

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА

Кафедра производства двигателей летательных аппаратов

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ КОЛЬЦО**

Лабораторная работа №3И

Составитель: профессор  
д.т.н. Демин Ф.И.

Самара, 2006г

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Проведение анализа качественных характеристик детали согласно существующего технологического процесса. Оценка выполнения характеристик при изготовлении партии заготовок.
2. Закрепление теоретических знаний студентов в области технологии производства деталей авиационных двигателей.
3. Закрепление знаний студентов, полученных в процессе второй производственной практики.

## ВВЕДЕНИЕ

Выполнение заданных качественных характеристик заготовок является первым и обязательным условием производства. Отклонение качественных характеристик (точности, шероховатости поверхностей, состояния поверхностного слоя детали и т.п.) от заданных параметров в чертеже детали НЕДОПУСТИМО. При разработке технологического процесса, являющегося законом для производства, могут быть применены различные пути для достижения этой цели.

Выбор варианта технологического процесса предусматривает выполнение качественных характеристик при оптимальных затратах, минимальных сроках освоения и изготовления деталей. Это в большей степени зависит от создания технологического процесса, предусматривающего получение качественных характеристик детали в автоматическом цикле обработки на настроенном оборудовании.

В связи с этими задачами анализа существующего технологического процесса являются:

- анализ правильности построения технологического процесса;
- анализ качественных характеристик детали;
- анализ применяемых технологических схем обработки поверхностей заготовки;
- анализ возможности выполнения отдельных операций на настроенном оборудовании в автоматическом цикле.

Анализ технологического процесса проводится в двух аспектах:

1. Оценивается правильность разработки документации (технологический процесс, чертежи оснастки, оборудование и т.п.) для изготовления деталей.
2. Оценивается выполнение заданных требований технологии в процессе изготовления партии деталей.

Анализ технологического процесса проводится в двух аспектах:

1. Оценивается правильность разработки документации (технологический процесс, чертежи оснастки, оборудование и т.п.) для изготовления деталей.

2. Оценивается выполнение заданных требований технологии в процессе изготовления партии деталей.

Анализ технологического процесса проводится двумя методами:

1. Расчетно-аналитическим.

## 2. Статическим.

В данной лабораторной работе рассмотрена часть вопросов анализа технологических процессов.

Варианты технологических процессов изготовления детали кольцо (рис.1) представлены в таблице 1. Отдельные операции технологического процесса приведены в приложении 1.

Задание по анализу технологического процесса для каждого студента группы назначает преподаватель, проводящий лабораторную работу.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Работа состоит из трех частей.

В ПЕРВОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ каждым студентом индивидуально производится:

1. Анализ выполнения чертежных размеров детали (рис.1), согласно одного из вариантов технологического процесса.

2. Анализ величины припусков предусмотренных для обработки поверхностей на различных этапах технологического процесса

3. Определение технологических схем точности для выполнения линейных операционных размеров технологического процесса на операциях N 10 и 15.

4. Анализ возможности выполнения линейных операционных размеров (операции N10 и 15) в автоматическом режиме на настроенном оборудовании. Рассчитываются настроечные размеры.

На основании анализа технологического процесса каждый студент подготавливает выводы и дает заключение о приемлемости варианта технологического процесса. Эти данные студент заносит в отчет.

На основании анализа различных вариантов технологических процессов студенты группы выбирают наиболее правильные варианты.

На основании анализа студенты группы выбирают наиболее производительный вариант технологического процесса, который позволяет произвести обработку заготовок на операциях N 10 и 15 в автоматическом режиме на настроенном оборудовании.

Данные по анализу части 1 заносятся в отчет (см. приложение V).

ВО ВТОРОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ, на основании обоснованного выбора студентами варианта технологического процесса производится:

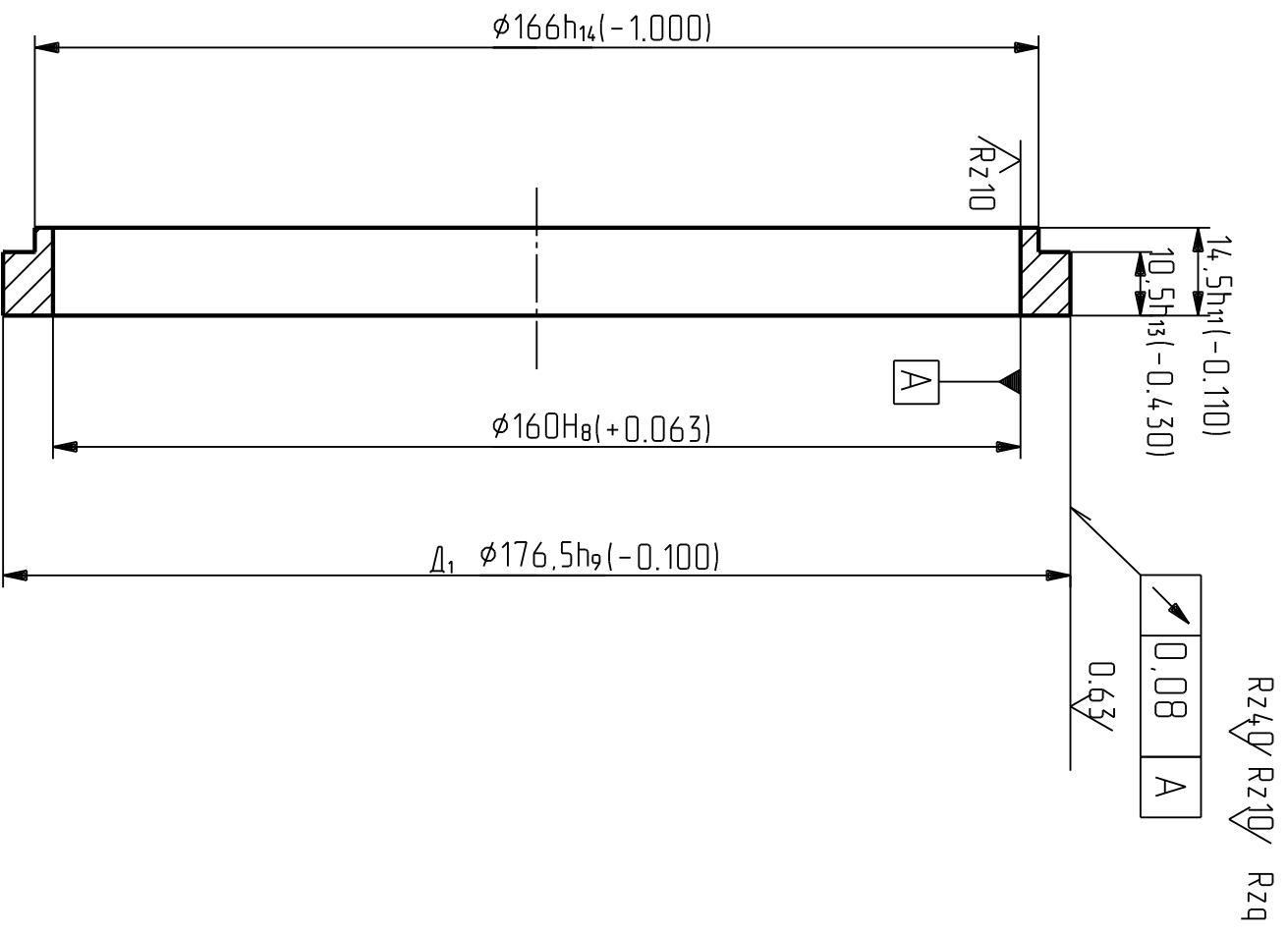
1) Настройка станка и выполнение операций N 10 , 15 и 20.

2) Обрабатывается партия деталей из двух колец.

3) Контроль качественных характеристик деталей.

4) Сопоставление полученных результатов контроля с заданным в технологическом процессе и чертеже детали.

5) На основании полученных результатов при обработке партии деталей делаются выводы и заключение о проведенном этапе работы. Результаты заносятся в отчет.



На поверхности  $\Delta_1$  создать сжимающие напряжения.

САИ		Кольцо		Материал	
Кафедра	П/М/А			ХВГ	
Чертил		Листов	1	Масштаб	
Проверил		Лист	-	1:1	

Рис. 1 Чертеж детали кольца.

Таблица 1

Варианты технологического процесса изготовления детали "Кольцо"

Операция №1 Заготовка	Операция №5 заготовка	Операция №10 токарная обработка божка 1 стороны Rz20	Операция №15 токарная обработка божка 2 стороны Rz10	Операция №20 чистовая обработка божка верха Rz10	Операция №25 упрочнение накапать шариком 0.63	
1						
2						
3						
4						

<p>5</p>	<p><math>\phi 166-1</math> <math>\phi 158</math></p>	<p><math>\phi 176-4-0.16</math> Rz20 A4</p>	<p><math>\phi 160-0.063</math> Rz10 A7</p>	<p><math>\phi 176-0.063</math> Rz10 A</p>	<p><math>\phi 176-0.063</math> Rz10 A</p>
<p>6</p>	<p><math>\phi 166-1</math> <math>\phi 158</math></p>	<p><math>\phi 176-4-0.16</math> Rz20 A4</p>	<p><math>\phi 160-0.063</math> Rz10 A7</p>	<p><math>\phi 176-0.063</math> Rz10 A</p>	<p><math>\phi 176-0.063</math> Rz10 A</p>
<p>7</p>	<p><math>\phi 166-1</math> <math>\phi 158</math></p>	<p><math>\phi 176-4-0.16</math> Rz20 A4</p>	<p><math>\phi 160-0.063</math> Rz10 A6</p>	<p><math>\phi 176-0.063</math> Rz10 A</p>	<p><math>\phi 176-0.063</math> Rz10 A</p>
<p>8</p>	<p><math>\phi 166-1</math> <math>\phi 158</math></p>	<p><math>\phi 176-4-0.16</math> Rz20 A4</p>	<p><math>\phi 160-0.063</math> Rz10 A7</p>	<p><math>\phi 176-0.063</math> Rz10 A</p>	<p><math>\phi 176-0.063</math> Rz10 A</p>

накатать шариком

накатать шариком

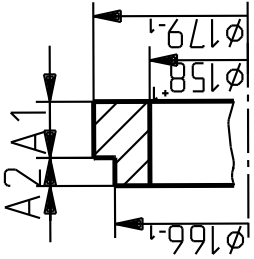
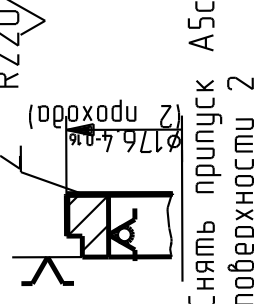
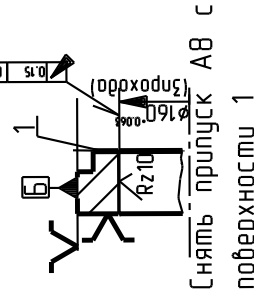
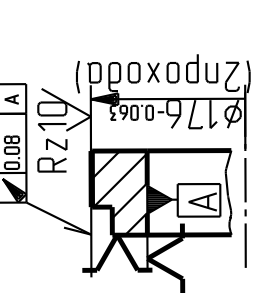
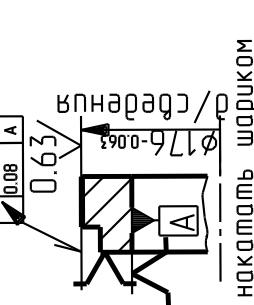
накатать шариком

накатать шариком

Снять припуск АВ с поверхности 1

Снять припуск А5с поверхности 2

Снять припуск А5с поверхности 2

<p>9</p>		 <p>Снять припуск А5с поверхности 2</p>	 <p>Снять припуск А8 с поверхности 1</p>		 <p>накатать шариком</p>
<p>Линейные</p> <p>A1 = 11.03<sup>-0.43</sup></p> <p>A2 = 4.8<sup>-0.3</sup></p>	<p>операционные</p> <p>A3 = 15<sup>-0.11</sup></p> <p>A4 = 10.5<sup>-0.11</sup></p> <p>A5 = 0.6<sup>+0.14</sup></p>	<p>размеры</p> <p>A6 = 14.5<sup>-0.11</sup></p> <p>A7 = 4<sup>-0.12</sup></p> <p>A8 = 0.3<sup>+0.14</sup></p>			

В ТРЕТЬЕЙ ЧАСТИ РАБОТЫ выполняется операция N 25 на одной из заготовок партии. После выполнения этой операции осуществляется контроль геометрических параметров и шероховатости обработанной поверхности и сравнение их с данными для первой детали из партии. Результаты заносятся в отчет.

Характер напряжений в поверхностном слое детали после выполнения операции N 25 определяется по размерам ширины паза, полученного при разрезке двух колец на электроискровом станке одним электродом-инструментом. Результаты и выводы заносятся в отчет.

По результатам анализа отдельных вариантов технологического процесса и контроля качественных характеристик деталей на различных этапах технологического процесса группой студентов формулируются основные общие выводы и предложения по проведенной лабораторной работе.

### **Необходимые данные для расчетов**

- 1) Конструкторские размеры детали принимаются согласно чертежа рис.1
- 2) Величины минимальных припусков для подрезки торцов на операциях N 10,15 согласно приложения 1а.
- 3) Погрешность установки заготовки в осевом направлении на операциях N 10,15, согласно статистическим данным принимаем  $a_y = 0^{+0.5}$ .
- 4) Размер осевого отжатия режущего инструмента в технологической системе, согласно статистическим данным принимаем  $a_{отж} = 0.15^{+0.05}$
- 5) Размер электрода-инструмента для разрезки кольца  $h = 1\text{мм}$ .



## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТОЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

При выполнении первой части лабораторной работы для анализа точности технологического процесса используется теория размерных цепей и нормативные материалы, полученные на основании расчетных статистических и экспериментальных данных производства основных деталей авиационных двигателей.

Для анализа технологических процессов в авиадвигателестроении используются комплексные схемы размерных цепей [1, 2, 3].

Комплексная схема размерных цепей получается при совмещении операционных эскизов технологического процесса на одном общем эскизе. Это совмещение позволяет легко найти взаимосвязи между операциями технологического процесса, а на основании этого выявить связь операционных размеров и оценить приемлемость вариантов технологических процессов.

Построение комплексной схемы размерных цепей производится последней операции технологического процесса (когда размеры заготовки должны соответствовать размером детали) до первой операции технологического процесса методом последовательного “наслаивания” припусков на каждой из ступеней обработки.

При выполнении анализа технологического процесса используется комплексная схема размерных цепей.

На рис.2 представлена, в качестве примера, комплексная схема, размерных цепей 3-го варианта технологического процесса (таблица 1) для линейных операционных размеров. Размерные цепи, выявленные из комплексной схемы, позволяют произвести расчет геометрических параметров  $Z_1$ ,  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $Z_2$  выбранного варианта технологического процесса и сопоставить расчетные значения с заданными в чертеже детали (рис.1) и нормативах (приложение 1).

Произведем расчет геометрических параметров  $Z_1$ ,  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $Z_2$  в зависимости от принятых операционных размеров 3-го варианта технологического процесса и сопоставим их с заданными значениями согласно чертежа детали (рис.1) и нормативов (приложение 1).

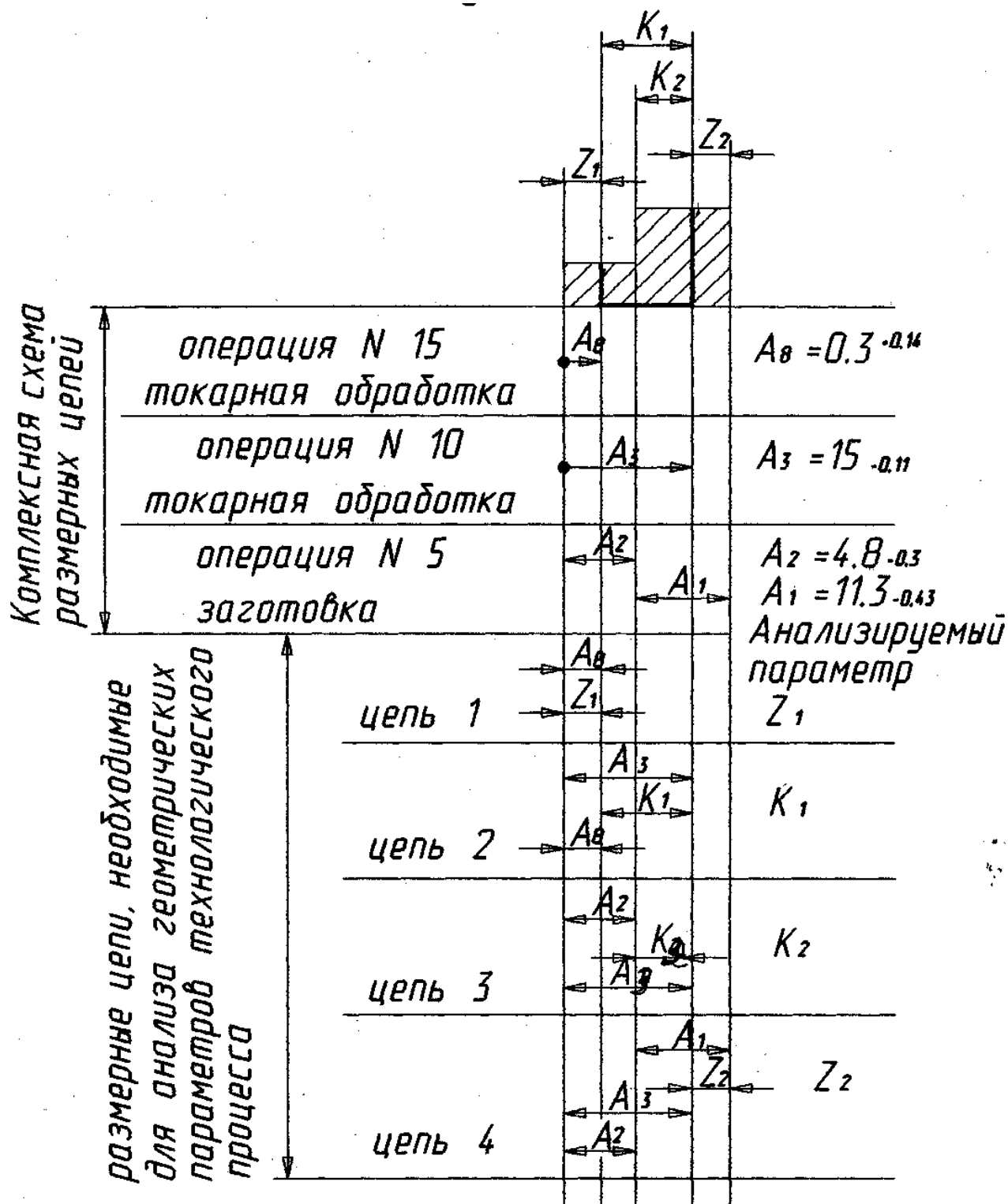


Рис. 2 Комплексная схема линейных размерных цепей технологического процесса 'кольцо'.

ЦЕПЬ №1. Анализируемый параметр  $Z_1$ . Рекомендуемое нормативное значение минимального припуска  $Z_{1min}$  согласно приложения 1-0,2 мм.

Общее уравнение размерной цепи №1:

$$A_8 - Z_1 = 0;$$

Уравнение замыкающего звена размерной цепи:  $Z_1 = A_8$ .

Возможные предельные значения анализируемого параметра:

$$Z_{1min} = A_{8min} = 0,30\text{мм};$$

$$Z_{1max} = A_{8max} = 0,44\text{мм}.$$

Исходя из расчетных значений припуска  $Z_1$  и рекомендуемого значения  $Z_{1min}=0,2\text{мм}$ , приходим к выводу №1 – величина минимального расчетного припуска при подрезке торца на операции №15 несколько завышена (на 0,1мм), по сравнению с рекомендуемой, но фактическая величина припуска вполне достаточна для обеспечения качественной обработки торца заготовки.

ЦЕПЬ №2. Анализируемый параметр  $K_1$ . Заданные значения размера  $K_1$ , согласно чертежа (рис.1) равно

$$K_{1min} = 14,39 \text{ мм}$$

$$K_{1max} = 14,50 \text{ мм}.$$

Общее уравнение размерной цепи №2:  $A_3 - K_1 - A_8 = 0$ ,

Уравнение замыкающего звена размерной цепи:  $K_1 = A_3 - A_2$ .

Возможные предельные значения анализируемого параметра:

$$K_{1min} = A_{3min} - A_{8max} = 14,39 - 0,44 = \underline{14,45 \text{ мм}}$$

$$K_{1max} = A_{3max} - A_{8min} = 15,00 - 0,30 = \underline{14,70 \text{ мм}}$$

Исходя из расчетных значений размера  $K_1$  и сравнения их с заданными значениями в чертеже детали (рис.1) приходим к выводу №2: фактические расчетные значения анализируемого геометрического параметра  $K_1$  не обеспечивают заданных значений согласно чертежа детали (рис.1).

$$K_{1 \text{ факт.}} = 14,7_{-0,25} \neq K_{1 \text{ задан.}} = 14,5_{-0,11}$$

3-й вариант технологического процесса неприемлем для изготовления колец (рис.1).

ЦЕПЬ №3. Анализируемый параметр  $K_2$ . Заданное значение размера  $K_2$ , согласно чертежа детали (рис.1) равно

$$K_{2min} = 10,07 \text{ мм}$$

$$K_{2max} = 10,50 \text{ мм}.$$

Общее уравнение размерной цепи №3:  $A_2 + K_2 - A_3 = 0$ ;

Уравнение замыкающего звена размерной цепи:  $K_2 = A_3 - A_2$ .

Возможные предельные значения анализируемого параметра:

$$K_{2 \min} = A_{3 \min} - A_{2 \max} = 14,89 - 4,8 = \underline{10,09 \text{ мм}}$$

$$K_{2 \max} = A_{3 \max} - A_{2 \min} = 15,00 - 4,5 = \underline{10,50 \text{ мм}}$$

Исходя из расчетных значений размера  $K_2$  и сравнение их с заданными значениями в чертеже детали (рис.1) приходим к выводу №3 - фактические расчетные значения анализируемого геометрического параметра  $K_2$  лежат в пределах заданных значений конструкторским размером (рис.1). По нижней границе поля допуска имеется «запас» по точности в пределах 0,02мм.

**ЦЕПЬ №4.** Анализируемый параметр  $Z_2$ . Рекомендуемое нормативное значение минимального припуска  $Z_{2 \min}$ , согласно приложения 1 (0.2 мм )

Общее уравнение размерной цепи N4:

$$A_1 - Z_2 - A_3 + A_2 = 0;$$

Уравнение замыкающего звена размерной цепи:  $Z_2 = A_1 - A_3 + A_2$

Возможные предельные значения анализируемого параметра:

$$Z_{2 \min} = A_{1 \min} - A_{3 \max} + A_{2 \min} = 10,87 - 15,00 + 4,5 = \underline{0,37 \text{ мм}}$$

$$Z_{2 \max} = A_{1 \max} - A_{3 \min} + A_{2 \max} = 11,32 - 14,89 + 4,8 = \underline{1,21 \text{ мм}}$$

Исходя из расчетных значений припуска и рекомендуемых значений  $Z_{2 \min} = 0,2$  мм приходим к выводу №4 - величина минимального расчетного припуска при подрезке торца на операции №10 несколько завышена (на 0,17мм) по сравнению с рекомендуемой, но фактически величина припуска достаточная для обеспечения качественной обработки торца заготовки. Кроме этого можно отметить, что имеет место значительное рассеивание величины припуска в партии обрабатываемых заготовок. Это потребует вводить на операции №10 дополнительные проходы режущего инструмента при подрезке торца.

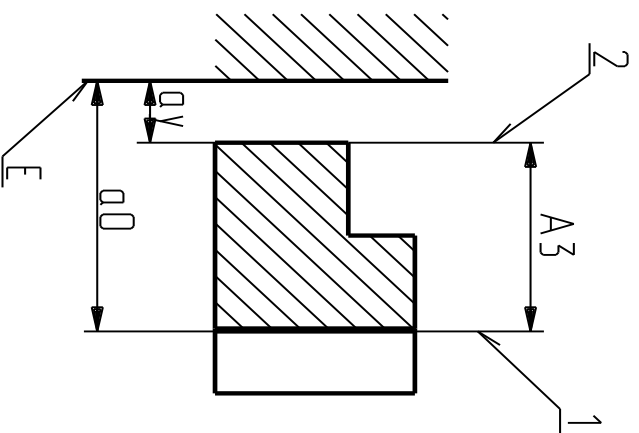
На основании частных выводов (1÷4) для отдельных параметров формируем общие выводы по первой части лабораторной работы для анализируемого варианта технологического процесса - предлагаемый вариант технологического процесса неприемлем для изготовления колец (рис.1), т.к. не обеспечивает выполнение конструкторского размера  $K_1$ .

Сопоставляя выводы по анализу технологических процессов, группа студентов выбирает из всего множества вариантов тот, который обеспечивает заданные и рекомендуемые значения геометрических параметров.

При выполнении второй половины первой части лабораторной работы для анализа технологических схем [4] и расчета настроечных размеров также используется теория размерных цепей. Размерные цепи в технологической системе (станок – приспособление – инструмент - деталь) позволяют произвести оценку возможностей выполнения анализируемой операции в

Операция №10

а)



Операция №15

б)

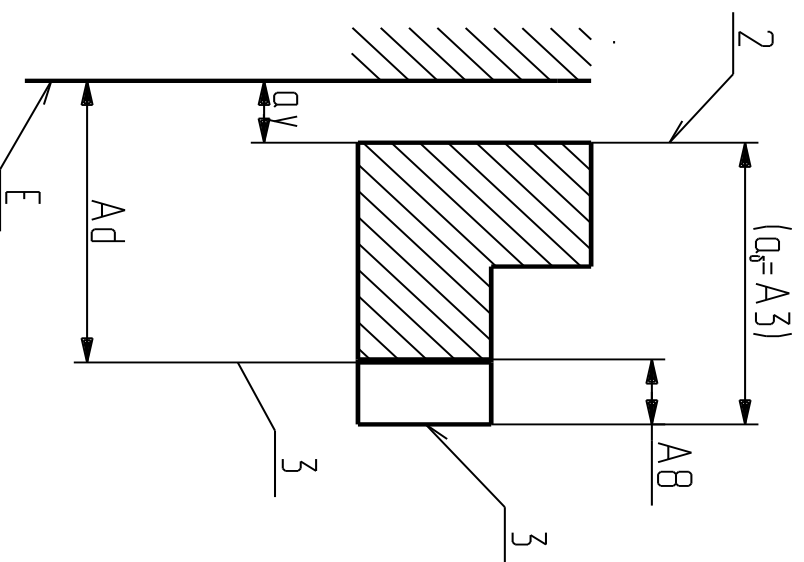


Рис.3 Технологические системы точности  
операции №10 и №15

автоматическом режиме на настроенном оборудовании и определять значения настроечных размеров.

В качестве примера для 3-го варианта технологического процесса (таблица 1) определяем возможность выполнения операции 10 на настроенном станке и рассчитаем настроечный размер.

На первом этапе вскроем технологическую схему точности и определим возможность выполнения анализируемого операционного размера на настроенном станке в автоматическом цикле.

На рис.3а представлена технологическая схема точности выполнения операционного размера  $A_3$  в операции №10.

Общее уравнение размерной цепи имеет вид:

$$A_3 - a_0 + a_y = 0$$

В данном уравнении составляющие элементы определяют:

$A_3$ - операционный размер (замыкающее звено размерной цепи):

$a_0$ - размер, определяющий положение обрабатываемой поверхности 1 заготовки относительно установочной поверхности приспособления;

$a_y$ - размер, определяющий положение установочной поверхности 2 заготовки относительно установочной поверхности Е приспособления.

Уравнение замыкающего звена имеет вид  $\Delta A_3 = \Delta a_0 - \Delta a_y$

Согласно основного правила линейной размерной цепи имеем:

$$\Delta A_3 = \Delta a_0 + \Delta a_y, \quad \text{- т.е. погрешность замыкающего}$$

звена размерной цепи равна сумме погрешностей составляющих звеньев.

Соответственно поле рассеивания погрешностей замыкающего звена равно сумме полей рассеивания погрешностей составляющих звеньев:

$$\omega A_3 = \omega a_0 + \omega a_y \leq TA_3$$

Эта сумма должна быть равна или меньше допуска  $TA_3$ . При несоблюдении этого условия выполнение операционного размера  $A_3$  в автоматическом режиме на настроенном станке будет невозможно, т.к. часть заготовок может получить размеры несоответствующие допустимым.

Произведем проверку данного условия для операционного размера  $A_3$  операции №10 для третьего варианта технологического процесса (таблица 1). Согласно данным операционного эскиза и статистических данных (приложение 1) имеем:

$$TA_3 = 0,11\text{мм}$$

$$\omega a_y = 0,05\text{мм}$$

т.к.  $\omega a_0 = \omega A_3 - \omega a_y,$

или  $\omega a_0 = TA_3 - \omega a_y,$

имеем  $\omega a_0 = 0,11 - 0,5 = \underline{0,06 \text{ мм}}$

Определим возможные значения размера  $a_0$  согласно уравнению (1):

$$A_{3\max} = a_{0\max} - a_{y\min};$$

$$A_{3\min} = a_{0\min} - a_{y\max};$$

или  $a_{0\max} = A_{3\max} + a_{y\min} = 15,00 + 0,00 = 15,00 \text{ мм};$

$$a_{0\min} = A_{3\min} + a_{y\max} = 14,89 + 0,05 = 14,94 \text{ мм}$$

т.е.  $\underline{a_0 = 14,94^{+0,06} \text{ мм}}$

Положительное значение поля рассеивания размера  $a_0$  позволяет сделать вывод-выполнение операционного размера  $A_3$  в автоматическом режиме на настроенном оборудовании возможно.

На рис.3б представлена технологическая схема точности выполнения операционного размера  $A_8$  в операции №15.

Общее уравнение размерной цепи имеет вид:

$$-A_3 - a_0 + a_y + a_6 = 0$$

В данном уравнении составляющие элементы определяют:

$A_3$  - операционный размер ( замыкающее звено цепи ) ;

$a_0$  - размер, определяющий положение обрабатываемой поверхности 1 заготовки относительно установочной поверхности E приспособления;

$a_y$  - размер, определяющий положение установочной поверхности 2 заготовки относительно установочной поверхности E приспособления;

$a_6$  - размер, определяющий положение установочной поверхности 2 заготовки относительно измерительной поверхности 3.

Данный размер  $a_6$  (размер между базами) определяется из комплексной схемы размерных цепей (рис.2). В нашем примере это операционный размер  $A_3$ , т.е. ( $a_6 = A_3$ ).

Уравнение замыкающего звена размерной цепи (2) имеет вид:

$$A_8 = a_y + a_6 - a_0$$

или  $A_8 = a_y + a_3 - a_0$

Согласно основного правила линейной размерной цепи имеем:

$$\omega A_8 = \omega a_y + \omega A_3 + \omega a_0 \leq TA_3 ,$$

$$\text{или } \omega a_0 = TA_8 - \omega a_y - \omega A_3, \quad (3)$$

т.к. предельное значение  $\omega A_3$  может быть равно  $TA_3$ , то уравнение (3) примет вид:  $\omega a_0 = TA_8 - \omega a_y - TA_3$ .

Подставляя заданные значения допусков на составляющие звенья ( $TA_8 = 0.14$ ;  $TA_3 = 0.11$  и  $\omega a_y = 0.05$ , согласно приложения 1) имеем:

$$\omega a_0 = 0,14 - 0,05 - 0,11 = -0,02$$

Отрицательное значение поля рассеивания размера  $a_0$ , зависящего от метода обработки позволяет сделать вывод №2 – выполнение операционного размера  $A_8$  в автоматическом режиме на настроенном оборудовании невозможно, т.к. часть обработанных заготовок будут иметь значение операционного размера  $A_8$  несоответствующего заданному. Выполнение размера  $A_8$  в данной операции возможно только при использовании метода "пробных проходов", который для серийного производства деталей менее производительный и не позволяет использовать оборудование с ЧПУ, которое работает в автоматическом цикле обработки поверхностей заготовок.

На втором этапе лабораторной работы произведем расчет настроенного размера, позволяющего произвести наладку операции, а в случае использования станков с ЧПУ в рабочую управляющую программу станка ввести необходимые значения размеров, которые определяют траекторию движения режущего инструмента в технологической системе.

Настройка станка на размер заключается в правильном расположении режущего инструмента относительно поверхности E приспособления.

Настроечным размером называется размер, определяющий положение режущей грани инструмента относительно установочного элемента станка или приспособления.

Расположение режущего инструмента в технологической системе должно быть наивыгоднейшим. Это положение позволяет учитывать изменения, приносящие в технологической системе, тем точнее определяется первоначальное положение режущего инструмента в поле рассеяния  $\omega a_0$  размера  $a_0$ .

На рис.4 представлена схема расположения режущего инструмента и размерные связи в технологической системе с учетом возможного сжатия реза при обработке.



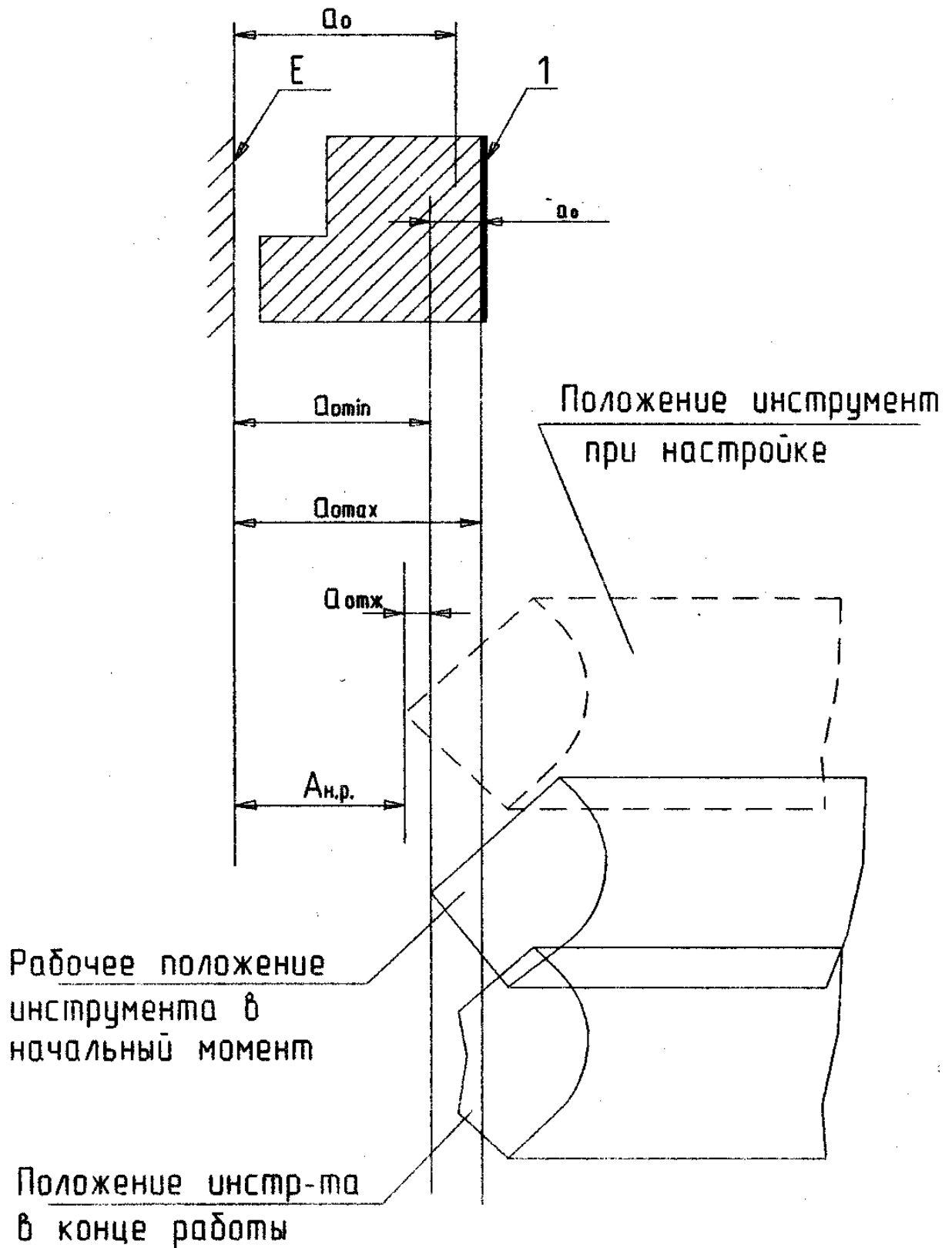


Рис.4 Схема расположения режущего инструмента в системе ГПИЛ.

Общее уравнение размерной цепи имеет вид:

$$a_0 - a_{\text{отж}} + A_{\text{н.р.}} = 0$$

В данном уравнении составляющие элементы определяют:

$a_0$  - размер, определяющий положение обрабатываемой поверхности 1 заготовки относительно установочной поверхности E

приспособления (замыкающее звено размерной цепи);

$a_{\text{отж}}$  - размер, определяющий возможное отжатие режущего инструмента в процессе обработки под действием сил резания;

$A_{\text{н.р.}}$  – настроечный размер..

Уравнение замыкающего звена размерной цепи ( 2 ) имеет вид:

$$a_0 = A_{\text{н.р.}} + a_{\text{отж}},$$

или 
$$a_{0\text{min}} = A_{\text{н.р. min}} + a_{\text{отж\_min}}$$

тогда 
$$A_{\text{н.р. min}} = a_{0\text{min}} - a_{\text{отж\_min}}$$

Для нашего примера известно

$$a_0 = 14,94^{+0,05} \text{ (см. расчет)}$$

$$a_{\text{отж}} = 0,15^{+0,05} \text{ (приложение 1в)}$$

Исходя из этого получим:

$$A_{\text{н.р. min}} = 14,94 - 0,15 = 14,79\text{мм}$$

Допуск на настроечный размер определяется по формуле:

$$T_{\text{н.р.}} = K \omega a_0$$

где 
$$K = 0,1 \dots 0,3$$

Принимая  $K = 0,2$ , получим

$$T_{\text{н.р.}} = 0,2 \cdot 0,06 = 0,012\text{мм},$$

Таким образом

$$A_{\text{н.р.}} = \underline{14,79^{+0,012} \text{ мм}}$$

Полученные расчетные данные и выводы студенты группы предъявляют преподавателю.

Используя расчетные данные по первой части студенты приступают к выполнению второй части лабораторной работы. Совместно с мастером по заданным и расчетным значениям осуществляют настройку станка и выполнение операций №10, 15, 20 (таблица 1, приложение 4). Производят контроль качественных характеристик заготовок на контрольно-измерительной оснастке (приложение 2). Результаты контроля студенты заносят в отчет.

Для одной заготовки производится выполнение операции №25 (приложение III).

Третья часть работы выполняется студентами совместно с мастером (см. приложение 3,4). Результаты заносятся в отчет.

На основании результатов по первой, второй и третьей части даются общие выводы по лабораторной работе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иващенко И.А. Технологические размерные расчеты и способы автоматизации.-М7: Машиностроение, 1975.
2. Шевелев А. С. Расчет операционных размеров при механической обработке деталей. Труды областной научно-технической конференции НТО Машпром. Куйбышев, 1956.
3. Мордвинов Б. С. Исследование геометрических структур с применением методов теории графов. МИНВУЗ. Машиностроение, 1965, №3.
4. Шевелев А. С. Структурно-логическая схема обеспечения качества изделий. ИВУЗ. Машиностроение, 1977, №8.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

а) шероховатость и величина дефектного слоя поверхностей, полученных различными методами (в мкм)

Метод обработки	Чугун	Сталь конструкционная низколегированная	Сталь высоколегированная и жаропрочная	Цветные сплавы
Точение тонкое		15 ÷ 30		
Точение чистовое, фрезерование, Стругание, зенкерование	50	50 ÷ 100	100 ÷ 150	50

Примем для нашего примера  $Z_{\min}$  равным 0,2мм.

б) Статистические данные по осевой установке заготовки на операциях №10 и 15:

$$a_y = 0^{+0,05}$$

в) Статистические данные по осевому отжатию ружущего инструмента в системе СПДИ на операциях №10 и 15:

$$a_{\text{отж}} = 0,15^{+0,05}$$

## Приложение 2

### СПИСОК КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ОСНАСТКИ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

#### Операция №10

- |                   |   |             |
|-------------------|---|-------------|
| 1. Штангенциркуль | - | 0 ... 200мм |
| 2. Микрометрт     | - | 0 ... 25мм  |

#### Операция №15

- |                                      |   |            |
|--------------------------------------|---|------------|
| 1. Индикатор внутреннего измерения   |   |            |
| 2. Индикаторные часы                 | - | 0,01мм     |
| 3. Эталонное кольцо                  | - | Ø160мм     |
| 4. Микрометр                         | - | 0 ... 25мм |
| 5. Специальный прибор                |   |            |
| 6. Эталоны шероховатости поверхности |   |            |

#### Операция №20

- |                       |   |               |
|-----------------------|---|---------------|
| 1. Микрометр          | - | 175 ... 200мм |
| 2. Профилометр        |   |               |
| 5. Специальный прибор |   |               |
| 2. Индикаторные часы  | - | 0,01мм        |

#### Операция №25

- |                       |   |               |
|-----------------------|---|---------------|
| 1. Микрометр          | - | 175 ... 200мм |
| 2. Профилометр        |   |               |
| 5. Специальный прибор |   |               |
| 2. Индикаторные часы  | - | 0,01мм        |

### КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ОСНАСТКА, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НАСТРОЙКИ СТАНКА НА ЗАДАнные РАЗМЕРЫ

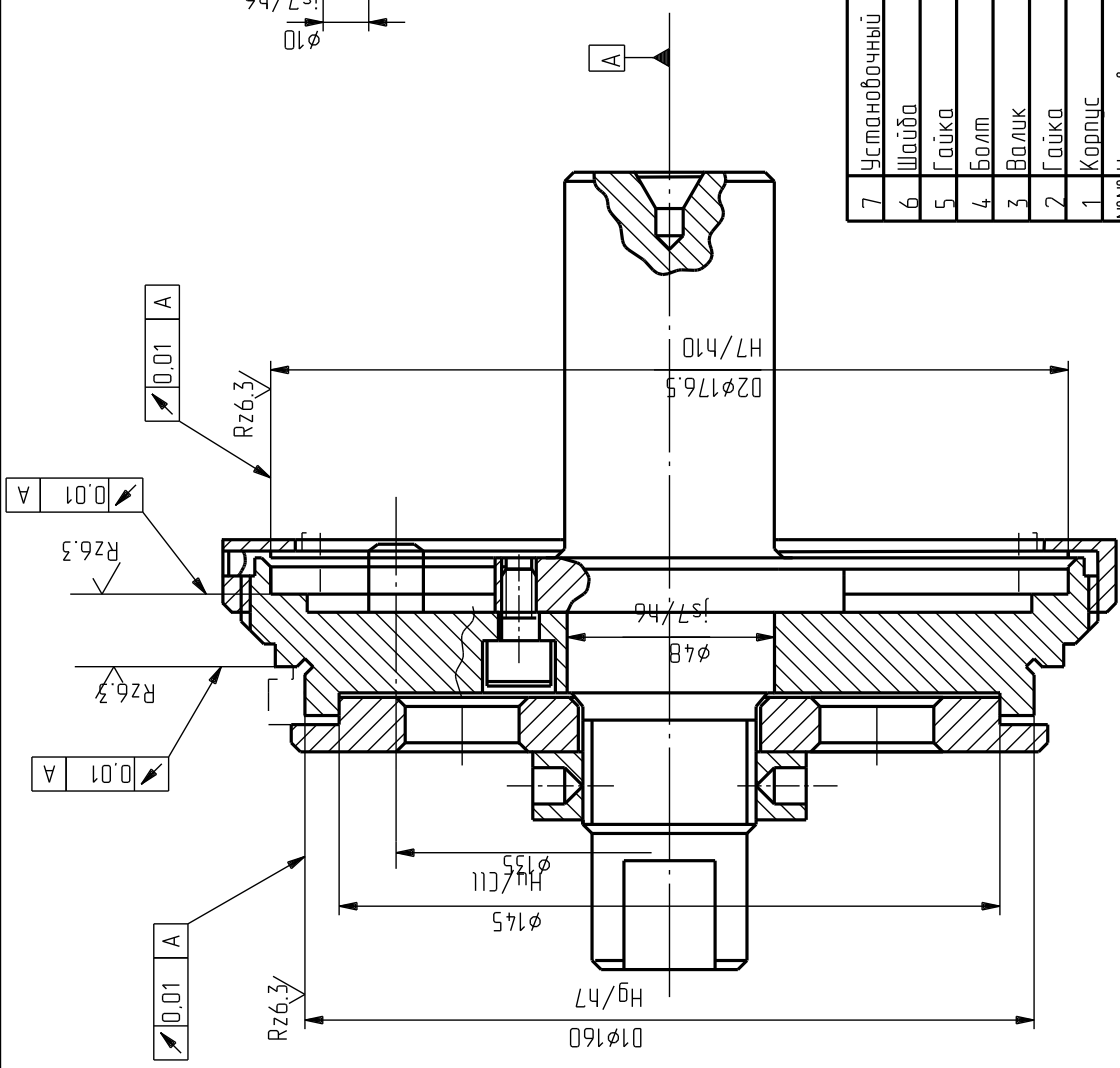
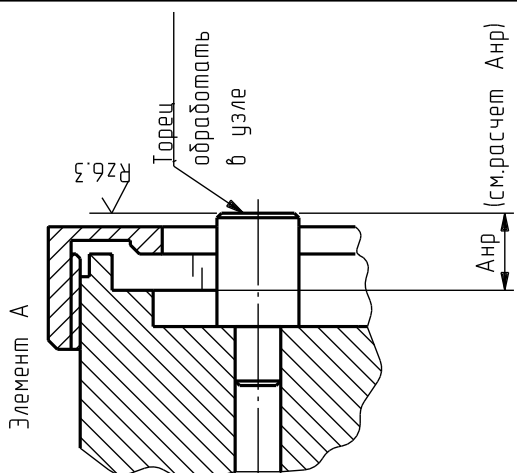
- |                                 |   |        |
|---------------------------------|---|--------|
| 1. Шаблон (набор мерных плиток) |   |        |
| 2. Микрометр                    |   |        |
| 3. Специальный прибор           |   |        |
| 4. Индикаторные часы            | - | 0,01мм |

## Приложение 3

## ПОРЯДОК ПРОВЕРКИ НАЛИЧИЯ СЖИМАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОСЛЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИИ №25 «Выглаживание»

1. Произвести контроль качественных характеристик детали после выполнения операции №25 и записать полученные данные в отчет
2. Установить кольцо на электроискровой станок
3. Произвести контроль толщины электрода (медной пластины) микрометром. Данные занести в отчет.
4. Разрезать кольцо (режимы резки ... )
5. Протереть кольцо
6. Установить кольцо на контрольную плиту и зафиксировать с помощью груза
7. Проконтролировать ширину реза щупом наборным
8. Занести данные в отчет

Положение IV  
Листов 1, лист 1.



7	Установочный палец	1	Ст45		
6	Шайба	1	Ст3		
5	Гайка	1	Ст3		
4	Болт	6			
3	Валик	1	Ст45	HRc46-50	
2	Гайка	1	Ст3		
1	Корпус	1	Ст45	HRc46-50	
№№ Наименование		Кол-во	Матер	ГОСТ	Примечан
МВССО РСФСР КуАИ		Оправа		Матер	
Кафедра "Производство обга- телей летательных аппаратов"					
Чертил		Листов	7	Масштаб	
Проверил		Лист	1	1:	





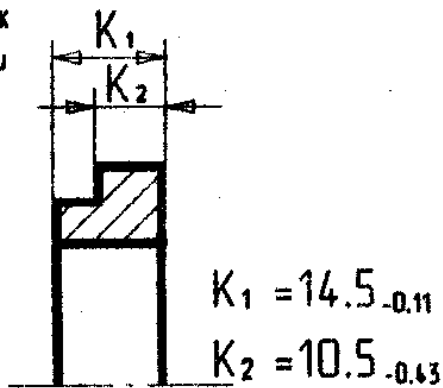
Изделие	Лист	1	По ГОСТ 3.1404-74 Формат 2а							
	Листов									
ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ Детали _____										
Номер цеха	Номер участка	Номер операции	Наименование операции							
		25	<i>В ы г л а ж и в а н и е</i>							
Наименование и марка материала		Масса детали	Заготовка							
			Профиль и размеры		твёрдость		масса			
<i>ХВГ</i>										
Кол. одн. обраб. деталей.	Оборудование (наименование, модель)									
	<i>Токарный 1А616</i>									
$T_0$	Специальная оправа (приложение IV)				Охлаждение					
(код и наименование)		Расчёт. разм.		i	Режим обработки				$T_0$	$T_b$
режущий	измерительный	диаметр, ширина	длина		f	s	p	v		
	<i>микрометр</i>									
<i>оправка-</i>	<i>специальный</i>			<i>1</i>						
<i>накатник</i>	<i>прибор</i>									
	<i>индикаторные</i>									
	<i>часы</i>									
		Итого на операцию								
		Время технического обслуж.								
		Время орг. обслуж. и отдых								

О Т Ч Е Т

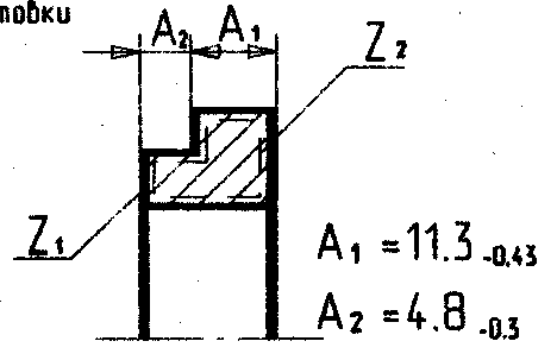
ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ N 16

Анализ технологического процесса изготовления детали кольцо

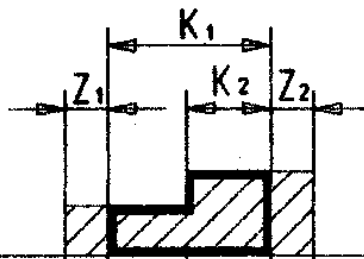
чертеж  
детали



чертеж  
заготовки



Комплексная схема размерных целей



ВАРИАНТ N . . .

Операция N15 - токарная обработка				
Операция N10 - токарная обработка				
Операция N5 - заготовка				
Анализируемый параметр				Общее уравнение размерной цепи
Цель I . . . . .				.....
Цель II . . . . .				.....
Цель III . . . . .				.....
Цель IV . . . . .				.....

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

Вариант № \_\_\_\_\_

Исходные данные согласно чертежа детали, технологического процесса и приложений	Расчетные значения размеров согласно анализа по комплексной схеме размерных цепей	Выводы
$[K_1]$ $K_{1max} = 14.5$ $K_{1min} = 14.39$	$K_{1pmax} = \dots\dots\dots$ $K_{1pmin} = \dots\dots\dots$	
$[K_2]$ $K_{2max} = 10.5$ $K_{2min} = 10.07$	$K_{2pmax} = \dots\dots\dots$ $K_{2pmin} = \dots\dots\dots$	
$[Z_1]$ $Z_{1min} = 0.2$	$Z_{1pmin} = \dots\dots\dots$ $Z_{1pmax} = \dots\dots\dots$	
$[Z_2]$ $Z_{2min} = 0.2$	$Z_{2pmin} = \dots\dots\dots$ $Z_{2pmax} = \dots\dots\dots$	

Общие выводы: \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---

*Сопоставление анализируемых вариантов технологических процессов*

Выбор оптимального варианта

---



---



---



---



---

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСТРОЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ ДЛЯ ВЫБРАННОГО ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ( операция № ..... )**

1. Определение размера  $a_0$  ( $w_0$ )

Размерная цепь №1

№1

Схема размерной цепи № 1

Данные для расчета размерной цепи №1  
 $A_{оп} \dots$  (согласно операции выбранного варианта)  
 $A_{\sigma} \dots$  (выявить и рассчитать согласно комплексной схемы размерных цепей)  
 $A_{\gamma} = 0^{+0.05}$

$a_0 =$   
 $\omega_0 =$

2. Определение настроечного размера  $A_{нр}$  ( $T_{нр}$ )

Схема размерной цепи № 2

Данные для расчета размерной цепи № 1

$a_0 = \dots$  ( согласно цепи № 1 )  
 $a_{отж} = 0.15^{+0.05}$  ( согласно статических исследований )

$A_{нр} =$   
 $T_{нр} = ( 0.1 - 0.2 ) \omega_0$

**ВЫВОДЫ:**

## ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА НАСТРОЕННОМ СТАНКЕ

№№ Операции	Заданные операционные размеры и технические требования	Фактические значения размеров				
		Деталь №1	Деталь №2			
Операция №10- токарная обработка	$A_{оп} = \dots\dots\dots$ (линейный размер)	.....	..... ...			
		.....	..... ...			
Операция №15- токарная обработка	$A_{оп} = \dots\dots\dots$ (линейный размер)	.....	..... ...			
	$\phi 160^{+0.63}$	.....	..... ...			
	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\nearrow</math></td> <td style="text-align: center;">0.15</td> <td style="text-align: center;"><b>Б</b></td> <td></td> </tr> </table>	$\nearrow$	0.15	<b>Б</b>		.....
$\nearrow$	0.15	<b>Б</b>				
Операция №20- токарная обработка	$\phi 176_{-0.063}$	.....	..... ...			
	$\sqrt[2,5]$	✓	✓			
Операция №25- выглаживание шариком	$\phi 176_{-0.1}$	.....	_____			
	$\sqrt[2,5]$	✓	_____			
	Знак остаточных напряжений на наружной поверхности кольца	.....	..... ...			

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Знак остаточных напряжений определяется по размеру паза, полученному после резки колец на электроискровом станке электродом толщиной 1 мм.

**Общие выводы по работе:**

---



---



---

Подпись студента

Подпись преподавателя