприкосновения торца кольца внутренней обоймы подшипника с буртиком или заплечиком сопрягаемой детали с использованием щупа. Применяемый метод контроля обычно оговаривается в технологическом процессе сборки.

Для запрессовки подшипника качения в корпус требуются сравнительно небольшие силы (до 4500 Н для наружного диаметра внешней обоймы подшипника 130 мм). Крупногабаритные подшипники диаметром 120-260 мм наиболее часто устанавливают в разъемные корпуса (иногда и меньшего диаметра устанавливают также). В местах разъема отверстие в корпусе расшабривают на ширине 15 мм вдоль разъема на глубину 0,15 мм для предотвращения сжатия наружного кольца подшипника из-за деформации сопрягаемых деталей при их закреплении. В этом случае проверяется по краске (в качестве «краски» может использоваться обычное масло с добавкой красителя – графита или сажи) прилегание наружного кольца подшипника к посадочным поверхностям («постелям») корпуса и крышки, либо половинок разъемного корпуса. Прилегание должно быть не менее 75% и обеспечивается, в случае необходимости, в процессе сборки пришабриванием посадочных мест охватываемых деталей.

При установке на одном валу в сборочной единице (машине, изделии) двух и более шарикоподшипников, один из них фиксируют от осевых смещений на валу и в корпусе, а остальные необходимо фиксировать только на валу (внутренние обоймы подшипников), или только в корпусе (наружные обоймы подшипников). Это необходимо для компенсации возможных неточностей сборки и изготовления деталей, а также во избежание заклинивания шариков при температурных деформациях деталей. Если радиальные зазоры в сборе должны быть меньше тех, с которыми подшипники собраны на заводе, то создают предварительный натяг в опорах путем осевого смещения внутреннего и наружного колец подшипника за счет подбора соответствующей ширины проставочных колец между внутренними и наружными обоймами подшипников.

Пример сборочной единицы с радиальными шарикоподшипниками приведен на рисунке 14.

При составлении технологической схемы сборки изделия разделяют так, чтобы каждая сборочная единица могла собираться самостоятельно, вне связи с другими сборочными единицами. В каждой сборочной единице должна быть найдена базовая деталь, определяющая положение всех составляющих данную сборочную единицу других сборочных единиц и деталей. Если по ходу общей сборки возникает необходимость производить предварительную разборку отдельных сборочных единиц, поступающих на общую сборку в собранном виде, то при построении схемы сборки в нее необходимо включать и

все неизбежные по ходу технологического процесса разборки сборочных единиц.

На технологической схеме базовую деталь располагают слева, а собираемое изделие – в конце схемы, справа. Сверху от линии, соединяющей базовую деталь с изделием, располагаются детали, а снизу – сборочные единицы и необходимые пояснения (указания).

Для удобства чтения схемы сборки детали, сборочные единицы и т.п. обозначаются прямоугольниками, в верхней части которых указывается обозначение и количество, а в нижней – их наименование.

В необходимых случаях схему следует дополнять технологическими указаниями, например: запрессовать, измерить зазор, подобрать компенсатор, либо контроль и т.п.

При выполнении лабораторных работ в верхней части прямоугольников схем сборки записывается то обозначение детали, которое имеется на эскизе (чертеже) сборочной единицы (изделия), а для сборочных единиц – обозначение базовой детали данной сборочной единицы.

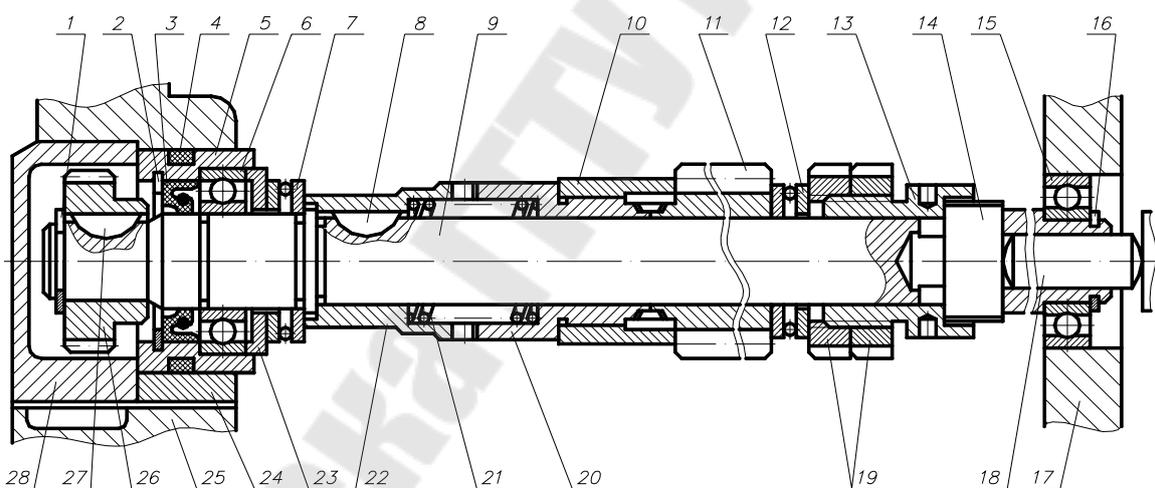


Рисунок 14 – Эскиз сборочной единицы устанавливаемой на шарикоподшипники

1,2 и 16 – стопорные кольца; 3 – манжета; 4 – резиновое кольцо; 5 – корпус шарикоподшипника; 6 и 15 – радиальные шарикоподшипники; 7 и 12 – упорные шарикоподшипники; 8 и 27 – шпонка сегментная; 9 – вал; 10 – втулка; 11 – червяк; 13 – втулка спец.; 14 – пластина; 17 и 25 – корпус; 18 – ось; 19 – гайки; 20 – полумуфта правая; 21 – пружина; 22 – полумуфта левая; 23 – кольцо; 24 – сегмент; 26 – колесо зубчатое; 28 – крышка.

5.2 Порядок выполнения работы

1. Изучить основные положения сборки сборочных единиц с шарикоподшипниками, в том числе подходы и правила построения технологических схем разборки и сборки натуральных образцов сборочных единиц, используя основные положения разделов 6.1 и 6.2 настоящего пособия.

2. Разобрать сборочную единицу, обращая внимание на последовательность ее разборки. Начертить эскиз сборочной единицы и технологическую схему ее разборки.

3. Разработать технологическую схему сборки сборочной единицы с шарикоподшипниками, предусмотрев постройку ее в изделии (корпусную деталь).

4. Согласовать с преподавателем, проводящим лабораторное занятие, разработанную технологическую схему сборки сборочной единицы с шарикоподшипниками.

5. Собрать натуральный образец сборочной единицы в строгом соответствии с разработанной и согласованной технологической схемой сборки ее (без поправки в изделие).

6. Оформить отчет по работе, который должен содержать: название работы; цель работы; краткое содержание основных положений сборки сборочных единиц с шарикоподшипниками и построения схем разборки и сборки сборочных единиц; порядок выполнения работы с указанием в нужных местах рисунков, поясняющих описание выполняемой работы; привести рисунки: эскиза сборочной единицы, технологической схемы разборки, схемы сборки рассматриваемой (изучаемой) сборочной единицы.

7. Защитить отчет по данной работе. Для этого необходимо дать четкие и однозначные ответы на контрольные вопросы и задания по данной лабораторной работе.

5.3 Контрольные вопросы и задания

1. Изложите основные положения сборки сборочных единиц с шарикоподшипниками.

2. Что такое технологическая схема разборки изделия (сборочной единицы), как она строится и для чего используется?

3. Что такое технологическая схема сборки изделия (сборочной единицы) и как она строится?

ЛИТЕРАТУРА

1. Режимы резания металлов. Справочник под ред. Ю.В. Барановского. – М.; Машиностроение, 1972.
2. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: (Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов) – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн.; Вышэйшая школа, 1983 – 256с.
3. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. М.; Машиностроение, 1984.
4. Маталин А.А. Технология машиностроения. Учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструмент», Л.; Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. – 496 с.
5. Ящерицын П.И. Основы технологии механической обработки и сборки в машиностроении. Минск, Вышэйшая школа, 1974.
6. Егоров М.Е. и др. Технология машиностроения. М.; Вышэйшая школа, 1976.
7. Гусев А.А. и др. Технология машиностроения (специальная часть). – М.; Машиностроение, 1986.
8. Справочник технолога машиностроителя. Том II, – М.; Маш. из. 1972

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1:	
Статическая и динамическая настройка станка.....	3
Лабораторная работа №2:	
Определение погрешности обработки от сил закрепления и не- точности установки заготовок.....	21
2.3.1 Лабораторная работа 2.1: Определение погрешности от сил закрепления заготовки в машинных тисках.....	24
2.3.2 Лабораторная работа 2.2: Определение погрешности в осе- вом и радиальном направлениях от сил закрепления заготовок в трехкулачковом патроне.....	25
2.3.3 Лабораторная работа 2.3: Определение погрешности в осе- вом и радиальном направлениях при установке заготовок в трехкулачковом патроне.....	26
Лабораторная работа №3:	
Определение жесткости технологической системы СПИД и вы- зываемой ею погрешности обработки.....	27
Лабораторная работа №4:	
Определение зависимости размерного износа резца и шерохова- тости обработанной поверхности от пути резания и элементов режима обработки.....	34
Лабораторная работа №5:	
Сборка сборочных единиц с шарикоподшипниками.....	41
ЛИТЕРАТУРА.....	46

**Красюк Станислав Иосифович
Карпович Сергей Викторович**

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
по одноименному курсу
для студентов специальности 1-36 12 01
«Проектирование и производство
сельскохозяйственной техники»
дневной формы обучения**

Подписано в печать 02.04.09.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Цифровая печать. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,5.

Изд. № 104.

E-mail: ic@gstu.gomel.by

<http://www.gstu.gomel.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе
с макета оригинала авторского для внутреннего использования.

Учреждения образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0131916 от 30.04.2004 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.