

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**АВИАЦИОННЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРА «АВИАСТРОЕНИЕ»**

**Пояснительная записка**

***ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ***

*по курсу: «Технология изготовления деталей летательных аппаратов»*

ВЫПОЛНИЛ:

ст-т гр. 132а-08 AVS

Рахимов Д.

ПРИНЯЛ:

доц. Хидоятов А.В.

Ташкент-2012 г.

## **ВВЕДЕНИЕ**

*Условия рыночной экономики предполагают действие более эффективного производства как с точки зрения использования ресурсов, так и с точки зрения неуклонного повышения производственного процесса. Результатом поставленных задач должно стать повышение качества выпускаемой продукции и обеспечения её конкурентоспособности на внешнем рынке.*

*Эффективность производства, его технологический процесс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития средств производства, оборудования, машин, станков.*

*В авиастроении обработка металлов резанием является главным технологическим методом, обеспечивающим высокое качество и точность обрабатываемых поверхностей. Высокое качество и точность изготовления детали достигается только в случае правильной разработки и соблюдения технологического процесса.*

*В развитии технологии обработки металлов резанием за последние годы происходят принципиальные изменения. Интенсификация технологических процессов на основе применения режущих инструментов из новых инструментальных материалов, расширение области применения оборудования с ЧПУ, создание роботизированных станочных комплексов и гибких производственных систем с управлением от ЭВМ, повышение размерной и геометрической точности, достигаемой при обработке – таков неполный перечень важнейших направлений развития технологии механической обработки в машиностроении.*

*При разработке технологического процесса учитываются все технологические параметры: материал, из которого изготавливается деталь, метод получения заготовки, правильный расчет режимов резания. Важной частью технологического процесса является применение приспособлений как специальных, так и универсальных.*

*Современная экономическая ситуация требует наряду с применением прогрессивных технологий учитывать КИМ - коэффициент использования материала. Если в прошлые годы с ним мало считались, делая упор на снижение трудоёмкости, то в нынешней ситуации стоит пересмотреть отношение к нему и возможно в пользу экономии материала, пусть даже с возможным увеличением трудоёмкости.*

## **Назначение детали**

*Крышка – деталь, предназначен для передачи крутящего момента вдоль своей оси и для поддержания вращающихся деталей машин. Крышка обычно подвержены действию не только крутящих моментов, а также поперечных сил.*

*Одним из «основных требований к этим крышка является обеспечение их жесткости, так как недостаточная жесткость может сильно снизить жесткость всей проводки управления. В связи с этим при проектировании кронштейнов необходимо обращать особое внимание на обеспечение передачи нагрузок кратчайшими путями, что является одним из основных условий для обеспечения повышенной жесткости.*

*Крышка изготавливается из алюминиевого сплава АК-6 с помощью горячей точной штамповкой.*

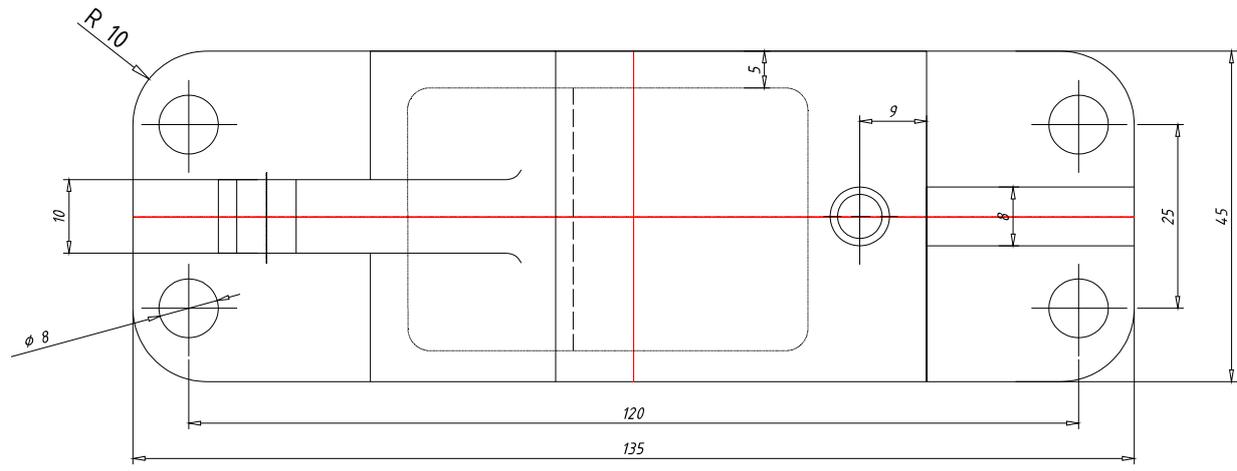
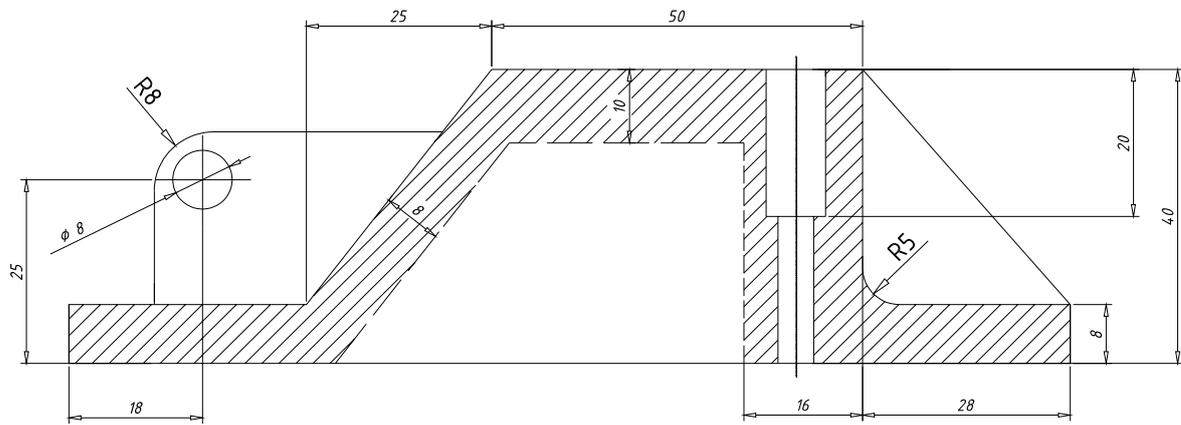
## **Технологичность детали «Крышка»**

*Под технологичностью детали, получаемой штамповкой, следует понимать такое сочетание основных элементов ее конструкции, которое обеспечивает наиболее простое и экономичное изготовление детали при соблюдении технических и эксплуатационных требований к ней. Любая деталь машины, как и любой инструмент, должны обладать определенными, в зависимости от условий работы, механическими свойствами (прочностью, упругостью, пластичностью).*

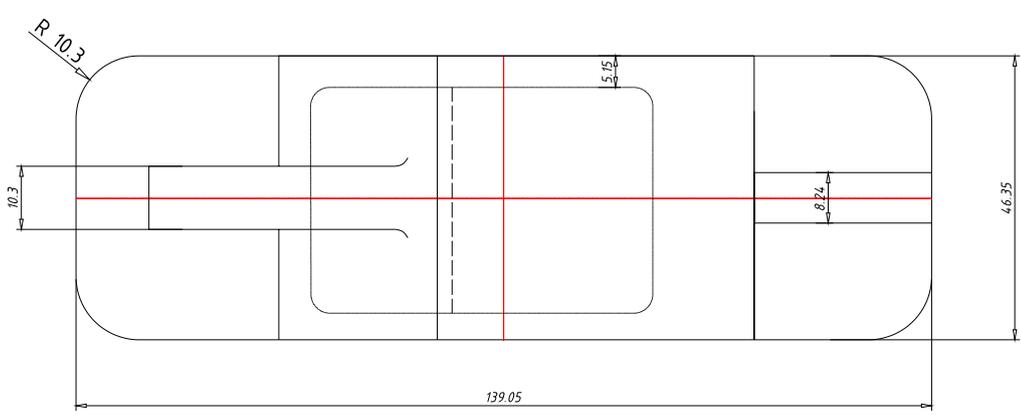
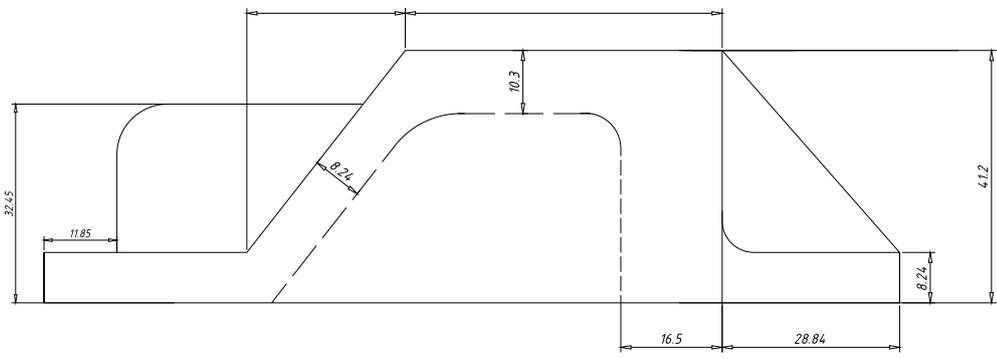
*Поэтому, технический документ (рабочий чертеж) детали должен учитывать в ее конструкции как требования, связанные с назначением и условиями эксплуатации изделия, так и требования технологичности.*

*Одним из факторов существенно влияющих на характер технологических процессов, является технологичность конструкции изделия.*

*Кроме того, конструкция детали, обеспечивает создание удобных вспомогательных (технологических баз) за счет плоскости торца. Деталь «Крышка» является достаточно жесткой и потому ее механическую обработку можно вести на высоких режимах резания.*



Чертеж детали



Чертеж заготовки

## **Материал и его свойства**

АК6 является ковочным сплавом алюминия и применяется для изготовления детали путемковки и горячей штамповки особенно в области авиационного (качалки, фитинги, кронштейны, узлы и др.). АК6 обладает хорошей пластичностью в нагретом состоянии. Предел прочности достигает до  $42 \text{ кг/мм}^2$  (420 МПа). Прочность АК6 приравняется  $\text{HB}=105 \text{ кг/мм}^2$  (1050 МПа).

Термическая обработка его заключается в закалке с температуры  $500-515^\circ$  и последующем искусственном старении при температуре  $150-165^\circ$  в течении 6-10 час.

В состав АК6 входят  $\text{Cu}$ (медь-2,2%),  $\text{Mg}$ (магний-0,6%),  $\text{Mn}$ (марганец-0,6%),  $\text{Si}$ (кремний-0,9%) и прочие элементы.

АК6 — сплав серебристо-белого цвета. Температура плавления  $600^\circ\text{C}$ . Наиболее важной особенностью АК6 является низкая плотность —  $2,7 \text{ г/см}^3$ . Алюминий обладает электрической проводимостью, составляющей 65% электрической проводимости меди.

Алюминиевые сплавы отличаются легкостью и достаточно хорошими механическими свойствами. Современные методы обработки позволяют без особого труда обрабатывать заготовки из этих материалов.

## **Анализ существующего технологического процесса**

Существующий технологический процесс изготовления Крышка, которая находится на крыле самолёта Ил-76, базируется на универсальном станочном оборудовании. В процессе изготовления применяются следующие станки: фрезерный станок 6Н13П; Все станочные операции - фрезерование, сверление, шлифование. Для установки, зажима и базировки заготовки применяются станочные тиски и кондуктор.

При выполнении таких операций как фрезерование, сверление и других операций по разметке требует привлечения для разметки детали высококвалифицированных специалистов, а для выполнения самих операций, скажем фрезерование, требуется высокопрофессиональный фрезеровщик.

Рассматриваемая деталь является особо ответственной, что требует от изготовителя повышенной, внимательности и

*осторожности, постоянного контроля качества выполняемой детали, что значительно снижает скорость изготовления данной детали.*

*Заготовка имеет достаточно большие габариты, что приводит к тому, что затрудняется подход к детали, а так же появляется необходимость обработки заготовки по частям.*

*Все выше перечисленные факторы приводят к тому, что трудоемкость данной детали увеличивается, а производительность снижается. Всё это приводит к удорожанию детали.*

### **Предлагаемый технологический процесс**

*На основании проведенного мной анализа технологичности конструкции детали, существующего технологического процесса, а также на основании расчёта КИМ я предлагаю следующее:*

*1 Производить фрезерные операции не на универсальных станках 6Н13П, как в действующем технологическом процессе, а на станке с числовым программным управлением 6Н13ГН. Что значительно снизит время, затрачиваемое на обработки детали.*

*Это позволит обрабатывать деталь типа кронштейн сразу в нескольких плоскостях.*

*2.Изменить порядок операций механической обработки.*

*3.Применить кондуктор для получения отверстия. Он позволит-исключить разметку, а полученное отверстия позволит базировать деталь на приспособлении для фрезеровки, растачивания и раскатывания.*

*Все выше перечисленные пункты дадут возможность повысить производительность труда, снизить трудоёмкость и себестоимость детали.*

### **Выбор заготовки и обоснование способа получения заготовки**

*Выбор способа получения заготовки - всегда очень сложная, подчас трудно разрешимая задача, т.к. различные способы часто могут обеспечить технические и эксплуатационные требования, предъявляемые к детали. Выбранный способ получения заготовки должен быть экономичным, обеспечивающим высокое качество детали, производительным и нетрудоёмким процессом. Оценку*

целесообразности и технико-экономической эффективности применения того или иного способа получения заготовки необходимо проводить с учетом всех его преимуществ, так недостатков.

Заготовка крышка получается горячей штамповкой. Горячая деформация позволяет получать высокую точность размеров изделия и лучшее качество поверхности, а также позволяет направленно улучшать эксплуатационные свойства детали. В общем случае управлять изменением свойств изделия в требуемом направлении можно рациональным выбором сочетания горячей деформации, а также числом и режимами видов термической обработки.

Горячая штамповка позволяет почти полностью исключить последующую обработку резанием и обеспечивает уменьшение трудоемкости изготовления деталей на 30 - 80 % и повышение коэффициента использования металла до 50 %. При горячей высадке коэффициент использования металла достигает 95 %.

Горячая штамповка характеризуется высокой производительностью, повышенной точностью и хорошим качеством поверхности.

Этот метод позволяет значительно снизить припуски на механическую обработку, что позволяет повысить коэффициент использования материала (КИМ).

## **Расчет КИМ**

Заготовка получается способом холодной штамповки. Штамповка экономически целесообразно для деталей из любых сплавов. Этот метод позволяет значительно снизить припуски на механическую обработку, что позволяет повысить коэффициент использования материала (КИМ).

Коэффициент использования материала (КИМ) – это критерий, по которому можно оценить рациональность выбора заготовки и назначенных припусков.

КИМ рассчитывается по формуле:

$$\text{КИМ} = (m_{\text{дет}}/m_{\text{заг}}) * 100\%.$$

Существующей

$$m_{\text{дет}} = 0,6 \text{ кг.}$$

$$m_{\text{заг}} = 0,85 \text{ кг.}$$

Тогда:

$$КИМ=(0,6/0,85)*100\%=70,5 \%$$

### Предлагаемый

$$m_{дет} = 0,6 \text{ кг.}$$

$$m_{заг} = 0,72 \text{ кг.}$$

Тогда:

$$КИМ=(0,6/0,72)*100\%=83,3 \%$$

Этот предлагаемый показатель считается весьма высоким, что подтверждает правильность выбора нами заготовки.

### Расчет припусков на обработку отверстия

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{min}$	Расчетный размер $d_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припуска, мкм	
	$R_z$	$T$	$\rho$	$\varepsilon$				$d_{min}$	$d_{max}$	$2z_{пр.маз}$	$2z_{пр.штг}$
Сверление	40	60	49,91	565		6,4	1050	5,35	6,4		
Зенкерование	32	40	2,99	45,25	2*667,2	7,73	60	7,64	7,7	2290	1300
Развертывание	10	25	0,12	0	2*117,3	7,97	30	7,94	7,97	300	270
Итого										2590	1570

Заготовка представляет собой штамповка.

Расчет припусков на обработку отверстия  $\Phi 8$ , приведен в табл.2, в которой последовательно записываются технологический маршрут обработки отверстия и все значения элементов припуска.

Значения  $R_z$  и  $T$  для операции сверления равны 40 и 60 мкм соответственно. После операции зенкерования получаем качество поверхности со значениями параметров  $R_z$  и  $T$  равными 32 и 40 мкм

соответственно. Значения  $R_z$  и  $T$  для операции развертывания равны 10 и 25 мкм соответственно.

Значение пространственных отклонений для операции сверления определится по формуле:

$$\rho = \sqrt{C_0^2 + (\Delta_K I)^2}$$

где  $\Delta_K=1,7$  - удельный увод оси отверстия (мкм) на 1 мм глубины сверления, (табл. 4.9., «Курсовое проектирование по технологии машиностроения»);

$C_0=15$  - смещение оси отверстий при сверлении, мкм;

$I=28$  мм - глубина сверления.

Таким образом, значение пространственных отклонений при сверлении:

$$\rho = \sqrt{15^2 + (1,7 * 28)^2} = 49,91 \text{ мкм}$$

Остаточное пространственное отклонение после зенкерования:

$$\rho_1 = 0,06 * \rho = 0,06 * 49,91 = 2,99 \text{ мкм};$$

Остаточное пространственное отклонение после развертывания:

$$\rho_2 = 0,04 * \rho_1 = 0,04 * 2,99 = 0,12 \text{ мкм};$$

Погрешность установки при операции сверления равна:

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}$$

где  $\varepsilon_6$  - погрешность базирования;  $\varepsilon_3$  - погрешность закрепления.

Погрешность базирования в данном случае определяется по формуле:

$$\varepsilon_6 = 0,5 * Td \frac{1}{\sin(60^\circ)} = 0,5 * 870 * \frac{1}{\sin(60^\circ)} = 502 \text{ мкм}$$

Погрешность закрепления заготовки  $e_3$  принимаем равной 260 мкм, (табл. 4.13., «Курсовое проектирование по технологии машиностроения»). Тогда погрешность установки:

$$\varepsilon_6 = \sqrt{502^2 + 206^2} = 565 \text{ мкм}$$

На основании записанных в таблице данных производим расчет минимальных значений межоперационных припусков, пользуясь основной формулой:

$$2z_{\min} = 2 \left( R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right)$$

Минимальный припуск под зенкерование:

$$2z_{\min 2} = 2 * \left( 40 + 60 + \sqrt{49,91^2 + 565^2} \right) = 667,2$$

Минимальный припуск под зенкерование:

$$2z_{\min 1} = 2 * \left( 32 + 40 + \sqrt{2,99^2 + 45,25^2} \right) = 117,3$$

Графа «Расчетный размер» ( $d_p$ ) заполняется, начиная с конечного размера путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого технологического перехода. Таким образом, имея расчетный (чертежный) размер, после последнего перехода для остальных переходов получаем:

-для зенкерования :

$$d_{p2} = 7,97 - 0,234 = 7,73 \text{ мм};$$

-для сверления :

$$d_{p3} = 7,73 - 1,34 = 6,4 \text{ мм}.$$

Значения допусков каждого перехода принимаются по таблицам в соответствии с качеством того или иного вида обработки.

Так, для развертывания значение, допуска составляет 30 мкм (чертежный размер); для зенкерования  $\delta=60$  мкм; допуск на сверление составляет  $\delta=1050$  мкм.

В графе «Предельный размер» наибольшее значение ( $d_{max}$ ) получается по расчетным размерам, округленным до точности допуска соответствующего перехода. Наименьшие предельные размеры ( $d_{min}$ ) определяются из наибольших предельных размеров вычитанием допусков соответствующих переходов.

Таким образом, для развертывания:

-наибольший предельный размер -7,97 мм;

-наименьший –  $7,97-0,03=7,94$  мм;

для зенкерования:

наибольший предельный размер – 7,7 мм;

наименьший –  $7,7-0,06=7,64$  мм;

для сверления

-наибольший предельный размер – 6,4 мм;

-наименьший –  $6,4-1,05=5,35$  мм.

Минимальные предельные значения припусков  $Z_{min}^{np}$  равны разности наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов, а максимальные значения  $Z_{max}^{np}$  - соответственно разности наименьших предельных размеров.

Тогда для развертывания:

$$2Z_{min2}^{np} = 7,94-7,64=0,3\text{мм}=300 \text{ мкм};$$

$$2Z_{max2}^{np} = 7,97-7,7=0,2\text{мм}=270 \text{ мкм};$$

для зенкерования:

$$2Z_{min1}^{np} = 7,64-5,35=2,29\text{мм}=2290 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max 1}^{np} = 7,7 - 6,4 = 0,13 \text{ мм} = 1300 \text{ мкм};$$

Все результаты произведенных расчетов сведены в табл.2.

Производим проверку правильности выполненных расчетов:

$$2Z_{\max 2}^{np} - 2Z_{\min 2}^{np} = 300 - 270 = 30 \text{ мкм}; \delta_2 - \delta_3 = 60 - 30 = 30 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max 1}^{np} - 2Z_{\min 1}^{np} = 2290 - 1300 = 990 \text{ мкм}; \delta_1 - \delta_2 = 1050 - 60 = 990 \text{ мкм}.$$

Следовательно, расчет верно выполнен.

## **Расчет и выбор режимов резания**

Для определения оптимальных режимов резания – скорости резания  $v$  и подачи  $s$  необходимо произвести расчет режимов резания. Расчет режимов резания зачастую способен во многом увеличить параметры резания по сравнению с назначенными согласно нормативным документам, что в свою очередь позволяет снизить затраты времени на отдельные операции и уменьшить трудоемкость детали в целом.

### **ОП-1. Фрезерование**

Операция фрезерная ,

Станок фрезерный 6Н13П; фреза концевая  $\varnothing 16$ ;  $Z=4$ ; материал режущей части Р6М5.

1. Глубина резания  $t = H_{\text{зог}} - H_{\text{дет}} ; \text{ мм}, \quad t = 82 - 80 = 2 \text{ мм}$
2. Ширина фрезерования  $B = 34 \text{ мм};$
3. Подача  $S_z = 0,2 \text{ мм/об};$   
где  $n$  – число оборотов фрезы;
4. Скорость резания  $V, \text{ м/мин};$

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} \cdot K_V; \quad K_V = K_{mV} K_{nV} K_{uV};$$

где  $T = 120 \text{ мин}$  (СТМ 2 том, табл.40, стр.290);

$C_V = 41; q = 0,25; x = 0,1; y = 0,4; u = 0,15; p = 0; m = 0,2$  (СТМ 2 том, табл.39, стр.286);

$$K_{mV} = 0,8 \text{ (СТМ 2 том, табл.4, стр.263);}$$

$$K_{nV} = 0,9 \text{ (СТМ 2 том, табл.5, стр.263);}$$

$$K_{uV} = 1,0 \text{ (СТМ 2 том, табл.6, стр.263);}$$

$$K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,72 ;$$

$$V = \frac{41 \cdot 16^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 2^{0,1} \cdot 0,2^{0,4} \cdot 34^{0,15} \cdot 14^0} \cdot 0,72 = 34,22 \text{ м/с};$$

5. Число оборотов  $n$ , об/мин

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ об/мин}; \quad n = (1000 \cdot 40,61) / (3,14 \cdot 16) = 681,08 \text{ об/мин};$$

6. Число оборотов исходя из характеристик станка:

$$n_0 = 700 \text{ об/мин};$$

7. Действительная скорость резания  $V_\partial$  м/мин

$$V_\partial = \frac{\pi D n}{1000}; \quad V_\partial = 35,16 \text{ м/с};$$

8. Расчет усилия резания  $P, H$

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} \cdot K_{mp};$$

$C_p = 22,6; \quad x = 0,86; \quad y = 0,72; \quad u = 1; \quad q = 0,86; \quad w = 0;$  (СТМ 2 том, табл.41, стр.291);

$$K_{mp} = 1 \text{ (СТМ 2 том, табл.10, стр.265);}$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,2^{0,72} \cdot 34^1 \cdot 4}{16^{0,86} \cdot 700^0} \cdot 1 = 209 \text{ Н};$$

9. Определяем крутящий момент  $M_{кр}, Hм$

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{209 \cdot 16}{2 \cdot 100} = 17 \text{ Нм};$$

10. Мощность резания  $N, кВт$

$$N = \frac{P_z V_\partial}{60 \cdot 1020} = \frac{209 \cdot 35,36}{60 \cdot 1020} = 0,26$$

$$N_{об} > \frac{N_{рез}}{\eta} = \frac{0,26}{0,85} = 0,3$$

11. Нормирование операций:

- Основное время  $T_0 = \frac{L_0}{S_m}$ , мин; где  $L_0$  – длина контура, мм;  $S_m$  –

минутная подача, мм/мин;

- Вспомогательное время  $T_{всп} = 0,2 \cdot T_0$  (мин), сюда входит время на установку и снятие, на закрепление и открепление детали, время на приемы управления и время на измерение детали;

- Обслуживающее время  $T_{обс} = (T_{всп} + T_0) \cdot 0,3$  (мин), – время на обслуживание рабочего места.

Штучное время  $T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{обс}$  (мин).

Тогда:  $L = 273$  мм.

$$T_0 = \frac{273}{700 * 0,2} = 2,28 \text{ мин}$$

$$T_{\text{всп}} = 0,2 * 2,28 = 0,46 \text{ мин}$$

$$T_{\text{обс}} = (0,46 + 2,28) * 0,3 = 0,82 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 2,28 + 0,46 + 0,82 = 3,55 \text{ мин.}$$

## ОП-2. Фрезерование

Операция фрезерная ,

Станок фрезерный 6Н13П; фреза концевая  $\varnothing 16$ ;  $Z=4$ ; материал режущей части Р6М5.

12. Глубина резания  $t = H_{\text{зог}} - H_{\text{дем}}$  ; мм,  $t = 18 - 16 = 2$  мм

13. Ширина фрезерования  $B = 34$  мм;

14. Подача  $S_z = 0,2$  мм/об;

где  $n$  – число оборотов фрезы;

15. Скорость резания  $V$ , м/мин;

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} \cdot K_V; \quad K_V = K_{mV} K_{nV} K_{uV};$$

где  $T = 120$  мин (СТМ 2 том, табл.40, стр.290);

$C_V = 41$ ;  $q = 0,25$ ;  $x = 0,1$ ;  $y = 0,4$ ;  $u = 0,15$ ;  $p = 0$ ;  $m = 0,2$  (СТМ 2 том, табл.39, стр.286);

$K_{mV} = 0,8$  (СТМ 2 том, табл.4, стр.263);

$K_{nV} = 0,9$  (СТМ 2 том, табл.5, стр.263);

$K_{uV} = 1,0$  (СТМ 2 том, табл.6, стр.263);

$K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,72$  ;

$$V = \frac{41 \cdot 16^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 2^{0,1} \cdot 0,2^{0,4} \cdot 34^{0,15} \cdot 14^0} \cdot 0,72 = 34,22 \text{ м/с};$$

16. Число оборотов  $n$ , об/мин

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ об/мин}; \quad n = (1000 * 40,61) / (3,14 * 16) = 681,08 \text{ об/мин};$$

17. Число оборотов исходя из характеристик станка:

$n_0 = 700$  об/мин;

18. Действительная скорость резания  $V_0$  м/мин

$$V_0 = \frac{\pi D n}{1000} ; \quad V_0 = 35,16 \text{ м/с};$$

### 19. Расчет усилия резания $P$ , Н

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} \cdot K_{mp} ;$$

$C_p=22,6$ ;  $x=0,86$ ;  $y=0,72$ ;  $u=1$ ;  $q=0,86$ ;  $w=0$ ; (СТМ 2 том, табл.41, стр.291);

$K_{mp}=1$  (СТМ 2 том, табл.10, стр.265);

$$P_z = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,2^{0,72} \cdot 34^1 \cdot 4}{16^{0,86} \cdot 700^0} \cdot 1 = 209 \text{ Н};$$

### 20. Определяем крутящий момент $M_{кр}$ , Нм

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{209 \cdot 16}{2 \cdot 100} = 17 \text{ Нм};$$

### 21. Мощность резания $N$ , кВт

$$N = \frac{P_z V_d}{60 \cdot 1020} = \frac{209 \cdot 35,16}{60 \cdot 1020} = 0,26$$

$$N_{дв} > \frac{N_{рез}}{\eta} = \frac{0,26}{0,85} = 0,3$$

### 22. Нормирование операций:

- Основное время  $T_0 = \frac{L_0}{S_M}$ , мин; где  $L_0$  – длина контура, мм;  $S_M$  – минутная подача, мм/мин;
- Вспомогательное время  $T_{всп} = 0,2 \cdot T_0$  (мин), сюда входит время на установку и снятие, на закрепление и открепление детали, время на приемы управления и время на измерение детали;
- Обслуживающее время  $T_{обс} = (T_{всп} + T_0) \cdot 0,3$  (мин), – время на обслуживание рабочего места.

Штучное время  $T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{обс}$  (мин).

Тогда:  $L=290$  мм.

$$T_0 = \frac{290}{1500 \cdot 0,2} = 2,42 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = 0,2 \cdot 2,42 = 0,48 \text{ мин}$$

$$T_{обс} = (0,48 + 2,42) \cdot 0,3 = 0,87 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 2,42 + 0,48 + 0,87 = 3,77 \text{ мин.}$$

### **ОП-3. Сверление отверстий.**

Станок вертикально – сверлильный 2А115; сверло  $\varnothing 8$ ; материал режущей части Р9.

1. Глубина резания  $t = 0,5D = 4$  мм;
2. Подача  $S = 0,4$  мм/об;
3. Скорость резания  $V$ , м/мин;

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V; \quad K_V = K_{mV} K_{uV} K_{IV};$$

где  $T = 60$  мин (СТМ 2 том, табл.30, стр.280);

$C_V = 40,7$ ;  $q = 0,25$ ;  $y = 0,4$ ;  $m = 0,125$  (СТМ 2 том, табл.28, стр.278);

$K_{mV} = 0,8$  (СТМ 2 том, табл.4, стр.263);

$K_{uV} = 0,6$  (СТМ 2 том, табл.6, стр.263);

$K_{IV} = 1$  (СТМ 2 том, табл.6, стр.263);

$K_V = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1 = 0,48$ ;

$$V = \frac{40,7 \cdot 8^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,4^{0,4}} \cdot 0,48 = 57 \text{ м/мин};$$

4. Число оборотов  $n$ , об/мин

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ об/мин}; \quad n = 2269 \text{ об/мин};$$

5. Число оборотов с учетом характеристик станка  $n_{\partial} = 2000$  об/мин;

6. Фактическая скорость резания  $V_{\partial}$  м/мин

$$V_{\partial} = \frac{\pi D n}{1000}; \quad V_{\partial} = 50,24 \text{ м/мин};$$

7. Расчет усилия резания  $P$ , Н

$$P_0 = 10C_P D^q S^y K_P; \quad K_P = K_{mP} = 2,75 \text{ (СТМ 2 том, табл. 10, стр.265);}$$

$C_P = 9,8$ ;  $q = 1,0$ ;  $y = 0,7$ ; (СТМ 2 том, табл. 32, стр.281);

$$P_0 = 10 \cdot 9,8 \cdot 8^{1,0} \cdot 0,4^{0,7} \cdot 2,75 = 1121,12 \text{ Н};$$

8. Расчет крутящего момента  $M_{кр}$ , Нм

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_P; \quad K_P = K_{mP} = 2,75 \text{ (СТМ 2 том, табл. 10, стр.265);}$$

$C_M=0,005$ ;  $q=2$ ;  $y=0,8$  (СТМ 2том, табл. 32, стр.281);

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 8^2 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 2,75 = 4,23 \text{ Нм};$$

#### 9. Мощность резания $N$ , кВт

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} \quad ; \quad N=0,88 \text{ кВт};$$

#### 10. Выбор мощности станка $N_{дв}$ , кВт

$N_{дв} \geq N_e$ , так как  $N_{дв}=4,5$  кВт, следовательно обработка возможна;

#### 11. Нормирование операций

- Основное время  $T_0 = \frac{l + z + \Delta}{n \cdot S}$ , мин;  $z+\Delta=8$  мм;  $l = 16$  мм

$T_0=0,04$  мин; для четырех отверстий  $T_0=0,13$  мин

- Вспомогательное время  $T_{всп} = 0,3 \cdot T_0 = 0,04$  мин, сюда входит время на установку и снятие, на закрепление и открепление детали, время на приемы управления и время на измерение детали;

- Обслуживающее время  $T_{обс} = (T_{всп} + T_0) \cdot 0,2 = 0,034$  мин, – время на обслуживание рабочего места.

Штучное время  $T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{обс} = 0,13 + 0,04 + 0,034 = 0,204$  мин.

Для обработки пяти отверстий  $T_{шт}=1,02$  мин

#### ОП-4. Фрезерование

Операция фрезерная, обработки штамповки по программе,

Станок фрезерный ФП-17;

фреза концевая  $\varnothing 16 \cdot 6 \cdot 50$ ;  $Z=8$ ; материал режущей части Р6М5К5.

1. Глубина резания  $t = 2$  мм;
2. Ширина фрезерования  $B = 544$  мм;
3. Подача  $S_z = 0,25$  мм/об;  
где  $n$  – число оборотов фрезы;
4. Скорость резания  $V$ , м/мин;

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} \cdot K_V; \quad K_V = K_{mV} K_{nV} K_{uV};$$

где  $T=80$  мин (СТМ 2 том, табл.40, стр.290);

$C_V=185,5$ ;  $q=0,45$ ;  $x=0,3$ ;  $y=0,2$ ;  $u=0,1$ ;  $p=0,1$ ;  $m=0,33$  (СТМ 2 том, табл.39, стр.286);

$K_{mV}=0,8$  (СТМ 2 том, табл.4, стр.263);

$K_{pV}=0,9$  (СТМ 2 том, табл.5, стр.263);

$K_{uV}=1,0$  (СТМ 2 том, табл.6, стр.263);

$K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,72$  ;

$$V = \frac{185,5 \cdot 16^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 5^{0,3} \cdot 0,25^{0,2} \cdot 544^{0,1} \cdot 8^{0,1}} \cdot 0,72 = 38,6 \text{ м/мин};$$

5. Число оборотов  $n$ , об/мин

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ об/мин}; \quad n = (1000 \cdot 38,6) / (3,14 \cdot 16) = 768 \text{ об/мин};$$

6. Число оборотов исходя из характеристик станка:

$n_{\partial}=750$  об/мин;

7. Действительная скорость резания  $V_{\partial}$  м/мин

$$V_{\partial} = \frac{\pi D n}{1000} ; \quad V_{\partial} = 37,68 \text{ м/мин};$$

8. Расчет усилия резания  $P_z$ , Н

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} \cdot K_{mp} ;$$

$C_p=22,6$ ;  $x=0,86$ ;  $y=0,72$ ;  $u=1$ ;  $q=0,86$ ;  $w=0$ ; (СТМ 2 том, табл.41, стр.291);

$K_{mp}=1$  (СТМ 2 том, табл.10, стр.265);

$$P_z = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,25^1 \cdot 544^1 \cdot 8}{16^{0,86} \cdot 750^0} \cdot 1 = 41500 \text{ Н};$$

9. Определяем крутящий момент  $M_{кр}$ , Нм

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{41500 \cdot 16}{2 \cdot 100} = 3320 \text{ Нм};$$

10. Мощность резания  $N$ , кВт

$$N = \frac{P_z V_{\partial}}{60 \cdot 1020} = \frac{41500 \cdot 37,68}{60 \cdot 1020} = 25,5 ;$$

$$N_{\partial} > \frac{N_{рез}}{\eta} = \frac{25,5}{0,85} = 30$$

11. Нормирование операций:

- Основное время  $T_0 = \frac{L_0}{S_m}$  , мин; где  $L_0$  – длина контура, мм;  $S_m$  – минутная подача, мм/мин;

- Вспомогательное время  $T_{всп} = 0,2 * T_0$  (мин), сюда входит время на установку и снятие, на закрепление и открепление детали, время на приемы управления и время на измерение детали;
- Обслуживающее время  $T_{обс} = (T_{всп} + T_0) * 0,3$  (мин), – время на обслуживание рабочего места.

Штучное время  $T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{обс}$  (мин).

Тогда:  $L = 8 + 544 + 5 = 557$  мм.

$$T_0 = \frac{557}{750 * 0,25} = 3 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = 0,2 * 3 = 0,6 \text{ мин}$$

$$T_{обс} = (3 + 0,6) * 0,3 = 1,08 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 3 + 0,6 + 1,08 = 4,68 \text{ мин.}$$

### **Нормирование**

$$T_{трудоемкость} = \sum T_{шт} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 3,55 + 3,77 + 1,02 + 4,68 = 13,02 \text{ мин}$$

### **Расчет приспособления**

Приспособление-это механизм, который с помощью его выдерживается обрабатываемый деталь при механической обработки. Для того чтобы уменьшать трудоемкость обработки детали используются специальные приспособления. В качестве такого приспособление, в нашем случае, для кронштейна, чтобы фрезеровать поверхностей, мы используем кондуктор. В этом кондукторе в качестве прижимающей привода используется гидроцилиндр. Это гидроцилиндр помещается внутри отверстия  $\Phi 156$  мм. По этому, значение наружного диаметра гидроцилиндра не может превышать от  $\Phi 156$  мм. Сила резания при сверлении отверстие равняется  $P_0 = 16800$  Н. прижимающая

сила должен быть 1,4-2,6 раза больше чем сила резания. Определяем его значение:

$$P = P_0 * 1,5 = 16800 * 1,5 = 25200 \text{ Н}$$

Учитывая давление масла ( $\rho_{\text{гидр}}=8,5\text{атм.}=0,85 \text{ МПа}$ ), мы можем найти потребную значению площади рабочего сечения:

$$S_{\text{пот}} = \frac{P}{\rho_{\text{гидр}}} = \frac{25200}{8,5 * 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{М}^2}} = 29640 * 10^{-6} \text{ м}^2 = 29640 \text{ мм}^2$$

Из этого выходит, что значение площади рабочего сечения должен больше чем  $1111,8 \text{ мм}^2$ .

Если принимать диаметр болта  $d=66 \text{ мм}$  и диаметр штока  $D=156 \text{ мм}$ , тогда можем считать площадь сечения ограниченной данными окружностями:

$$S = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{3,14}{4} (156^2 - 66^2) = 30570 \text{ мм}^2$$

Значение  $S$  больше чем потребного, что показывает, условия выполняется.

Теперь надо проверять что, болт выдерживает силу  $P=16800 \text{ Н}$ .

Для этого производим расчет болта на разрыв.

Материал болта 30ХГСА ,  $\sigma_b=110 \text{ кг/см}^2$ .

Определяем диаметр болта:

$$d_b = \sqrt{\frac{4 * P}{\pi * \sigma_b}} = \sqrt{\frac{4 * 16800}{3,14 * 1100}} = 44 \text{ мм}$$

Выбранный диаметр ( $d=66 \text{ мм}$ ) больше чем минимума.

## Расчет режущего инструмента

При расчете режущего инструмента надо учитывать что, одним из высоконагруженных мест является вал инструмента. При превышение момента от критического значения этот вал может разрушаться. Чтобы избежать от такого ситуации, нам надо рассчитать нужное значение размера диаметра. Исходным данным для расчета является момент кручения ( $M_{кр}$ ):

$$M_{кр}=12552Н*м$$

Используя условия прочности, мы можем написать следующую формулу:

$$W \geq \frac{|M_{к}|_{max}}{[\tau]}$$

где:  $|M_{к}|_{max} = M_{кр} = 12552 Н*м$

$[\tau]$  -допускаемое напряжение при кручении, для сталей оно определяется по формуле:

$$[\tau] = 0,5 * [\sigma] = 0,5 * 1100 = 550 МПа$$

$[\sigma]$ -допускаемое напряжение при растяжение;

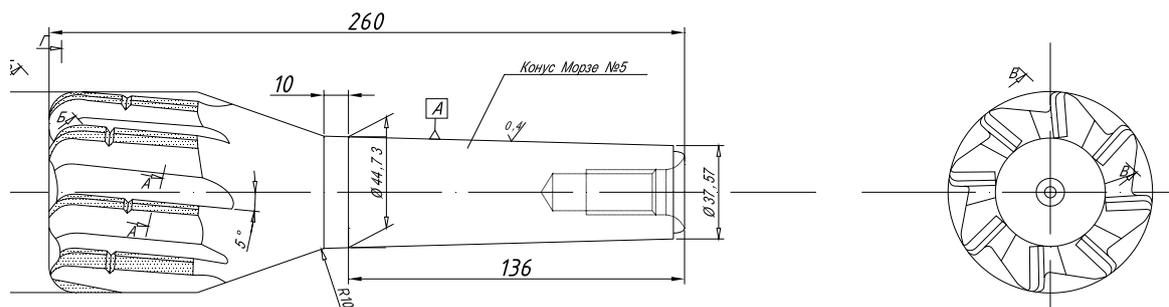
$W$ -полярный момент сопротивления, определяется по формуле:

$$W = \frac{\pi d^4}{32} \approx 0.1 * d^4$$

Из этих формул мы можем написать следующее:

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{10 * M_{кр}}{[\tau]}} = \sqrt[4]{\frac{10 * 12552 * 1000}{550}} = 42,1 \approx 45 \text{ мм}$$

Для данного инструмента выбираем диаметр 50 мм



## **Мерительный инструмент**

Спец-штангенциркуль универсальный является мерительным инструментом. Он предназначен для измерения толщины стенок.

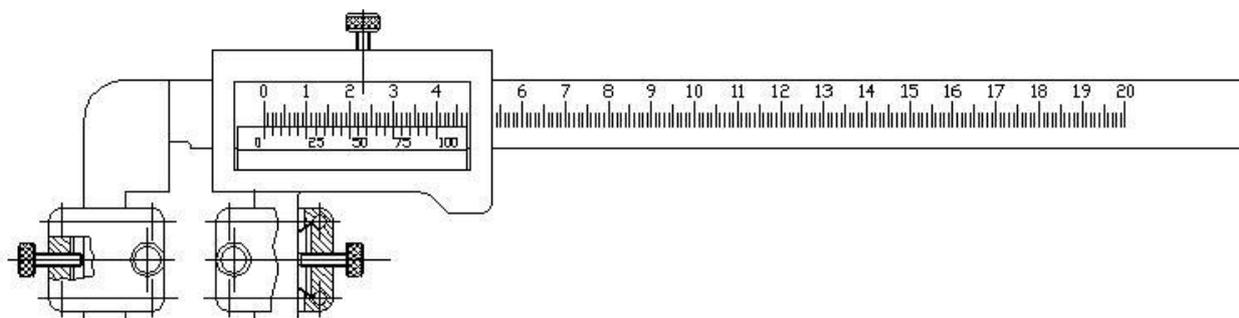


Рис.2. Спец-штанген универсальный

Спец-штангенциркуль универсальный 6075/у-1370 состоит из измерительные губки и штангенциркуля.

Штангенциркуль имеет линейку со шкалой и измерительный наконечник.

С помощью данного спец-штангенциркуля можно измерить толщины стенок с точностью 0,01мм.

## **Заключение**

В данном курсовом проекте рассмотрен вопрос составления технологического процесса изготовления детали «Крышка». Для его решения проведен подробный анализ конструкции детали ее назначение на самолете и работу в узле, а так же технологичности конструкции детали, выполнены чертеж детали.

Изучены физические, химические, механические и технологические свойства материала кронштейна алюминиевого сплава АК6, рассмотрены особенности изготовления деталей из этого материала.

*Проведен анализ существующего на заводе технологического процесса изготовления детали «Крышка» с учетом его недостатков с точки зрения современного развития технологи машиностроения.*

*Произведен выбор заготовки с учетом конструктивных требований к детали и наиболее выгодного способа ее изготовления.*

*Для получения максимального КИМ произведен расчет припусков и назначены допуски на заготовку. На основании этого выполнен чертеж заготовки – штамповки с классом точности МТ5 по ОСТ. 1.41154-86.*

*Для большего снижения трудоемкости нами были произведены расчеты режимов резания, что позволило увеличить параметры резания и снизить основное время на механическую обработку детали.*

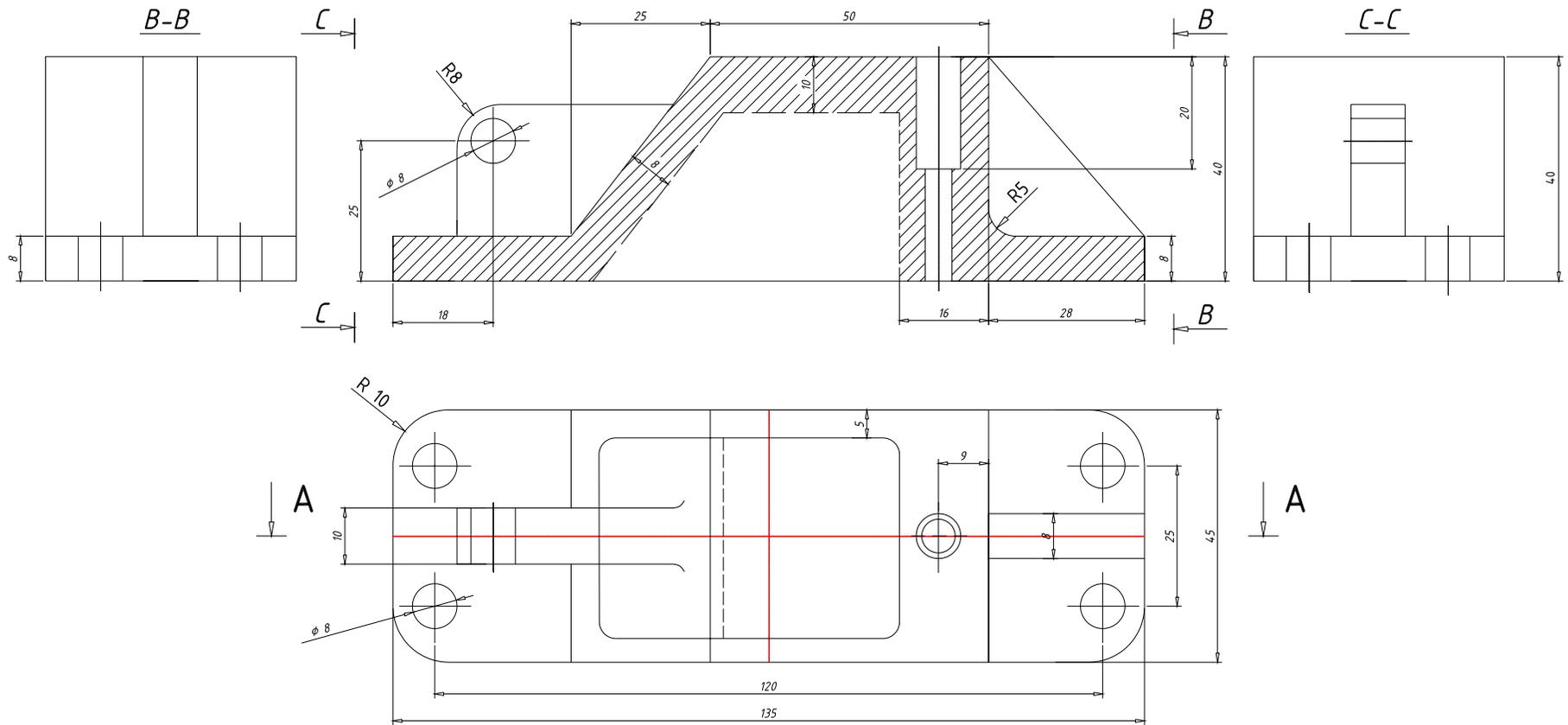
*На основании этого были сделаны операционные эскизы, а параметры резания сведены в таблицы.*

*Для обработки детали на вертикальном – универсально фрезерном станке было рассчитано на силу зажима и точность спец. приспособление, выполнен чертеж приспособления.*

*Был рассчитан специальный режущий инструмент для расточки внутренней поверхности детали и мерительный инструмент спец-штангенциркуль универсальный для измерения толщины стенок, вып*

## Литература

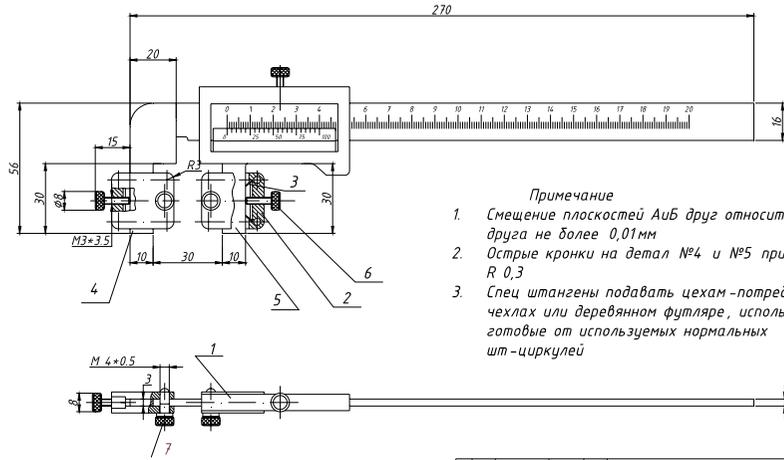
1. *Технология машиностроения. В 2-х т. Под ред. А. М. Дальского. Учебник для вузов. М.: Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 1998.*
2. *Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск: "Вышедшая школа", 1983.*
3. *Абибов А. Л., Бирюков Н.М., Бойцов В.В. и др. Технология самолетостроения. М.: Машиностроение, 1982.*
4. *Горбунов М. Н. Основы технологии производства самолетов. М.: Машиностроение, 1976.*
5. *Горбунов М. Н. Технология заготовительно-штамповочных работ в производстве самолётов. М.: Машиностроение, 1981.*
6. *Лахтин Ю. М. Металловедение и термическая обработка металлов. М.: Металлургия, 1979.*
7. *Житомирский Г. И. Конструкция самолётов. М.: Машиностроение, 1995.*
8. *Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Под ред. к.т.н. Косиловой А. Г. и Мещерякова Р. К. М.: Машиностроение, 1985.*
9. *Общетехнический справочник, под общей редакцией к.т.н. Скороходова Е. А. М.: Машиностроение, 1990.*
10. *Справочник инструментальщика. Под общ. ред. И.А. Ординарцева. Л.: Машиностроение, 1987.*
11. *Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Под ред. Б.Н. Вардашкина и А.А. Шатилова. М.: Машиностроение, 1984.*
12. *Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. М.: Машиностроение, 1979.*
13. *Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1975.*



1. Допуски на свободные размеры по ОСТ 78132-78
2. Неуказанные радиусы  $R=1.5\text{мм}$ ,
3. Вид заготовки - горячая штамповка.
4. Термообработка калить  $HRC = 56$ .
5. Покрытие - Азотирование

				Курсовой проект		
Изм/Лист	№ ДОКУМ.	Подп.	дата	Литер	Масса	Масштаб
Разраб.	Рахимов Д				0.6	1:2
Прое.	Хидоятов А.			Лист	Листов	
				АК - 6	ТГТУ 132-08 АВС	

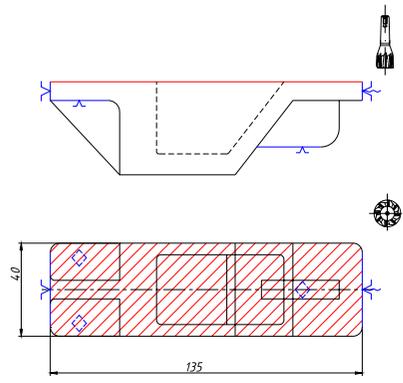




- Примечание**
1. Смещение плоскостей АиВ друг относительно друга не более 0,01мм
  2. Острые кромки на детал №4 и №5 притупить по R 0,3
  3. Спец штангены подавать цехам -потребителям в чехлах или деревянном футляре, используя готовые от используемых нормальных шт -циркулей

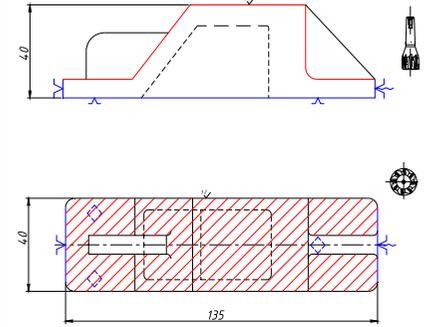
Курсовой проект			Лист	Масса	Материал
Имя/Лист	№ докум	Подпись/Дата	1		к.г. 1.2
Разработ	Резинков Д		Лист 2	Листов 4	
Провер	Ходякова А		ТГТУ 132-08 АВС		
Спец -штанген универсальный			сборочный		

Операция фрезерование: 6Н13П  
 Приспособление: Тиски  
 Режущий инструмент: фреза  $\phi 50$  ГОСТ 3752-71  
 Мерительный инструмент: штангенциркуль 0-250) 0,05 ГОСТ 16689

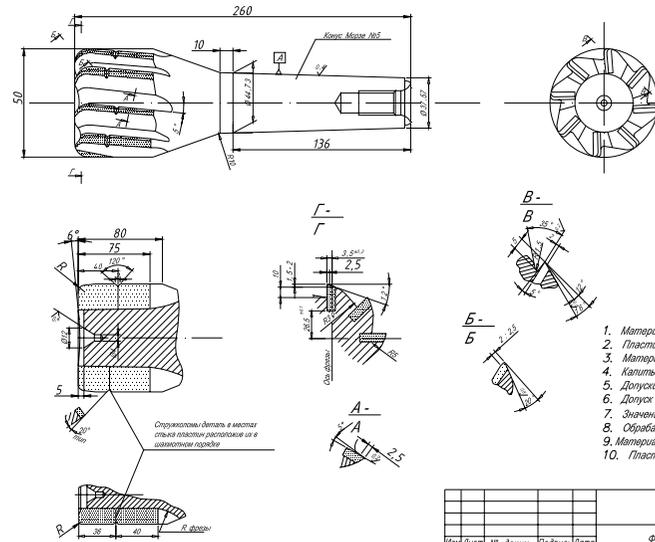


Название операции	t	S	V	n	T <sub>0</sub>	T <sub>вп</sub>	T <sub>ак</sub>	T <sub>шт</sub>
	мин	мм/об	м/мин	об/мин	мин	мин	мин	мин
Фрезерование	2	0.1	139	1100	0.83	0.17	0.3	1.3

Операция фрезерование: 6Н13П  
 Приспособление: Тиски  
 Режущий инструмент: фреза  $\phi 16$  ГОСТ 3752-71  
 Мерительный инструмент: штангенциркуль 0-250) 0,05 ГОСТ 16689



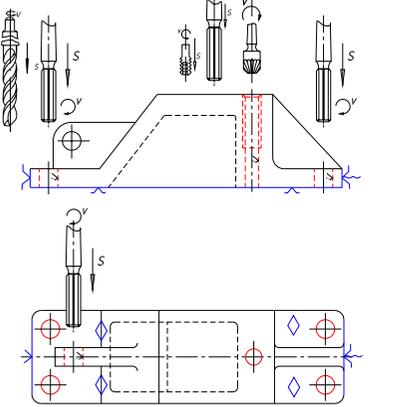
Название операции	t	S	V	n	T <sub>0</sub>	T <sub>вп</sub>	T <sub>ак</sub>	T <sub>шт</sub>
	мин	мм/об	м/мин	об/мин	мин	мин	мин	мин
Фрезерование	2	0.1	139	1100	0.83	0.17	0.3	1.3



1. Материал пласти Сталь 40Х.
2. Пластины №24650 по ГОСТ 25409-82
3. Материал корпуса
4. Калибр HRC 40...45
5. Долуки на свободные размеры по ОСТ 100022-80
6. Долуки на затылок реж. части  $\pm 1^*$
7. Значение "R" обозначает заказчик
8. Обрабатывать материал: - титановый
9. Материалом припоя является бронза.
10. Пластина крепится к корпусу ТВ4.

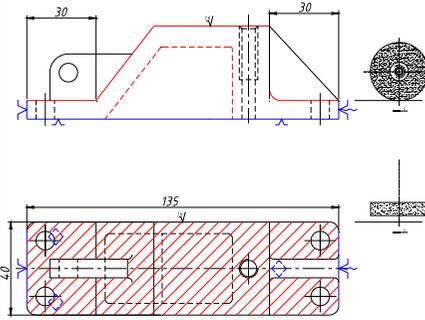
Курсовой проект			Лист	Масса	Материал
Имя/Лист	№ докум	Подпись/Дата	1		к.г. 1.1
Разработ	Резинков Д		Лист 2	Листов 4	
Провер	Ходякова А		ТГТУ 132-08 АВС		
Фреза концевая			40Х/ВК8		

Операция сверление: 2 А15  
 Приспособление: Кондуктор  
 Режущий инструмент: сверло, зенкер, развертка, метчик  
 Мерительный инструмент: пробка



Название операции	t	S	V	n	T <sub>0</sub>	T <sub>вп</sub>	T <sub>ак</sub>	T <sub>шт</sub>
	мин	мм/об	м/мин	об/мин	мин	мин	мин	мин
Сверление отв $\phi 8$	4	0.1	71	2000	0.05	0.01	0.02	0.204

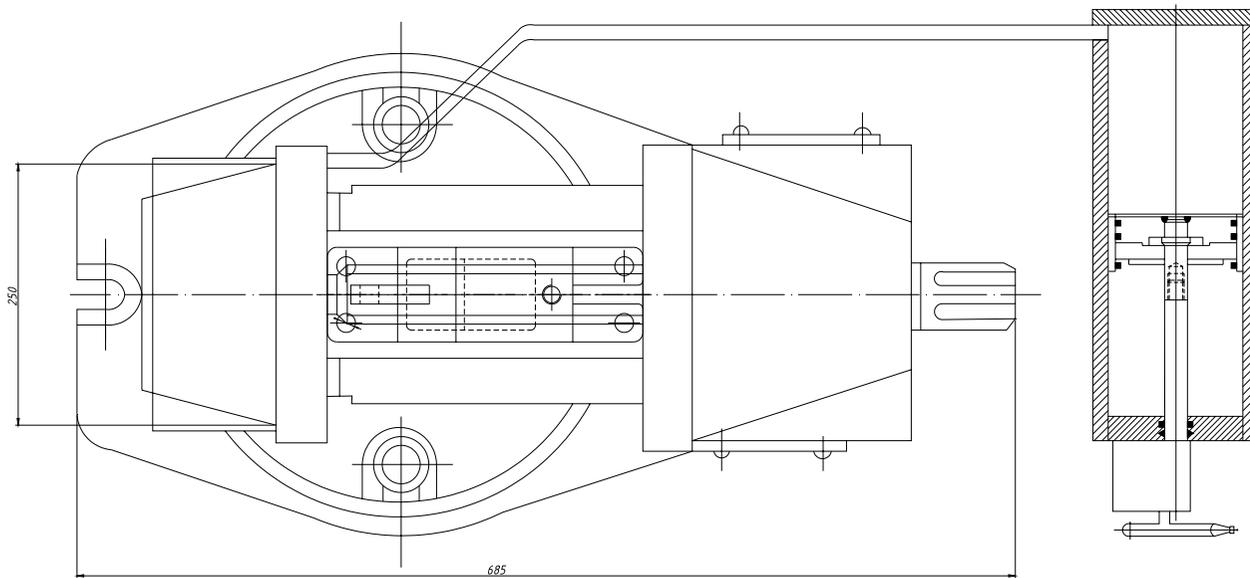
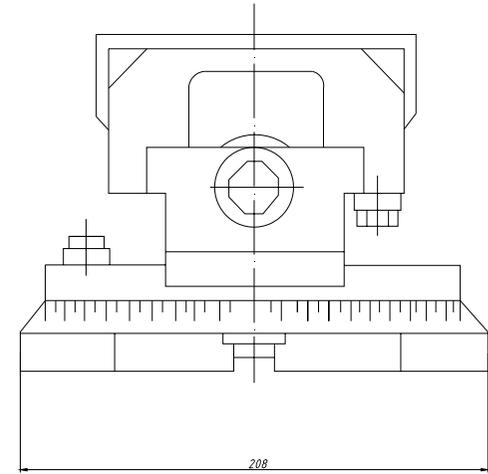
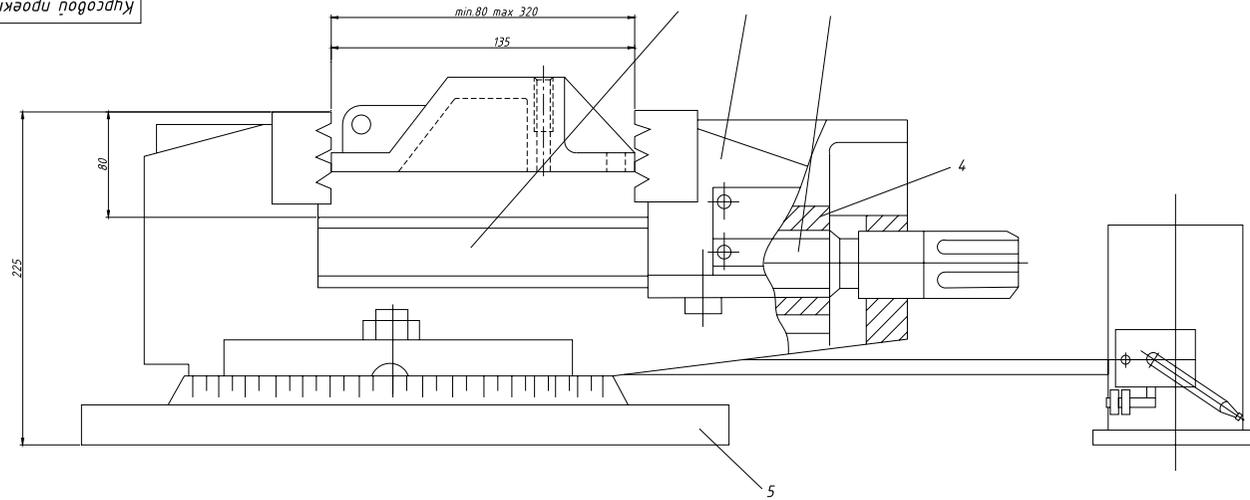
Операция шлифование:  
 Приспособление: тиски  
 Режущий инструмент: абразивный круг  
 Мерительный инструмент: штангенциркуль 0-250) 0,05 ГОСТ 16689



Название операции	t	S	V	n	T <sub>0</sub>	T <sub>вп</sub>	T <sub>ак</sub>	T <sub>шт</sub>
	мин	мм/об	м/мин	об/мин	мин	мин	мин	мин
Шлифование	0.05	0.05	30	94	2.62	0.52	0.94	4.08

Курсовой проект			Лист	Масса	Материал
Имя/Лист	№ докум	Подпись/Дата	1		к.г.
Разработ	Резинков Д		Лист 2	Листов 4	
Провер	Ходякова А		ТГТУ 132-08 АВС		
Операционные эскизы					

Курсовой проект



**Примечание**

1. Допуски на свободные размеры по ОСТ 100022-88
2. Проверка на герметичность
3. Рабочие давление  $P=0,5$  Мпа
4. Острые кромки скруглить
5. Клеймить: Шифр <sup>1</sup> детали. Дата
6. Красить в салотовый цвет все поверхности, кроме базовых и соприкасающихся
7. Варить швы нормализовать и зачистить
8. Упор подогнать по месту

Курсовой проект					
Имя	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Масштаб
Рисовал	1			87	1:1
Проверил					
Присоединения тиски					
Лист 2		Листов 4			
ТТУ 132-08 АВС					