

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» в качестве методических указаний к лабораторной работе

САМАРА
Издательство СГАУ
2013

УДК СГАУ 621.9(075)

Составители: *М.Б. Сазонов, А.Н. Волков, К.П. Крашенинников*

Рецензент д-р техн. наук, проф. Н.Д. П р о н и ч е в

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ: метод. указания к лаб. работе / сост.: *М.Б. Сазонов, А.Н. Волков, К.П. Крашенинников.* – Самара: Изд-во СГАУ, 2013. – 16 с.

Излагается методика статистической обработки размеров в партии деталей при обточке валиков на настроенном токарном станке.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальностям «Технология машиностроения» и «Технология производства двигателей летательных аппаратов».

Подготовлены на кафедре механической обработки металлов.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2013

Цель работы

Освоение методики статистического исследования точности обработки при обточке валиков на настроенном токарном станке.

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ТОЧНОСТИ

Под точностью обработки понимают степень соответствия действительных, полученных после обработки геометрических параметров деталей, заданным геометрическим параметрам.

К понятию «геометрические параметры» относятся размеры, форма и взаимное расположение поверхностей деталей.

В данной работе рассматривается точность размера-диаметра валика после обточки.

Определение точности обработки является сложной задачей. Для ее решения применяют расчетно-аналитический и статистический методы. Расчетно-аналитический метод базируется на исследовании факторов, вызывающих первичные погрешности, установлении между ними функциональной зависимости, расчете каждой составляющей погрешности и суммировании их для определения погрешности обработки. Достоинством этого метода является то, что можно выявить факторы, вызывающие первичные погрешности, и наметить пути их уменьшения.

Статистический метод позволяет оценить действие в данной операции сразу всей совокупности факторов. При этом нет необходимости проводить эксперименты по выявлению влияния отдельных факторов на точность обработки; достаточно на основе непосредственного наблюдения на производстве по данному геометрическому параметру измерить партию деталей.

Каждый из этих методов имеет свою область применения и они не исключают, а, наоборот, дополняют друг друга.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Произвести настройку стайка на размер: $D_{-0,12\text{мм}}$.
2. Обработать 40—50 деталей согласно операционной карте (по одному пояску на каждой детали).
3. Измерить обработанные пояски микрометром с ценой деления 0,01 мм. Результаты занести в табл. 1.
4. Обработка результатов измерения деталей.
Этот этап включает в себя определение результирующей погрешности обработки.
5. Рабочее место, оснастку и инструмент привести в порядок и сдать лаборанту.

Настройка станка производится по заранее рассчитанному настроечному размеру D н. р методом пробных проходов и промеров. Для этого у первой детали на небольшой длине обтачивается поясок на размер, превышающий D н. р, и делается промер.

Промеры и проходы повторяются до тех пор, пока не будет достигнут размер, близкий к настроечному. При этом замечают деление лимба винта поперечной подачи, устанавливают по нему резец и обтачивают 3-4 пробные детали. Средний размер этих деталей не должен отклоняться от D н. р на величину $\left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{6}\right)$ от допуска, на размер (δ), т. е. на $0,02 \div 0,025$ мм.

Если отклонение превосходит указанное значение, делают поднастройку станка, затем обрабатывают всю партию деталей и производят измерения. Погрешность измерения согласно ГОСТу не должна превышать (15—20)% от δ .

Решение приведенных выше задач рассмотрим на примере для случая $X = \varnothing 20$ мм, при объеме партии $N = 40$ шт.

В качестве настроечного размера принят средний размер поля допуска $X_{н.р} = X_{\text{ср}} = 19,94$ мм. Измерение деталей осуществлялось по мере снятия их со станка микрометром с ценой деления 0,01 мм.

Результаты измерения представлены в протоколе наблюдений (табл. 1).

Таблица 1

<i>№ п/п</i>	<i>Размеры X_i</i>	<i>№ п/п</i>	<i>Размеры X_i</i>
1	2	3	4
1	19,94	21	18,87
2	19,95	20	18,86
3	19,93	22	
4			
5			
6	19,99		
7			
8			
9			
10		40	

В табл. 1 отмечаются наибольший (X_{\max}) и наименьший (X_{\min}) размеры и определяется размах варьирования (R):

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 19,99 - 19,86 = 0,13 \text{ мм.}$$

Для упрощения расчетов и построения кривых распределения R делят на интервалы. Число интервалов (K) зависит от количества деталей (N), взятых для статистического анализа:

при $N < 50$ рекомендуется $K = 5 \div 7$,

$N = 50 \div 100$ рекомендуется $K = 7 \div 9$,

$N > 100$ рекомендуется $K = 9 \div 12$.

Величина интервала $C = \frac{R}{K}$ должна быть больше цены деления

шкалы измерительного инструмента и округлена до числа с минимумом значащих цифр. Например, при $C_p = 0,0189$ (полученным из расчета) принять $C = 0,02$, при $C_p = 0,0211$ $C = 0,02$ и т. д.

В соответствии с рекомендациями принимаем $K = 7$.

Тогда

$$C = \frac{R}{K} = \frac{0,13}{7} = 0,0186 \approx 0,02 \text{ мм.}$$

Образование интервалов производят в следующем порядке:

а) нижняя граница первого интервала берется равной действительному наименьшему размеру детали $X_{\min} = 19,86$ мм. Верхняя граница определяется как сумма

$$X_{\min} + C = 19,86 + 0,02 = 19,88 \text{ мм.}$$

Второй интервал образуется путем прибавления $C = 0,02$ к размеру 19,88 мм и т. д.

Полученные интервалы сводятся в табл. 2 (графа 2);

б) вычисляется среднее значение каждого интервала (графа 3);

в) в графе 4 производится подсчет количества случаев. Для этого просматриваются все измерения в порядке их написания в табл. 1 и для каждого размера (табл. 2, графа 4) делается заметка против соответствующего ему интервала.

Таблица 2

<i>№ п/п</i>	<i>Границы интервалов</i>	<i>Средний размер интервала $X_{\text{ср}}$</i>	<i>Подсчёт количества случаев</i>	<i>Частота n_i</i>	<i>Частость $\frac{n_i}{N}$</i>
1	2	3	4	5	6
1	19,86-19,88	19,87	11	2	0,05
2	19,88-19,90	19,89	11111	5	0,125
3	19,90-19,92	19,91	111111111	9	0,225
4	19,92-19,94	19,93	11111111111	11	0,275
5	19,94-19,96	19,95	1111111	7	0,175
6	19,96-19,98	19,97	11111	5	0,125
7	19,98-20,00	19,99	1	1	0,025

При подсчете случаев условно принимается, что значения размеров, равных верхним границам интервалов, входят в каждый последующий интервал, т. е. 19,88 мм во второй, 19,90 мм в третий интервал и т. д.

г) количество деталей подсчитывается и проставляется в графе 5 табл. 2. Сумма чисел этого столбца должна равняться количеству деталей партии:

$$N = 40;$$

д) частость (графа 6) определяется делением числа деталей, находящихся в пределах каждого интервала — n_i , на общее количество деталей партии N .

По данным X_{icp} и $\frac{n_i}{N}$ (или n_i) строится практическая кривая распределения (рис. 1, а).

По оси абсцисс в определенном масштабе откладываются средние значения интервалов. Масштаб выбирается произвольно. Например, $M=750:1$ ($a_{пр}=750$), т. е. интервал $C = 0,02$ мм соответствует пятнадцати миллиметрам ($0,02 \times 750 = 15$ мм, рис. 1, б). Масштаб ординаты также выбирается произвольно. Например, $b_{пр} = 300$, тогда ординаты находятся по зависимости $\frac{n_i}{N} b_{пр}$ (для первого интервала $0,05 \times 300 = 15$ мм).

Для более точной оценки точности обработки практические кривые распределения заменяются теоретическими, изображающими вполне определенные законы распределения случайных величин. Так, при обработке деталей на станке по способу автоматического получения размеров используется закон нормального распределения, выражаемый уравнением

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}},$$

где $X = X_{icp} - X_{cp}$.

Следовательно, для построения теоретической кривой необходимо по данным опыта вычислять две характеристики X_{cp} и σ :

$$X_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{icp} \cdot n_i}{N} = \frac{19,87 \times 2 + 19,87 \times 5 + 19,91 \times 9 + \dots + 19,99 \times 1}{40} = 19,93_{мм}, \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{icp} - X_{cp})^2 \cdot n_i}{N - 1}} = \sqrt{\frac{(19,93 - 19,87)^2 \cdot 2 + (19,93 - 19,89)^2 \cdot 5 + \dots + (19,93 - 19,99)^2 \cdot 1}{39}} = 0,029_{мм}. \quad (2)$$

Теоретическая кривая строится по осям X и Y (рис. 1, а).

Начало координат $X_0 = 0$ размещается в точке $X_{cp} = 19,93$ (рис. 1, в).

По оси абсцисс от X_0 (вправо и влево) откладываются $X_1 = \pm \sigma$;

$X_2 = \pm 2\sigma$; $X_3 = \pm 3\sigma$. Масштаб теоретической и практической кривой для значений C и σ принимается одинаковый: $a_m = a_{пр} = 750$, тогда на абсциссе графика будет отложена величина $\sigma = 0,029 \times 750 = 21,7$ мм.

Для нахождения ординат «У», соответствующих значениям X_0, X_1, X_2 и X_3 , пользуются табл. 3 (функция Лапласа).

Таблица 3

<i>X в долях θ</i>	<i>Y_m</i>	<i>$Y=Y_m b_m$, мм</i>
0	0,399	82,6
0,5	0,352	72,9
1,0	0,242	50,1
1,5	0,130	26,9
2,0	0,054	11,2
2,5	0,018	3,7
3,0	0,004	0,9

Табличные значения Y_m умножают на b_m , вычисленное из условия равенства площадей под практической и теоретической кривой:

$$b_m = b_{np} \cdot \frac{c}{\sigma} = 300 \cdot \frac{0,02}{0,029} = 207.$$

Так, точке $X_0=0$ соответствует ордината

$$y_0 = y_m \times b_m = 0,399 \times 207 = 82,6.$$

Результаты вычислений сведены в графу 3, табл. 3.

Из теории вероятностей известно, что в пределах $\pm 3\sigma$ под кривой нормального распределения заключено 99,73% всей ее площади, поэтому погрешность от случайных и закономерно изменяющихся факторов составляет $\omega_p = 6\sigma = 6 \times 0,029 = 0,174$.

Постоянная систематическая погрешность в данном случае вызывается неточностью настройки станка ω_n , т. е. несовпадением среднего размера поля рассеяния (X_{cp}) со средним значением поля допуска ($X_{\delta cp}$):

$$\omega_n = X_{\delta cp} - X_{cp} = 19,94 - 19,93 = 0,01 \text{ (мм)}.$$

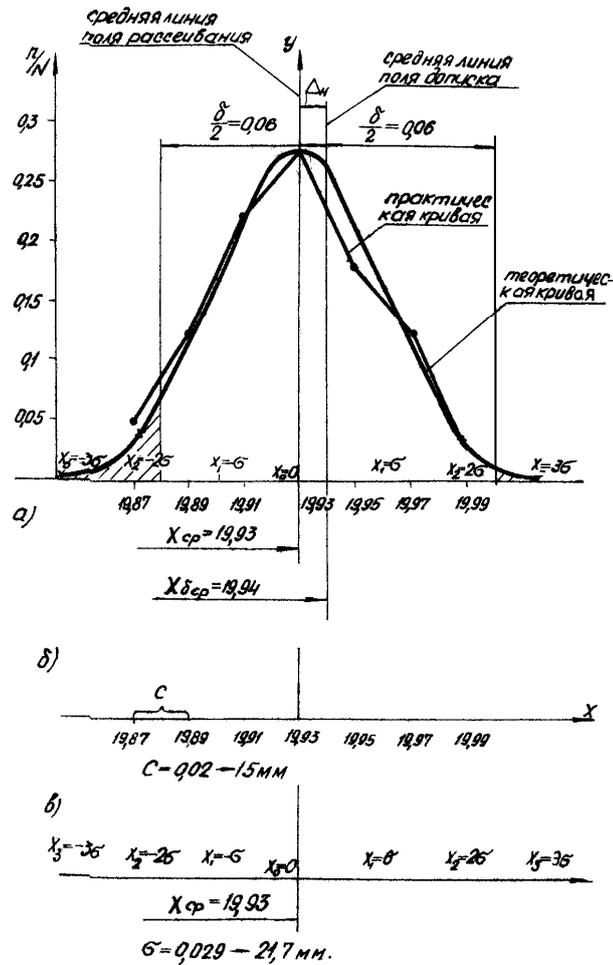


Рис. 1. Построение кривых распределений

На абсциссе (рис. 1, а) наносятся средний размер поля допуска $X_{\delta \text{ср}} = 19,94$ и границы поля допуска $\pm \frac{\sigma}{2} = 0,06$. В данном примере средняя линия поля допуска сдвинута от средней линии поля рассеяния в сторону увеличения размера на расстояние $\omega_n = 0,01$, что соответствует $7,5 \text{ мкм}$ ($X_{\text{ср}} < X_{\delta \text{ср}}$).

С такой же вероятностью можно предположить, что при проведении следующего опыта X_{cp} будет больше $X_{\delta cp}$ на ту же величину.

Тогда в общем случае постоянная погрешность будет равна

$$\omega_n = 2\omega_n = 2(X_{\delta cp} - X_{cp}) = 2 \cdot 0,01 = 0,02 \text{ (мм)},$$

а результирующая операционная погрешность определится как сумма ω_p и ω_n

$$\omega_{\Sigma} = \omega_p + \omega_n = 6\delta + 2\omega_n = 0,174 + 0,02 = 0,194 \text{ (мм)}.$$

3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

1. Сведения о станке (технические характеристики).
2. Результаты расчета параметров кривой нормального распределения, построение практической и теоретической кривой распределения погрешностей, расчет суммарной погрешности обработки;
3. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Понятие точности обработки.
2. Понятие погрешности обработки.
3. Что относится к геометрическим параметрам?
4. Какие применяются методы для определения точности обработки?
5. Что такое математическое ожидание и среднеквадратичное отклонение?
6. Что такое систематическая погрешность?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фираго, В. П. Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. Методы обработки поверхностей [Текст]/ В.П. Фираго. - М.: Машиностроение, 1973.
2. Корсаков, В. С. Основы технологии машиностроения [Текст]/ В.С. Корсаков. - М.: Высш. шк., 1974.
3. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей [Текст]/ Е.С. Вентцель. - М.: Гос. изд. физ.-мат. лит., 1962.

Кафедра

механической обработки материалов

Студент _____

Группа _____

Дата _____

Лабораторная работа № _____

Исследование точности обработки
на токарном станке

Результаты измерений

№ п/п	Размеры X_i	№ п/п	Размеры X_i
1		21	
2		22	
3		23	
4		24	
5		25	
6		26	
7		27	
8		28	
9		29	
10		30	

Таблица интервалов размеров

№ п/п	Граница интервалов	Средний размер интервала X_{icp}	Подсчёт количества случаев	Частота n_i	Частность $\frac{n_i}{N}$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Результаты расчётов:

График кривой распределения.

Индивидуальное задание.

Преподаватель _____

СОДЕРЖАНИЕ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	3
1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ТОЧНОСТИ.....	3
2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....	4
3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.....	11
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	11
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	12
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	13

Учебное издание

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ
НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ**

Методические указания к лабораторной работе

Составители: *Сазонов Михаил Борисович*
Волков Александр Николаевич
Крашенинников Константин Петрович

Редактор Т.К. Кретинина
Компьютерная верстка А.В. Ярославцева

Подписано в печать 12.08.2013 г. Формат 60×84^{1/16}.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 1,0.
Тираж 200. Заказ . Арт. – М13/2013.

Самарский государственный аэрокосмический университет.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного аэрокосмического университета.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.