

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЁВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)" (СГАУ)

**СБОРКА И НАСТРОЙКА УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНОГО  
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ  
ОБРАБОТКИ**

*Методические указания к лабораторной работе*

**САМАРА 2012 г.**

**Составитель: К.П. Крашенинников**

УДК 621.9.62

**Сборка и настройка универсально-сборного приспособления и исследование точности обработки:** Метод. указания к лабораторной работе / Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. Крашенинников К.П., СГАУ, Самара, 2012-12 с.

Методические указания содержат сведения об универсально-сборных приспособлениях, их настройке для обработки конкретной заготовки, а также рекомендации по их расчёту на точность.

Указания предназначены для студентов, обучающихся по специальностям 160301, 160700, 151900 и выполняющих лабораторные работы, курсовые и дипломные проекты по технологической тематике. Разработаны на кафедре производства двигателей летательных аппаратов.

Рецензент: д.т.н., профессор Скуратов Д.Л.

**Цель работы:** ознакомить студентов с универсально-сборными приспособлениями (УСП), привить им практические навыки сборки и настройки УСП — кондуктора и расчета его на точность.

### *ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ УСП*

Одним из путей сокращения объема работ при проектировании и изготовлении станочных приспособлений является использование в их конструкциях нормализованных деталей и узлов.

Наибольшая степень нормализации и взаимозаменяемости достигнута в системе УСП, сущность которой состоит в том, что из одних и тех же нормализованных деталей и узлов многократно собираются различные приспособления-компоновки.

УСП нашли широкое применение в единичном, мелко- и даже среднесерийном производствах, где они позволяют значительно сократить срок подготовки производства и, несмотря на высокую стоимость, получить большой экономический эффект в сравнении со все еще распространенными неразборными приспособлениями.

Материальной базой для изготовления УСП является комплект нормализованных элементов (рис. 1), состоящий из базовых (корпусных), опорных, установочных, направляющих, прижимных и крепежных деталей и ряда нормализованных узлов (например, поворотные головки, делительные плиты, центровые бабки, механизированные быстродействующие пневмоприводы). В зависимости от масштаба производства и объема применения сборной оснастки комплект УСП может состоять из 15 ... 30 тысяч деталей. При таком количестве деталей в комплекте на рабочих местах можно использовать одновременно до 300 компоновок—приспособлений для сверления, фрезерования, шлифования, токарной обработки, штамповки, сварки, контроля.

Охарактеризуем основные группы элементов УСП, входящих в комплект (см. рис. 1).

Базовые детали являются основой компоновок. Номенклатура их невелика: квадратные, прямоугольные и круглые плиты, угольники и кольца нескольких типоразмеров.

Опорные детали в совокупности с базовыми составляют корпуса разнообразных компоновок и служат в качестве опор и бази-

рующих элементов. Номенклатура их обширна: прямоугольные параллелепипеды, угольники, призмы различных типоразмеров.

Для точной взаимной установки все базовые и опорные элементы снабжены Т-образными и шпоночными пазами с точным шагом. Материал базовых и опорных деталей — цементированная и закаленная сталь 12ХНЗА. Рабочие поверхности их тщательно обработаны, что в сочетании с большой твердостью обеспечивает высокую жесткость стыков, коррозионную стойкость, износостойчивость и долговечность.

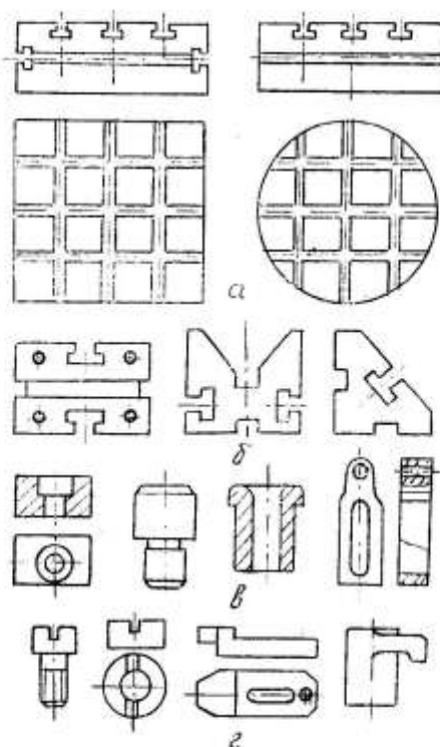


Рис. 1. Примеры элементов системы УСП: а — базовые; б — опорные; в — установочные и направляющие; г — крепежные

Установочные и направляющие детали обеспечивают требуемое взаимное расположение базовых, опорных и других элементов в компоновке. С их помощью координируется также положение обрабатываемой заготовки относительно приспособления и режущего инструмента. Материал установочных и направляющих деталей —

инструментальные стали У8А, У12А, закаленные на высокую твердость.

Высокая точность — 6...7 квалитет — всех названных выше деталей УСП определяет большую точность компоновок и обеспечивает точную обработку заготовок.

Крепежные и прижимные детали предназначены для соединения отдельных элементов компоновки в одно целое и для закрепления обрабатываемых заготовок на приспособлении. Материал крепежных и прижимных деталей — стали 45 и 38Х с закалкой на твердость *HRC* 38...42.

## 2. СБОРКА И НАСТРОЙКА КОМПОНОВОК УСП

Изготовление приспособления сводится к его сборке по предварительно разработанной компоновочной схеме. Чтобы выяснить, обеспечит ли предлагаемая компоновочная схема приспособления заданную точность геометрических параметров обработанных поверхностей, следует подвергнуть ее соответствующему расчету. Методика расчета ожидаемой погрешности обработки изложена ниже (см. разд. 3 настоящей инструкции).

Сборка компоновки осуществляется на основании заказа технолога и при наличии операционной карты заготовки. В операционной карте с эскизом обрабатываемой заготовки указываются:

обрабатываемые поверхности с их размерами, координатами и техническими требованиями;

технологические и измерительные (исходные) базовые поверхности;

поверхности для закрепления;

вид обработки и режимы резания;

модель станка, на котором осуществляется данная операция;

габаритные размеры заготовки.

Сборка УСП выполняется на специализированных участках вспомогательных цехов квалифицированными слесарями-сборщиками.

Представление об УСП дают примеры кондукторов-приспособлений для сверления отверстий по заданным координатам, показанные на рис. 2, а, б, в. Слева на этом рисунке изображены эскизы заготовок, а справа — фрагменты компоновок УСП для обработки этих заготовок. Как видно из сопоставления приведенных конструкций, схемы их одинаковы, а существенное отличие наблюдается лишь в элементах для установки заготовок. Выбор этих элементов диктуется формой базовых поверхностей заготовки. Так, в первом случае (рис. 2,а) двум плоским базам заготовки отвечают два упора 1 и 2 кондуктора. Во втором случае (рис. 2,б) заго-

товка устанавливается цилиндрической поверхностью по призме 1, а в третьем (рис. 2,в) на два пальца — цилиндрический 1 и сре-занный (ромбический) 2.

За сборкой следует настройка приспособления. Задача на- стройки состоит в том, чтобы придать скомпонованным деталям УСП требуемое взаимное расположение с целью обеспечить заданную точность обработки.

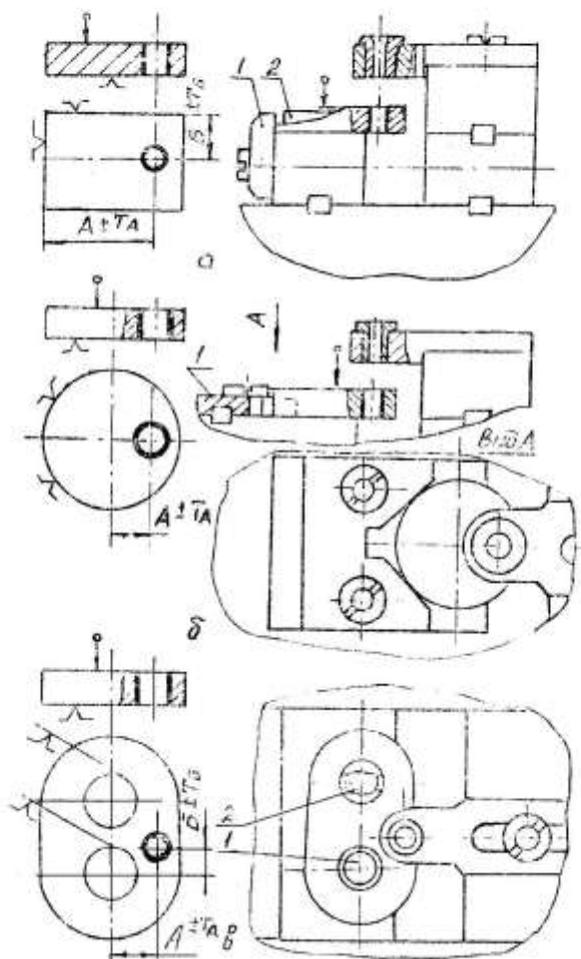


Рис. 2. Операционный эскиз заготовки и схемы УСП для ее обработки

При настройке конструкций, подобных изображенным на рис. 2, используются точные контрольные валики и плоские концевые меры (плитки). На рис. 3 показана схема использования этих элементов при настройке кондуктора по рис. 2,а. Как видно из схемы, при настройке вместо сверла в кондукторную втулку устанавливают контрольный валик 1, а расстояние от его образующей до упора приспособления реализуют блоком мерных плиток 2. Таким же образом идет настройка кондуктора и в другом направлении (размер Б), причем она выполняется в первую очередь.

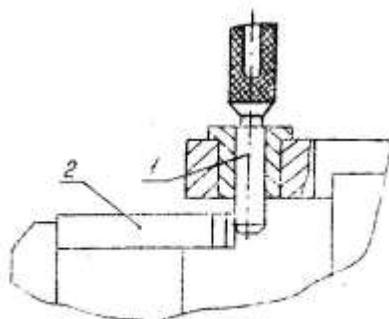


Рис. 3. Схема настройки УСП-кондуктора: 1 — контрольный валик; 2 — блок концевых мер

### 3. РАСЧЕТ ОЖИДАЕМОЙ ПОГРЕШНОСТИ ОБРАБОТКИ

Целесообразность использования той или иной компоновки определяется в результате проверочного расчета точности обработки: приспособление должно обеспечить требуемую точность заданных параметров. Другими словами, должно иметь место соотношение

$$\omega_{i0} \leq T_i,$$

где  $\omega_{i0}$  — ожидаемое поле рассеяния (ожидаемая погрешность) геометрического параметра, выполняемого с помощью данного приспособления;

$T_i$  — поле допуска того же параметра, заданное в операционной карте.

При этом методика расчета  $\omega_{i0}$  должна гарантировать условие

$$\omega_{i0} \approx \omega_{i\Delta},$$

где  $\omega_{i\Delta}$  — действительное поле рассеяния (действительная погрешность) фактически полученного геометрического параметра.

Расчет  $\omega_{i0}$  основан на теории размерных цепей и включает два этапа:

на первом определяется погрешность  $\omega_{i\Delta}$ , возникающая при настройке приспособления;

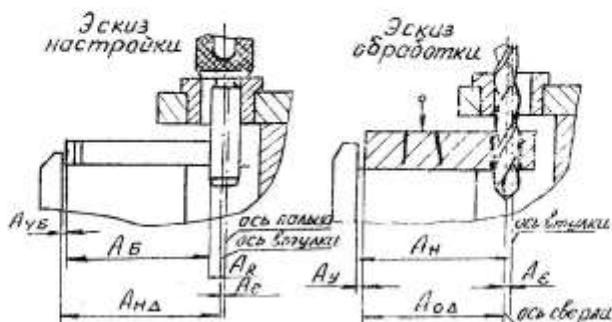
на втором — собственно  $\omega_{i0}$ .

Величины  $\omega_{i\Delta}$  и  $\omega_{i0}$  являются погрешностями замыкающих звеньев соответствующих размерных цепей и поэтому определяют

ся суммой погрешностей составляющих звеньев цепи. Цепь настройки, кроме того, позволяет рассчитать размер блока плиток, который используют при настройке.

Все изложенное иллюстрирует пример расчета ожидаемой точности обработки, выполненный для параметра А (см. рис. 2, а). Этот расчет с поясняющими эскизами приведен в табл. 1, где

Таблица 1



*Размерные цепи*

*Настройка*                      *Обработка*

$$A_{нΔ} - A_{yB} - A_B - A_R + A_ε = 0; \quad A_{δΔ} + A_y - A_{нΔ} + A_ε = 0$$

*Условия*

$$A_{yB} \approx 0, \quad A_ε \approx 0. \quad A_y \approx 0; \quad A_ε \approx 0.$$

*Размер блока концевых мер*

$$A_B = A_{нΔ} - A_R$$

*Расчет результирующей погрешности*

$$\omega_{нΔ} = \omega_B + \omega_{yB} + \omega_R + \omega_{yB}; \quad \omega_{δΔ} = \omega_{нΔ} + \omega_y + \omega_ε$$

*Условия*

$$\omega_B \approx 0, \quad \omega_{yB} \approx 0; \quad \omega_y \approx 0$$

*Проверка соотношений*

$$\omega_{δΔ} \leq \omega_{Lg} \leq T$$

представлены эскизы настройки кондуктора и обработки отверстия на этом приспособлении, а также соответствующие размерные цепи. Для размеров в цепях приняты следующие обозначения:

$A_{нΔ}$  — настроечный размер (его номинальное или среднее значение равно номиналу операционного и конструкторского размеров, записанных соответственно в операционной карте и рабочем чертеже);

- $A_{\text{уб}}$  — отклонение контактной поверхности блока плиток от номинального положения;  
 $A_{\text{д}}$  — размер блока плиток;  
 $A_{\text{Р}}$  — радиус контрольного пальца;  
 $A_{\text{с}}$  — смещение оси контрольного пальца относительно оси кондукторной втулки за счет зазора в посадке;  
 $A_{\text{о}}$  — ожидаемый размер;  
 $A_{\text{у}}$  — отклонение технологической базы заготовки от номинального положения;  
 $A_{\text{г}}$  — несовмещение осей кондукторной втулки и сверла за счет зазора в посадке.

Погрешности перечисленных параметров обозначены буквой с индексом параметра.

Расчет погрешностей в условиях лабораторной работы целесообразно проводить не по предельно допустимым значениям размеров, а по их фактическим величинам. При этом условия погрешность  $\omega_{\text{г}}$ , например, оказывается равной не полуразности наибольшего диаметра втулки и наименьшего диаметра контрольного валика, а полуразности фактического диаметра втулки и фактического диаметра контрольного валика.

Отметим, что иногда учитывается перекос контрольного валика во втулке (при настройке) и сверла во втулке (при обработке). Эта погрешность тем значительнее, чем больше вылет валика или сверла. В данной работе эта погрешность не рассматривается.

Погрешность  $\omega_{\text{Р}}$  возникает в результате измерения диаметра контрольного валика ( $\omega_{\text{Р}} \approx 0,01$ , если измерять микрометром).

Номинальные размеры  $A_{\text{с}}$ ,  $A_{\text{г}}$ ,  $A_{\text{уб}}$ ,  $A_{\text{у}}$  по смыслу равны нулю. Вследствие малости близки к нулю в рассматриваемом случае (не всегда!) и такие погрешности, как  $\omega_{\text{б}}$ ,  $\omega_{\text{уб}}$ ,  $\omega_{\text{у}}$ .

Погрешность действительного размера  $\omega_{\text{д}}$ , рассматриваемая как отклонение фактически полученного при обработке размера от заданного номинального (среднего) значения  $A_{\text{д ном}}$ , определяется из сравнения этих размеров. Действительный размер  $A_{\text{д}}$  устанавливается измерением с необходимой точностью (например, с помощью микрометра). При этом измерение таких параметров, как координирующие размеры типа  $A$  в рассматриваемом случае, требует специального приема: измеряются размеры  $A'_{\text{д}}$  и  $A''_{\text{д}}$  (рис. 4), а размер  $A_{\text{д}}$  определяется расчетом

$$A_{\text{д}} = \frac{A'_{\text{д}} + A''_{\text{д}}}{2}.$$

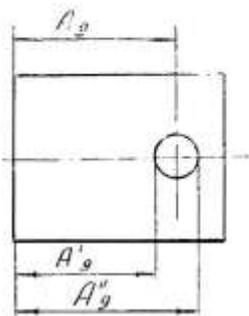


Рис. 4. Схема измерения к определению действительного размера

Когда имеются данные по величинам действительных размеров геометрического параметра для партии обработанных заготовок, то действительное поле рассеяния  $\omega_{I_0}$  определяется из разностей

$$\omega_{I_0}' = A_{з.ном} - A_{д.мин} \quad (1) \quad \text{или} \quad \omega_{I_0}'' = A_{д.макс} - A_{з.ом}, \quad (2)$$

где  $A_{з.ном}$  — номинальное (среднее) значение размера геометрического параметра по рабочему чертежу;  
 $A_{д.мин}$ ,  $A_{д.макс}$  — соответственно минимальный и максимальный действительные размеры в пределах партии заготовок.

Из двух значений  $\omega_{I_0}$  по (1) и (2) выбирают наибольшее, которое и является величиной поля рассеяния действительного геометрического параметра.

В результате точностного расчета появляется возможность сопоставить  $\omega_{I_0}$ ,  $\omega_{I_0}$  и  $T_I$  и сделать выводы о правильности использованной методики расчета  $\omega_{I_0}$ , условием чего является  $\omega_{I_0} \geq \omega_{I_0}$ , и о возможности использования приспособления, условием чего является  $\omega_{I_0} \leq T_I$ .

#### 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. По настоящей инструкции и наглядным пособиям студенты должны ознакомиться с элементами УСП и конструкциями приспособлений различного назначения из этих элементов, а также освоить методику расчета точности обработки заготовок с применением УСП.

4.2. По операционному эскизу (рис. 5) студенты изучают требования, предъявляемые к операции «сверление отверстия в шайбе»; предлагают схему компоновки приспособления для этой операции.

4.3. На основе изложенной в инструкции методики студенты проводят анализ погрешностей, характерных для приспособления, и выполняют проверочный расчет ожидаемой точности. Расчет выполняется по фактическим параметрам. Для сокращения объема работы, связанной с измерениями, студентам предлагается воспользоваться данными табл. 2.

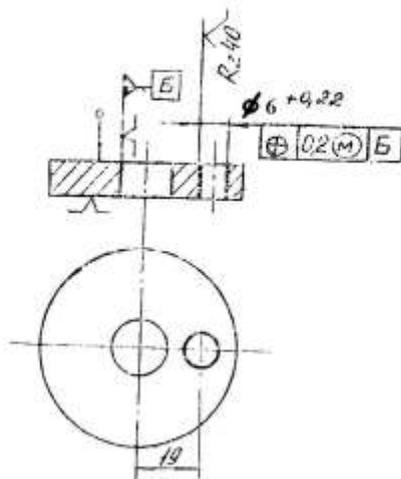


Рис. 5. Операционный эскиз шайбы

Таблица 2

Размер диаметра				
установочного пальца	базового отверстия	контрольного валика	сверла	кондукторной втулки
12,44	12,55	6,0	5,99	6,02

4.4. Рассчитав ожидаемую погрешность и убедившись в выполнении условия  $\omega_{i_0} \leq T_i$ , студенты осуществляют сборку и настройку приспособления и предъявляют его преподавателю.

4.5. Действительная погрешность обработки  $\omega_{i_1}$  определяется в ходе экспериментальных исследований. Для выполнения этой части работы необходимо иметь: станок настольно-сверлильный; сверло  $\varnothing 8$  мм; прибор контрольный для измерения межцентрового расстояния  $A = 19 \pm 0,2$  мм; набор плоскопараллельных мер (плиток); образцы-шайбы; контрольный валик  $\varnothing 8,0$  мм для настройки кондуктора.

Под наблюдением лаборанта в заготовке по рис. 5 с помощью кондуктора обрабатываются 4—5 отверстий, на которых определяется размер  $A_1$ , и по формулам (1), (2) рассчитываются погрешности  $\omega_{i_1}$ . Наибольшее из этих значений сравнивается с вычисленной ранее погрешностью  $\omega_{i_0}$  и с допуском  $T_i$  на смещение отверстия от номинального положения (см. рис. 5).

4.6. По окончании работы оборудование, оснастка и инструмент приводятся в порядок и сдаются лаборанту.

Отчет с эскизами настройки и обработки шайбы на приспособлении, размерными расчетами, их результатом, с сопоставлением ожидаемой и действительной погрешностей с допустимой и соответствующими выводами сдается преподавателю.

**Учебное издание**

**СБОРКА И НАСТРОЙКА УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНОГО  
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ  
ОБРАБОТКИ**

*Методические указания к лабораторной работе*

**Составитель: Крашенинников Константин Петрович**

Самарский государственный аэрокосмический  
университет им. академика С.П. Королева  
443086 Самара, Московское шоссе, 34