

ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЦЕНТР ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технология машиностроения»

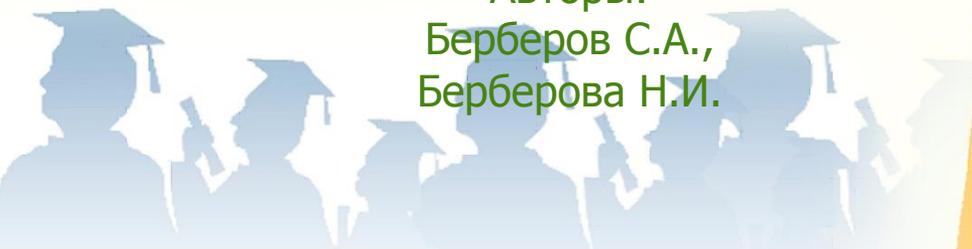
# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине

## «СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ»

Авторы:

Берберов С.А.,  
Берберова Н.И.



## Аннотация

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Современные системы технологической оснастки» предназначены для магистров всех форм обучения по направлению магистратуры 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

## Авторы:

к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения»

Берберов С.А.

ст. преп. кафедры «Технология машиностроения»

Берберова Н.И.



## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА КОНСТРУИРОВАНИЕ СВЕРЛИЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ УСП И ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ В НЕМ.....</b>	<b>6</b>
<b>СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ .....</b>	<b>7</b>
<b>МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ .....</b>	<b>8</b>
<b>МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ .....</b>	<b>8</b>
<b>ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ .....</b>	<b>16</b>
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....</b>	<b>16</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Учебными планами подготовки магистров направления 150304 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства» предусмотрено изучение дисциплины "Современные системы технологической оснастки", в которой предусмотрены лабораторные работы по основным разделам курса.

Лабораторные занятия дают возможность проверить на практике результаты теоретических выводов, познакомиться с практическими приемами работы с приспособлениями и контрольными приборами, что, в конечном итоге, способствует глубокому осмыслению теоретического материала.

Программой курса «Современные системы технологической оснастки» предусмотрены лабораторные занятия в объеме 6 часов у магистрантов заочного отделения.

Содержание и построение лабораторной работы таково, что выполнение их требует от магистранта глубокого понимания и знания теоретического материала по соответствующим разделам не только курса "Современные системы технологической оснастки", но и предшествующего основного профилирующего курсов "Технология машиностроения", "Технологическая оснастка".

При выполнении лабораторной работы магистранты составляют отчет на специальных бланках, куда заносят схемы установок, расчетные схемы, выполняются необходимые расчеты, строят графики и делают выводы.

Лабораторной работе предшествует самостоятельная подготовка магистранта по методическому руководству. Преподаватель, ведущий лабораторные занятия, проводит контроль подготовки магистранта путем опроса перед началом выполнения лабораторной работы.

Преподаватель проводит с магистрантами инструктивную беседу с целью уточнения задания, показа наиболее важных этапов проведения работы, методики обработки результатов наблюдения.

Началу занятий предшествует подготовка лабораторных работ, в которую входит:

1. подготовка и проверка металлорежущих станков, приспособлений, измерительных приборов и других видов лабораторных средств (точность, исправность в работе, комплектность приспособлений, контролирующих и защитных устройств);
2. подготовка и проверка режущих и мерительных инструментов, заготовок, образцов;
3. подготовка и проверка наличия необходимых методических ру-

ководств, инструкций, наглядных пособий, журналов лабораторных работ, журнала учета работы магистрантов и инструктажа по технике безопасности.

Магистранты имеют право приступить к выполнению работы только после проверки преподавателем знаний цели и методики выполнения работы, конструкции приспособления и станка, умения правильно работать на них.

Все необходимые записи наблюдений рекомендуется делать вчерне с тем, чтобы после проверки правильности их преподавателем можно было аккуратно и правильно оформить отчет на бланках лабораторных работ.

По окончании работы магистранты должны тщательно убрать рабочее место, снять и уложить на соответствующие места инструмент и образцы, убрать стружку и т.д. После этого рабочее место необходимо сдать лаборанту, проводящему занятие, и получить разрешение на уход из лаборатории.

Заполненный протокол отчета по лабораторной работе является отражением знаний и навыков, полученных в процессе его выполнения. В отчете отражаются данные о приспособлении и станке (если он используется в работе), образцах и инструментах, приборах; приводятся режимы обработки и результаты экспериментальных исследований. Здесь же приводится необходимая математическая обработка экспериментальных данных и строятся графики зависимостей.

По лабораторной работе магистрант должен сделать выводы и дать рекомендации по улучшению конструкции приспособления.

После выполнения лабораторной работы магистрант оформляет на специальном бланке отчет о проделанной работе и защищает его у преподавателя. Преподаватель своей подписью в отчете фиксирует факт защиты лабораторной работы магистрантом.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### КОНСТРУИРОВАНИЕ СВЕРЛИЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ УСП И ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ В НЕМ

Сущность системы УСП заключается в том, что из нормализованных и заранее изготовленных элементов по мере надобности создаются разнообразные специальные приспособления (компоновки). Когда необходимости в таких приспособлениях нет, они разбираются и из этих же элементов собираются новые приспособления.

Универсально-сборное приспособление представляет собой специальное приспособление и обладает всеми его качествами. В тоже время, УСП свободно от недостатка, присущего обычному специальному приспособлению, так как в системе УСП заложен принцип длительной обращаемости элементов, обеспечиваемой их взаимозаменяемостью и высокой износостойчивостью.

УСП могут применяться при выполнении самых разнообразных операций, таких как: токарные, фрезерные, сверлильные, строгальные, протяжные, шлифовальные, сборочно-сварочные, контрольные и многие другие.

Приспособления УСП конструируются одновременно с монтажом непосредственно в металле из готовых нормализованных и взаимозаменяемых деталей и узлов, т.е. компоновка сборного приспособления является конструкторской задачей.

Процесс конструирования в основном, состоит в подборе необходимых деталей и узлов и нахождении правильного их сочетания в общей компоновке, которая должна отвечать всем эксплуатационным и технологическим требованиям.

Исходными данными для компоновки УСП являются:

1. Чертеж детали (или эталон детали) с техническими требованиями;
2. Вид обработки, где будет использовано УСП;
3. Технологические данные - технологические базы детали, схема закрепления, тип станка, режущий и мерительный инструмент;
4. Объем выпуска деталей.

Конструирование начинается с выбора основания приспособления. Основанием могут служить как базовые плиты, так и различные опорные (корпусные) детали. Выбирается тип и типоразмер основания, исходя из

того, чтобы обрабатываемые места детали и все основные узлы приспособления, воспринимающие нагрузки от усилий резания, были расположены в пределах его рабочей плоскости.

Общая компоновка приспособления начинается с определения мест установки и крепления основных узлов. Основными узлами в сверлильном приспособлении являются опорные блоки под установочные элементы и установочные планки с кондукторными втулками, места под зажимные устройства. При этом должны быть выполнены основные требования к приспособлению, чтобы установка и съем детали были свободными, крепление надежным, узлы – жесткими, и при креплении обрабатываемая деталь не должна деформироваться.

Установка и крепление отдельных деталей и узлов приспособления, а также сочленение их между собой происходит с помощью шпонок и пазовых болтов.

Точность сборки приспособления обуславливается точностью изготовленных деталей и узлов, квалификацией сборщика и методом контроля монтажных размеров.

В системе УСП существует два метода контроля: визуальный и с помощью мерительных средств. Визуальным контролем оценивается правильно ли сделан выбор типа конструкции, удачно ли расположение на базовой плоскости всех входящих в компоновку узлов, посадочных мест, крепежно-прижимных устройств, установочных и направляющих элементов и положение самой обрабатываемой детали в приспособлении.

Мерительным инструментом проверяется точность относительного положения установочных и направляющих элементов и их поверхностей, координаты расположения осей кондукторных втулок и их межосевые расстояния.

При свободных размерах межосевых расстояний обрабатываемых отверстий контроль производится с помощью стандартных контрольных валиков, вставляемых в отверстия установочных планок, и штангенциркуля. Для более точных промеров необходимо применять мерные плитки и индикаторные устройства.

**Цель работы:** Познакомиться с системой УСП. Сконструировать и собрать сверлильное УСП непосредственно в металле. Экспериментальным путем определить точность положения оси отверстий, в партии обработанных в УСП деталей.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

По заданному преподавателем чертежу детали составляется монтажная схема приспособления, выявляются размерные цепи, обеспечи-

вающие точность заданного на детали размера и рассчитывается допустимая погрешность сборки УСП. По монтажной схеме из элементов УСП собирается приспособление и выдерживается расчетная допустимая погрешность сборки. Собранное приспособление устанавливается на настольно-сверлильный станок и станок настраивается на обработку партии деталей. При этой настройке обрабатывается партия деталей из 25 шт. У всех обработанных деталей измеряется размер  $l$  на специальном приспособлении и определяется поле рассеяния размера  $l$  и его положение относительно заданного номинального размера. Полученные в эксперименте данные сравниваются с заданным допуском и его положением относительно номинала.

## МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ

1. Комплект элементов УСП.
2. Настольно-сверлильный станок.
3. Образцы  $\varnothing 40$  мм,  $l=100$  мм - 25 шт.
4. Контрольное приспособление.
5. Сверло  $\varnothing 5$  мм.
6. Набор мерных плиток.
7. Микрометр с диапазоном измерений - 50 мм.
8. Штатив к микрометру.
9. Штангенциркуль с ценой деления 0.02 мм.
10. Эталон для настройки контрольного приспособления.
11. Шестигранный торцевой гаечный ключ М12.
12. Отвертка.
13. Методическое руководство.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Конструирование УСП производится для операции сверления отверстия в валике, согласно эскизу (рис.1). Каждому студенту задается свой размер  $l \pm Tl$ .

По эскизу видно, что для получения размера  $l$  за технологическую базу необходимо принять торец D.

Вначале составляется монтажная схема приспособления и составляется полная спецификация деталей с указанием их индексов (см. рис. 2).

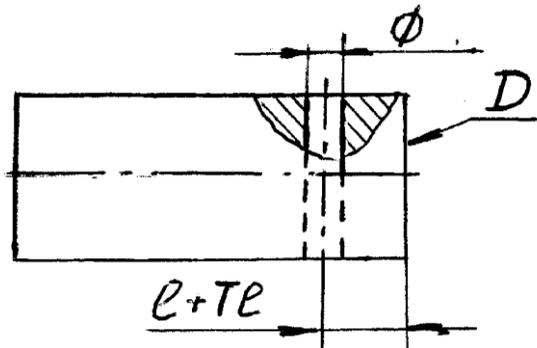


Рис.1

В монтажной схеме функции установочного элемента для базирования вала по торцу выполняет опора своей поверхностью В. Перед сборкой приспособления из элементов необходимо выяснить два вопроса: 1) какими размерами детали приспособления участвуют в образовании конструкторского размера при обработке; 2) какова схема получения этих размеров при сборке приспособления, по какому размеру и с какой точностью необходимо вести контроль точности сборки.

Для ответа на первый вопрос необходимо рассмотреть размерную цепь получения размера  $l$  на обрабатываемом валу с использованием УСП. Такая размерная цепь приведена на рис. 15

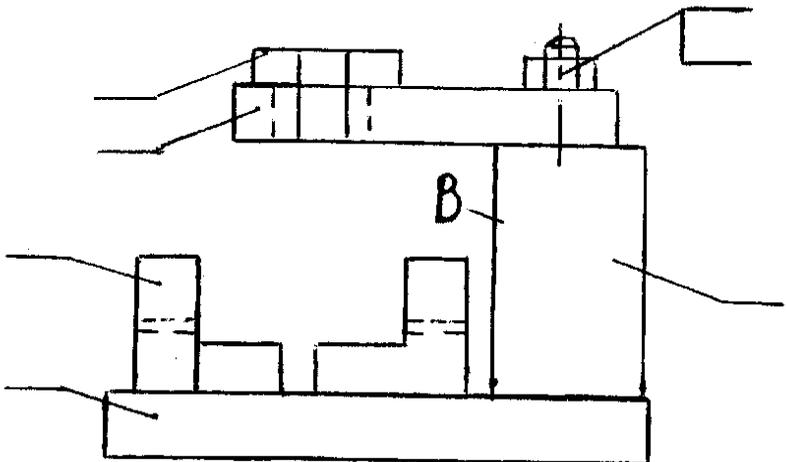


Рис.2

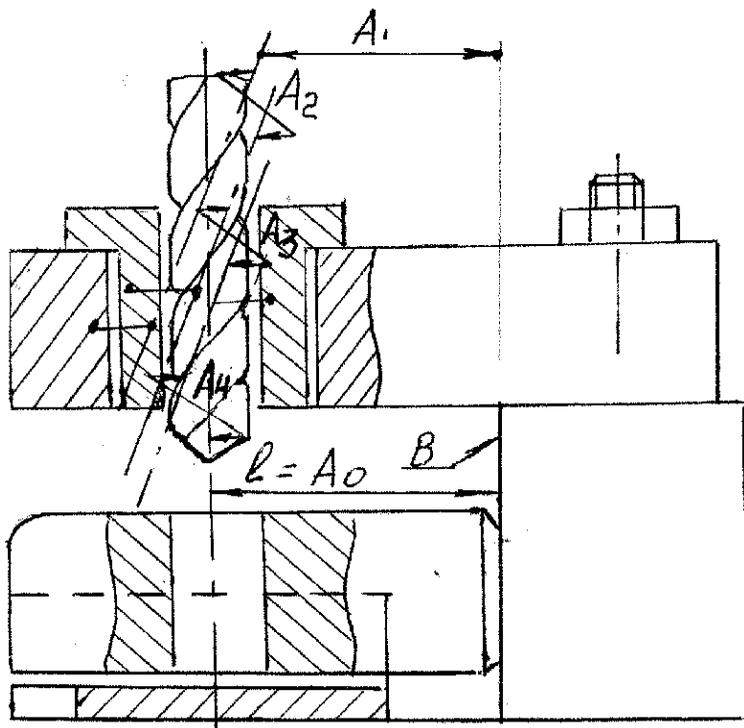


Рис.3

Исходным звеном размерной цепи  $A_0$  является заданный размер от торца вала до оси обрабатываемого отверстия. Остальные звенья:

$A_1$  - расстояние от торца  $B$  до оси отверстия в кондукторной планке;

$A_2$  - расстояние от оси отверстия в кондукторной планке до оси наружного диаметра кондукторной втулки. Определяется как максимальный зазор в соединении кондукторная втулка-планка ( посадка  $\frac{H7}{h6}$  );

$A_3$  - расстояние от оси наружного диаметра кондукторной втулки до оси внутреннего диаметра отверстия под сверло. Эта несоосность допускается равной 0.005 мм для кондукторных втулок нормальной точности и 0.0025 мм для втулок повышенной точности;

$A_4$  - расстояние от оси отверстия в кондукторной втулке до оси отверстия под сверло. Определяется как максимальный зазор между свер-

лом и отверстием по посадке  $\frac{F7}{н6}$ .

Номинальные размеры, допуски и координаты середин полей допусков на звенья  $A_2$ ;  $A_3$ ;  $A_4$  известны, т.к. эти звенья принадлежат либо стандартным деталям (сверло, кондукторная втулка), либо к стандартным соединениям.

Неизвестным являются номинал, допуск и координата середины поля допуска звена  $A_1$ , который необходим для настройки положения кондукторной планки относительно стойки (плоскости В). Эти величины определяются по уравнениям теории размерных цепей

$$\left. \begin{aligned} A_0 &= \sum_{i=1}^{m-1} \xi_i A_i \\ TA_0 &= \sum_1^{m-1} |\xi_i| TA_i \\ E_c TA_0 &= \sum_1^{m-1} \xi_i E_c TA_i \end{aligned} \right\} (1)$$

Из этих уравнений определяем

$$\left. \begin{aligned} A_1 &= A_0 - (A_2 + A_3 + A_4) \\ TA_1 &= TA_0 - (TA_2 + TA_3 + TA_4) \\ E_c TA_1 &= E_c TA_0 - (E_c TA_2 + E_c TA_3 + E_c TA_4) \end{aligned} \right\} (2)$$

Звенья  $A_2$ ,  $A_3$  и  $A_4$  имеют значения номинальных размеров, равные нулю, поэтому  $A_1 = A_0$

Координаты середин полей допусков звеньев  $A_2$ ;  $A_3$  и  $A_4$  также равны нулю, т.к. смещение осей равновероятно в любую сторону, поэтому

$$E_c TA_i = E_c TA_0$$

Уравнения (2) принимают вид

$$\left. \begin{aligned} A_1 &= A_0 \\ TA_1 &= TA_0 - (TA_2 + TA_3 + TA_4) \end{aligned} \right\} (3)$$

$$E_c TA_1 = E_c TA_0$$

Так как общая погрешность изготовления деталей складывается из большого числа элементарных погрешностей, все из которых в данной работе не рассматриваются, то следует сделать допущения, что на долю погрешности статической настройки, связанной с точностью изготовления приспособления, мы можем отнести не более 50% допуска на изготовление соответствующего размера детали. Таким образом, допуск на замыкающее звено будет равен

$$TA_0 = 0,5Tl.$$

Настройка приспособления производится с помощью контрольного валика, который вводится в отверстие кондукторной планки. Настройка ведется по размеру  $B_1$ , который набирается с помощью мерных плиток. Для определения размера  $B_1$ , строим размерную цепь  $B$ , показанную на рис. 16, в которой  $B_0 = A_1$  – замыкающее звено – расстояние от опорной поверхности  $B$  до оси отверстия в кондукторной планке, определенное в размерной цепи  $A$ :

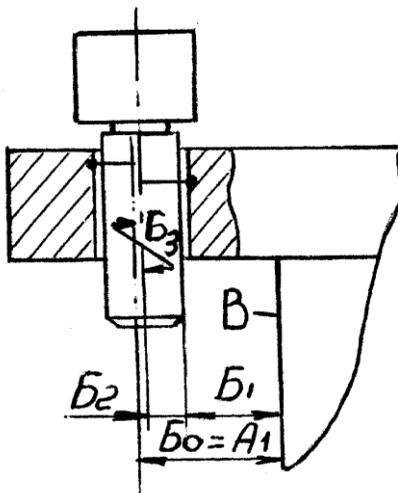


Рис.4

$B_1$  – расстояние от опорной поверхности  $B$  до образующей контрольного валика – размер, по которому ведется настройка приспособления;

$B_2$  – расстояние от образующей до оси контрольного валика (радиус валика);

$B_3$  – расстояние от оси контрольного валика до оси отверстия в

кондукторной планке, определяется как максимальный зазор в соединении контрольный валик – отверстие. Учитывая, что контрольный валик один и изготовлен в размер 17,993 мм, максимальный зазор  $S_{\max}$  равен сумме допуска отверстия, изготовленного по посадке H7, плюс 0,007 мм (18-17,993 мм).

Учитывая, что номинальные размеры, допуски и координаты середин полей допусков звеньев  $B_2$  и  $B_3$  известны и их изменить нельзя, определяем номинальный размер, допуск и координату середины поля допуска звена  $B_1$  по известным формулам теории размерных цепей

$$B_1 = B_0 - (B_2 + B_3)$$

$$TB_1 = TB_0 - (TB_2 + TB_3)$$

$$E_c TB_1 = E_c TB_0 - (E_c TB_2 + E_c TB_3)$$

С учетом того, что  $B_3=0$ ;  $TB_2=0$ ;  $E_c TB_2=0$  (контрольный валик один);  $E_c TB_3=0$ ,

уравнения примут вид:

$$\left. \begin{aligned} B_1 &= B_0 - B_2 \\ TB_1 &= TB_0 - TB_3 \\ E_c TB_1 &= E_c TB_0 \end{aligned} \right\} (4)$$

По вычисленным величинам  $B_1$ ;  $TB_1$  и  $E_c TB_1$  подбираются мерные плитки и по монтажной схеме производится сборка приспособления.

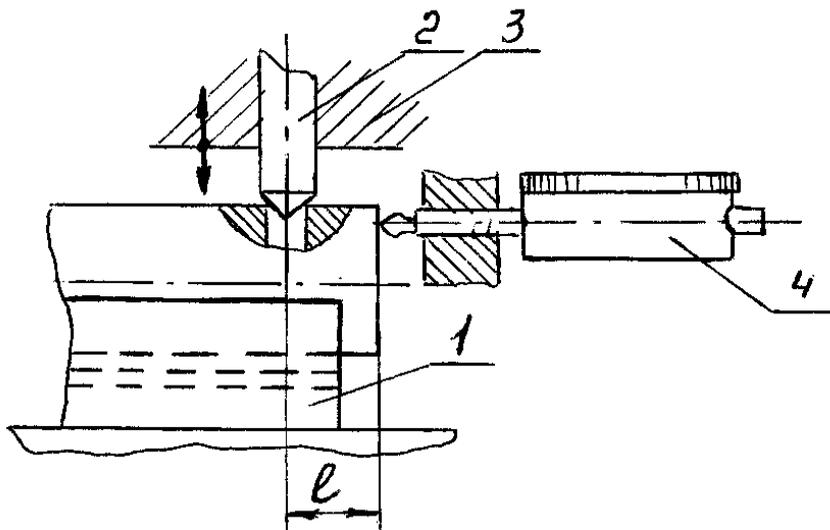


Рис. 5

Собранное студентом приспособление устанавливается и закрепляется на столе настольно-сверлильного станка и правильное положение его на станке проверяется установленным в шпиндель инструментом.

На настроенном станке производится обработка партии деталей в 25 штук.

Контроль обработанных деталей осуществляется на специальном контрольном приспособлении, собранном из элементов УСП. Схема измерения представлена на рис. 5.

Контрольное приспособление состоит из призмы 1, подвижного подпружиненного центра 2 и измерительного устройства индикаторного типа 4. Настройка индикатора на размер  $l$  производится по эталону (рис. 6). Эталон настраивается на заданный размер  $\Gamma_0$  с помощью микрометра, измеряющего размер  $\Gamma_2$ . Расчет размера  $\Gamma_2$  эталона производится с помощью размерной цепи  $\Gamma$ ,

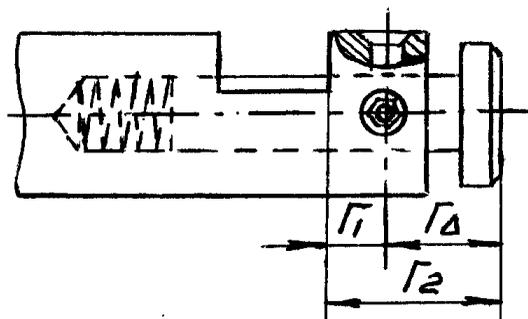


Рис. 6

где  $l = \Gamma_0$  – размер, который необходимо проверить у обработанной детали;

$\Gamma_1$  – постоянный размер эталона, измеренный на оптиметре и нанесенный на эталоне;

$\Gamma_2$  – размер микрометра, на который настраивается эталон

$$\Gamma_2 = \Gamma_0 + \Gamma_1$$

Погрешность настройки эталона обусловлена погрешностями измерения размеров  $\Gamma_1$  – на оптиметре и  $\Gamma_2$  микрометром

$$\omega_{\text{изм}} = T\Gamma_1 + T\Gamma_2 = 0.015 \text{ мм}$$

Для контроля деталь устанавливается на призму 1 и центр 2 вводится в просверленное отверстие. Отклонение расстояния от торца до оси отверстия  $l$  прочитывается на индикаторе приспособления. Фактические размеры  $l$  заносятся в таблицу протокола и определяются: поля рассеяния  $\omega l$ , как разность между максимальным и минимальным размером  $l$ .

$$\omega l = l_{\max} - l_{\min}$$

и координата середины поля рассеяния  $l$

$$Eс \omega l = l_{\min} + \frac{\omega l}{2}$$

Оценка правильности сборки УСП на заданный размер производится сопоставлением координаты середины поля допуска  $Eс l$ , заданного чертежом, и координаты середины поля рассеяния  $Eс \omega l$ , полученного в результате измерения при изготовлении партии валиков.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить методическое руководство к работе и ознакомиться со всеми приспособлениями.
2. Получить у преподавателя задание и разрешение на выполнение работы.
3. По монтажной схеме приспособления составить полную спецификацию деталей, входящих в приспособление.
4. Используя уравнения (3) и (4) рассчитать настроечный размер. Все схемы и расчеты поместить в пункты 4 и 5 отчета.
5. Набрать настроечный размер мерными плитками и собрать приспособление, проверить затяжку гаек и работоспособность.
6. Установить приспособление на стол станка и настроить его на сверление заданного отверстия. Закрепить приспособление на столе станка.
7. Получить у преподавателя разрешение на пуск станка.
8. Обработать партию образцов, просверлив отверстия заданных  $d$  и  $l$ .
9. Настроить эталон на нужный размер  $l$
10. Настроить контрольное приспособление по эталону
11. Измерить у всех образцов, заданный размер  $l$  и записать их значения в таблицу отчета в пункт 11.
12. Определить поле рассеяния размеров  $l$  и координату его середины.
13. Сделать выводы по работе в направлении:
  - а) применимости УСП для выполнения операции сверления;
  - б) времени, затраченного на конструирование и сборку УСП;
  - в) точность изготовления деталей в приспособлении УСП.
14. Оформить бланк отчета, внося в него все необходимые данные, схемы, расчеты, чертежи.
15. Сдать работу преподавателю.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается прогрессивная роль УСП?
2. Какова сущность системы УСП?
3. Какими исходными данными нужно располагать для определения настроечного размера приспособления?
4. Как настроить контрольное приспособление?

