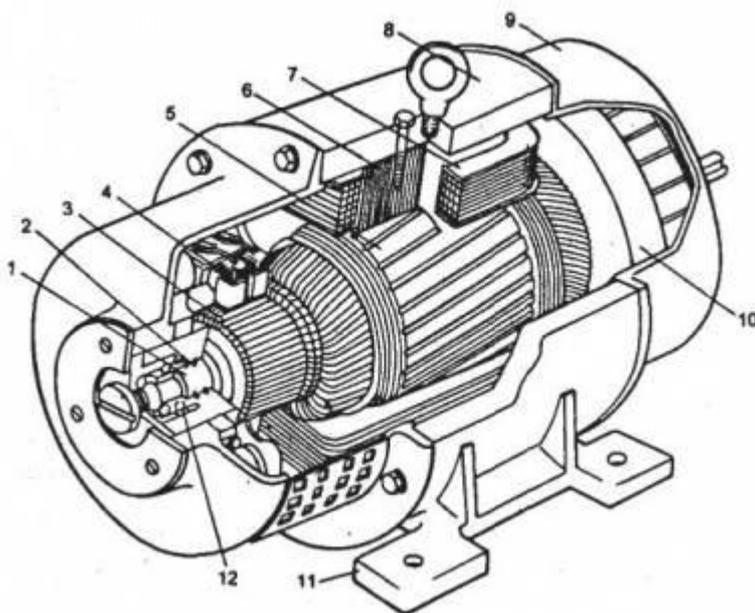


Введение

Представлена выпускная квалификационная работа – разработка технологического процесса изготовления крышки подшипника на станках с чпу.

Электрический двигатель асинхронный состоит из якоря, статора, коллектора, щеткодержатель, щит подшипника, крышка подшипника. (рисунок 1). Статор состоит из рамы (корпуса), основные и дополнительные полюса, которые являются обмотки возбуждения. Эта неподвижная часть машины иногда называют индуктор. Его главная цель - создание магнитного потока. Рама изготовлена из стали, закреплены болтами к ним, а также основных расширений полюсов, а также подшипниковые щиты в узел которого входит крышка подшипника. На верхней части рамы, есть кольца для транспортировки, снизу - ноги для крепления машины к фундаменту. Стальные листы сердечника полюса спрессованные и



заклепаны.

Рисунок 1 – Машина постоянного тока:

Подшипниковыми щитами электрическая машина служит соединению между частями рамы и обмотки, а также опорной конструкции якоря, который вращает вал в подшипниках, установленных в панелях.

Различают обычные и фланцевые крышки подшипника.

Крышки подшипника из стали (за вычетом из железа или алюминиевого сплава) литья и сварки или штамповки. В центре крышки под подшипник качения: шариковые или роликовые. В мощных машинах в некоторых случаях с использованием подшипников скольжения.

В данной ВКР будет представлена усовершенствованная технология производства крышки подшипника и разработаны приспособления, необходимые для обработки заготовки крышки. Кроме того, здесь будут приведены сравнительные расчёты по экономике.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. АНАЛИЗ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ «КРЫШКА ПОДШИПНИКА» И ЕЁ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ.

Данная деталь, далее названная крышка подшипника имеет сложную форму, что вынуждает использовать в качестве заготовки -литье. Для увеличения производительности необходимо применить токарно-фрезерную операцию с чпу, которая позволит за 1 установ обработать всю деталь.

Точность размеров крышки высока 7 квалитет и шероховатость (Ra 0,63). Выбранный станок с ЧПУ Puma V400M позволяет вести обработку с точностью до 6 квалитета.

Большинство размеров, указанных в чертеже может быть измерена непосредственно, так же есть исключения. Они включают в себя межосевые расстояния отверстий.

Для закрепления детали в качестве баз используем технологические выступы на торце заготовки (установочная и направляющая). В качестве вспомогательных баз используем обработанные поверхности, после обработки которых происходит обнуление координат станка для обеспечения точности обработки.

Крышка подшипника является жесткой, следовательно потребности в дополнительных приспособлениях для обработки нет.

Вывод деталь технологична.

2. ВЫБОР ИСХОДНОЙ ЗАГОТОВКИ.

Выбранный материал заготовки задается конструктором СЧ15 ГОСТ 1412-85.

Выбираем заготовку в зависимости от формы детали, размеров, материала, типа производства, необходимого оборудования, заданных к качеству готовой детали, экономичности изготовления. Деталь имеет сложную форму, наиболее часто детали из подобных сплавов получают методом литья. Выбираем литье в металлические формы с точностью 14 квалитета.

3. РАЗРАБОТКА МАРШРУТА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРЫШКИ ПОДШИПНИКА.

Проектирование ТП начинаем с изучения назначения деталей, технические требования к ним, требуемой точности и годовой выпуск, анализированные возможности предприятия для изготовления.

Проектирование ТП является многомерная проблема, правильное решение которых требует ряда вычислений. В начале проектирования обработок отдельных поверхностей заготовки предварительно установлены и методы для достижения их точности, соответствующей требованиям чертежа, серийного производства и существующего оборудования на предприятии.

Если точность отлитых заготовок низка, то технологический процесс начинается с черновой отделкой поверхности, которая имеет наибольшие

припуски. В то же время, самый первый припуск удаляется с поверхностей, на которых дефекты возможны для раннего контроля на брак.

Маршрут делаем по принципу обработки грубых, а затем точных поверхностей. Точные поверхности обрабатываем в последнюю очередь.

В конце маршрута следуют и вторичные операции (сверление небольших отверстий, нарезание крепежных резьб, обработка фаски, удаление заусеницев). Легко повреждаемые поверхности детали обрабатываем в завершающей стадии технологического процесса.

Маршрут обработки крышки подшипника представлен в таблице 1.

Таблица 1

№	Содержание операции	Базы	Оснастка, оборудование
000	Заготовительная Литье в кокиль		
010	Токарная 1. Подрезать торец, d=237 2. Точить поверхность, d=199 3. Точить поверхность, d=80 4. Подрезать торец, d=80 5. Точить канавку, d=68 6. Расточить отверстие, d=35,3 7. Точить поверхность, d=220 8. Сверлить 3 отв., d=11.5 9. Сверлить 3 отв., D=5 10. Нарезать резьбу, М6 в отверстиях d=5 11. Точить окончательно поверхность, d=199 12. Точить окончательно поверхность, d=80 13. Точить канавку, d=38.3 14. Точить фаски	Технологические выступы на торце заготовки	Токарный с ЧПУ Рима V400M Патрон трехкулачковый
020	Технический контроль		

4. Расчет припусков обработки

Минимальный припуск обработки поверхностей вращения определяется формулой:

$$Z_{i \min} = 2 \cdot (R_{Z_{i-1}} + h_{i-1}), \quad (4)$$

где $R_{Z_{i-1}}$ – шероховатость поверхности предшествующем переходе, операции, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе, операции, мкм;

i_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе, операции, мкм;

i_1 – погрешность установленной заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Минимальный припуск при последовательной обработке поверхностей

$$Z_{i \min} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} +$$

Для определения минимальных припусков первоначально составляем размерные схемы для линейных и диаметральных размеров.

Все параметры составляющие величину припусков выбираем из соответствующих таблиц [2] и [3].

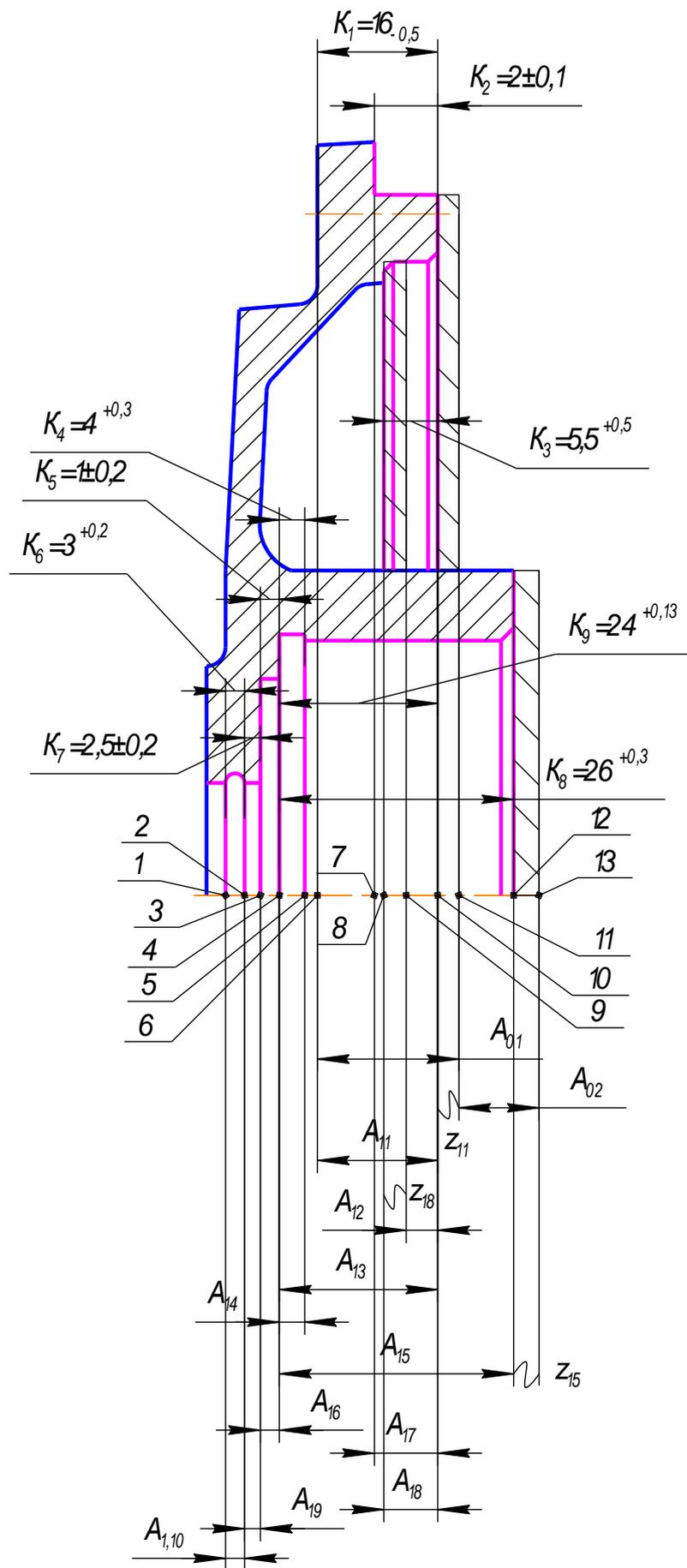


Рисунок 2. Размерная схема 1 щита подшипникового

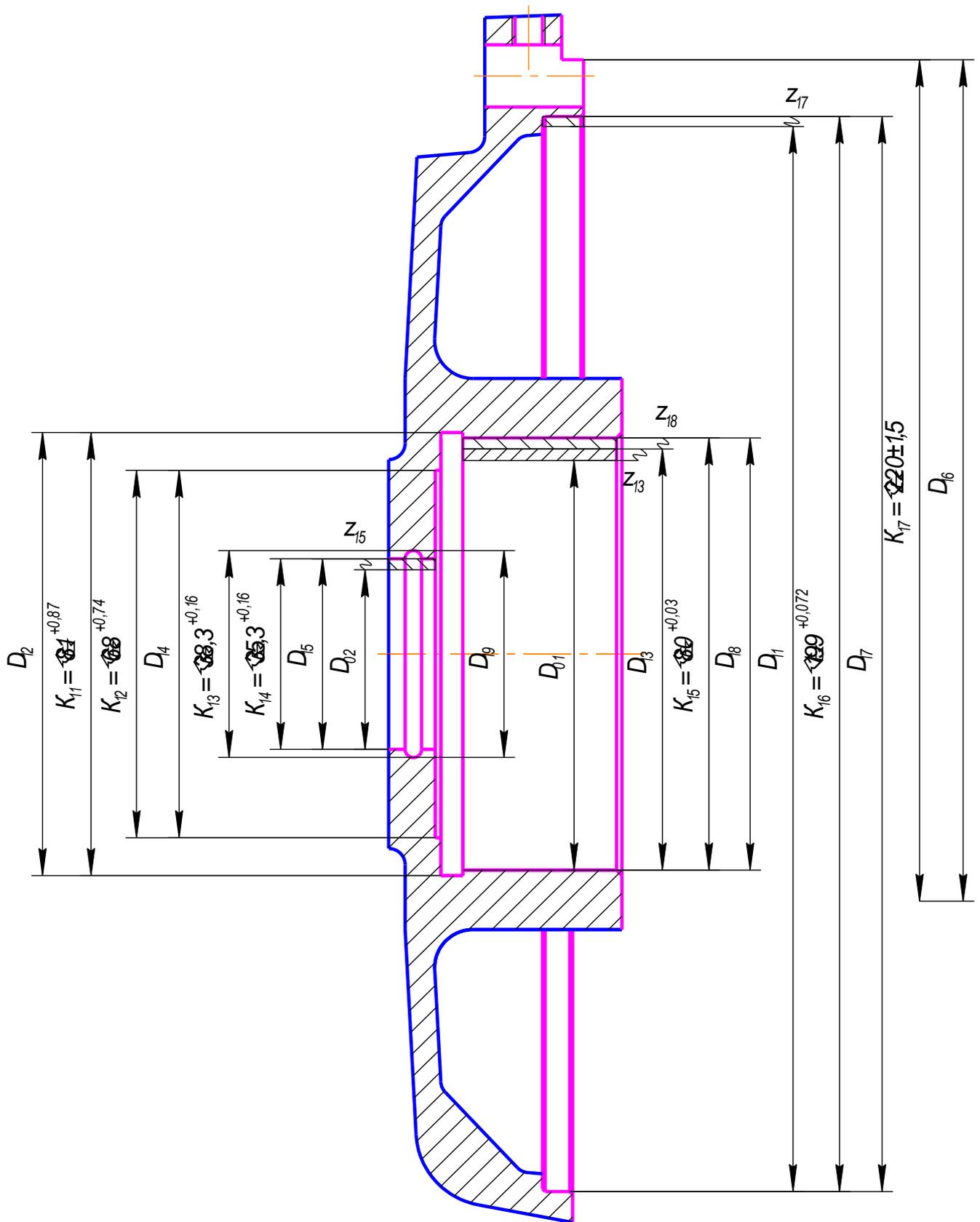


Рисунок 3. Размерная схема (радиальное направление)
 (размеры фасок не показаны)

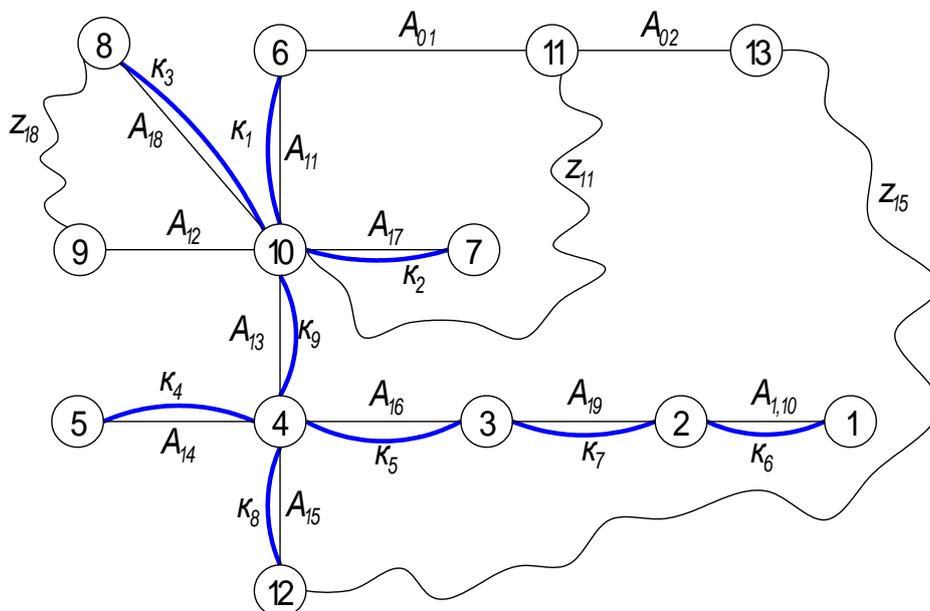


Рисунок 4. Граф технол. размерных цепей.

Рассчитываем припуски на обработку по вышеуказанной формуле (4) и сводим их в таблицу 2.

Заполнение таблицы припусков для каждого припуска в строку вписываем в столбцы

- 1- Шероховатость R_z поверхности до снятия припуска
- 2- Дефектный слой T поверхности до снятия припуска
- 3- Кривизна заготовки до снятия припуска
- 4- Погрешность установки на выполняемом переходе

В итоге расчет минимального припуска просто складывается в каждой строке.

Определение продольных припусков в качестве выбираю отклонение от перпендикулярности, торцевое биение. Параметр шероховатость, величина дефектного слоя и погрешности установки в трех кулачковом патроне выбираем из соответствующих таблиц[3].

Продольные припуски

Припуск Z_{11} : шероховатость отливки $R_z=150$ мкм, дефектный слой $T=200$ мкм, кривизна (неперпендикулярность) 300 мкм. Погрешности закрепления входят в допуск на размер

Припуск Z_{15} : шероховатость отливки $R_z=150$ мкм, дефектный слой $T=200$ мкм, кривизна (неперпендикулярность) 300 мкм. Погрешности закрепления входят в допуск на размер

Припуск Z_{18} : шероховатость после чернового точения $R_z=100$ мкм, дефектный слой после чернового точения $T=100$ мкм, торцевое биение поверхности после точения 200 мкм. Погрешности закрепления входят в допуск на размер

Радиальные припуски

Припуск Z_{13} : шероховатость отливки $Rz=150$ мкм, дефектный слой $T=200$ мкм, кривизна отлитой заготовки 300 мкм. Погрешности закрепления отливки в патроне трёх кулачковом 450 мкм.

Припуск Z_{15} : шероховатость отливки $Rz=150$ мкм, дефектный слой $T=200$ мкм, кривизна отлитой заготовки 300 мкм. Погрешности закрепления отливки в патроне трёх кулачковом 450 мкм.

Припуск Z_{17} : шероховатость после чернового точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=100$ мкм, кривизна (радиальное биение) после чернового точения 200 мкм. Погрешности закреплений отсутствует, деталь после предварительной обработки не переустанавливалась.

Припуск Z_{18} : шероховатость после чернового точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=100$ мкм, кривизна (радиальное биение) после чернового точения 150 мкм. Погрешности закреплений отсутствует, деталь после предварительной обработки не переустанавливалась.

Расчет продольных припусков на обработку. Таблица 2

Припуск	R_z	T		m	Z_{min}	
Z_{11}	150	200	300	-	650	продольные
Z_{15}	150	200	250		600	
Z_{18}	100	100	200		400	
Z_{13}	150	200	300	450	1850	радиальные
Z_{15}	150	200	250	450	1800	
Z_{17}	100	100	200	-	800	
Z_{18}	100	100	150	-	700	

Расчет продольного припуска

$$Z_{11}=150+200+300=650\text{мкм}$$

$$Z_{15}=150+200+250=600\text{мкм}$$

$$Z_{18}=100+100+200=400\text{мкм}$$

Расчет радиального припуска

$$Z_{13}=2 \cdot (150 + 200 + \sqrt{300^2 + 450^2}) = 1850 \text{ мкм}$$

$$Z_{15}=2 \cdot (150 + 200 + \sqrt{250^2 + 450^2}) = 1800 \text{ мкм}$$

$$Z_{17}=2 \cdot (100 + 100 + \sqrt{200^2}) = 800 \text{ мкм}$$

$$Z_{18}=2 \cdot (100 + 100 + \sqrt{150^2}) = 700 \text{ мкм.}$$

5. Размерный анализ технологического процесса.

Составляющими звеньями в технолог. размерных цепях явл. технологические размеры, указанные в технологической документации (исходной заготовки размеры; всех размеров получаемых механической обработкой).

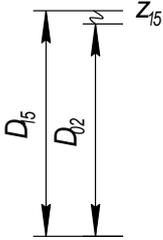
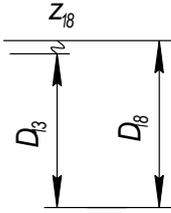
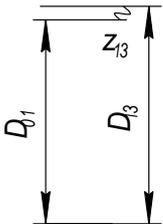
Технологические размеры могут совпадать с размерами на чертеже, - с конструкторскими размерами. В этом случае говорят, что *конструкторские размеры выдерживаются непосредственно*.

При *несовпадении технологических размеров с конструкторскими* нужно выявить размерную цепь, в которой входит рассмотренный конструкторский размер и технологический размер, необходимый для его выполнения. Тогда замыкающими звеньями в технологических размерных цепях будут являться конструкторские размеры, но могут быть и припуски на обработку. Рассматриваем размерные цепи с одним неизвестным технологическим размером и рассчитываем номинальный размер и отклонения этого звена

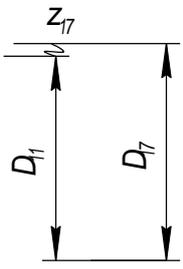
Начальные данные для размерного анализа :

1. Чертёж детали крышки;
2. Чертёж исходной заготовки крышки;
3. Технологический процесс обработки заготовки.

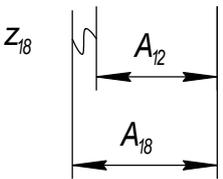
Размерный анализ проведем в соответствии с расчётами изложенные в [3, стр 5] Граф технологических размерных цепей (рис 5). Расчет технологических размеров в таблице 3. Расчет производится только для тех размеров, которые не выдерживаются непосредственно. Все остальные размеры выдерживаются непосредственно и равны соответствующим им конструкторским размерам.

Расчет технологических размеров (радиальное направление)	
Размерная цепь	Расчет технологического размера
	<p>Все конструкторские размеры выдерживаются непосредственно, т.е. они равны соответствующим технологическим размерам</p> $D_2 = K_{11} = 81^{+0,8}$ $D_4 = K_{12} = 68^{+0,7}$ $D_9 = K_{13} = 38,3^{+0,16}$ $D_{15} = K_{14} = 35,3^{+0,16}$ $D_{18} = K_{15} = 80^{+0,03}$ $D_{17} = K_{16} = 199^{+0,072}$ $D_{16} = K_{17} = 220 \pm 1,5$
 <p>The diagram shows two vertical dimension lines. The outer one is labeled D₁₅ and the inner one is labeled D₀₂. A small gap between the top lines is labeled Z₁₅.</p>	<p>Определение размера размера исходной заготовки D₀₂</p> $D_{02}^c = D_{15}^c - Z_{15}^c$ $Z_{15}^c = Z_{15}^{min} + \frac{TD_{15} + TD_{02}}{2}$ $Z_{15}^c = 1,8 + \frac{0,16 + 1,6}{2} = 2,68$ $D_{02}^c = 35,38 - 2,68 = 32,7$ $D_{02} = 32,6^{+1,6}$
 <p>The diagram shows two vertical dimension lines. The outer one is labeled D₁₈ and the inner one is labeled D₁₃. A small gap between the top lines is labeled Z₁₈.</p>	<p>Определение технологического размера D₁₃</p> $D_{13}^c = D_{18}^c - Z_{18}^c$ $Z_{18}^c = Z_{18}^{min} + \frac{TD_{18} + TD_{15}}{2}$ $Z_{18}^c = 0,7 + \frac{0,03 + 0,2}{2} = 0,815$ $D_{13}^c = 80,015 - 0,815 = 79,2$ <p>Т.к. размер относится к отверстиям, то</p> $D_{13} = 79,1^{+0,2}$
 <p>The diagram shows two vertical dimension lines. The outer one is labeled D₀₁ and the inner one is labeled D₁₃. A small gap between the top lines is labeled Z₁₃.</p>	<p>Определение размера размера исходной заготовки D₀₁</p> $D_{01}^c = D_{13}^c - Z_{13}^c$ $Z_{13}^c = Z_{13}^{min} + \frac{TD_{13} + TD_{01}}{2}$ $Z_{13}^c = 1,85 + \frac{0,2 + 1,6}{2} = 2,75$ $D_{01}^c = 79,2 - 2,75 = 76,45$ $D_{01} = 75,6^{+1,6}$

Расчет технологических размеров (радиальное направление)

Размерная цепь	Расчет технологического размера
	<p>Определение технологического размера D_{11}</p> $D_{11}^c = D_{17}^c - Z_{17}^c$ $Z_{17}^c = Z_{17}^{min} + \frac{TD_{17} + TD_{11}}{2}$ $Z_{17}^c = 0,8 + \frac{0,072 + 0,2}{2} = 0,868$ $D_{11}^c = 199,036 - 0,868 = 198,168$ <p>Т.к. размер относится к отверстиям, то</p> $D_{11} = 198^{+0,2}$

Расчет технологических размеров (продольное направление)

	<p>Ниже перечисленные конструкторские размеры выдерживаются непосредственно, т.е. они равны соответствующим технологическим размерам</p> $A_{11} = K_1 = 16_{-0,5}$ $A_{17} = K_2 = 2 \pm 0,1$ $A_{18} = K_3 = 5,5^{+0,5}$ $A_{14} = K_4 = 4^{+0,3}$ $A_{16} = K_5 = 1 \pm 0,2$ $A_{1,10} = K_6 = 3^{+0,2}$ $A_{19} = K_7 = 2,5 \pm 0,2$ $A_{15} = K_8 = 26^{+0,3}$ $A_{13} = K_9 = 24^{+0,13}$
	<p>Определение технологического размера A_{12}</p> $A_{12}^c = A_{18}^c - Z_{18}^c$ $Z_{18}^c = Z_{18}^{min} + \frac{TA_{18} + TA_{12}}{2}$ $Z_{18}^c = 0,4 + \frac{0,5 + 0,5}{2} = 0,9$ $A_{12}^c = 5,75 - 0,9 = 4,85$ <p>т.к. размер не относится ни к валам, ни к отверстиям, то</p> $A_{12} = 4,8 \pm 0,25$

Расчет технологических размеров (продольное направление)

Размерная цепь	Расчет технологического размера
	<p>Определение размера заготовки A_{01}</p> $A_{01}^C = A_{11}^C + Z_{11}^C$ $Z_{11}^C = Z_{11}^{min} + \frac{TA_{11} + TA_{01}}{2}$ $Z_{11}^C = 0,65 + \frac{0,5 + 1,6}{2} = 1,75$ $A_{01}^C = 15,75 + 1,75 = 17,5$ <p>Размер относится к валам</p> $A_{01} = 18,3_{-1,6}$
	<p>Определение размера заготовки A_{02} замыкающим звеном является припуск Z_{15}</p> $Z_{15} = A_{01} + A_{13} + A_{02} - A_{15} - A_{11}$ $A_{02}^C = A_{15}^C + A_{11}^C + Z_{15}^C - A_{01}^C - A_{13}^C$ $Z_{15}^C = Z_{15}^{min} + \frac{TA_{01} + TA_{13} + TA_{02} + TA_{15} + TA_{11}}{2}$ $Z_{15}^C = 0,6 + \frac{1,6 + 0,13 + 1,6 + 0,3 + 0,5}{2} = 2,66$ $A_{02}^C = 26,15 + 15,75 + 2,66 - 18,5 - 24,065 = 1,995$ $A_{02} = 2 \pm 0,8$

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ.

Внимание потребителей и производителей сосредоточено на повышении непрерывном увеличении производительности: увеличения производительности обработки, увеличение уровня точности, надежности и гибкости. Главным требованием является наибольшее снижение себестоимости обработки детали, что в наши дни достигается повышением уровня интенсификации режимов и автоматизации.

Наиболее эффективный способ снизить стоимость обработки является использование станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Станки с ЧПУ включают концентрацию операции на одной машине и сочетание ряда операций во времени (одновременная обработка нескольких инструментов). Это позволяет одной машине для комплексной обработки деталей сложной конфигурации в многократному уменьшению времени оперативного и производственного цикла изготовления детали. Это дает значительную экономию производственных мощностей и капитальных вложений. Зависимость от технических возможностей, инструмента, необходимых элементов точности и других требований потребителя, может сам выбрать наиболее экономически эффективные режимы обработки. Кроме того, эти машины присущее использование адаптивных (настраиваемых) систем управления, то есть система, которая обеспечивает автоматическую адаптацию процесса механической обработки заготовки к изменяющимся условиям обработки (не прерывно изменяя свойства режущего инструмента, неопределенности свойств по всей технологической системе, разные припуски и твердости для каждой заготовки подлежащего обработке партии и т.д.). Адаптивное управление на основе информации, полученной путем увеличения или уменьшения толщины, снятия припуска, позволяет поддерживать постоянную предельное значение любого заданного параметра обработки (например, силы резания и оптимальную точность).

Операция токарная 010.

Токарный ст. с чпу Puma V400M, N = 22 к В т,n= 0 - 4000.

1. Глубина резания: $t = z_{1,5}^C = 2,6$ мм.

2. Поперечная подача по табл. 11 [2, Т.2, стр.266] для данной глубины резания 0,8-1,3 мм/об, но для обеспечения Ra 3,2 принимаем:

$$S = 0.6 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v, \quad (6)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V=243$; $m=0,2$; $x=0,15$; $y=0,4$ – определены по табл. 17 [2,Т.2,стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} * K_{ПВ} * K_{ИВ},$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПВ}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1,5,6 [2,Т.2,стр.261]:

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_V},$$

Значение показателя степени n_V для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из СЧ 15 берем из табл. 2 [2,Т.2,стр.262]: ; $n_V = 1,25$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_V} = \left(\frac{190}{170} \right)^{1,25} = 1,14$$

$K_{MV} = 1,14$; $K_{ПВ} = 1$; $K_{ИВ} = 1$.

$$K_V = K_{MV} * K_{ПВ} * K_{ИВ} = 1,14 * 1 * 1 = 1,14.$$

Скорость резания,

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 2 \cdot 0,6^{0,15} \cdot 0,6^{0,4}} \cdot 1,14 = 132 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 132 / (3,14 * 100) = 420 \text{ об/мин.}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 * C_P * t^x * S^y * V^n * K_P, \quad (7)$$

Значения коэффициентов: $C_P = 92$; $n = 0$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по табл. 22 [2,Т.2,стр.273].

Глубина резания в формуле: $t = z_{\max} = 4,7$ мм.

Коэффициент K_P :

$$K_P = K_{MP} * K_P * K_P * K_P * K_P,$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По табл. 9 [2,Т.2,стр.264]:

$$K_{MP} = 1,1; K_P = 1; K_P = 1,0; K_P = 1,0; K_P = 0,93.$$

$$K_P = K_{MP} * K_P * K_P * K_P * K_P = 1,1 * 1 * 1,0 * 1,0 * 0,93 = 0,93$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_z = 10 * C_P * t^x * S^y * V^n * K_P = 10 * 92 * 4,7^1 * 0,6^{0,75} * 132^0 * 0,93 = 2537 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z \cdot V / (1000 \cdot 60) = 2537 \cdot 132 / (1000 \cdot 60) = 5.58 \text{ кВт.}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / 0.85 = 5.58 / 0.85 = 6.56 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 22 кВт, она достаточна для выполнения операции.

На остальные переходы режимы резания назначаем аналогичным образом.

Следует отметить что при разнице в величине глубины резания в 1 мм скорость резания отличается от выше найденной в пределах 10 м/мин, что несущественно в данных условиях.

Чистовое точение

1. Глубина резания: $t = z_{1,8}^C / 2 = 0,4 \text{ мм.}$

2. Поперечная подача по табл. 11 [2, Т.2, стр.266] для данной глубины резания 0,8-1,3 мм/об, но для обеспечения Ra 0,63 принимаем:

$$S = 0.1 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V, \quad (6)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_V = 243$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,4$ – определены по табл. 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ},$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПВ}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1,5,6 [2, Т.2, стр.261]:

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_V},$$

Значение показателя степени n_V для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из СЧ 15 берем из табл. 2 [2, Т.2, стр.262]: ; $n_V = 1,25$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_V} = \left(\frac{190}{170} \right)^{1,25} = 1,14$$

$K_{MV} = 1,14$; $K_{ПV} = 1$; $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,14 \cdot 1 \cdot 1 = 1,14.$$

Скорость резания,

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,1^{0,4}} \cdot 1,14 = 286 \text{ м/мин}$$

$K_{MV} = 1,14$; $K_{ПV} = 1$; $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,14 \cdot 1 \cdot 1 = 1,14.$$

Скорость резания,

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,1^{0,4}} \cdot 1,14 = 286 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 286 / (3,14 \cdot 80) = 1130 \text{ об/мин.}$$

5. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (7)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 92$; $n = 0$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по табл. 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле: $t = Z_{\max} = 0,5 \text{ мм.}$

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_p \cdot K_p \cdot K_p \cdot K_p,$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По табл. 9 [2, Т.2, стр.264]:

$$K_{MP} = 1,1; K_p = 1; K_p = 1,0; K_p = 1,0; K_p = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_p \cdot K_p \cdot K_p \cdot K_p = 1,1 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,93$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 92 \cdot 0,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 286^0 \cdot 0,93 = 76 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z * V / (1000 * 60) = 76 * 286 / (1000 * 60) = 0,36 \text{ кВт.}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,36 / 0,85 = 0,43 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 22 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Сверление отверстия $d=5$ (под резьбу М6):

Расчет ведем по методике Sandvik Coromant [10]

Сверление отверстий в лапах:

1. Обрабатываемый материал по стандарту ИСО СМС 08.2 (СЧ 15)

[10]

2. Сверло CoroDrill Delta-C2-3 D R841-0600-30-A1A [10]

3.

Рекомендуемая скорость резания 210-310 м/мин, принимаем $V=300$ м/мин
Подача мм/об, принимаем мм/об [10]

4. Расчетное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 300}{3.14 \cdot 6} = 15900 \text{ об/мин}$$

$$N_{\phi} = 4000 \text{ об/мин}$$

$$V_{\phi} = 3.14 \cdot 5 \cdot 4000 / 1000 = 62.8 \text{ м/мин}$$

5. Минутная подача сверла

$$n_f = n \cdot f_n = 4000 \cdot 0.1 = 400 \text{ мм/мин}$$

6. Сила резания

$$F = 0.5 \cdot \frac{D_c}{2} \cdot f_n \cdot K_{c\phi} \cdot \sin K_{\phi} \quad [10]$$

$K_{c\phi}$ – удельная сила резания;

$$\text{Для чугуна} = 1100 \text{ Н/мм}^2 \quad [10]$$

$$K_{c\phi} = K_c \left(\frac{0.4}{f_z \cdot \sin K_{\phi}} \right)^{0.29} = 1100 \left(\frac{0.4}{0.05 \cdot \sin 90} \right)^{0.29} = 2552 \text{ Н/мм}^2 \quad [10]$$

$$F = 0.5 \cdot \frac{5}{2} \cdot 0.1 \cdot 2552 \cdot \sin 90 = 319 \text{ Н}$$

7. Мощность резания

$$P = \frac{D_c \cdot f_n \cdot K_{c\phi} \cdot V_c}{240 \cdot 10^3} = \frac{5 \cdot 0.1 \cdot 1212 \cdot 62.8}{240 \cdot 1000} = 0.15 \text{ кВт}$$

С учетом КПД станка

$$P = 0.15 / 0.85 = 0.17 \text{ кВт}$$

8. Крутящий момент

$$M_c = \frac{D_c \cdot f_n \cdot K_{c\phi} \cdot a_p}{2000} \left(1 - \frac{a_p}{D_c} \right), \text{ где глубина резания [10]}$$

$$M_c = \frac{5 \cdot 1212 \cdot 0.1 \cdot 2.5}{2000} \left(1 - \frac{2.5}{5} \right) = 0.37 \text{ Н*м}$$

2.7. Расчет основного времени

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = L \cdot i / (n \cdot S), \text{ мин}$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{сх}$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_B – величина врезания инструмента, мм;

$l_{сх}$ – величина перебега инструмента, мм;

Принимаем: $l_{сх} = 1$ мм.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = (l + l_B + l_{сх}) * i / (n * S),$$

Величины врезания на операциях определяем из соответствующих таблиц 2-12

[1, стр621]

Основное время токарной операции 010:

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{сх}) * i / (n * S) = (20 + 2 + 1) * 1 / (190 * 0,6) = 0,2 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{сх}) * i / (n * S) = (7 + 2 + 1) * 2 / (190 * 0,6) = 0,17 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{сх}) * i / (n * S) = (50 + 2 + 1) * 2 / (420 * 0,6) = 0,42 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$t_0 = (l + l_B + l_{сх}) * i / (n * S) = (12 + 2 + 1) * 1 / (420 * 0,6) = 0,06 \text{ мин.}$$

переход 5:

$$t_0 = (l + l_B + l_{сх}) * i / (n * S) = 20 * 1 / (420 * 0,6) = 0,08 \text{ мин.}$$

переход 6:

$$t_0 = (l + l_B + l_{сх}) * i / (n * S) = (10 + 2 + 1) * 1 / (1200 * 0,6) = 0,01 \text{ мин.}$$

переход 7:

$$t_0 = (l + l_B + l_{сх}) * i / (n * S) = 10 * 1 / (190 * 0,6) = 0,09 \text{ мин.}$$

переход 8:

$$t_0 = (l + l_B + l_{сх}) * i / (n * S) = (16 + 8) * 3 / (4000 * 0,1) = 0,18 \text{ мин.}$$

переход 9:

$$t_0 = (l + l_B + l_{сх}) * i / (n * S) = (5 + 4) * 3 / (4000 * 0,1) = 0,07 \text{ мин.}$$

переход 10:

$$t_0 = (l + l_B + l_{сх}) * i / (n * S) = (5 + 13) * 3 / (630 * 1) = 0,08 \text{ мин.}$$

переход 11:

$$t_0 = (l + l_B + l_{сх}) * i / (n * S) = (12 + 1 + 1) * 1 / (455 * 0,1) = 0,3 \text{ мин.}$$

переход 12:

$$t_0 = (l + l_B + l_{сх}) * i / (n * S) = (23 + 1 + 1) * 1 / (1130 * 0,1) = 0,22 \text{ мин.}$$

переход 13:

$$t_0 = (l + l_B + l_{сх}) * i / (n * S) = (5 + 1 + 1) * 1 / (1200 * 0,6) = 0,01 \text{ мин.}$$

2.8. Определение вспомогательного T_B , штучного $T_{шт}$ и штучно-калькуляционного $T_{шт-к}$ времени.

$$T_B = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}$$

где $T_{у.с.}$ - время установки и снятия детали;

$T_{з.о.}$ - время закрепления и открепление детали;

$T_{уп.}$ - время на управления станком;

$T_{из.}$ - время на измерение.

$$T_{шт} = T_о + T_B + T_{тех.} + T_{орг.} + T_{от.}$$

где $T_о$ - основное время;

$T_{тех.}$ - время на техническое обслуживание рабочего места;

$T_{орг.}$ - время на организационное обслуживание рабочего места;

$T_{от.}$ - время на отдых.

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{п.з.} / n$$

где $T_{п.з.}$ - подготовительно-заключительное время;

n – число деталей в пробной партии;

$$n = N / 12 = \frac{5000}{12} = 416$$

Нормативы времени для крупносерийного производства.

По табл. 5 [5, стр.197].

Операция 010.

Операция включает 1 установ,

21 подводов и отводов различных инструментов.

8 смен инструментов

Время смены инструмента $3,5с=0,06$ мин.

Время подвода инструмента $0,05$ мин.

$$T_{уп.} = 21 * 0,05 + 8 * 0,06 = 1,53$$

$$T_B = 0,3 + 0,2 + 1,53 + 2,9 = 4,93 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 1,89 + 4,93 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 9,41 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 9,41 + 20/416 = 9,45 \text{ мин}$$

Конструкторская часть

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ СТАНОЧНОГО.

Техническое задание на проектирование спец. средств технологического оснащения, разрабатываем в соответствии с ГОСТ 15.001-73 [9, с. 175].

Спец приспособление на техническое задание приведено в таблице 1.

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «крышка подшипника» на токарный станок с ЧПУ Рима V400M.
Основание для разработки	Операционная карта технологическим процессом механической обработки детали «крышка подшипника».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку, надежное закрепление заготовки «крышка подшипника» с целью получения необходимой точности всех размеров; удобство установки, закрепления, снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	<p>Тип производства – среднесерийный; программа выпуска – 5000 шт. в год;</p> <p>Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку Рима V400M;</p> <p>Регулирование конструкции приспособления не допускается</p> <p>Данные входные о заготовке, поступающей на токарную операцию 010:</p> <p>диаметр наружный заготовки $237_{(-1)}$ мм, $R_a = 3.2$ мкм;</p> <p>наружный присоединительный диаметр $210_{(-1)}$ мм</p> <p>высота заготовки $37,5_{-0,62}$ мм</p> <p>Приспособление обслуживается оператором 3-го разряда;</p> <p>Операция выполняется за 13 переходов;</p>

Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть), чертеж общего вида для технического и проекта универсального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки спецприспособления.
-------------------------------------	--

2. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ И КОМПОНОВКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.

С помощью технических решений и исходных данных, представленных в техническом задании и спецификациях, мы переходим к разработке приспособлений. Задача в данном разделе - сформировать работоспособную, экономную в производстве и соответствующую требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 1).

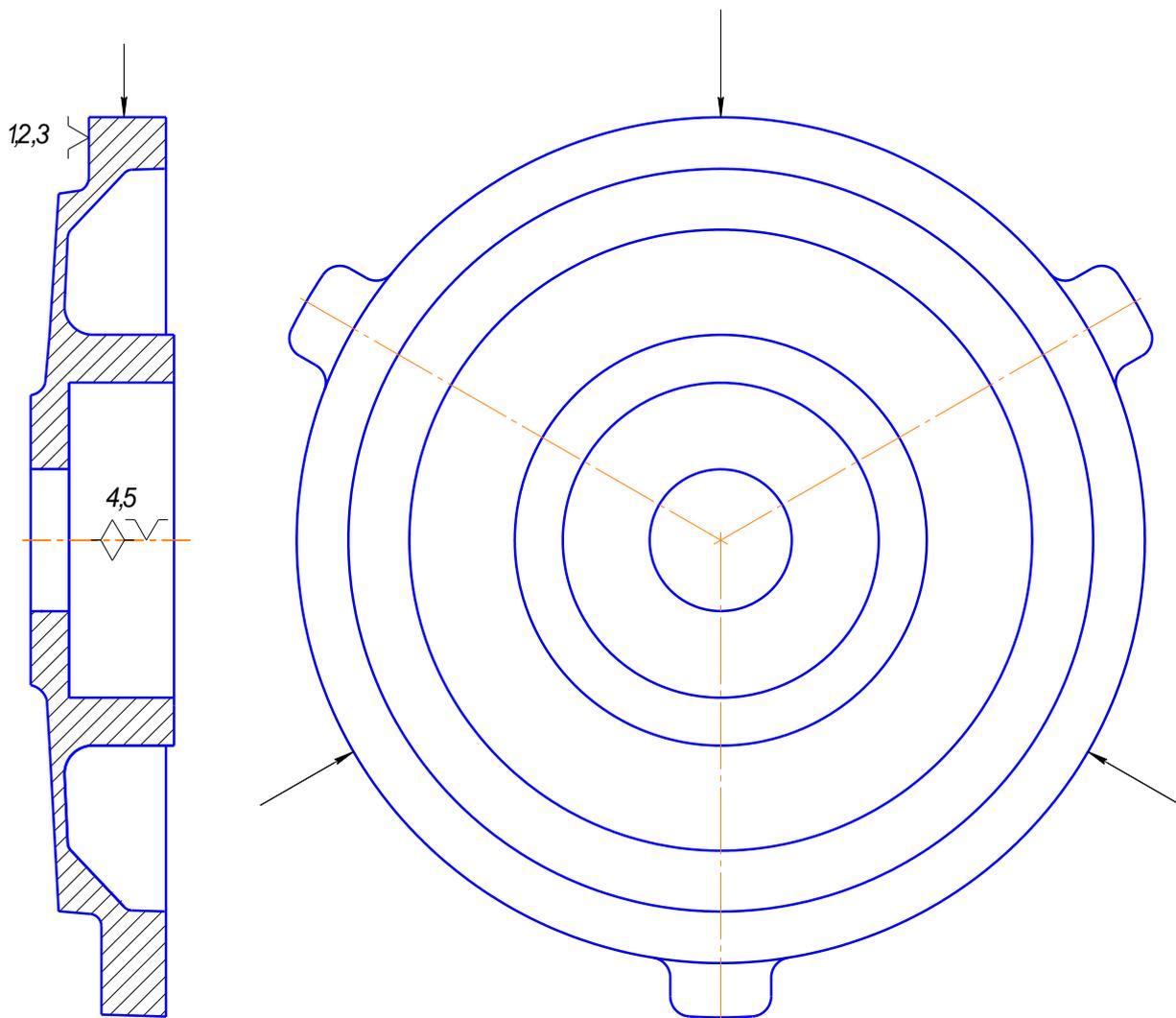
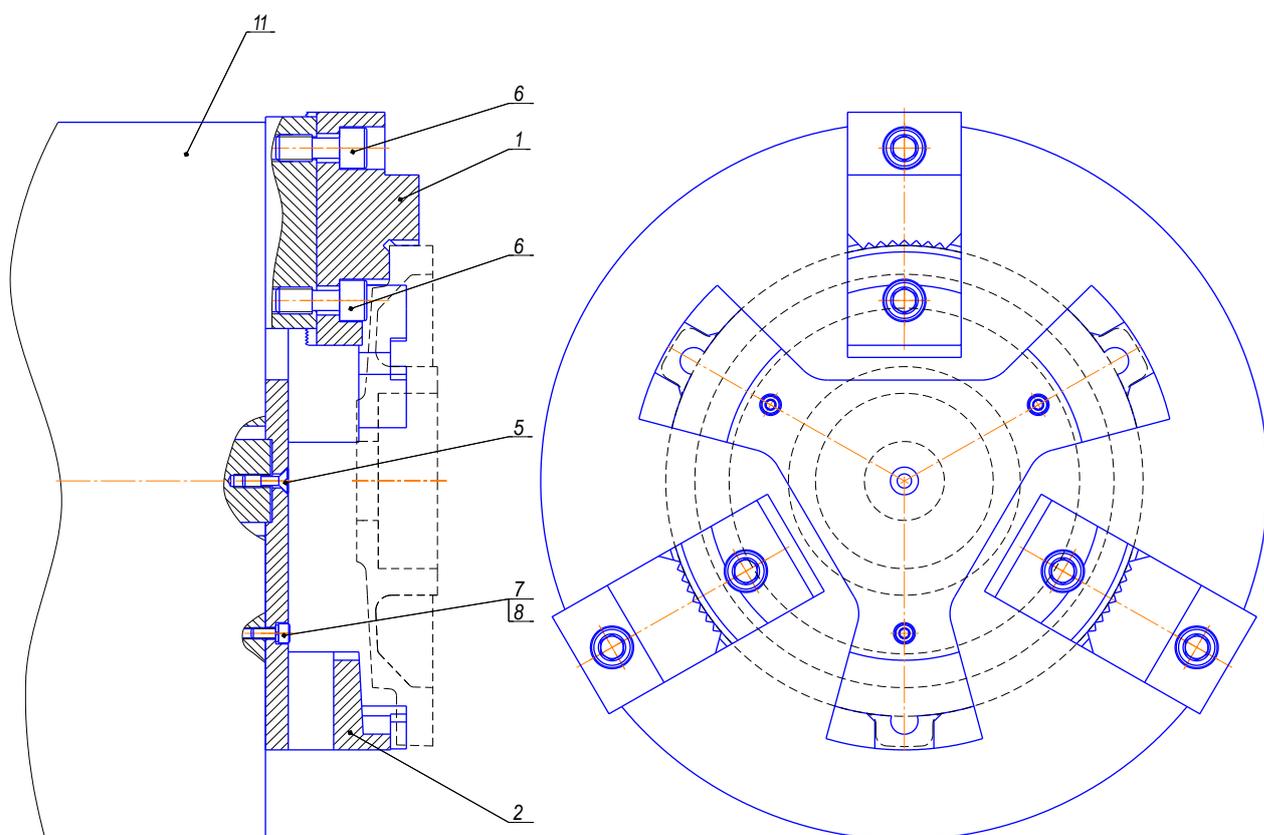


Рис. 1. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

Компоновка (общий вид) приспособления показан на чертеже.

3. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАБОТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.

Приспособление применяем для точной установки, надежного закрепления заготовки «крышка подшипника» при обработке на токарном станке с ЧПУ Puma V400M.



Заготовка поверхностью выступов на левом торце опирается на плоскость кулачков 1. Сменные кулачки 1 с помощью винтов 6 закреплены на передвигающихся кулачках патрона 11. Также на патроне закреплен стакан 2, который добавляет дополнительную 6 базу для обработки щита. Эта база нужна для точного позиционирования детали (нужно при сверлении отверстий – переходы 8,9)

Зажим осуществляется автоматически с помощью пневмопривода

Базовые поверхности заготовки контактируют с установочными поверхностями приспособления.

Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по ГОСТ и нормативам машиностроения.

Поверхности установочных деталей должны обладать большой износостойкостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8 - 1,2 мм и с последующей закалкой до твердости HRC_э50...55.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ СИЛЫ ЗАЖИМА

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 2), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

Максимальный крутящий момент будет возникать при подрезке торца (переход 1)

1. Глубина резания: $t = z_{1,5}^C = 1,7$ мм.
2. Продольная подача $S = 0,6$ мм/об.
3. Скорость резания 132 м/мин
4. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p, \quad (7)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 92$; $n = 0$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по табл. 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле: $t = z_{\max} = 2,7$ мм.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} * K_R * K_R * K_R * K_R,$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По табл. 9 [2, Т.2, стр.264]:

$$K_{MP} = 1,1; K_R = 1; K_R = 1,0; K_R = 1,0; K_R = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} * K_R * K_R * K_R * K_R = 1,1 * 1 * 1,0 * 1,0 * 0,93 = 0,93$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 92 * 2,7^1 * 0,6^{0,75} * 132^0 * 0,93 = 1464 \text{ Н.}$$

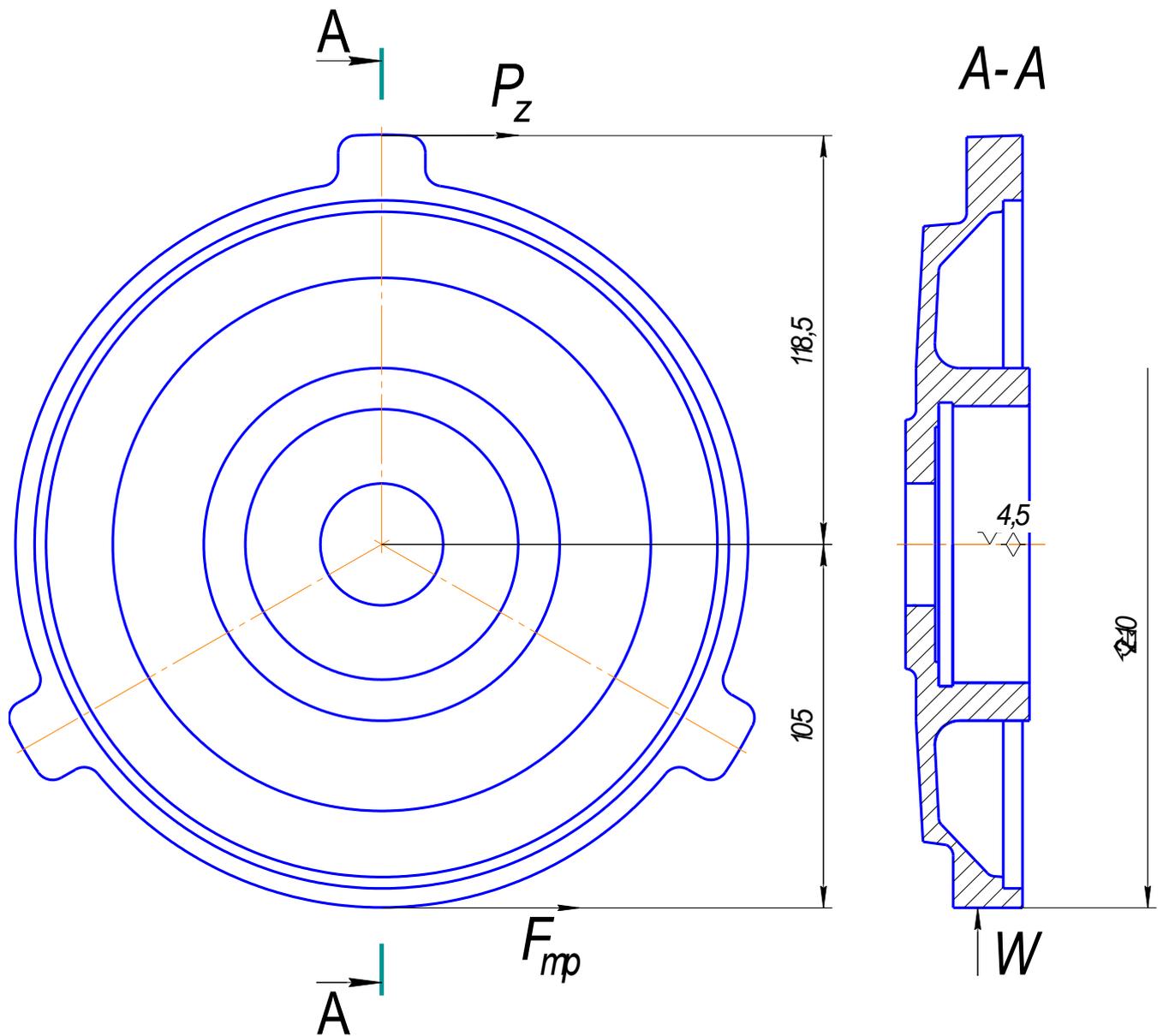


Рис.5 Расчётная схема

Для обеспечения надежного фиксирования заготовки необходимо чтобы сила трения, возникающая при зажиме компенсировала главную составляющую силы резания P_z при подрезке торца заготовки, т.е. необходимо выполнение условия

$$F_{tr} > P_z$$

$$P_z \cdot 118.5 = F_{tr} \cdot 105$$

$$W_{\min} = \frac{F_{tr}}{f} k = \frac{P_z \cdot 118.5}{f \cdot 105} k = \frac{1464 \cdot 118.5}{0.15 \cdot 105} \cdot 2.5 = 27537 \text{ Н}$$

5. ВЫБОР ПРИВОДА ЗАЖИМНОГО УСТРОЙСТВА И РАСЧЁТ ЕГО ПАРАМЕТРОВ.

Зажим осуществляется трехкулачковым патроном.

В соответствии с ГОСТ 5410-70 трехкулачковый патрон с наружным диаметром 320 мм обеспечивает усилие зажима в 55000 Н, что достаточно для надежного фиксирования заготовки.

Условие $W_{fact} \geq W_{min}$ выполняется.

6. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ И СБОРКУ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями – параллельностью, соосностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2.308-68.

7. РАСЧЁТ ТОЧНОСТИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

При выполнении операции 010 (токарная) определяем необходимую точность приспособления для обеспечения следующих требований и размеров:

Выполняем расчет точности при сверлении отверстий с расстоянием до торца $8 \pm 0,3$

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε_o , которая не должна превышать допуск δ выполняемого размера при обработке заготовки, т.е. $\varepsilon_o \leq \delta$.

1. Определим необходимую точность приспособления для обеспечения точности выполнения межосевого расстояния отверстий исходя из формулы, изложенной в (9, с. 151):

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2},$$

где:

$\delta = 0,6$ – допуск выполняемого размера;

k_T – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, $k_T = 1,1$ [4, с. 85];

k_{T1} – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, который в данном случае можно не учитывать, т.к. погрешность базирования равна 0 [4, с. 85];

k_{T2} – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, $k_{T2} = 0,6$ [4, с. 85];

ε_B – погрешность базирования заготовки в приспособлении, $\varepsilon_B = 0$, т.к. в данном случае нет отклонения фактически достигнутого положения заготовки от требуемого;

ε_3 – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, $\varepsilon_3 = 0$,

ε_y – погрешность установки приспособления на станке, $\varepsilon_y = 0$ мм, т.к. осуществляется надёжный контакт установочной плоскости приспособления с плоскостью стола станка [4, с. 113];

ε_H – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления, $\varepsilon_H = 0,1$ мм [4, с. 109];

ω – экономическая точность обработки, $\omega = 0,16$ [9, с. 216].

$$\varepsilon_{np.} \leq 0,6 - 1,1 \sqrt{0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0,1^2 + (0,6 \cdot 0,16)^2} = 0,464 \text{ mm}$$

Примем допуск $\delta = 0,4$ мм.

Расчет точности показывает, что данное приспособление обеспечивает заданную точность при обработке заготовки.

Список литературы

1. Ансеров А.М. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1966 – 650 с., ил.
2. **Справочник технолога машиностроителя** .В 2-х томах Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.4-е издание, переработанное и доп.-машиностроение, 1985,496 с.,илл.
3. Скворцов В.Ф. **Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей**. Учебное пособие . Томск изд ТПУ 2006,100с.
4. **Обработка металлов резанием** Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. И доп.- Машиностроение, 2004.- 784 с.. ил.- ISBN 5-94275-049-1.
5. Жуков Э.Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.
6. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – М.:Машиностроение, 1983.
7. Горохов В.А. Проектирование и расчёт приспособлений: Учеб пособие для студентов вузов машиностроительных спец. – Мн.: Выш. шк., 1986
8. Станочные приспособления: Справочник/Под ред. Б.Н. Вардашкина. – М.,1984.
9. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. – М.: Машиностроение, 1989.
10. Каталог инструментов Sandvik Coromant.2007