

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

В.К. МОИСЕЕВ, А.А. ШАРОВ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по основным образовательным программам высшего образования по специальностям 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение, 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов и направлениям подготовки 24.03.04 Авиастроение, 24.03.01. Ракетные комплексы и космонавтика, 27.03.02 Управление качеством

САМАРА
Издательство Самарского университета
2018

УДК 621.4(075)+621.7-9(075)

ББК: 34.44я7

М748

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. В.А. Михеев;
канд. техн. наук, доц. Ж.В. Самохвалова

Моисеев, Виктор Кузьмич

М748 **Лабораторный практикум по технологии механической обработки:** учеб. пособие / *В.К. Моисеев, А.А. Шаров.* – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. – 68 с.: ил.

ISBN 978-5-7883-1280-4

Содержатся сведения о некоторых аспектах процессов изготовления деталей летательных аппаратов механической обработкой. Рассмотрены вопросы обеспечения качества обработки деталей за счёт влияния схем обработки, оптимальной величины припуска на обработку, грамотного применения приспособлений, а также за счёт дополнительной обработки пластическим деформированием.

Приведены теоретические положения и указания по выполнению лабораторных работ.

Пособие предназначено для обучающихся по курсам: «Технология производства самолётов (вертолётов)», «Основы производства», «Технология механической обработки», «Основы технологических процессов самолётостроения», «Технология и оборудование машиностроительного производства».

УДК 621.4(075)+621.7-9(075)

ББК: 34.44я7

ISBN 978-5-7883-1280-4

© Самарский университет, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Определение точности обработки на токарных станках	5
2. Выбор способа закрепления детали при обточке	15
3. Исследование влияний режима обработки шариком на изменение диаметра заготовки и шероховатость обработанной поверхности	26
4. Расчетно-аналитический метод определения припусков на механическую обработку	37
5. Универсально-сборные приспособления (УСП)	55

ВВЕДЕНИЕ

При изготовлении деталей авиационной, космической и машиностроительных отраслей промышленного производства широко применяются технологические процессы, направленные на отделение от поверхности заготовки «лишнего» материала.

Таковыми процессами являются достаточно широко распространённые процессы обработки деталей резанием.

В современных условиях рыночной конкуренции грамотное решение технических вопросов при разработке технологий позволяет минимизировать производственные затраты и снизить себестоимость изготовления деталей, что в свою очередь ведёт к снижению стоимости основной продукции и, как следствие, создаёт условия для успешной конкуренции на рынке.

При проектировании технологических процессов необходимо учитывать огромное множество факторов, некоторые из которых рассматриваются в лабораторных работах, включенных в практикум.

Методические указания по выполнению приведённых здесь работ базируются на учебных разработках, в которых в разное время принимали участие преподаватели кафедры производства летательных аппаратов КуАИ-СГАУ А.Д. Комаров и А.С. Беляев.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

Цель работы: ознакомление студентов с практикой проведения статистического обследования токарных операций, а также с вопросами настройки станков.

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

При проектировании технологического процесса технолог не всегда может быть уверен в том, что выбранное им оборудование, а также инструмент и способ настройки обеспечат получение годных деталей, удовлетворяющих размерами и техническим условиям технологической карты.

Современное состояние технологии машиностроения позволяет, применяя метод математической статистики, выявить комплекс случайных и систематических ошибок, проявляющихся в процессе обработки деталей и влияющих на точность. По результатам обследований можно судить о качестве выполнения операции в данных условиях, а также наметить пути повышения производительности и экономичности процесса.

1.2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Обработку производить путем настройки резца по лимбу. Для настройки использовать 2-4 пробных детали. Это необходимо для более точного приближения (или полного совпадения) средней линии поля рассеивания размеров к средней линии поля допуска и, следовательно, уменьшения погрешности настройки.

При выполнении лабораторной работы студенту дается 40 образцов (рисунок 1.1). На каждом образце обтачивается по одному пояску (задается преподавателем). Каждый поясек соответствует одной детали.

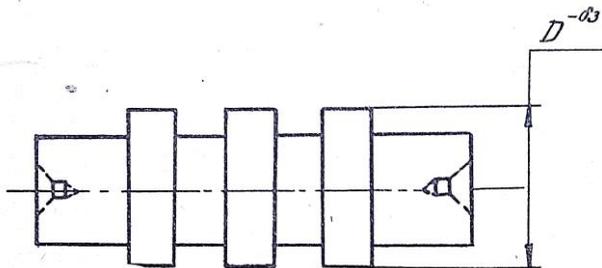


Рисунок 1.1 – Образец для экспериментального исследования точности обработки

1) Произвести настройку станка на заданный размер D допуском $-\delta_3$ и обточить пояски. Настройка резца производится на размер среднего диаметра

$$D_{cp} = \frac{D_{наиб} + D_{наим}}{2}$$

путем «установи на стружку» (методом пробных проходов на длине пояска 3-5 мм).

При достижении среднего размера D_{cp} заметить положения лимба, обточить остальную часть пояска, отвести резец и снять деталь. Обточить последовательно остальные пробные пояски (2-4 шт) по установленному лимбу. Замерить обточенные пояски микрометром, определить средний размер и соответствующую поправку, необходимую для поднастройки резца на D_{cp} . Окончательное положение резца заметить по лимбу и затем обработать остальные образцы.

2) Обмерить обработанные пояски, результаты занести в таблицу 1.1 отчета (таблица 1.1 отчета выдается преподавателем каждому студенту во время работы или оформляется студентом согласно при-

ложения П1.1) и предъявить преподавателю. Обмер каждого пояска можно производить непосредственно после обточки.

3) Рабочее место, оснастку и инструмент привести в порядок и сдать лаборанту.

4) На основании данных таблицы 1.1 отчета определить:

величину практического рассеивания – δ_{np}

средний размер рассеивания – x_{cp}

среднюю квадратичную рассеивания – σ

погрешность настройки – ΔH

допуск на обработку, необходимый для

данных условий работы – δ_n

Результаты свести в таблицу 2 отчета.

Построить:

кривую практического рассеивания;

кривую нормального распределения;

границы заданного δ_3 и необходимого δ_n поля допуска

для данных условий работы.

5) Дать заключение о возможности выполнения операции обточки валика на данном станке при данной настройке.

1.3. ВЫПОЛНЕНИЕ РАСЧЁТОВ

По таблице 1 отчета находятся минимальный и максимальный размеры поясков и определяется величина практического рассеивания

$$\delta_{np} = D_{\max} - D_{\min} .$$

Все размеры в таблице 1, представляющие число деталей N , разбиваются на равные интервалы (рекомендуется разбить на $K = 6 - 8$ интервалов) и в порядке возрастания размеров интервалы записываются в таблицу 2, например:

от 20,01 до 20,03 вкл

от 20,03 до 20,05 вкл
от 20,05 до 20,07 вкл. и т.д.

В каждом интервале определяется средний диаметр X_i .

Например, для первого интервала

$$X_1 = \frac{20,1 + 20,03}{2} = 20,02.$$

Для второго интервала

$$X_2 = \frac{20,03 + 20,05}{2} = 20,04$$

и т.д.

По таблице 1 определяется частота попадания размеров в K интервал, т.е. m_1, m_2, \dots, m_k .

Производится вычисление величины интервала $c = x_2 - x_1 = const$,

$$x_{cp} = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2 + \dots + x_k m_k}{N},$$

где N – число обработанных деталей.

Рассчитывается средняя квадратичная рассеивания

$$\sigma = \sqrt{\frac{m_1(x_1 - x_{cp})^2 + m_2(x_2 - x_{cp})^2 + \dots + m_k(x_k - x_{cp})^2}{N}},$$

погрешность настройки

$$\Delta N = D_{cp} - x_{cp}$$

и допуск, необходимый на обработку

$$\delta_n = 6\sigma + |\Delta N|.$$

Дальнейшая обработка результатов замеров сводится к построению кривой нормального распределения (рассеивания), кривой практического рассеивания размеров (по результатам таблицы 2) и к сравнению между собой этих двух кривых.

1.4. ПОСТРОЕНИЕ КРИВОЙ НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

По оси абсцисс вправо и влево от начала координат откладываются значения $0,5\sigma$; $1,0\sigma$; $1,5\sigma$; $2,5\sigma$; $3,0\sigma$.

Рекомендуется полученное по расчетам значения σ считать соответствующим 30 мм на оси абсцисс.

Известно, что вероятность рассеивания размеров определяется площадью кривой нормального распределения. Эта кривая аналитически выражается следующей формулой:

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

где y – плотность вероятности (частота появления погрешности);

σ – среднее квадратичное отклонение;

x – значение случайной величины;

e – основание натуральных логарифмов ($e = 2,71828$).

При $x=0$ $y_{\max} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$.

Для практических целей достаточно взять площадь кривой в границах от -3σ до $+3\sigma$.

Значение ординат для построения кривой нормального распределения можно брать по таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Ординаты кривой нормального распределения

x	y	x	y	x	y
$0,005\sigma$	0,400	$1,5\sigma$	0,13	$3,0\sigma$	0,0044
$0,50\sigma$	0,352	$2,0\sigma$	0,054	$4,0\sigma$	0,0001
$1,00\sigma$	0,242	$2,5\sigma$	0,018		

По оси ординат рекомендуется масштаб 250:1, т.е. максимальное значение ординаты будет равно $0,400 \cdot 250 = 100$ мм. Полученные

точки соединяют плавной кривой. Пример построения кривой нормального распределения размеров показан на рисунке 1.2.

1.5 ПОСТРОЕНИЕ КРИВОЙ ПРАКТИЧЕСКОГО РАССЕЙВАНИЯ РАЗМЕРОВ

Ось симметрии кривой нормального распределения является одновременно средней линией поля рассеивания практически измеренных размеров диаметра, т.е. точка начала координат соответствует среднему размеру x_{cp} . Далее необходимо в определенном масштабе отложить вправо и влево от начала координат величины средних размеров каждого интервала размеров X_i . Масштаб по оси абсцисс определяется как $K_a = \frac{30}{\sigma} : 1$.

Точка каждого интервала по оси абсцисс будет лежать от начала координат (размера x_{cp}) на расстоянии:

$$X_1 = (x_1 - x_{cp}) \frac{30}{\sigma}, \text{ мм};$$

$$X_2 = (x_2 - x_{cp}) \frac{30}{\sigma}, \text{ мм};$$

$$X_3 = (x_3 - x_{cp}) \frac{30}{\sigma}, \text{ мм}$$

и т.д.

Теперь необходимо отложить от оси ординат значения частот по соответствующим интервалам x_i .

По оси ординат масштаб рекомендуется принять $1m_i = \frac{250}{N} \frac{\sigma}{c}$.

Если, например, $\sigma = 0,0363$ мм, $c = 0,02$ мм и $N = 40$, то

$$1m_i = \frac{250}{40} \cdot \frac{0,0363}{0,02} = 11,34 \text{ мм}.$$

1.6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯ ЗАДАННОГО ДОПУСКА И ПОЛЯ ПРАТИЧЕСКОГО РАССЕИВАНИЯ

На расстояние $\pm\Delta H$ от средней линии поля рассеивания проводится средняя линия поля допуска A_{cp} , относительно ее вправо и влево откладывается значение допуска на данный размер $\frac{\delta_3}{2}$ в том же масштабе, что и для σ и таким образом определяются границы заданного допуска.

Поле практического рассеивания определяется как

$$\delta_n = 6\sigma + |\Delta H|, \text{ мм.}$$

Применив тот же масштаб, что и для $\frac{\delta_3}{2}$, откладываются значения x_i вправо и влево от средней линии поля допуска $\frac{\delta_n}{2}$, и находятся границы практического рассеивания.

Точки кривой практического рассеивания размеров, лежащие вне поля заданного допуска на номинальный размер, соответствуют браку при данной наладке (данном способе обработке).

1.7 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Совместное рассмотрение кривой практического рассеивания размеров и кривой нормального распределения позволяют сделать вывод о качестве работы, определить процент исправимого и неисправимого брака, определить погрешность настройки станка и величину допуска, необходимого для обеспечения качества при применённых условиях работы.

1.8 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое среднее квадратичное отклонение?
2. Какие погрешности называются случайными, закономерно изменяющимися, постоянными?
3. Что учитывает поле практического рассеивания?
4. Совпадают ли средняя линия поля допуска и средняя линия поля рассеивания?

Приложение 1.1

ОТЧЁТ по лабораторной работе Определение точности обработки на токарных станках

Выполнил студент _____

Группа _____ Дата _____

1. Основные сведения о станке

2. Наладка станка

Режимы резания: $t =$ мм, $S =$ мм/об.дет., $V =$ мин.

3. Эскиз образца

4. Материал детали 5. Резец

6. Количество пробных деталей _____ шт. Колич. Опытных деталей _____ шт.

7. Результаты обмеров обработанных деталей

Таблица П1.1

№	Размер	№	Размер	№	Размер	№	Размер	№	Размер
1		9		17		25		33	
2		10		18		26		34	
3		11		19		27		35	
4		12		20		28		36	
5		13		21		29		37	
6		14		22		30		38	
7		15		23		31		39	
8		16		24		32		40	

2. ВЫБОР СПОСОБА ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДЕТАЛИ ПРИ ОБТОЧКЕ

Цель работы: выбор способа закрепления детали при обточке ее цилиндрической поверхности на токарном или токарно-револьверном станке, исходя из допустимой конусности поверхности, получение исходных экспериментальных данных, необходимых для решения задачи.

2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Технологический процесс механической обработки, представляя собой сложную комплексную задачу, складывается из совокупности операций, выполняемых в определенной последовательности. Для решения этой задачи необходимо знание основных положений технологии машиностроения и наличие некоторых производственных навыков разработки технологических процессов.

Правильно спроектированный технологический процесс должен обеспечить предусмотренную чертежом точность и шероховатость обработки всех поверхностей детали. Технолог, проектируя каждую операцию технологического процесса изготовления детали, должен найти решения, обеспечивающие выполнение всех этих требований.

Основной причиной появления конусности обтачиваемой поверхности является изгиб детали под воздействием усилия резания.

На рисунке 2.1 представлена схема обработки детали в патроне. Изделие подвергается действию сил P_x , P_y , P_z .

Сила P_x производит сжатие заготовки, силы P_y , P_z производят изгиб; сила P_z производит, кроме того, кручение с моментом

$$M_{кр} = P_z \cdot \frac{D}{2}.$$

Деформациями кручения и сжатия, а равно изгиба от действия сил P_z и P_x , в большинстве случаев можно пренебречь ввиду их незначительного влияния на точность обработки.

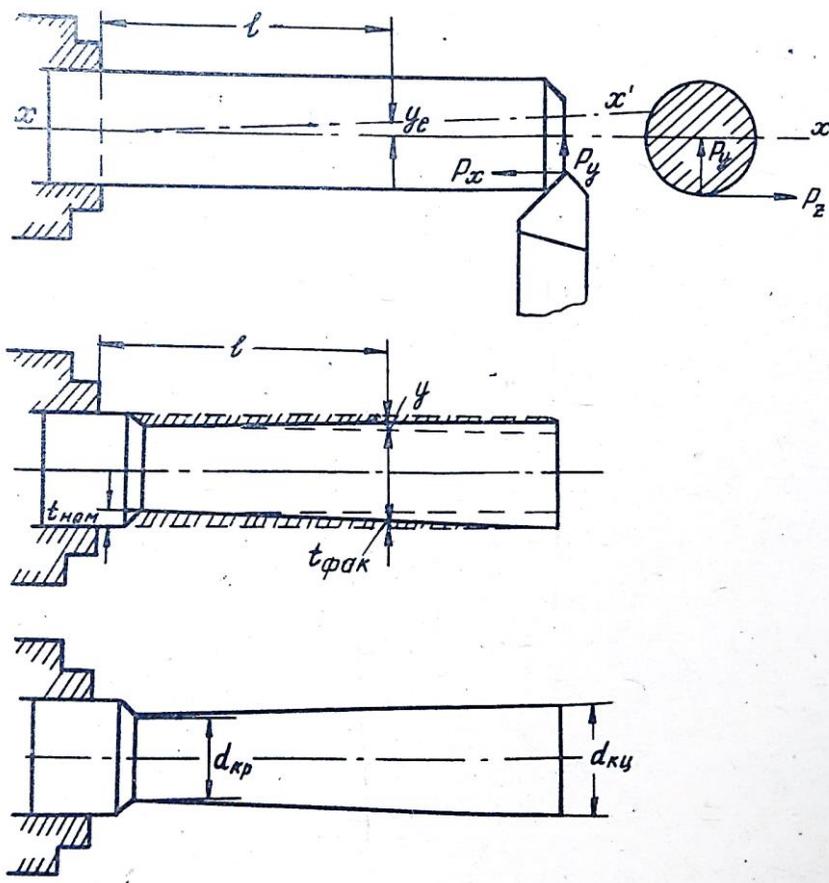


Рисунок 2.1 – Схема проточки образца, закрепленного консольно в патроне токарного станка

Наибольшее значение имеет деформация изгиба от действия силы P_y . Под действием этого изгиба ось $x-x'$ изделия занимает положение $x-x'$ и

$$t_{\text{факт}} = t_{\text{ном}} - y. \quad (2.1)$$

Соответственно, диаметр обрабатываемой детали $d_{\text{факт}}$ получается больше номинального диаметра $d_{\text{ном}}$ на величину

$$\Delta d = d_{\text{факт}} - d_{\text{ном}} = 2y. \quad (2.2)$$

Прогиб y определяется формулой

$$y = \frac{P_y l^3}{3EI}, \quad (2.3)$$

где l – длина изделия, мм;

E – модуль упругости, МПа (для стали $E=2 \cdot 10^5 - 2.1 \cdot 10^5$);

I – момент инерции поперечного сечения изделия, мм⁴

$$I = \frac{\pi D^4}{64}.$$

В результате отхода изделия от резца обработка с назначенной глубиной резания $t_{\text{ном}}$ осуществляет только у места закрепления детали (см. рисунок 2.1).

Из теории резания известно, что

$$P_{\phi} = 0,4C_p t^{X_p} S^{Y_p}. \quad (2.4)$$

где C_p – коэффициент, зависящий от физико-механических свойств материала детали, Н;

t – фактическая глубина резания, мм;

S – подача резца на 1 оборот изделия, мм/об.дет. (выбирается, исходя из заданной чистоты обработки поверхности);

x_p, y_p – показатели степени для глубины резания t и подачи S .

Для сталей $x_p = 1,0$; $y_p = 0,78$.

Подставляя значение $t_{\text{факт}}$ из выражения (2.1) в (2.4) получим

$$P_y = 0,4C_p (t_{\text{ном}} - y)^{X_p} S^{Y_p} \quad (2.5)$$

Подставляя далее значение P_y из (2.5) в (2.3) и учитывая, что

$$\text{для круглого сечения } I = \frac{\pi D^4}{64},$$

где D – диаметр детали до обработки, мм, получим:

$$y = \frac{0,4C_p (t_{ном} - y)^{X_P} S^{Y_P} l^3 64}{3\pi E D^4}$$

или

$$y = 2,72C_p (t_{ном} - y)^{X_P} S^{Y_P} \frac{l^3}{E D^4}. \quad (2.6)$$

Учитывая, что для сталей $x_p \approx 1,0$, из выражения (2.6) определяем значение y :

$$y = \frac{t_{ном}}{1 + \frac{E}{2,72C_p S^{Y_P}} \frac{D^4}{l^3}} \quad (2.7)$$

Обозначая $\frac{E}{2,72C_p S^{Y_P}} = k$, выражение (2.7) можно записать в

виде:

$$y = \frac{t_{ном}}{1 + k \frac{D^4}{l^3}}. \quad (2.8)$$

Зная длину обрабатываемой детали l , диаметр заготовки D , модуль упругости материала детали E и режим обработки ($t_{ном}, S$) из выражения (2.7) можно определить, какова будет конусность детали после обработки:

$$\Delta D_l = d_{кц} - d_{кр} = \frac{2t_{ном}}{1 + \frac{E}{2,72C_p S^{Y_P}} \frac{D^4}{l^3}}, \quad (2.9)$$

или

$$\Delta D = \frac{2t_{ном}}{1 + k \frac{D^4}{l^3}}, \quad (2.10)$$

где ΔD_e – конусность на длине l при консольном креплении детали;

$d_{ки}$ – диаметр детали в сечении, наиболее отдаленном патрона (концевом);

$d_{кр}$ – диаметр детали в сечении, совпадающем с плоскостью патрона (корневом) (см. рисунок 2.1).

Выражение (2.10), представляющее собой уравнение гиперболы, графически изображено на рисунке 2.2. Пользуясь такой диаграммой, легко решить вопрос, допустимо ли закреплять заданную деталь консольно в патроне при обточке с режимом (t, S) , если требуется обеспечить конусность не более ΔD_l на длине l .

Для решения этого вопроса необходимо определить для заданной детали величину $\frac{D^4}{l^3}$, нанести полученное значение на ось абсцисс диаграммы и из нанесенной точки восстановить перпендикуляр до пересечения его с прямой $\Delta D_e = \Delta D_l$ (см. рисунок 2.2, точка «а»).

Если точка «а» ложится выше $\Delta D_e = f\left(\frac{D^4}{l^3}\right)$, то деталь можно закреплять консольно в патроне.

Если точка «а» расположится ниже кривой, то для обеспечения предъявляемых требований в отношении конусности, деталь необходимо крепить в центрах или поддерживать люнетом.

Наибольший прогиб вала при обработке в центрах определяется по формуле

$$y_{\max} = \frac{P_y l^3}{48EI}. \quad (2.11)$$

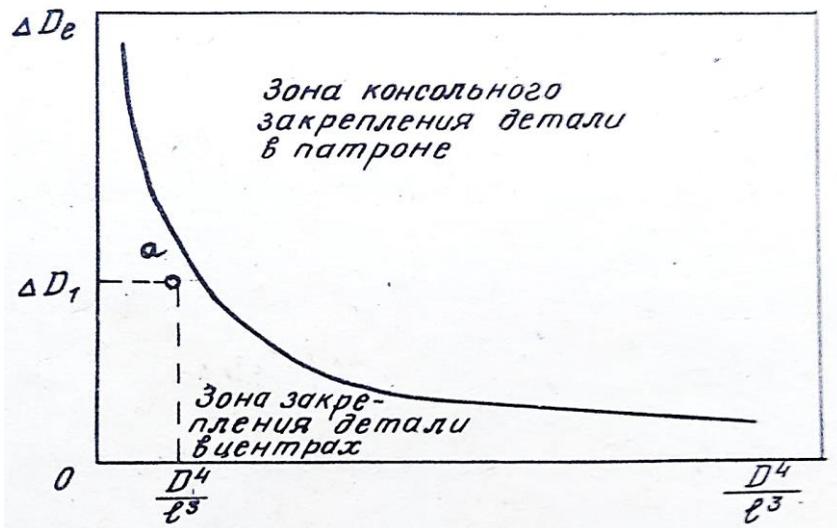


Рисунок 2.2 – График $\Delta D_e = f\left(\frac{D^4}{l^3}\right)$

Из сравнения с формулой (2.3) видно, что при обточке в центрах прогиба детали будет в 16 раз меньше, чем при консольном креплении.

2.2. ЗАДАНИЕ

1. Построить расчетным путем кривую $\Delta D_e = f\left(\frac{D^4}{l^3}\right)$.

Исходные данные:

а) материал детали ст.45 ($\sigma_B = 700$ МПа, $C_p = 1840$);

б) режим обработки $t = 1$ мм; $S = 0,12$ мм/об; $n = 665$ об/мин;

$V = \frac{\pi D n}{1000}$ м/мин; резец проходной.

2. Построить аналогичную кривую экспериментальным путем при тех же исходных данных и сравнить ее с теоретической.

3. Оценить возможность консольного закрепления в патроне при обточке детали с заданными значениями.

Примечание. Допустимая конусность ΔD_1 задается преподавателем.

2.3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Используя выражение (2.10) и необходимые справочные материалы, рассчитать, исходя из условий задания, координаты точек теоретической кривой $\Delta D_e = f\left(\frac{D^4}{l^3}\right)$ для значений $D = 21$ мм и $l_1 = 15$; $l_2 = 30$; $l_3 = 45$; $l_4 = 60$; $l_5 = 75$; $l_6 = 90$ мм.

Построить полученную кривую в отчете.

2. Установить образец №1 в патрон станка таким образом, чтобы длина выступающей части была равна 110 мм.

3. Произвести настройку станка на заданные обороты и подачу.

4. Обточить образец в несколько проходов (при глубине резания $t = 0,1 - 0,05$ мм) до полного устранения биения образца таким образом, чтобы резец в крайнем левом положении не доходил до кулачков патрона на 1-2 мм и разность диаметров образца у корня и у конца не превышала 0,02-0,03 мм.

Промеры диаметров образца производить микрометром.

Диаметр после обточки, измеренный у корня образца, записать в протокол.

5. Пользуясь лимбом, установить резец на глубину резания, указанную в задании ($t_{ном}$).

6. Обточить образец (п.2,3,4,5,6 работы – выполняются лаборантом в присутствии студентов).

7. Замерить микрометром с точностью до 0,01 мм диаметр обточенного образца в четырех сечениях: в плоскости корневого диаметра, а также расположенных от этой плоскости на расстоянии $l_1 = 30$; $l_2 = 60$; $l_3 = 90$ мм. Диаметр каждого сечения замерить

три раза, поворачивая образец между замерами примерно на 120° вокруг оси. Средние результаты замеров для каждого сечения записать в протокол с точностью до 0,01 мм.

8. Повторить п. 4-7 с образцами №2 и №3. Трехкратная обточка и обмер образцов необходимы для исключения грубых, случайных ошибок.

9. Используя полученные данные, построить в отчете экспериментальный график $\Delta D_e = f\left(\frac{D^4}{l^3}\right)$ по точкам, ординаты которых определить как средние арифметические их значений, полученных при обточке всех трех образцов.

10. Подсчитать значение $\frac{D^4}{l^3}$ в соответствии с п.3 задания, нанести соответствующие точки $\left(\frac{D^4}{l^3}, \Delta D_1\right)$ на построенный график и установить, возможно ли обеспечить заданную конусность при обточке консольно закрепленной детали.

2.4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчёт по лабораторной работе может быть оформлен на бланке, пример оформления которого приведён в приложении 2.1.

Отчёт должен в себя включать:

1. Эскиз закрепления детали (см. рисунок 2.1).
2. Таблица вычислений для построения теоретической кривой.
3. Таблица замеров для построения экспериментальной кривой.
4. Вывод по работе.

2.5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие факторы влияют на величину конусности детали при обточке и на рассеивание этой величины?
2. Какими мероприятиями можно уменьшить погрешности формы детали при обточке?
3. Как влияют механические свойства заготовки, качество заточки резца и его геометрия на точность обработки детали?

ОТЧЁТ

по лабораторной работе

Выбор способа закрепления детали при обточке

Выполнил студент _____

Группа _____ Дата _____

Задание:

1. Построить расчётным путём кривую $\Delta D = f(D^4/L^3)$.

Исходные данные: а) материал детали: сталь 45;

б) режимы обработки: $t = 1$ мм, $S = 0,12$ мм/об.

2. Построить аналогичную кривую экспериментальным путём для тех же исходных данных.

3. Оценить возможность консольного закрепления в патроне при обточке детали длиной $L = 90$ мм и диаметром $D = 20$ мм, если допустимая конусность составляет $\Delta D = 0,05$ мм.

Эскиз установок

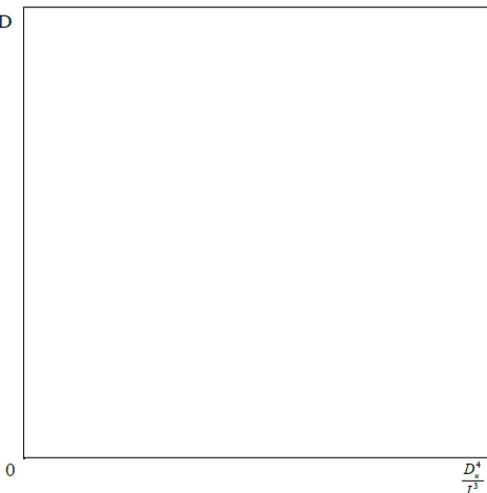
Таблица подсчёта параметров кривой $\Delta D = f(D^4/L^3)$

№	L, мм	$\frac{D^4}{L^3}$	E, МПа	$t_{ном}$, мм	S, мм/об	C _p	Y _p	$k = \frac{E}{2.72C_p S^2 Y_p}$	$\Delta D = \frac{2t_{ном}}{1+k} \frac{D^4}{L^3}$
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									

Протокол измерения образцов

№, образца	Дистанция L, мм	Диаметр после обработки D _i , мм			Среднее значение D _{i ср} , мм	Корневой диаметр D _к , мм	D _{к ср} , мм	ΔD = D _{i ср} - D _{к ср} , мм	$\frac{D_n^4}{L^3}$
		1 замер	2 замер	3 замер					
I						1			
						2			
						3			
II						1			
						2			
						3			
III						1			
						2			
						3			

L	$\frac{D_n^4}{L^3}$	ΔD образцов			ΔD
		I	II	III	



Выводы:

Подпись студента

_____ 201_г.

Подпись преподавателя

_____ 201_г.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЙ РЕЖИМА ОБРАБОТКИ ШАРИКОМ НА ИЗМЕНЕНИЕ ДИАМЕТРА ЗАГОТОВКИ И ШЕРОХОВАТОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Цель работы: ознакомление с одним из методов упрочняющей технологии – обработкой шариком. Исследование влияния режимов обкатки образцов на шероховатость поверхности и изменение диаметра.

3.1.. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Повышение надежности и долговечности летательных аппаратов является важнейшей проблемой современного авиа- и ракетостроения.

В процессе эксплуатации машин в наиболее напряженных условиях находится тонкий поверхностный слой металла деталей, от качества и физико-механических характеристик которого в основном и зависит работоспособность изделий. Поэтому на передний план выдвигаются создание и изучение заданных качественных характеристик поверхностного слоя.

В настоящее время как в нашей стране, так и за рубежом для решения данной задачи широкое применение находит так называемая упрочняющая технология, включающая множество различных методов обработки пластическим деформированием поверхностных слоев металла без снятия стружки.

Обработка поверхностным пластическим деформированием с помощью шариков и роликов являются в настоящее время одним из наиболее распространенных способов упрочнения деталей машин.

В промышленности этот способ применяется для упрочнения разнообразной номенклатуры деталей – валов, штоков, пальцев, осей, бус, зубчатых колес и т.д. При этом применяют, как правило, универсальное стандартное оборудование и сравнительно несложную оснастку.

Сущность обкатывания заключается в пластическом деформировании поверхностного слоя детали свободно вращающимся роликом или шариком. Сминая микровыступы исходной поверхности, шарик производит упрочнение (наклеп) поверхностного слоя детали и обеспечивает формирование в нем остаточных напряжений сжатия. После обкатывания значительно снижается шероховатость поверхности, образуется плавный микрорельеф, характеризующийся скругленными выступами и впадинами и исключающий концентрацию напряжений.

Схема деформации неровностей поверхности при обкатке шариком показана на рисунке 3.1.

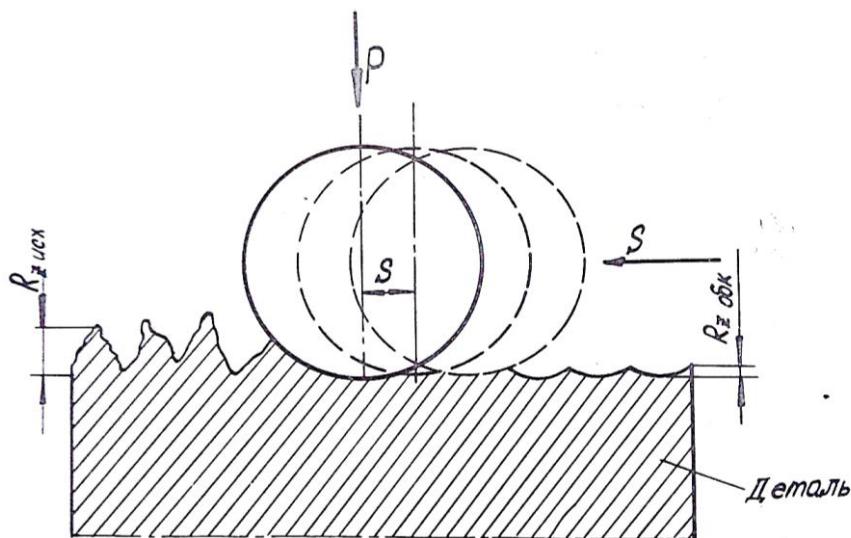


Рисунок 3.1 – Схема деформации неровностей поверхности при обкатке шариком

Металл выступов исходной поверхности, растекаясь во всех направлениях от места контакта с деформирующим шариком, заполняет смежные впадины микрорельефа. При этом высота неровностей $R_{z_{исх}}$ уменьшается и образуется поверхность с новым микрорельефом ($R_{z_{обк}}$), представляющим собой совокупность следов от движения шарика в направлении скорости подачи. Высота, форма и шаг новых неровностей определяются параметрами режима обкатывания (усилием P , подачей S , диаметром шарика d , числом проходов i).

Приблизительный характер микронеровностей в зависимости от приложенного к шарик у усилия P показан на рисунке 3.2.

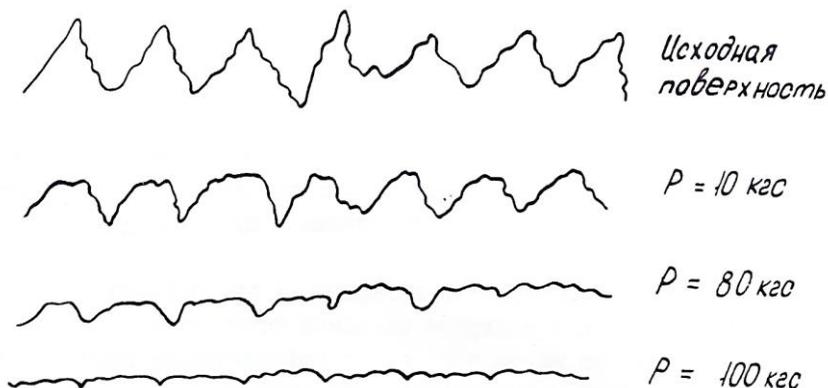


Рисунок 3.2 – Влияние усилия P на характер микронеровностей поверхности, обкатанной шариком

Величина упрочнения (наклепа) зависит от прочностных характеристик материала ($\sigma_s, \sigma_{0.2}, \delta, HRC$), режимов обкатывания и может достигать 60%. Практически наклеп определяется по степени увеличения микротвердости поверхностного слоя детали.

Толщина упрочненного слоя составляет 0,2...2,0 мм. Величина остаточных напряжений сжатия, характер их распределения и глубина залегания для разных материалов различна и определяется режимами и схемой обкатывания. Практически глубина проникновения остаточ-

ных напряжений такая же, что и толщина наклепанного слоя. Максимальный уровень напряжений может достигать предела текучести материала.

Наклеп и сжимающие остаточные напряжения в сочетании с благоприятным микрорельефом поверхности обуславливают значительное повышение усталостной прочности деталей. Так, после обкатывания шариком на оптимальных режимах усталостная прочность сплава Д16АТ повышается на 40...45%, АК-6 – на 50...55%, 30ХГСНА – 25...30%. Еще больше повышается усталостная прочность деталей, имеющих концентраторы напряжений в виде рисок, пазов, канавок и т.д. В этом случае повышение предела усталости упрочненной детали по сравнению с неупрочненной может составить 200% и более. Кроме повышения усталостной прочности обкатывание шариком оказывает благоприятное влияние на другие эксплуатационные свойства деталей: износостойкость, коррозионное и водородное растрескивания, малоцикловую выносливость и т.д.

Обкатывание шариком и роликом можно производить практически на любых металлорежущих станках с применением соответствующей оснастки. Наружные цилиндрические и конические поверхности обкатываются на станках токарной группы (токарно-винторезных, револьверных, карусельных, токарных автоматах). Раскатывание поверхности отверстий производится, как правило, на револьверных, сверлильных и расточных станках; обкатывание плоских поверхностей – на поперечно-строгальных и фрезерных станках.

Наибольшее распространение получило обкатывание на токарных станках пружинными обкатниками (рисунок 3.3). Величина необходимого усилия обкатывания обеспечивается тарированной пружиной 4 и может изменяться в зависимости от величины ее сжатия.

На рисунке 3.4 показана схема обкатки шариком при выполнении лабораторной работы на токарно-винторезном станке. Пружинный обкатник 4 устанавливается в резцедержатель станка 6. Величина необходимого усилия P устанавливается с помощью рукоятки 5 по шкале обкатника 7. Обкатка шариком по своему технологическому исполнению не отличается от обычного наружного точения, за исключением того, что процесс идет без снятия стружки.

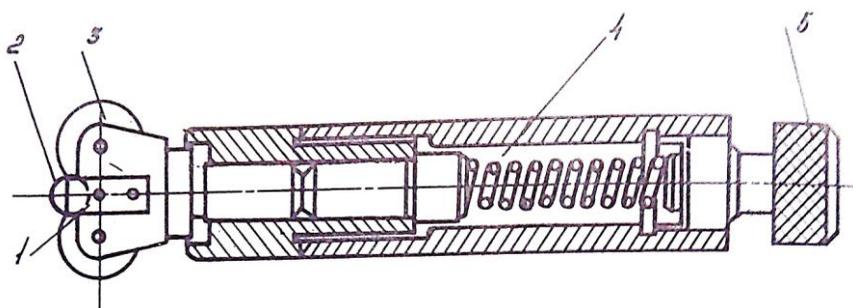


Рисунок 3.3 – Схема пружинного обкатника: 1 – головка обкатник;
 2 – шарик; 3 – подшипник качения; 4 – тарированная пружина;
 5 – рукоятка регулирования натяга пружины

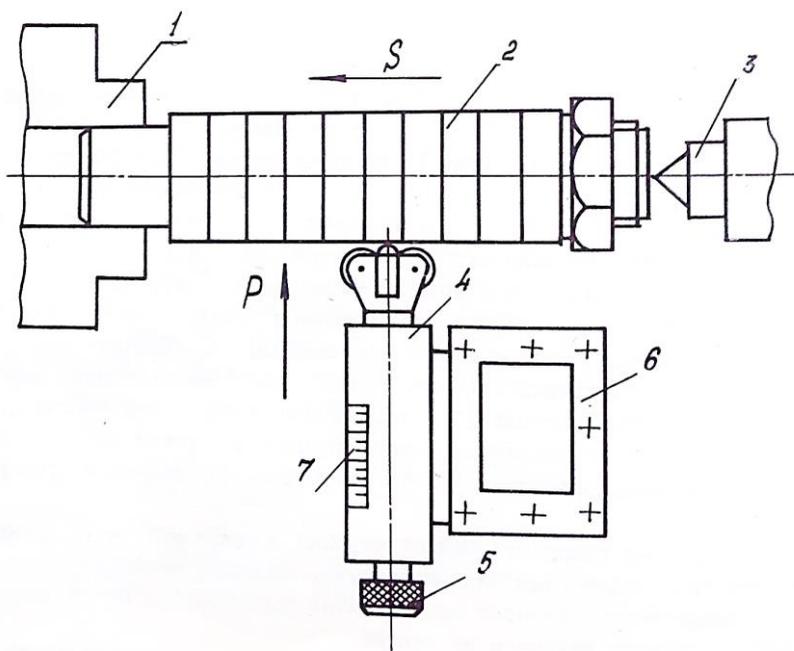


Рисунок 3.4 – Схема обкатки шариком на токарном станке:
 1 – патрон станка; 2 – деталь (набор колец); 3 – задний центр станка;
 4 – обкатник; 5 – рукоятка регулирования натяга пружины;
 6 – резцедержатель; 7 – шкала отсчета натяга пружины

3.2. ВЫБОР РЕЖИМОВ ОБКАТЫВАНИЯ

Основными параметрами, характеризующими процесс обкатывания и определяющими качественные характеристики упрочненного поверхностного слоя, являются: контактное давление q , усилие обкатывания P , продольная подача S , диаметр шарика d и число проходов i .

Величина контактного давления q выбирается экспериментальным путем и зависит прежде всего от типа упрочняемого материала. В большинстве случаев контактное давление приблизительно можно определить по формуле

$$q = (1,9 \dots 2,1) \sigma_{02}, \quad (3.1)$$

где σ_{02} – условный предел текучести материала.

Величина усилия обкатывания P , Н может быть рассчитана по формуле

$$P = \left(\frac{dq}{0,045E} \right)^2 q, \quad (3.2)$$

где d – диаметр шарика, мм; q – контактное давление, МПа; E – модуль упругости обрабатываемого материала, МПа.

Величины σ_{02} и E для некоторых материалов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Характеристики некоторых материалов

Марка материала	45	20Х	40Х	30ХГСНА	Д16Т	АК6	ОТ4
σ_{02} , МПа	360	400	530	1600	300	300	600
E , МПа	$2,1 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^5$	$0,72 \cdot 10^5$	$0,72 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$

Величина подачи S в мм/об определяется в зависимости от требуемой шероховатости обрабатываемой поверхности по формуле

$$S = 2\sqrt{dR_a - R_a^2}, \quad (3.3)$$

где R_a – среднее арифметическое отклонение микропрофиля поверхности, обработанной шариком, мм.

Однако учитывая упругое последствие, величину подачи рекомендуется уменьшить на 10...20%.

Величину подачи можно также выбирать, руководствуясь данными таблицы 3.2.

Таблица 3.2 – Величина подачи в зависимости от требуемой шероховатости, диаметра шарика и класса шероховатости исходной поверхности

Диаметр, ширина, мм	Величина подачи, обеспечивающая шероховатость поверхности				
	$0,5\sqrt{\quad}$	$0,25\sqrt{\quad}$	$0,1\sqrt{\quad}$	$0,06\sqrt{\quad}$	$0,03\sqrt{\quad}$
	при исходной шероховатости поверхности				
	$R_z 10\sqrt{\quad}$	$2,0\sqrt{\quad}$	$2,0\sqrt{\quad}$	$1,0\sqrt{\quad}$	$1,0\sqrt{\quad}$
6	0,2	0,14	0,1	0,07	0,05
10	0,25	0,2	0,15	0,1	0,06

Следует иметь в виду, что чрезмерные малые подачи вызывают шелушение поверхностного слоя, резко повышающее шероховатость обкатанной поверхности.

Для увеличения стойкости шарика обкатку, как правило, сопровождают смазкой маслом или керосином. Применение смазки обеспечивает не только снижение коэффициента трения, но и снижение шероховатости поверхности.

Число проходов i обычно не превышает трех. Большое число проходов также приводит к шелушению поверхности.

3.3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Варианты заданий приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Варианты заданий

Номер задания	Материал	d , мм	$R_{аисх}$, мкм	$R_{аобк}$, мкм
1	Д16АТ	6	2,0	0,25
2	Д16АТ	6	$R_z=10$	0,5
3	Ст 45	6	2,0	0,25
4	АК6	6	2,0	0,1

Для выполнения лабораторной работы используют десять колец (рисунок 3.5) с наружным диаметром $D = 72^{-0,03}$ мм и шириной 20 мм.

Марка материала колец назначается преподавателем в соответствии с вариантом задания.

Каждое кольцо имеет клейменный порядковый номер от 1 до 10.

1. Все 10 колец одновременно устанавливаются на одной оправке (рисунок 3.5) и протачиваются по поверхности на токарном станке. Режимы обточки выбираются по таблице 3.4 в соответствии с заданной исходной шероховатостью (см. задание).

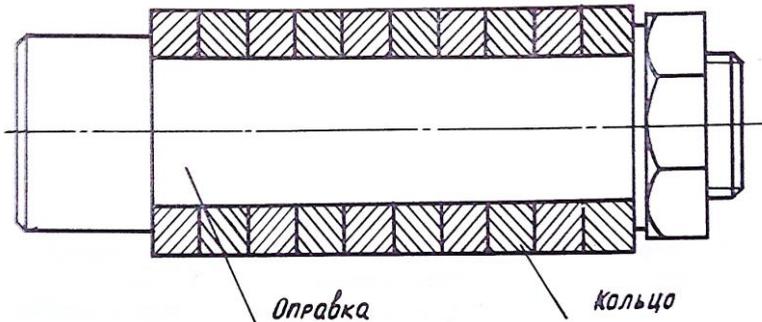


Рисунок 3.5 – Блок из десяти колец на оправке

Таблица 3.4 – Получение заданного класса шероховатости при наружном точении
($V = 120...300$ м/мин)

Шероховатость поверхности	Обрабатываемый материал	Радиус вершины резца, мм			Геометрия резца
		0,5	1,0	2,0	
		Величина подачи S , мм/об			
R_z 	45	0,3	0,4	0,5	$\varphi = 15^\circ$
	20X	0,2	0,35	0,4	-»-
	40X	0,35	0,45	0,5	-»-
	30XГСНА	0,4	0,45	0,5	-»-
	Д16Т	0,15	0,2	0,3	$\varphi = 45^\circ$
	АК6	0,15	0,3	0,35	-»-
	ОТ4	0,28	0,32	0,36	-»-
R_z 	45	-	-	0,2	$\varphi = 45^\circ$ $\varphi_1 = 15^\circ$
	20X	0,15	0,2	0,25	
	40X	-	0,25	0,3	
	30XГСНА	0,35	-	0,4	
	Д16Т	0,1	0,15	0,2	
	АК6	0,1	0,15	0,25	
	ОТ4	0,2	0,25	0,28	
1,0	45	-	-	0,15	$\varphi = 45^\circ$ $\varphi_1 = 15^\circ$
	20X	0,12	-	-	
	40X	-	0,2	0,25	
	30XГСНА	0,3	-	0,35	
	Д16Т	0,07	-	0,08	
	АК6	0,07	0,08	0,09	
	ОТ4	0,1	0,15	0,2	

При обточке колец согласно приятному режиму резания устанавливаются число оборотов шпинделя станка и величина подачи в зависимости от требуемой шероховатости. Глубина $t = 0,5$ мм.

2. После обточки по десятому кольцу определяется шероховатость поверхности и измеряется наружный диаметр.

Шероховатость поверхности определяется с помощью прибора «Калибр» в присутствии лаборанта после изучения инструкции к пользованию прибором.

Диаметр кольца измеряется микрометром.

3. В соответствии с заданием производится расчет параметров P и S соответственно по формулам (3.2) и (3.3). Подача может также выбираться по таблице 3.2.

4. Не снимая оправки со станка и заменив резец на обкатник, производят обкатку кольца №1 за один проход на режиме, рассчитанном по формулам (3.2) и (3.3) ($P_{рас}$; $S_{рас}$).

5. Обкатываются кольца №2, 3, 4 за один проход при $P_{рас}$ и подачах соответственно $S=0,05; 0,1; 0,3$ мм/об.

6. Обкатка колец №5, 6, 7 производится за один проход при разных значениях усилия S ($P_1 = P_{рас} + 10$ кгс; $P_2 = P_{рас} + 20$ кгс; $P_3 = P_{рас} - 10$ кгс).

7. Обкатка колец №8, 9 производится при $P_{рас}$ и $S_{рас}$, при числе проходов i соответственно два и три.

8. Каждое кольцо измеряется микрометром до и после обкатывания, и определяется величина ΔD .

9. В результате анализа полученных экспериментальных строятся графические зависимости $R_a = f(P, S, i)$ и $\Delta D = f_1(P, S, i)$.

Содержание отчета

1. Схема обкатки колец на токарном станке.
2. Таблица экспериментальных данных шероховатости и точности.
3. Графики $R_a = f(P, S, i)$, $\Delta D = f_1(P, S, i)$.
4. Перечень необходимого оборудования, приборов и инструментов.
5. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Что такое упрочнение поверхностным пластическим деформированием и в каких случаях оно применяется?

2. Какие параметры качества поверхностного слоя обеспечивает упрочнение?

3. Где применяют упрочнение поверхностным пластическим деформированием?

4. Как влияет режим обкатки на шероховатость и точность поверхности?

4. РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИПУСКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ

Цель работы: изучение расчетно-аналитического метода определения припуском на механическую обработку и промежуточных размеров.

4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Припуск – слой металла, назначаемый для компенсации погрешностей, возникающих в процессе изготовления детали в целях обеспечения заданного ей качества. Различают минимальные, номинальные и максимальные припуски на обработку. Они удаляются с поверхности заготовки в процессе ее обработки для получения детали.

Расчету подлежит минимальный припуск на обработку. Колебание же размера обрабатываемой поверхности заготовки в пределах допуска на ее изготовление создает колебание величины припуска от минимального до максимального.

Значение припуска можно определить различными методами. Наиболее точным является расчетно-аналитический метод.

Для случая последовательной обработки противоположащих поверхностей (плоская заготовка) припуск

$$z_{i\min} = R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y_i}^2}. \quad (4.1)$$

При параллельной обработке противоположащих поверхностей, поверхностей тел вращения минимальный припуск

$$2z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y_i}^2}), \quad (4.2)$$

где $R_{z_{i-1}}$, T_{i-1} и ρ_{i-1} – соответственно высота неровностей профиля (характеризует шероховатость поверхности), глубина дефектного по-

верхностного слоя и суммарное значение пространственных отклонений для элементарных поверхностей на предшествующем переходе; ε_{y_i} – погрешность установки заготовки в приспособлении на выполняемом переходе.

Как видно из формул (4.1) и (4.2), расчет припуска сводится к определению и учету параметров шероховатости поверхности, глубины дефектного слоя и пространственных отклонений обрабатываемых поверхностей, полученных в результате предшествующей обработки, а также погрешности установки на данном переходе.

Значение ρ определяется как векторная сумма пространственных отклонений $\bar{\rho} = \bar{\rho}_1 + \bar{\rho}_2$; погрешность установки – в общем виде как векторная сумма погрешности базирования ε_{δ} и погрешности закрепления $\bar{\varepsilon}_3$, т.е. $\bar{\varepsilon}_{\delta} = \bar{\varepsilon}_{\delta} + \bar{\varepsilon}_3$. При совпадающем направлении векторов

$$\bar{\rho} = \bar{\rho}_1 + \bar{\rho}_2 \text{ и } \bar{\varepsilon}_{\delta} = \bar{\varepsilon}_{\delta} + \bar{\varepsilon}_3,$$

при противоположном

$$\bar{\rho} = \bar{\rho}_1 - \bar{\rho}_2 \text{ и } \bar{\varepsilon}_{\delta} = \bar{\varepsilon}_{\delta} - \bar{\varepsilon}_3.$$

В тех случаях, когда предвидеть направление векторов трудно, их суммируют по правилу квадратного корня, что и сделано в выражениях (4.1) и (4.2):

$$\rho = \sqrt{\rho_1^2 + \rho_2^2} \text{ и } \varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}. \quad (4.3)$$

Последовательность определения припусков и промежуточных размеров при использовании расчетно-аналитического метода рассмотрим ниже.

4.2 ПОРЯДОК РАСЧТА

1. На основании требований чертежа (рисунок П4.1) и в соответствии с заданием (таблица П4.1) составить технологическую схему

(план) обработки заданной поверхности в форме таблицы (см. пример расчета).

2. Пользуясь справочными данными, а также условиями задания, определить величины R_z , T , ρ , ε_y по каждому переходу от черновой заготовки до окончательной обработки и записать в расчетную карту.

В связи с тем, что получить полную информацию для расчета ρ и ε_y по формуле (4.3) трудно, то их значения выбираются из справочных таблиц приложения, составленных на основании инженерно-практического опыта.

Величина ρ для каждого перехода определяется по формуле

$$\rho_i = k_y \rho_{i-1}, \quad (4.4)$$

где ρ_i – пространственные отклонения при выполняемом переходе, k_y – коэффициент уточнения (таблица П4.5);

ρ_{i-1} – пространственные отклонения на предшествующем переходе.

Коэффициент уточнения зависят от податливости станка, вида обработки, режима резания, вида заготовки и выбирается из таблиц, составленных на основании расчетов.

Погрешность установки заготовки в приспособлении ε_y определяется также из справочных таблиц (таблица П4.6), составленных с учетом погрешности базирования ε_δ и погрешности закрепления ε_3 .

3. Определить расчетные минимальные припуски на обработку $z_{i\min}$ ($2z_{i\min}$) по всем технологическим переходам, используя формулы (4.1) и (4.2), и записать их в расчетную карту.

4. Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» расчетной карты наибольший (для внутренних поверхностей) или наименьший (для наружных поверхностей) размеры детали.

5. Для переходов, предшествующих конечному, последовательно определить расчетные размеры поверхностей:
для наружных

$$D_{i-1} = D_i + 2z_{i\min}, \quad (4.5)$$

для внутренних

$$D_{i-1} = D_i - 2z_{i\min}.$$

Эти размеры также записываются в графу «Расчетные размеры».

6. Записать в графу «Предельные размеры» расчетной карты данные, полученные по всем технологическим переходам в п. 5, округляя их до того же знака десятичной дроби, с каким взят допуск на размер для каждого перехода, следующим образом:

Для наружных поверхностей – в сторону увеличения размера,

$D_{i\min}$ записывается в графу «Минимальные»;

для внутренних поверхностей – сторону уменьшения размера,

$D_{i\max}$ записывается в графу «Максимальные».

7. Зная допуски δ_i на каждый переход, определить недостающие максимальные или минимальные предельные размеры и записать их в соответствующую графу расчетной карты.

Для наружных поверхностей

$$D_{i\max} = D_{i\min} + \delta_i, \quad (4.6)$$

для внутренних поверхностей

$$D_{i\min} = D_{i\max} - \delta_i.$$

8. Определить предельные значения припусков и записать их в соответствующие графы расчетной карты:

для наружных поверхностей

$$\begin{aligned} z_{i\max} &= D_{i-1\max} - D_{i\max}, \\ z_{i\min} &= D_{i-1\min} - D_{i\min}. \end{aligned} \quad (4.7)$$

для внутренних поверхностей

$$\begin{aligned} 2z_{i\max} &= D_{i\min} - D_{i-1\min}, \\ 2z_{i\min} &= D_{i\max} - D_{i-1\max}. \end{aligned}$$

9. Определить общие припуски на обработку заданной поверхности:

$$\begin{aligned} z_{0\max} &= \sum z_{i\max}, \\ z_{0\min} &= \sum z_{i\min}. \end{aligned} \quad (4.8)$$

10. Проверить правильность расчетов размеров припусков: для наружных поверхностей

$$\begin{aligned} z_{i\max} - z_{i\min} &= \delta_{i-1} - \delta_i, \\ z_{0\max} - z_{0\min} &= \delta_{\text{заг}} - \delta_{\text{дет}}; \end{aligned}$$

для внутренних поверхностей

$$\begin{aligned} 2z_{i\max} - 2z_{i\min} &= \delta_{i-1} - \delta_i, \\ 2z_{0\max} - 2z_{0\min} &= \delta_{\text{заг}} - \delta_{\text{дет}}. \end{aligned} \quad (4.9)$$

Здесь $z_{0\max}$ и $z_{0\min}$ соответственно наибольшие и наименьшие общие припуски на обработку.

4.3. ПРИМЕР РАСЧЕТА

Рассмотрим расчет припусков при обработке внутренней поверхности D крышки из алюминиевого сплава АЛ-2 (рисунок П4). Окончательный размер отверстия по чертежу $D = 60_{-0,01}^{+0,021}$ мм, шероховатость поверхности $R_a = 1,25$ мкм.

Заготовка на крышку получается литьем в кокиль с допуском на линейный и диаметральный размеры $\delta_{\text{заг}} = 0,82$ мм.

Для обработки диаметра D крышка закрепляется в патроне станка на наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 120$ мм (рисунок П4.1), имеющей предварительную обточку.

В таблице 4.1 приведены план обработки отверстия D , а также применяемые на каждом переходе станки, приспособления, инструменты.

Составив технологическую схему обработки отверстия D , находим припуски по каждому переходу, пользуясь таблицами, приведенными в приложения, и результаты записываем в расчетную карту.

Заготовка

Из таблицы П4.2 определяем высоту неровностей $R_{z_{заг}} = 200$ мкм и дефектный слой $T_{заг} = 100$ мкм.

Пространственное отклонение оси отверстия при литье в кокиль (таблица П4.4) $\rho_{заг} = 800$ мкм.

Погрешность установки заготовки $\varepsilon_{у_{заг}} = 0$, т.к. заготовка рассматривается отдельно от приспособления (не базируется).

Таблица 4.1 – Технологическая схема обработки отверстия D

№ пере-хода	Вид обра-ботки (рас-тачивание)	Тип станка	Приспособ-ление	Инстру-мент	До-пуск на пере-ход δ , мм
1	Черновое	Токарно-винторезный 1А 616	3-кулачковый патрон	Резец рас-точной Р9	0,27
2	Чистовое	Токарно-винторезный 1А 616	3-кулачковый патрон	Резец рас-точной Р9	0,10
3	Тонкое	Токарно-винторезный 1А 616П	Зажимная гильза (цанга)	Резец рас-точной Р18	0,031

Черновое точение

Высота микронеровностей $R_{z_1} = 50$ мкм, дефектный слой $T_1 = 50$ мкм (таблица П4.3).

Рассчитаем остаточное пространственное отклонение

$$\rho_{ост_1} = k_y \rho_{заг} = 0,06 \cdot 800 = 48 \text{ мкм.}$$

Величина k_y берется из таблицы П4.5.

Погрешность установки и погрешность закрепления детали в 3-кулачковом патроне при базировании по предварительно обработанной поверхности (таблица П4.6) $\varepsilon_{y_1} = 120$ мкм.

Чистовое растачивание

Определяем $R_{z_2} = 20$ мкм, дефектный слой $T_2 = 20$ мкм.

Рассчитаем остаточное пространственное отклонение

$$\rho_{\text{инд}_2} = k_{\phi} \rho_{\text{инд}_1} = 0,04 \cdot 48 \approx 2 \text{ мкм.}$$

Рассчитаем погрешность установки. Поскольку установка и закрепление детали остались такими же, как и при черновом точении (в 3-кулачковом патроне), то погрешность ε_{y_2} принимается равной погрешности индикации (биения) шпинделя станка. Согласно паспорту $\varepsilon_{y_2} = 65$ мкм.

Тонкое растачивание

Согласно технологической схеме обработки растачивание производится на станке 1А616П повышенной точности. Данная операция является последней и после ее выполнения необходимо получить окончательный размер $\varnothing 60^{+0,21}_{-0,01}$ мм и заданную шероховатость.

Определение R_{z_3} , T_3 , $\rho_{\text{ост}_3}$ не требуется, так как они в расчете не учитываются.

Погрешность установки детали в зажимной гильзе $\varepsilon_{y_3} = 90$ мм (таблица П4.6).

Затем определяем расчетные минимальные припуски по формуле (4.2) при различных видах, растачивания:

при черновом

$$2z_{i\text{min}} = 2(200 + 100 + \sqrt{800^2 + 120^2}) \approx 2218 \text{ мкм;}$$

при чистовом

$$2z_{2\text{min}} = 2(50 + 50 + \sqrt{48^2 + 65^2}) \approx 362 \text{ мкм;}$$

при тонком

$$2z_{3\text{min}} = 2(20 + 20 + \sqrt{2^2 + 90^2}) \approx 260 \text{ мкм.}$$

Определяем максимальные размеры по формуле (4.5):

$$D_{\text{заг max}} = 60 + 0,021 = 60,021 \text{ мм};$$

$$D_{\text{3 max}} = 60,021 - 0,26 = 59,76 \text{ мм};$$

$$D_{\text{2 max}} = 59,76 - 0,362 = 59,39 \text{ мм};$$

$$D_{\text{1 max}} = 59,39 - 2,218 = 57,18 \text{ мм}.$$

Определяем минимальные размеры по формуле (4.6):

$$D_{\text{1 min}} = 57,18 - 0,82 = 56,36 \text{ мм};$$

$$D_{\text{2 min}} = 59,39 - 0,27 = 59,12 \text{ мм};$$

$$D_{\text{3 min}} = 59,76 - 0,10 = 59,66 \text{ мм};$$

$$D_{\text{заг min}} = 60,021 - 0,031 = 59,99 \text{ мм}.$$

Определяем предельные максимальные и минимальные значения припусков по формуле (4.7):

$$2z_{\text{1 max}} = 59,12 - 56,36 = 2,76 \text{ мм} = 2760 \text{ мкм};$$

$$2z_{\text{2 max}} = 59,66 - 59,12 = 0,54 \text{ мм} = 540 \text{ мкм};$$

$$2z_{\text{3 max}} = 59,99 - 59,66 = 0,33 \text{ мм} = 330 \text{ мкм};$$

$$2z_{\text{1 min}} = 59,39 - 57,18 = 2,21 \text{ мм} = 2210 \text{ мкм};$$

$$2z_{\text{2 min}} = 59,76 - 59,31 = 0,37 \text{ мм} = 370 \text{ мкм};$$

$$2z_{\text{3 min}} = 60,021 - 59,76 = 0,261 \text{ мм} = 261 \text{ мкм}.$$

Определим общие припуски по формуле (4.8):

$$2z_{\text{0 max}} = 2760 + 540 + 330 = 3630 \text{ мкм};$$

$$2z_{\text{0 min}} = 2210 + 370 + 261 = 2841 \text{ мкм}.$$

Проверим правильность расчетов по выражению (4.9), отдельно вычисляя правые и левые части этих выражений:

$$2z_{\text{1 max}} - 2z_{\text{1 min}} = 2760 - 2210 = 550 \text{ мкм};$$

$$\delta_{\text{заг}} - \delta_1 = 820 - 270 = 550 \text{ мкм};$$

$$2z_{\text{2 max}} - 2z_{\text{2 min}} = 540 - 370 = 170 \text{ мкм};$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 270 - 100 = 170 \text{ мкм};$$

$$2z_{\text{3 max}} - 2z_{\text{3 min}} = 330 - 261 = 69 \text{ мкм};$$

$$\delta_2 - \delta_3 = 100 - 31 = 69 \text{ мкм};$$

$$2z_{0\max} - 2z_{0\min} = 3630 - 2841 = 789 \text{ мкм};$$

$$\delta_{\text{заг}} - \delta_{D_{\text{от}}} = 820 - 31 = 789 \text{ мкм}.$$

Так как данные равенства соблюдены, то можно сделать вывод, что расчеты произведены правильно.

Запишем технологические размеры по переходам обработки отверстия диаметром $60_{-0,01}^{+0,021}$. Рассмотрим заготовку диаметром $56,36^{+0,82}$. Черновая обработка производится до диаметра $59,12^{+0,27}$, чистовая – до диаметра $59,66^{+0,1}$, и тонкая – до диаметра $60_{-0,01}^{+0,021}$ (рисунок П4.1).

Все данные расчета следует занести в расчетную карту (таблица 4.2).

4.4. ЗАДАНИЕ

1. Ознакомиться с методом расчета припусков и промежуточных размеров.
2. Составить технологическую схему обработки в соответствии с вариантом задания.
3. На основании задания и в соответствии с изложенными методическими рекомендациями произвести расчет припусков при обработке заданной элементарной поверхности.
4. Заполнить расчетную карту.
5. По данным расчета назначить промежуточные технологические размеры.
6. Построить схему расположения припусков и пооперационных размеров. При расчете припусков на обработку заданной поверхности величины допусков (δ_1 , δ_2 , δ_3) на каждый переход брать такими же, как в примере расчета. Допуск на заготовку берется в зависимости от метода ее получения (таблица П4.1).

4.5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Эскиз детали с необходимыми размерами и шероховатостью обработки поверхностей.

2. Эскиз заготовки с указанием материала, из которого она выполнена, и способа ее получения.
3. Технологическая схема обработки заданной поверхности (см. таблицу 4.1).
4. Расчет припусков и промежуточных размеров.
5. Расчет промежуточных размеров по переходам.
6. Схема расположения припусков и допусков (рисунок 4.1).
7. Выводы.

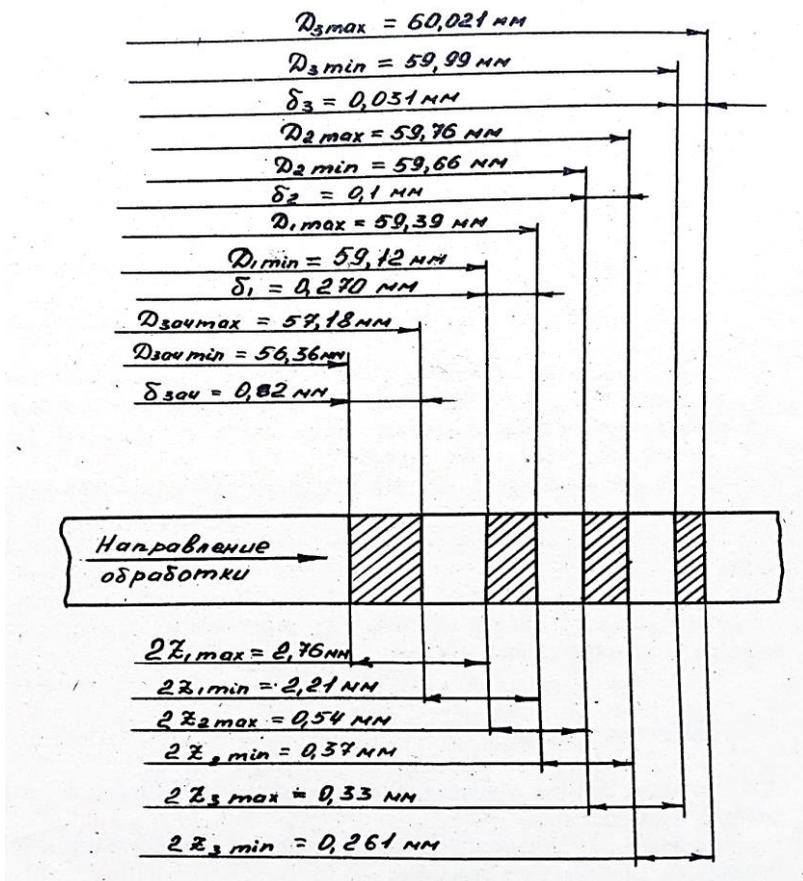


Рисунок 4.1 – Схема расположения припусков, допусков и межоперационных размеров при обработке отверстия диаметром $60^{+0,021}_{-0,01}$

Таблица 4.2

Расчетная карта

Технологические операции и переходы	Элементы припуска			Расчетный припуск z_{lim} , МКМ	Расчетный размер D_i , МКМ	Допуск по переходам δ_i , МКМ	Пределные размеры		Пределные припуски	
	R_z , МКМ	T , МКМ	ρ , МКМ				ε_y , МКМ	D_{max} , МКМ	D_{min} , МКМ	z_{max} , МКМ
Литье в кокиль	200	100	800	-	57,181	820	57,18	56,36	-	-
Черновое растачивание	50	50	48	120	59,399	270	59,39	59,12	2760	2210
Чистовое – "	20	20	2	65	59,761	100	59,76	59,66	540	370
Тонкое – "	-	-	-	90	60,021	31	60,021	59,99	330	261

4.6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое дефектный слой обработанной поверхности и каковы причины его возникновения?
2. Какие бывают виды пространственных отклонений?
3. Каковы причины возникновения остаточных пространственных погрешностей?
4. Каковы отличия между припуском, допуском и промежуточным размером?

Приложение 4.1

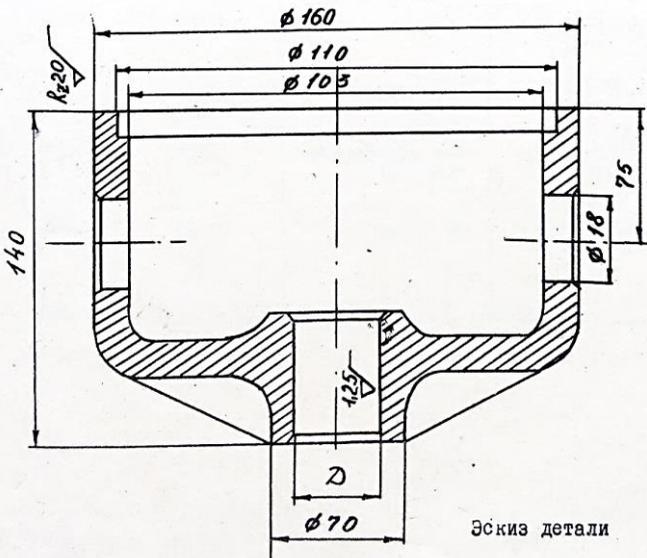
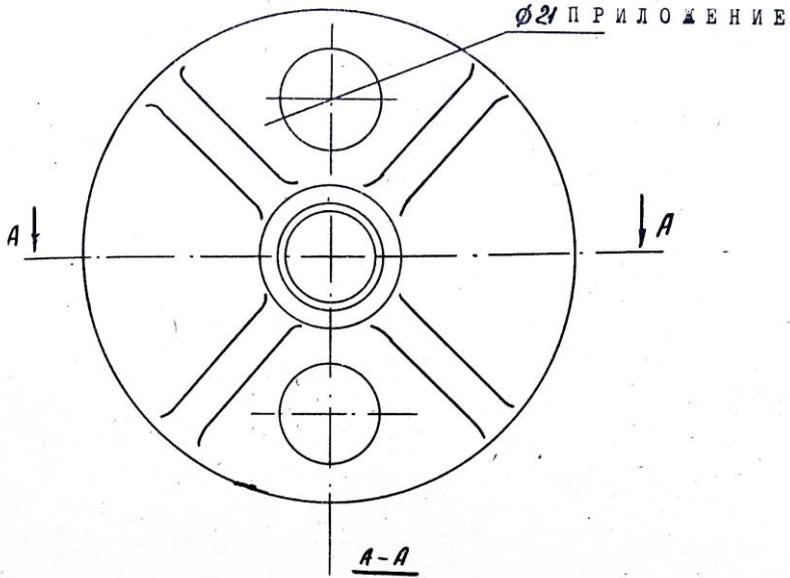


Таблица П4.1 – **Варианты заданий**

№ варианта	Диаметр D , мм	Получение заготовки литьем	Допуск на размеры заготовки $\delta_{заг}$, мм	Материал заготовки
1	$40^{+0,022}_{-0,009}$	В кокиль	0,76	Ал2
2	$42^{+0,021}_{-0,010}$	В оболочковую форму	0,66	35л
3	$44^{+0,020}_{-0,011}$	По выплавляемым моделям	0,41	Ал4
4	$46^{+0,020}_{-0,011}$	В кокиль	0,78	45л
5	$48^{+0,022}_{-0,009}$	В оболочковую форму	0,68	Ал9
6	$50^{+0,019}_{-0,012}$	По выплавляемым моделям	0,42	Ал2
7	$52^{+0,018}_{-0,013}$	В кокиль	0,80	Ал4
8	$54^{+0,019}_{-0,012}$	В оболочковую форму	0,70	Ал9
9	$56^{+0,021}_{-0,010}$	По выплавляемым моделям	0,44	Ал4
10	$58^{+0,020}_{-0,010}$	В кокиль	0,81	35л

Таблица П4.2 – Характеристики заготовок, получаемых литьем

Способы литья	Квалитет точности	Качество поверхности				
		Класс шероховатости поверхности	R_z , мкм	T , мкм		
				материал заготовки		
				чугун	сталь	цветные металлы
В кокиль	14-15	1-2	200	300	200	100
Центробежное	14-15	1-2	200	300	200	100
В оболочковые формы, в одной полуформе	11-12	4	40	260	160	100
В обеих полуформах	14	4	40	260	160	100
Под давлением	10-12	5-6	50	-	-	100
По выплавляемым моделям	9-12	4-6	30	170	100	60
В песчаные формы	17	1	500	600	550	-

**Таблица П4.3 – Характеристики поверхности после
механической обработки отливок**

Способы обработки	Способы литья											
	в кокиль и центробежное				в оболочковые формы				по выплавляемой модели и под давлением			
	кавалитет точности	класс шероховатости	R_z , мкм	T , мкм	кавалитет точности	класс шероховатости	R_z , мкм	T , мкм	кавалитет точности	класс шероховатости	R_z , мкм	T , мкм
Фрезерование	11	4	25	25	9	4	25	25	8	5	15	20
Строгание	11	6			9	5				7		
Точение (расточка) черновое	12	3	50	50	11	5	20	20	8	5	20	20
Точение чистовое	8 9	4 6	20	20	8	6	10	10	7 8	4 6	15	20
Точение тонкое	7 8	7 8	10	15	7 8	7 8	10	15	7	7 8	10	15
Шлифование дно-кратное	7	7	10	20	7	7	10	20	7	7	10	20
Шлифование черновое	8	6	10	20	8	6	10	20	8	6	10	20
Шлифование чистовое	7	7 8	5	15	7	7 8	5	15	7	7 8	5	15
Шлифование тонкое	6 7	8 10	3	10	6 7	8 10	3	10	7	8 10	3	10

Таблица П4.4 – **Пространственные отклонения по размерам отливок**
 ρ , мкм

Наибольший размер отливки	Номинальный размер обрабатываемой поверхности						
	до 50	свыше 50 до 120	свыше 120 до 260	свыше 260 до 500	свыше 500 до 800	свыше 800 до 1250	свыше 1250 до 2000
До 120	400	600	-	-	-	-	
Свыше 120 до 260	600	800	1200	-	-	-	-
Свыше 260 до 500	800	1200	1600	2000	-	-	-
Свыше 500 до 1250	1200	1600	2000	2400	2800	3200	-
Свыше 1250 до 3150	1600	2000	2400	2800	3200	4000	5000
Свыше 3150 до 5000	2000	2400	3000	3600	4000	5000	6000

Таблица П4.5 – **Значение k_y по технологическим переходам**

Заготовка	Технологический переход	k_y	Заготовка	Технологический переход	k_y
Калиброванный прокат	точение однократное	0,05	Штамповка, отливка	точение черное	0,06
	двукратное	0,02		получистовое	0,05
	шлифование черновое	0,06		чистовое	0,04
	чистовое	0,04			

Таблица П4.6 – Погрешность установки заготовок ε_y , мкм

Характеристики базовой поверхности	Поперечные размеры заготовки, мм					
	6-10	10-18	18-30	30-50	50-80	80-160
	Установка в зажимной гильзе (цанге)					
Предварительная обработка	40	50	60	70	80	90
Чистовая обработка	20	25	30	35	40	50
Литье в кокиль	Установка в 3-кулачковом патроне					
	220	270	320	370	420	500
Литье по выплавляемой модели	50	60	70	80	100	120
Литье под давление	25	30	35	40	50	60
Предварительная обработка	50	60	70	80	100	120
Чистовая обработка	25	30	35	40	50	60

5. УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ (УСП)

Цель работы: ознакомление с конструкцией элементов УСП и приобретение практических навыков сборки и настройки приспособлений.

5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В мелкосерийном и опытном производстве ввиду сжатых сроков подготовки производства опытных машин и малых партий обрабатываемых деталей для механической обработки широко применяются универсально-сборные приспособления (УСП).

Сущность системы УСП заключается в том, что любое специальное станочное приспособление собирается из нормализованных деталей и узлов.

Отличительной особенностью УСП является высокая степень нормализации и взаимозаменяемости всех деталей и узлов, дающая возможность собирать самые различные приспособления без каких-либо доработок деталей.

Создание приспособлений из элементов УСП производится с минимальным объемом проектно-конструкторских работ и изготовления деталей в металле.

При получении заказа на приспособление сборщик УСП собирает его из готовых нормализованных деталей, что позволяет свести затраты времени на «изготовление» приспособления до минимума (в среднем до 3-4 нормо-часов на одно приспособление). Трудоемкость проектирования и изготовления специального приспособления исчисляется десятками, а то и сотнями нормо-часов.

Детали УСП в течение всего срока их эксплуатации находятся в кругообороте, совершаемом по схеме: хранение деталей – сборка приспособления – эксплуатация приспособления – разборка приспособле-

ния – хранение деталей – сборка приспособления (уже другой конструкции) и т.д. С помощью УСП удается довести коэффициент оснащенности мелкосерийного производства до уровня серийного.

Материальной базой для изготовления УСП является комплект нормализованных элементов, который состоит из базовых, установочных, направляющих, прижимных, крепежных и прочих деталей, а также нормализованных узлов.

Номенклатуру деталей УСП или элементов, из которых собираются всевозможные приспособления, принято подразделять на 8 групп. В таблице 5.1 приведен состав комплекта элементов УСП одного машиностроительного завода. Количество типоразмеров каждого элемента зависит от потребности предприятия и степени развития системы УСП.

Таблица 5.1 – Состав комплекта УСП

Группы комплекта	Количество	
	типов	типоразмеров
Базовые	7	38
Опорные	46	268
Установочные	10	68
Направляющие	4	66
Прижимные	8	33
Крепежные	21	260
Прочие	27	172
Готовые узлы	22	53
Итого	145	958

В зависимости от масштаба производства и объема применения сборной оснастки комплект может состоять из 15000-25000 деталей. При таком количестве деталей можно использовать на рабочих местах одновременно 150-300 компоновок приспособлений.

В настоящее время существуют три серии УСП – малая, средняя и крупная. Характерным признаком, отличающим одну серию от другой, является размер и шаг расположения Т-образных и шпоночных пазов (таблица 5.2). Необходимость использования комплекта той или

инной серии определяется номенклатурой и степенью сложности обрабатываемых деталей.

Таблица 5.2 – Типоразмеры комплектов УСП

Тип серии	Размер Т-образного паза, мм	Шаг расположения Т-образного паза, мм	Крепежная резьба
Малая	8Н7 ^(+ 0,015)	30 ^{+0,04}	М8
Средняя	12Н7 ^(+ 0,018)	60 ^{+0,05}	М12
Крупная	16У7 ^(+ 0,018)	60 ^{+0,05}	М16

Наибольшее распространение на заводах аэрокосмической промышленности получила средняя серия.

Ниже приводятся основные характеристики отдельных групп комплекта УСП.

Базовые детали. Основой компоновки являются базовые детали, к которым относятся квадратные и прямоугольные плиты, угольники и кольца. Для точной установки на них других элементов при помощи болтов и шпонок все базовые детали имеют Т-образные и шпоночные пазы.

Допуск на параллельность и взаимоперпендикулярность пазов составляет 0,01 мм на 200 мм длины.

Опорные детали. К опорным деталям относятся подкладки квадратные, прямоугольные и угловые; опоры квадратные, прямоугольные, угловые, направляющие и установочные; угольники упорные, установочные, опорные; призмы прокладочные, опорные, подводимые и установочные; планки призматические, угловые, направляющие и установочные; накладки.

Назначение опорных деталей – составлять в сочетании с базовыми деталями корпусы разнообразных приспособлений. Эти детали также могут служить в качестве баз, опор, установок, направляющих элементов.

Рабочие поверхности опорных деталей тщательно шлифуют и притирают. Допуск на непараллельность и неперпендикулярность рабочих поверхностей не более 0,01 на 100 мм длины. Допуск на линейные размеры не превышает 0,02 мм.

Высокая точность опорных элементов позволяет собрать приспособления, обеспечивающие обработку деталей по 7 и 8 качеству точности.

Установочные детали. К этой группе элементов комплекта УСП относятся шпонки прямые и Т-образные, пальцы установочные, диски установочные, штыри фиксирующие и втулки переходные.

Направляющие, прижимные, крепёжные и прочие детали. К группе направляющих деталей относятся втулки, валики и колонки, которые применяются для направления режущего инструмента в кондукторах для сверления, растачивания и зенкерования отверстий.

К прижимным деталям относятся плоские, изогнутые, вильчатые, шарнирные и другие прихваты.

К крепёжным элементам относятся болты пазовые, Т-образные и шарнирные, шпильки резьбовые, винты, гайки.

К прочим деталям относятся планки откидные, соединительные и резьбовые, качалки, ушки шарнирные, вилки, оси, центры, эксцентрики, пружины, рукоятки, штыри и колпачки и т.д.

Готовые узлы. Анализ конструкций станочных приспособлений показал возможность нормализации не только деталей, но и ряда узлов, которые могут входить в различные компоновки УСП, выполняя определенные функции. По ряду выполняемых функций такие узлы могут быть базовыми, опорными, установочными, зажимными и др.

К базовым узлам относятся поворотные головки и кронштейны, на которых монтируются различные поворотные и делительные приспособления.

К опорным узлам относятся опоры подвижные и поворотные, самоустанавливающиеся или плавающие, а также центровые бабки.

За последнее время в УСП находят применение механизированные быстродействующие приборы, которые обеспечивают сокращение вспомогательного времени, надежность закрепления обрабатываемых деталей и облегчение труда рабочих. Для этой цели создан ряд нормализованных универсальных пневмоприборов, которые входят в комплект элементов приспособления как неразборные узлы.

Основными техническими требованиями, предъявляемыми к элементам комплекта УСП, являются их износоустойчивость и точность геометрических размеров. Поэтому элементы приспособлений

изготавливаются из высококачественных легированных сталей с высокой точностью и пониженной шероховатостью сопрягаемых поверхностей.

Базовые и опорные детали изготавливаются, главным образом, из стали марки 12ХН3А с последующей цементацией и закалкой до твердости HRC 58-62. Крепежные детали изготавливаются из стали 38ХА, термообработанной до твердости HRC 38-42.

Установочные и направляющие детали (шпонки, пальцы, втулки) изготавливают из сталей У8А, У10А, У12А с закалкой до твердости HRC 55-58.

Прихваты, гайки, шайбы и прочие детали разного назначения изготавливают из стали 45 и стали 20 с закалкой на твердость HRC 53-55 (с предварительной цементацией).

Исключительно большое значение в системе УСП имеет точность элементов комплекта. Это объясняется тем, что в компоновке приспособления размерная цепь между плоскостью стола и установочными технологическими базами состоит из ряда звеньев. При этом погрешность каждого из них влияет на общую точность установки обрабатываемой детали. Базовые и опорные детали изготавливают по 6 и 7-му качествам точности. Допуски на линейные размеры основных элементов составляют 0,02 мм. Отклонения от параллельности и перпендикулярности всех сторон и шпоночных пазов допускаются в пределах 0,01 мм на длине 100 и 200 мм, т.е. по 6-му качеству точности. С такой же точностью выполняют отверстия в корпусных и направляющих деталях. Менее ответственные детали и узлы изготавливаются по 9-12 качествам точности.

Благодаря удачно подобранным материалам и термообработке детали УСП имеют высокую износостойкость и прочность, что обеспечивает длительный срок их службы. Основные детали комплекта УСП – базовые плиты, угольники, опоры, планки и т.д. – служат 10-20 лет.

5.2. ЗАДАНИЕ

1. Ознакомиться с конструкцией элементов УСП.

2. По схеме на рисунке 5.1 собрать кондуктор для сверления и настроить его на заданный размер «А» (см. операционную карту (рисунок 5.2) и вариант задания в таблице 5.3).
3. Просверлить отверстие в детали.
4. Дать заключения о точности выполнения размера «А^{±δ}».
5. Изучить конструкцию кантующегося кондуктора для сверления двух отверстий.
6. Изучить конструкцию приспособления для фрезерования бобышек в детали типа «корпус».

Таблица 5.3 – Варианты заданий

№ варианта	d , мм	A , мм	$\pm\delta$, мм
1	8,0	21,50	0,1
2	7,5	21,00	0,1
3	7,0	20,50	0,1
4	6,5	20,00	0,1
5	6,0	19,50	0,08
6	5,5	19,00	0,08

Приборы и инструменты: набор ключей, технологический штырь, плитки Йогансона, штангенциркуль, медный молоток, отвертка, сверло.

5.3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить схему приспособления для одной операции технологического процесса (см. рисунок 5.1) и операционную карту (рисунок 5.2).
2. Произвести сборку приспособления и предъявить преподавателю или лаборанту.
3. Настроить собранное приспособление для обработки заданного размера.

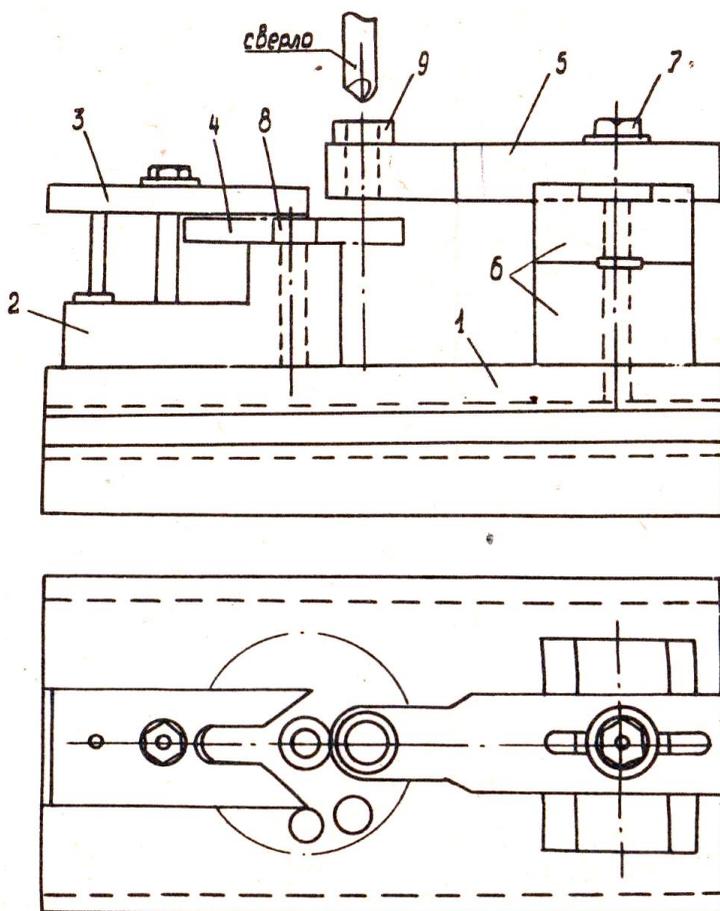


Рисунок 5.1 – Монтажная схема приспособления:

- 1 – основание; 2 – опорный кронштейн; 3 – прижимная накладка;
- 4 – обрабатываемая деталь; 5 – кронштейн с направляющей втулкой;
- 6 – опоры; 7 – гайка; 8 – посадочное место обрабатываемой детали;
- 9 – кондукторная втулка

Настройка приспособления на размер производится с помощью технологического штыря, вставляемого в кондукторную втулку, и набора концевых плоскопараллельных мер длины (плитки Йогансона).

Наименование операции								
Сверлильная								
Наименование детали	Шайба							
Заготовка	Материал							
Продукт	СТ. 45							
С т а н о к								
Вертикально-сверлильный								
Приспособление								
Кондуктор УСП								
№ пере-ход-ов	Переходы	Инструмент	меритель-ный	число проходов	глубина резания	подача	скорость	число оборотов
	режущий	вспомогательный						
1	Устранить дефекты и приспособление по 1 с упором в торцы 2 и закрыть по по 3	ключ отвертка молоток						
2	Сверлить отверстие d	сверло P18	ШЦ	1	$d/2$	ручная		
	Примечание: Размер d и диаметр d задается производителем							

Рисунок 5.2 – Операционная карта

Размер блока плиток подсчитывается как расстояние l между посадочным местом обрабатываемого диска и технологическим штырем (рисунок 5.3).

$$l = A - \frac{1}{2}(D + d) + t, \quad (5.1)$$

где A – заданный размер, мм;

D – диаметр посадочного места, мм ($D = 13,55$ мм);

d – диаметр штыря, мм;

t – люфт штыря в кондукторной втулке, мм.

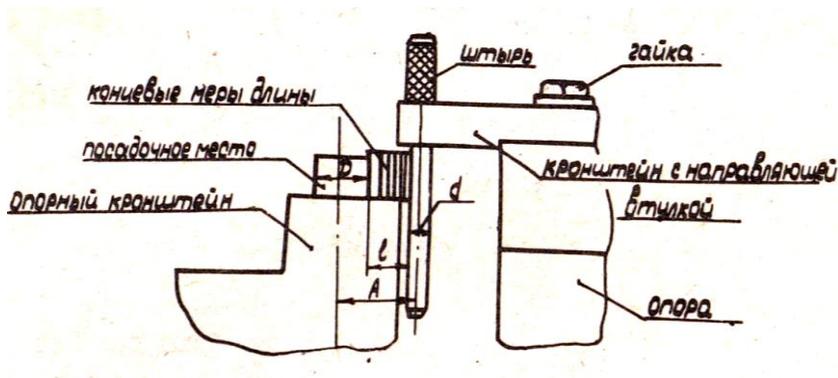


Рисунок 5.3 – Схема настройки приспособления на заданный размер

Для определения величины t поступают следующим образом (рисунок 5.4). При произвольном положении кронштейна 5 измеряют расстояния l_1 и l_2 для двух крайних положений штыря, устанавливаемых вручную. Люфт t подсчитывается по формуле

$$t = \frac{l_1 - l_2}{2} \quad (5.2)$$

Набранный блок плиток помещают между посадочным местом 8 (рисунок 5.3) и штырем. Кронштейн 5 вместе со штырем прижимается с некоторым усилием к блоку плиток и закрепляется на опоре 6 гайкой 7. Затем вынимается штырь и разбирается блок плиток. Приспособление считается настроенным на заданный размер «А».

4. Закрепить деталь в приспособлении и обработать согласно операционной карте.

5. Произвести замер размеров после обработки.

Искомая величина «А» определяется как среднее арифметическое A_1 и A_2 (рисунок 5.5):

$$A = \frac{A_1 + A_2}{2}.$$

6. Сравнить полученный размер с заданным полем допуска $\pm\delta$. При отрицательном результате сравнения поднастроить приспособление повторить обработку и контроль.

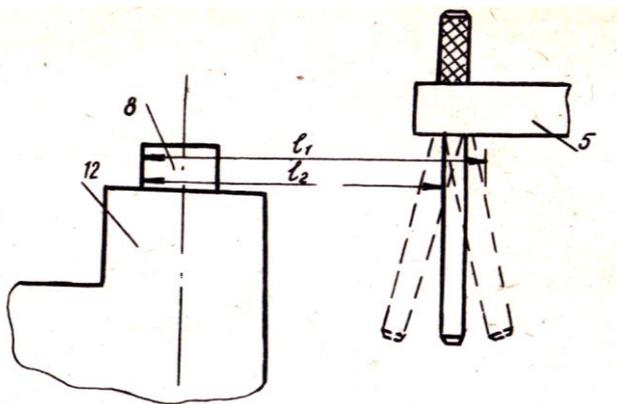


Рисунок 5.4 – Схема определения люфта t

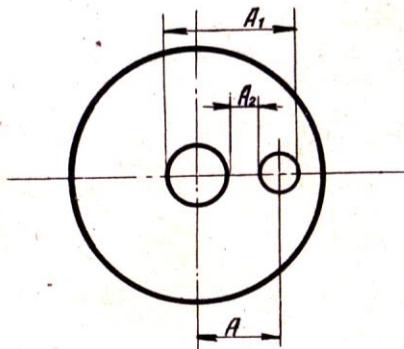


Рисунок 5.5 – Схема замеров межосевого расстояния

6. Разобрать приспособление и разложить элементы по соответствующим местам.

7. Изучить конструкцию кондуктора для сверления двух отверстий и приспособления для фрезерования паза (по натурным приспособлениям).

Примечание. Все измерения в процессе выполнения работы производить штангенциркулем с точностью $\pm 0,05$ мм.

5.4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Монтажная схема приспособления (рисунок 5.1).
2. Формулы и числовые расчеты настройки и проверки.
3. Эскизы приспособлений согласно п.7 порядка выполнения работы.
4. Перечень необходимых приборов и инструментов.
5. Выводы по работе.

5.5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое комплект УСП и из каких групп он состоит?
2. Какие существуют серии УСП и в чем их основное отличие?
3. Какая точность может быть достигнута при обработке с помощью УСП?
4. Из каких материалов изготавливаются детали и узлы УСП?
5. В чем заключается настройка приспособления (УСП) для обработки заданного размера?

Учебное издание

Моисеев Виктор Кузьмич
Шаров Андрей Алексеевич

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ТЕХНОЛОГИИ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Учебное пособие

Редактор Н.С. Купринова
Компьютерная верстка Л.Р. Дмитриенко

Подписано в печать 15.11.2018. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печ. л. 4,25.

Тираж 25 экз. Заказ . Арт. – 14(Р4У)/2018

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

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

