**ЗАДАНИЕ**

**НА ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

**по дисциплине «Станочная технологическая оснастка»**

студенту группы: .

*Тема проекта:* **«Проектирование отдельных элементов установочно-зажимного приспособления для фрезерно-центровальной операции».**

1. *Срок сдачи студентом законченного проекта:*
2. *Исходные данные к проекту:* Чертеж детали **«Вал»**
3. Условия среднесерийного производства.

4.*Содержание пояснительной записки*: Введение: выбор, обоснование и расчеты установочных элементов, зажимного механизма и силового привода.

5. Этапы выполнения проекта:

5.1. Согласовать с преподавателем операцию для курсовой работы.

5.2. Спроектировать выбранную операцию:

5.2.1. Разработать содержание и последовательность технологических переходов.

5.2.2. Рассчитать режимы резания для каждого технологического перехода [Справочник Косиловой Т.2. Стр.276…]

5.2.3. Рассчитать силы резания для каждого технологического перехода [Справочник Косиловой Т.2. Стр.276…].

5.2.4. Разработать операционный эскиз для выбранной операции, который должен содержать чертеж заготовки после данной операции со следующими сведениями:

* обрабатываемые поверхности (элементы) должны быть выделены цветом или толщиной линий;
* выдерживаемые на операции размеры и справочные размеры;
* допуски на все выдерживаемые размеры;
* шероховатость обрабатываемых поверхностей;
* схема базирования заготовки на операции, ГОСТ 21495‑76\*;
* графические обозначения опор, зажимов и установочных устройств, ГОСТ 3.1107‑81.

5.3. Выбор и обоснование установочных элементов (оформление см. методическое пособие).

5.4. Выбор, обоснование и расчет зажимного механизма (оформление см. методическое пособие).

5.5. Выбор, обоснование и расчет силового привода (оформление см. методическое пособие).

Примерный объём пояснительной записки 25 страниц машино­писного текста.

1. *Дата получения задания:* .

Руководитель

Задание принял к исполнению

# 

Содержание

[Введение 4](#_Toc136098446)

[1 Чертеж детали и описание 6](#_Toc136098447)

[2 Расчёт сил резания при фрезеровании и сверлении 8](#_Toc136098448)

[3 Погрешность установки в приспособление 14](#_Toc136098449)

[4 Расчёт силы зажима 17](#_Toc136098450)

[5 Описание установочных элементов оснастки 20](#_Toc136098451)

[6 Выбор инструмента для фрезерования и сверления 24](#_Toc136098452)

[7 Выбор станка 26](#_Toc136098454)

[8 Характеристики станка фрезерно-центровального станка 27](#_Toc136098455)

[9 Карта заказа 29](#_Toc136098456)

[Приложение А - чертёж детали «Вал» 30](#_Toc136098457)

[Приложение Б – операции на детали «Вал» 31](#_Toc136098458)

[Список литературы 32](#_Toc136098459)

Заключение…………………………………………………………………….....33

# Введение

Основную группу технологической оснастки составляют приспособления механосборочного производства. Приспособлениями в машиностроении называют вспомогательные устройства к технологическому оборудованию, используемые при выполнении операций обработки, сборки и контроля.

Применение приспособлений позволяет:

- устранить разметку заготовок перед обработкой, повысить ее точность;

- увеличить производительность труда на операции;

- снизить себестоимость продукции;

- облегчить условия работы и обеспечить ее безопасность;

- расширить технологические возможности оборудования;

- организовать многостаночное обслуживание;

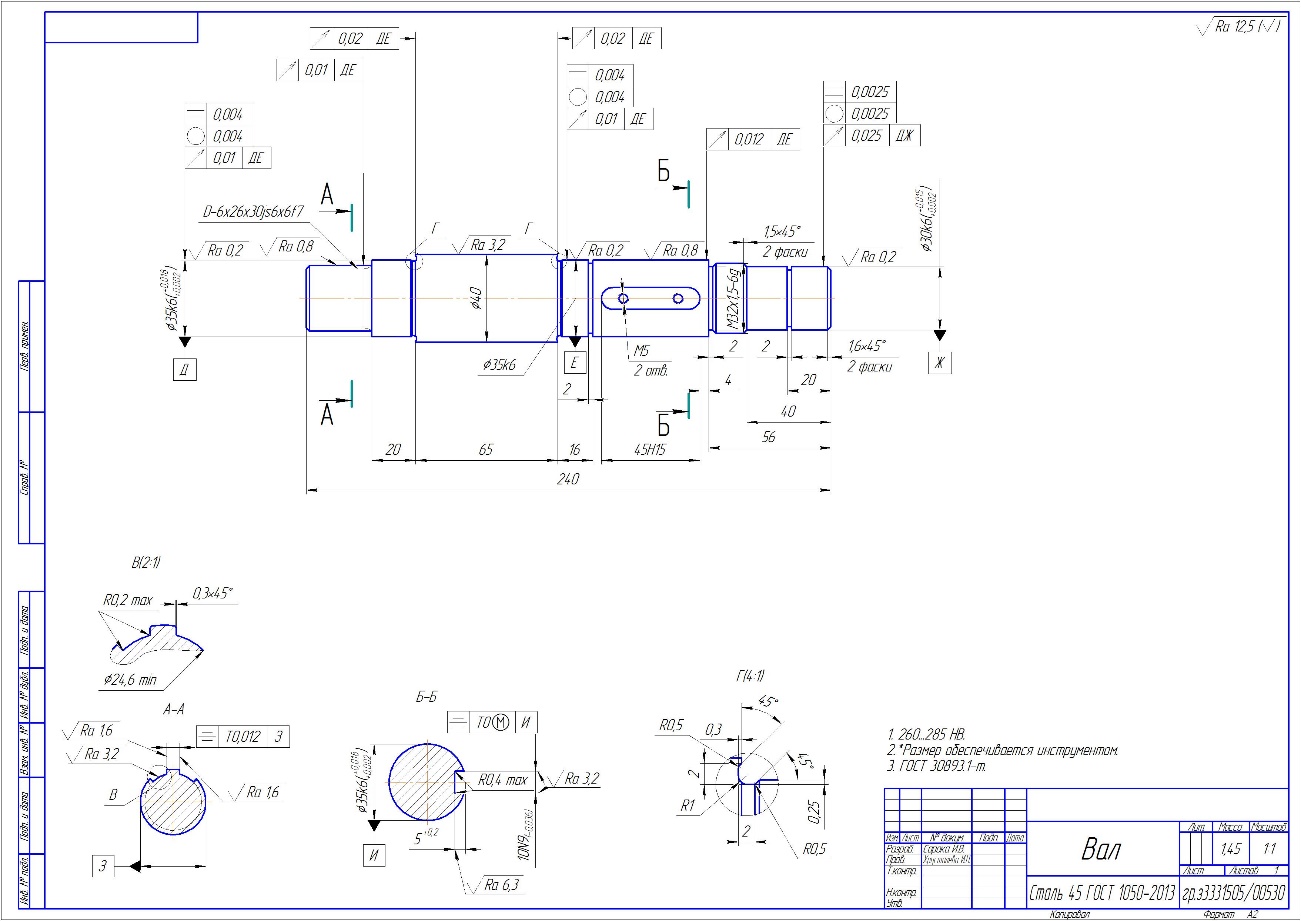
- применить технически обоснованные нормы времени и сократить число рабочих, необходимых для выпуска продукции.

Частая смена объектов производства, связанная с нарастанием темпов технического прогресса, требует создания конструкций приспособлений, методов их расчета, проектирования и изготовления, обеспечивающих неуклонное сокращение сроков подготовки производства.

Затраты на изготовление технологической оснастки составляют 15... 20 % от затрат на оборудование для технологического процесса обработки деталей машин или 10-24 % от стоимости машины. Станочные приспособления занимают наибольший удельный вес по стоимости и трудоемкости изготовления в общем количестве различных типов технологической оснастки.

# Чертеж детали и описание

На рисунке 1 указан чертеж детали и номер операции для обработки. На. Операция фрезерно-центровочная под номером 005.



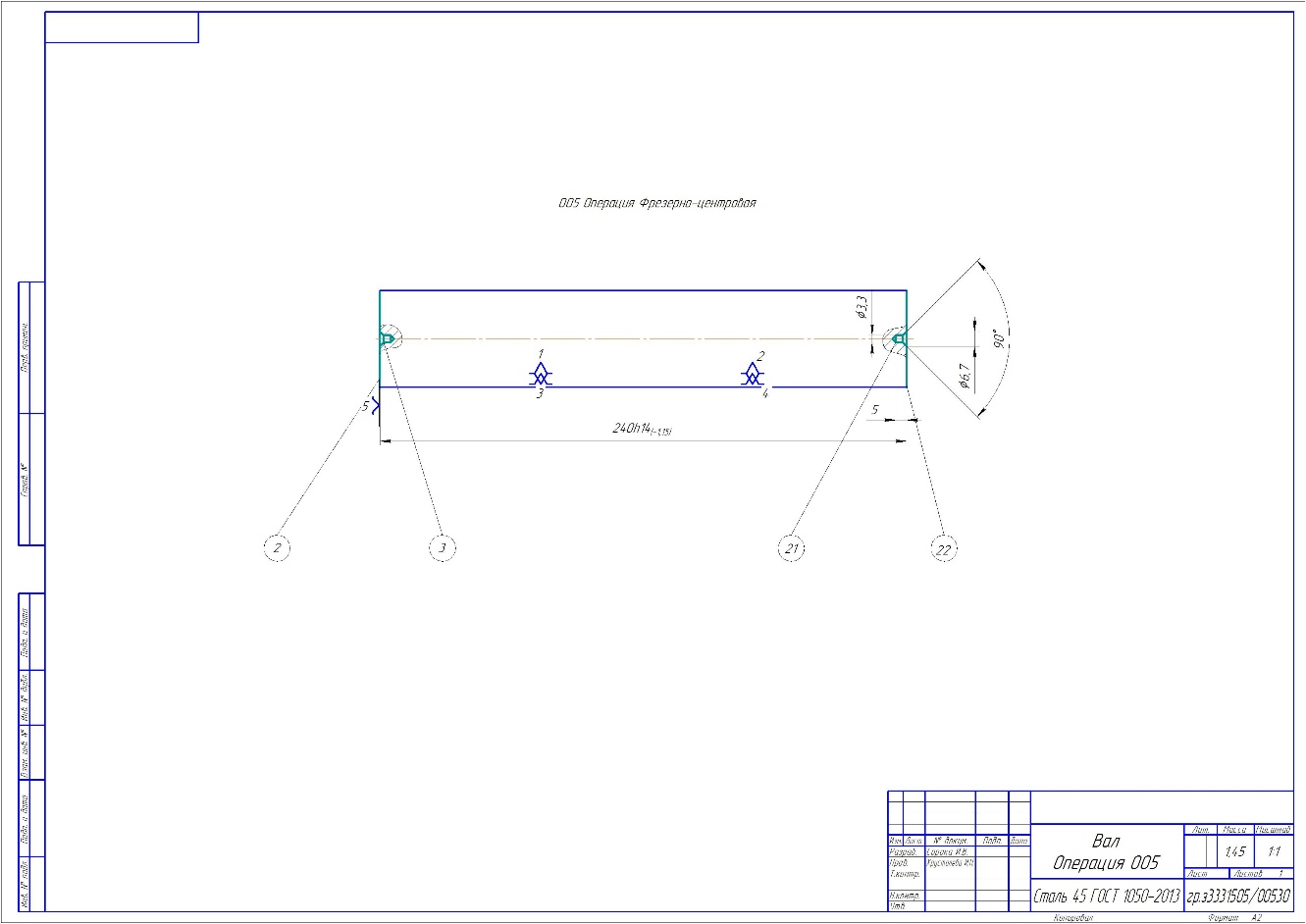


Рис. 1 Чертёж «Вал»

Технологический процесс изготовления детали «Вал» описан в курсовом проекте по дисциплине «Технология машиностроения». Все операции, которые нужны для данного курсового проекта, возможно позаимствовать из курсового проекта по «Технологии машиностроения».

По согласованию с преподавателем (Козырь И.И.) для расчётов была выбрана операция №005. Данная операция – фрезерно-центровальная, требуется профрезеровать торцы в размер 240мм и сверлить центровальные отверстия диаметром 6,7 мм.

# Расчёт сил резания при фрезеровании

Определение сил, действующих при фрезеровании:

Требуется определить подачу. При фрезеровании следует определить подачу при фрезеровании стали. Подача определяется по таблице 33 из справочника «Справочник технолога – машиностроителя» (А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков, далее справочник машиностроителя, стр. 283). Принимаем подачу s = 0,3 мм/об.

Требуется определить скорость резания. Скорость резания определяется по формуле:

(1)

По справочнику машиностроителя требуется определить значение коэффициента *Cv* и показателей степеней по таблице 39 (справочник машиностроителя, стр.286). Принимаем коэффициент *Cv* = 145 учитывая обрабатываемый материал. Принимаем показатели степени *q =* 0,44; *y* = 0,26; *m* = 0,37; *x=* 0,24; *u* = 0,1; *p* = 0,13;. Принимаем значение периода стойкости по таблице 40 (справочник машиностроителя, стр.290) *Т* = 120 мин.

Требуется определить общий поправочный коэффициент. Общий поправочный коэффициент определяется по формуле (2):

*Kv = Kмv \* Kuv \*Klv* (2)

Учитываю то, что изготавливаемая деталь из стали 45 , то следует принять коэффициент на обрабатываемый материал по таблице 3 (справочник машиностроителя, стр.262) *Kмv* = 1. Коэффициент на инструментальный материал следует принять по таблице 6 (справочник машиностроителя, стр.263) *Kuv* = 1,2. Коэффициент, учитывающий глубину сверления, следует принять по таблице 31 (справочник машиностроителя, стр. 280) *Klv* = 1.

*Kv =* 1 \* 1,2 \* 1 = 1,2

По формуле 5 следует определить скорость резания.

Сила резания определяется по формуле (3):

(3)

Требуется определить коэффициент *Cp* и показатели степеней по таблице 41 (справочник машиностроителя, стр. 291) Учитывая обрабатываемый материал определяем коэффициенты и степени. *Cp* = 825; *q* = 1,1; *y* = 0,7; *x* = 1; *w* = 0,2; *n* = 0,6. Требуется определить коэффициент, учитывающий фактические условия обработки. Данный коэффициент определяется по формуле:

*Kмр* = (4)

*Kмр* = *Kp*

*n =* 0,75/0,75; = 800

*Kмр* = = 1,07

Подставим коэффициенты и параметры фрезы в формулу и рассчитаем

главную составляющую сил резания при фрезеровании –силу резания по формуле (3):

Силы резания показаны на рисунке 2:

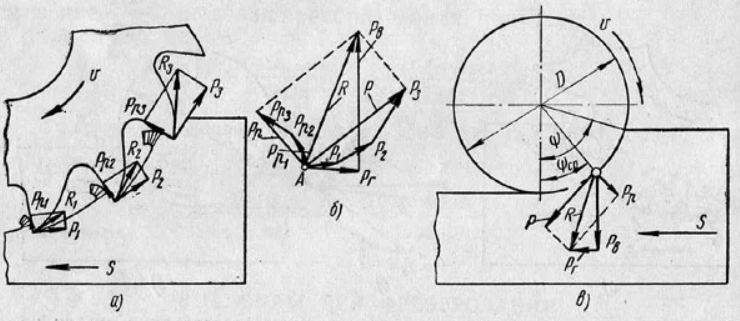


Рис. 2 силы резания при фрезеровании

В соответствии с рекомендациями рассчитаем оставшиеся силы:

Определение сил Px и Py производится по формулам (5) и (6):

Px=0,4\*Pz=0,4\*1925=770 Н (5)

Py=0,5\*Pz=0,5\*1925=962 Н (6)

Мощность N определяем по формуле (7):

(7)

Обработка возможно на выбранном станке, так как мощность резания не превышает мощность главного двигателя станка.

**Определение сил, действующих при сверлении центровых отверстий.**

На рисунке 3 показаны силы резания при сверлении.

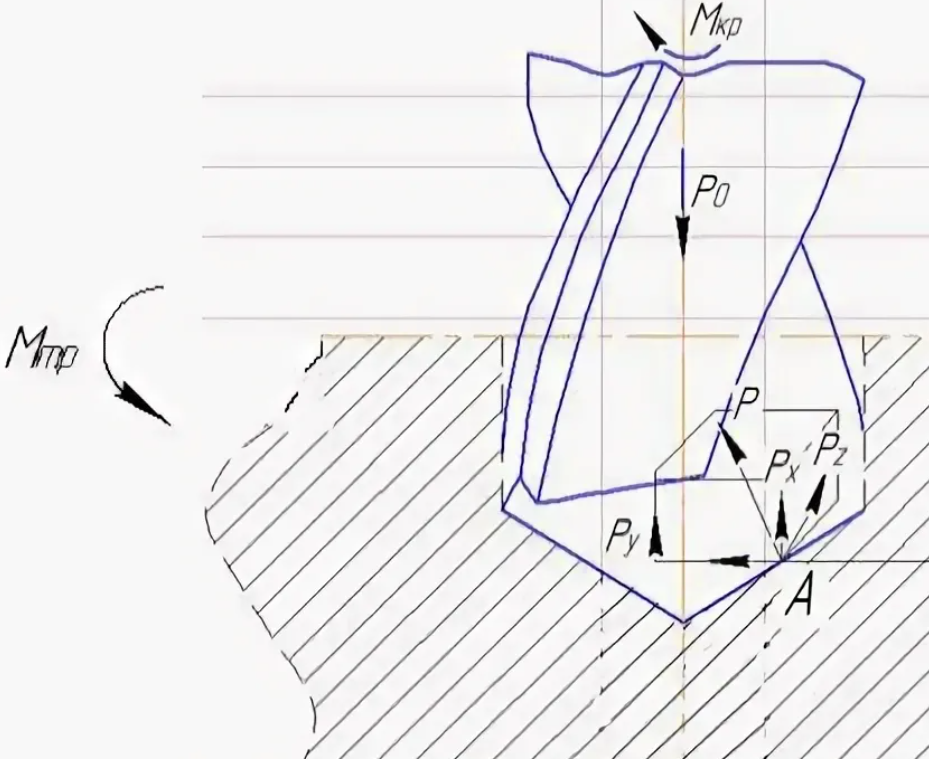


Рис. 3 силы резания при сверлении

Требуется просверлить центровочные отверстия Ø6,7 мм,

Требуется рассчитать глубину резания. Глубина резания рассчитывается по формуле:

*t = 0,5 ⸱ D* (8)

где D – диаметр отверстия для сверления, мм;

*t* = 0,5 ⸱ 6,7=3,35 мм.

Требуется определить подачу. При сверлении отверстий следует определить подачу при сверление стали. Подача определяется по таблице 25 из справочника «Справочник технолога – машиностроителя» (А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков, далее справочник машиностроителя, стр. 277). Принимаем подачу s = 0,14 мм/об.

Требуется определить скорость резания. Скорость резания определяется по формуле:

(9)

По справочнику машиностроителя требуется определить значение коэффициента *Cv* и показателей степеней по таблице 28 (справочник машиностроителя, стр.278). Принимаем коэффициент *Cv* = 3,5, учитывая обрабатываемый материал. Принимаем показатели степени *q =* 0,50; *y* = 0,45; *m* = 0,12. Принимаем значение периода стойкости по таблице 30 (справочник машиностроителя, стр.279) *Т* = 8 мин.

Требуется определить общий поправочный коэффициент. Общий поправочный коэффициент определяется по формуле:

*Kv = Kмv ⸱ Kuv ⸱ Klv* (10)

Учитываю то, что изготавливаемая деталь из стали 45, то следует принять коэффициент на обрабатываемый материал по таблице 3 (справочник машиностроителя, стр.262) *Kмv* = 1. Коэффициент на инструментальный материал следует принять по таблице 6 (справочник машиностроителя, стр.263) *Kuv* = 1,2. Коэффициент, учитывающий глубину сверления, следует принять по таблице 31 (справочник машиностроителя, стр. 280) *Klv* = 1.

*Kv =* 1 ⸱ 1,2 ⸱ 1 = 1,4

По формуле 2 следует определить скорость резания.

= 24 м/мин.

Требуется определить крутящий момент и осевую силу. Крутящий момент и осевую силу определяют по формулам:

*М*кр = *10 ⸱ СМ ⸱ Dq ⸱ sy ⸱ Kp* (11)

*Po = 10 ⸱ Cp ⸱ Dq ⸱ sy ⸱ Kp* (12)

Требуется определить коэффициент *СМ* и *Cp* и показатели степеней по таблице 32 (справочник машиностроителя, стр. 281) Учитывая обрабатываемый материал определяем коэффициенты и степени. *СМ* = 0,041;   
*q* = 2; *y* = 0,7, *Cp* = 143; *q* = 1; *y* = 0,7. Требуется определить коэффициент, учитывающий фактические условия обработки. Данный коэффициент определяется по формуле:

*Kмр* = (13)

*Kмр* = *Kp*

*n =* 0,75/0,75; = 800

*Kмр* = = 1,07

По формуле 4 требуется определить крутящий момент:

*М*кр = 10 ⸱ 0,041 ⸱ 6,72 ⸱ 0,140,7 ⸱ 1,07 = 3,92 Нм.

По формуле 5 требуется определить осевую силу:

*Po = 10 ⸱ 143 ⸱ 6,71 ⸱* 0,140,7 ⸱ 1,07 = 1901 Н.

Требуется определить мощность резания. Мощность резания определяется по формуле:

(14)

Где частота вращения инструмента *n* определяется по формуле:

(15)

= 1142 об/мин.

По формуле 7 требуется определить мощность резания:

= 0,46 кВт.

Требуется провести проверку мощности станка. Достаточно ли мощности станка для проведения данной операции (сверление) по формуле:

(16)

где, = 0,75; = 11 кВт; = 0,46кВт;

= 8,25 кВт.

# Погрешность установки в приспособление

**Погрешность определяем для размера 240h14-1.15**

Требуется определить установочную погрешность. Установочная погрешность определяется по формуле:

(8)

Погрешность базирования , есть отклонение фактически достигнутого положения заготовки при базировании от требуемого.

Погрешность базирования для данной схемы установки заготовки определили по формуле:

 (9)

где – допуск на размер;

– угол призмы,

Требуется определить погрешность закрепления. Погрешность закрепления определяется по формуле:

(10)

где, Q– величина силы зажима;

𝐾Rz = 0,05;

𝑅𝑧 – Ra 0,8 = 𝑅𝑧 3,2 параметр шероховатости поверхности заготовки;

𝐾НВ = 20;

𝐻𝐵 – твердость материала заготовки по Бринеллю;

𝐶1 = 0,086 + ;

𝐷 – диаметр заготовки;

𝑙 – длина образующей, по которой происходит контакт;

𝑛 = 0,7.

Требуется определить погрешность положения. Погрешность положения определяется по формуле:

(11)

где, εуэ – погрешность изготовления и сборки установочного элемента, зависит от точности изготовления УЭ, εуэ = 10 мкм;

εи – погрешность, связанная с износом установочных элементов, характеризует изменение положения базирующих поверхностей опор в результате их износа в процессе эксплуатации приспособления. Интенсивность износа зависит от их конструкции и размеров, материала, массы заготовки, состояния ее баз, а также установки заготовки в СП и снятия после обработки. Погрешность износа εи, определяется по формуле:

(12)

где, N – количество контактов (установок) заготовки с одной той же опорой (в данном случае принимает N = 4000), β – постоянная, зависящая от вида опор и условий контакта (в данном случае для призмы 𝛽 = 0.3 - 0.8. Принимаем 𝛽 = 0.5).

Тогда по формуле 12 требуется провести расчёт:

εс – погрешность установки и фиксации приспособления на станке, возникает в результате перемещений и перекосов корпуса приспособления на столе фрезерного станка. В серийном производстве, когда имеет место многократная периодическая смена приспособлений на станках, εс превращается в некомпенсируемую случайную величину, изменяющуюся в определенных пределах, εс составляет 10 мкм. По формуле 11 требуется провести расчёт.

= 34 мкм.

Тогда по формуле 10 требуется провести расчёт:

= 311 мкм.

Допускаемое значение погрешности установки рассчитывается по формуле:

𝜀удоп = 0,5 \* 𝛿𝑚 (13)

где, 𝛿𝑚 = 1,15 мм – допуск на получаемый на данной операции размер.

𝜀удоп = 0,5 \* 1150= 575мкм

Значение погрешности установки 𝜀у =311 мкм меньше допускаемого 𝜀удоп =575 мкм.

**Следовательно можно сделать вывод, что погрешность размера**

**240h14-1.15 будет выдержана.**

# Расчёт силы зажима

Схема действующих сил в приспособлении приведена на рисунке 4:

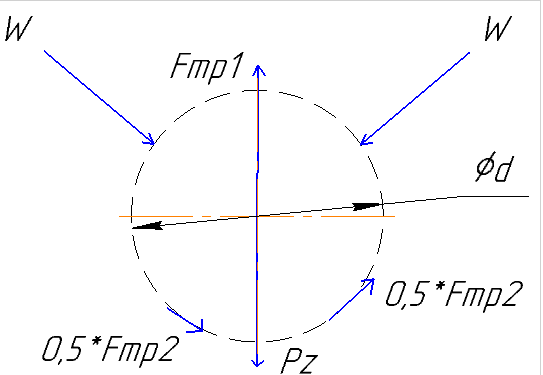


Рисунок 4 - Схема действующих сил

Заготовка может провернуться вдоль своей оси,

Составим уравнение моментов относительно оси детали:



Коэффициент запаса определяем по формуле:

К = К0 \* К1 \* К2 \* К3 \* К4 \* К5 \* К6.

где – гарантированный коэффициент запаса;

 – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовок;

 – коэффициент, учитывающий увеличения сил резания от прогрессирующего затупления инструмента;

– коэффициент, учитывающий увеличения сил резания при прерывистом резании;

– коэффициент, учитывающий постоянство сил зажима, развиваемых силовым приводом приспособления;

– коэффициент, учитывающий крутящие моменты, стремящиеся повернуть обрабатываемую деталь.

k=1.5\*1\*1.3\*1.2\*1\*1=2,3, принимаем k=2,3,тогда

**Расчет силового привода**

Расчет давления в гидроцилиндре:



*l1, l2, - плечи на прихвате*

*l1, = 100мм l2 = 120мм*



Расчет диаметра гидроцилиндра :



Принимая давление в цилиндре 4,9 МПА, получаем:

=71 мм

Выбираю цилиндр по ГОСТ 19899-74 №7019-0301 D = 80 мм.

Фактическая сила закрепления:

# Описание установочных элементов оснастки

Так как фрезерно-центровочная операция производиться на фрезерно-центровальном станке с ЧПУ, то предлагается специальное одноместное приспособление для фрезеровки торцов и сверловки центровальных отверстий в детали вал.

Приспособление состоит из основания, на нем закреплены две направляющие призмы , с закрепленными на них закаленными пластинами. Пластины закреплены с помощью винтов. На основание установлены два гидроцилиндра. Шток гидроцилиндра соединен с прихватом, на котором установлена призма.

Ориентация приспособления на столе осуществляется с помощью двух продольных направляющих. Закрепление осуществляется болтами через проушины в основании.

Наладку приспособления производить шаблону и методом пробной обработки детали.

Приспособление работает следующим образом. В начальном состоянии рычаги разведены. Рабочий устанавливает заготовку на призмы. Включается подача масла. Штоки выдвигаются и зажимают заготовку в призмах. Выполняется обработка заготовки. После окончания обработки осуществляется подача масла, что приводит к сдвигаю штоков и разведению призматических прихватов. Заготовка снимается с приспособления.

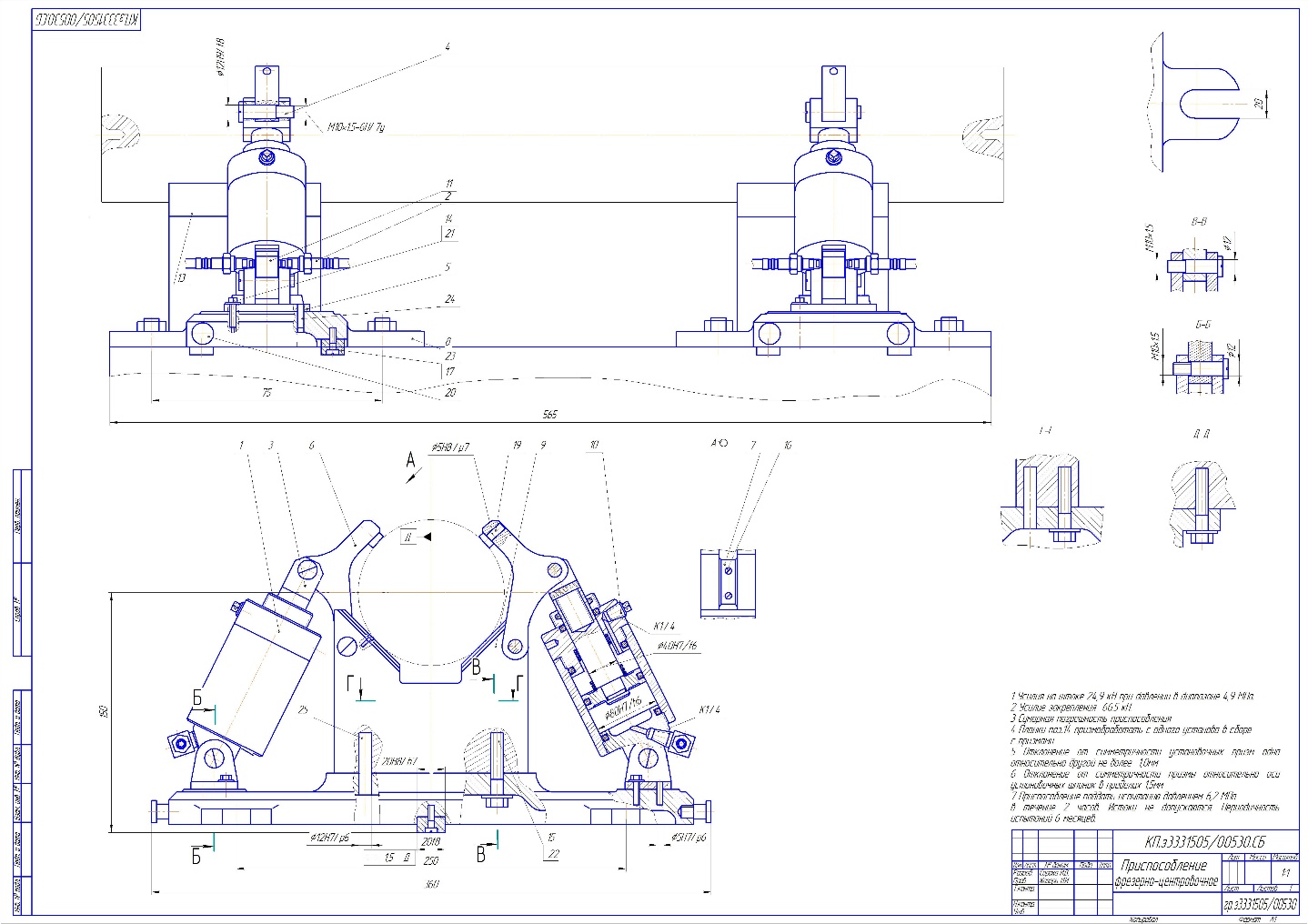
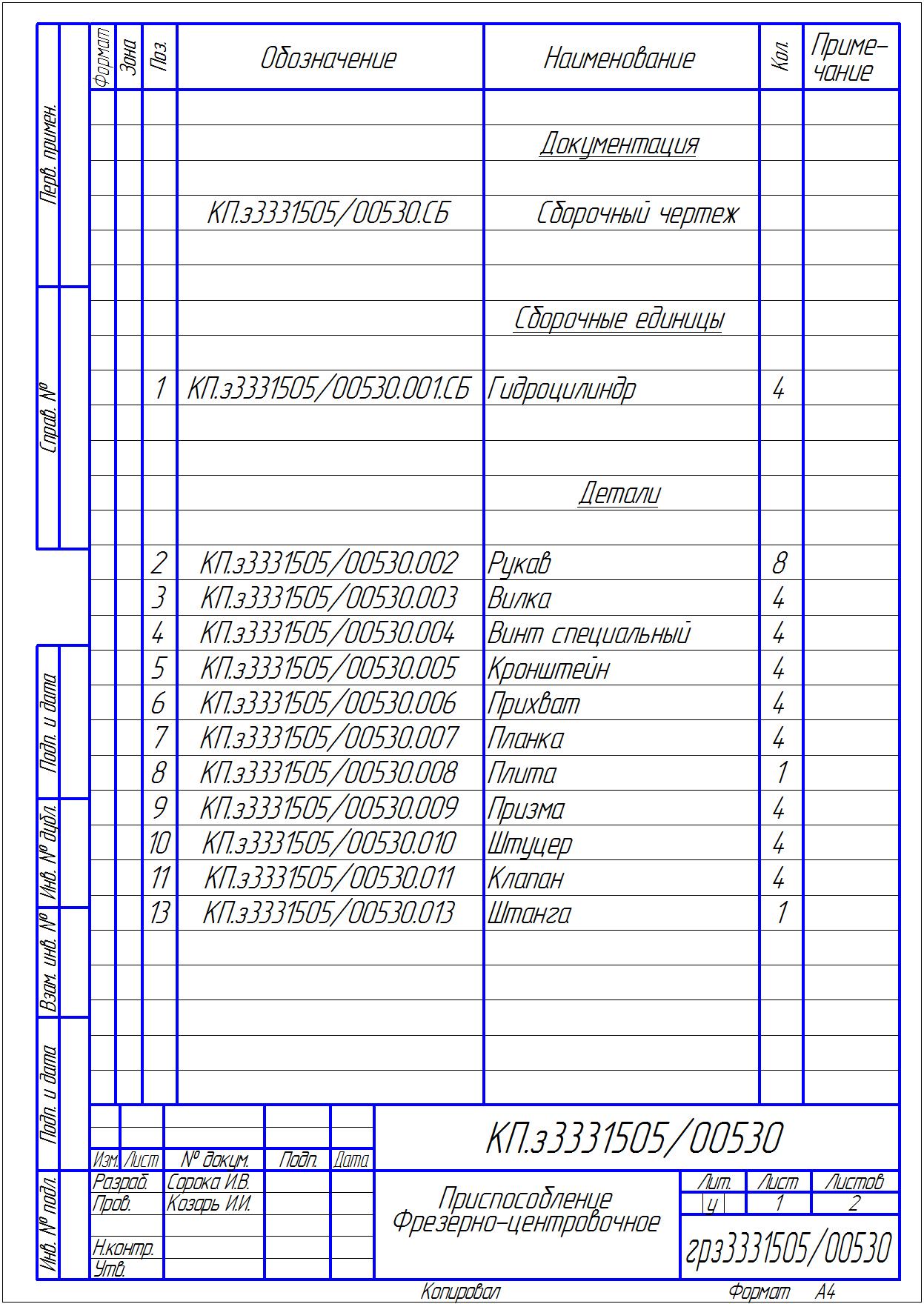


Рисунок 5 – Приспособление фрезерно-центровальное

На рисунке 6 указана спецификация фрезерно-центровального приспособления.



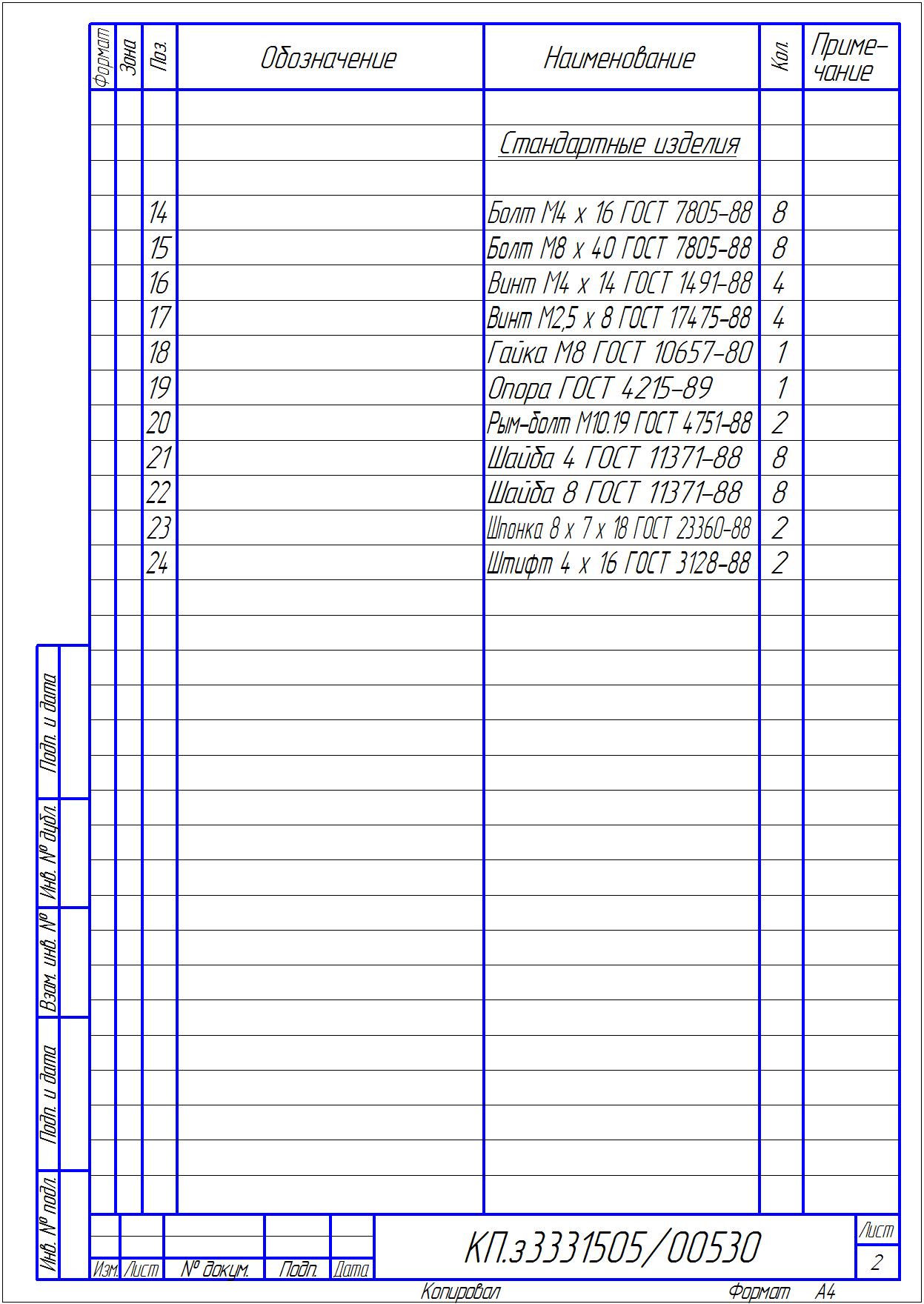


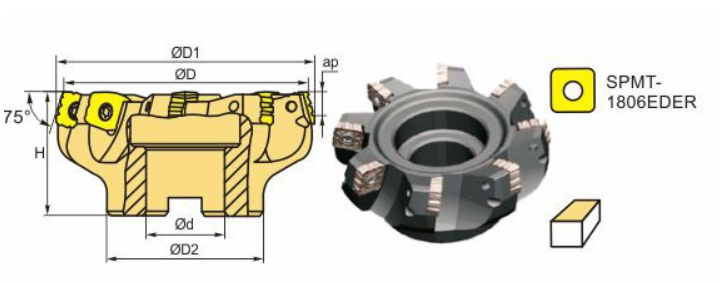
Рисунок 5 Спецификация фрезерно-центровального приспособления

# Выбор инструмента для фрезерования

**Обработка плоскости:**

[**Фреза торцевая**](https://mekkain.ru/katalog/metallorezhuschij-instrument/frezy/torcevye/) – это металлорежущий инструмент цилиндрической формы с большим количеством рабочих лезвий расположенных на торце и боковой части. При этом каждый зуб является отдельным резцом что позволяет, при высокой скорости вращения, производить чистовое фрезерование и получать высокое качество поверхности. Особенностью применения является поочередный контакт зубьев с материалом в процессе обработки и более высокая производительность в сравнении с цилиндрическими фрезами.

Фреза торцевая насадная со сменными пластинами по металлу для фрезерного станка. Угол в плане 75°. Диаметр - 63 мм. Для пластин SPMT-1806EDER



**Рисунок 6**- фреза торцевая со сменными пластинами

**Центровочные отверстия :**

Центровочное сверло, относящееся к категории режущих инструментов, предназначено для выполнения центрирующих отверстий перед операцией сверления в металлах черных и цветных, а также керамических, деревянных и других материалах, обладающих определенной степенью твердости. Кроме того, его используют при высверливании крепежных деталей, которые невозможно выкрутить отверткой. Применяют такие сверла разного диаметра на предприятиях промышленных, сельскохозяйственных, в строительстве и быту при изготовлении продукции разного назначения, проведении ремонтных работ и создании поделок своими руками.

Сверло центровочное:

d = Ø6,7 мм

L = 70 мм

l = 8,8 мм

D = Ø6,7 мм

D1 = Ø10 мм

На рисунке 7 представлено центровочное сверло.



**Рисунок 7**. Сверло центровочное

# Выбор станка

Для выполнения фрезерно-центровальной операции выбираем станок КС846. Фрезерование торцов, сверление центровых отверстий и обточка базовых шеек (при необходимости) производится за одну установку детали, что обеспечивает высокую точность баз для дальнейшей обработки.

Загрузка, фрезерование, центровка и выгрузка обрабатываемых деталей производится последовательно. Обрабатываемая деталь неподвижна, перемещения имеют фрезерные и сверлильные головки.

Приводы подач сверлильных и фрезерных шпинделей и зажима деталей, а также упоры заготовок - гидравлические.

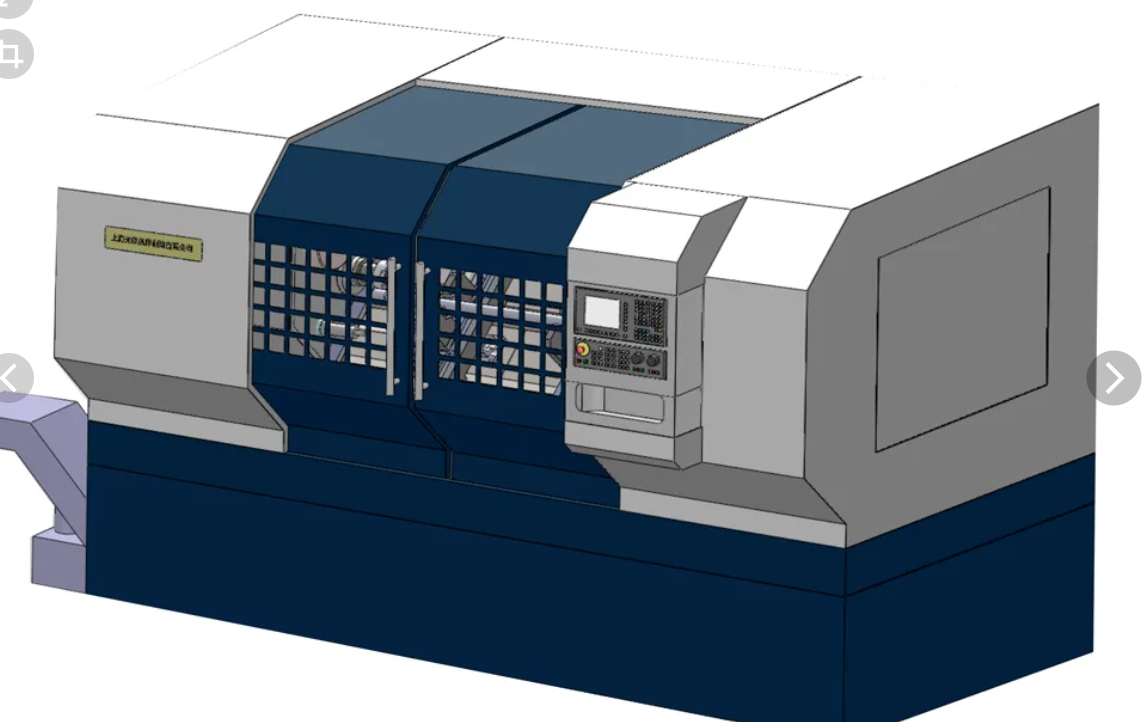


Рисунок 7 Фрезерно-центровочный станок с ЧПУ КС846.

# Характеристики станка фрезерно-центровочного КС846.

Технические характеристики указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики станка КС846

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Единица измерения** | **Параметры** |
| Пределы диаметров, устанавливаемых в тисках валов | мм | 20-160 |
| Пределы длин обрабатываемых деталей | мм | 100-500  100-1000  100-2000 |
| Диаметры применяемых центровочных сверл стандартных по ГОСТ14952-75 | мм | 3,15-10 тип A и R |
| Максимальный посадочный диаметр центровочного сверла | мм | 25 |
| Наибольший диаметр устанавливаемой фрезы | мм | 200 |
| Наибольший диаметр фрезеруемого торца | мм | 160 |
| Количество шпинделей | шт. | 4 |
| При использовании зубчатых приводов  Пределы частот вращения фрезерного шпинделя | об/мин. | 127-741 |
| Пределы частот вращения сверлильного шпинделя | об/мин. | 204-1600 |
| Количество скоростей сверлильного шпинделя | шт. | 6 |
| При использовании частотных приводов  Пределы бесступенчатых подач сверлильного шпинделя | мм/мин. | 200-800 |

Окончание таблицы 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Пределы бесступенчатых подач фрезерного шпинделя | мм/мин. | 20-1100 |
| Ход пиноли сверлильного шпинделя | мм | 100 |
| Наибольшее усиление зажима обрабатываемой детали | Н | 25500 |
| Наибольшее усиление подачи при фрезеровании | Н | 15000 |
| Количество электродвигателей | шт. | 36,39 |
| Общая мощность | кВт | 30 |
| Габариты станков |  |  |
| * длина * ширина * высота | мм | 3970...5470  1750  2000 |

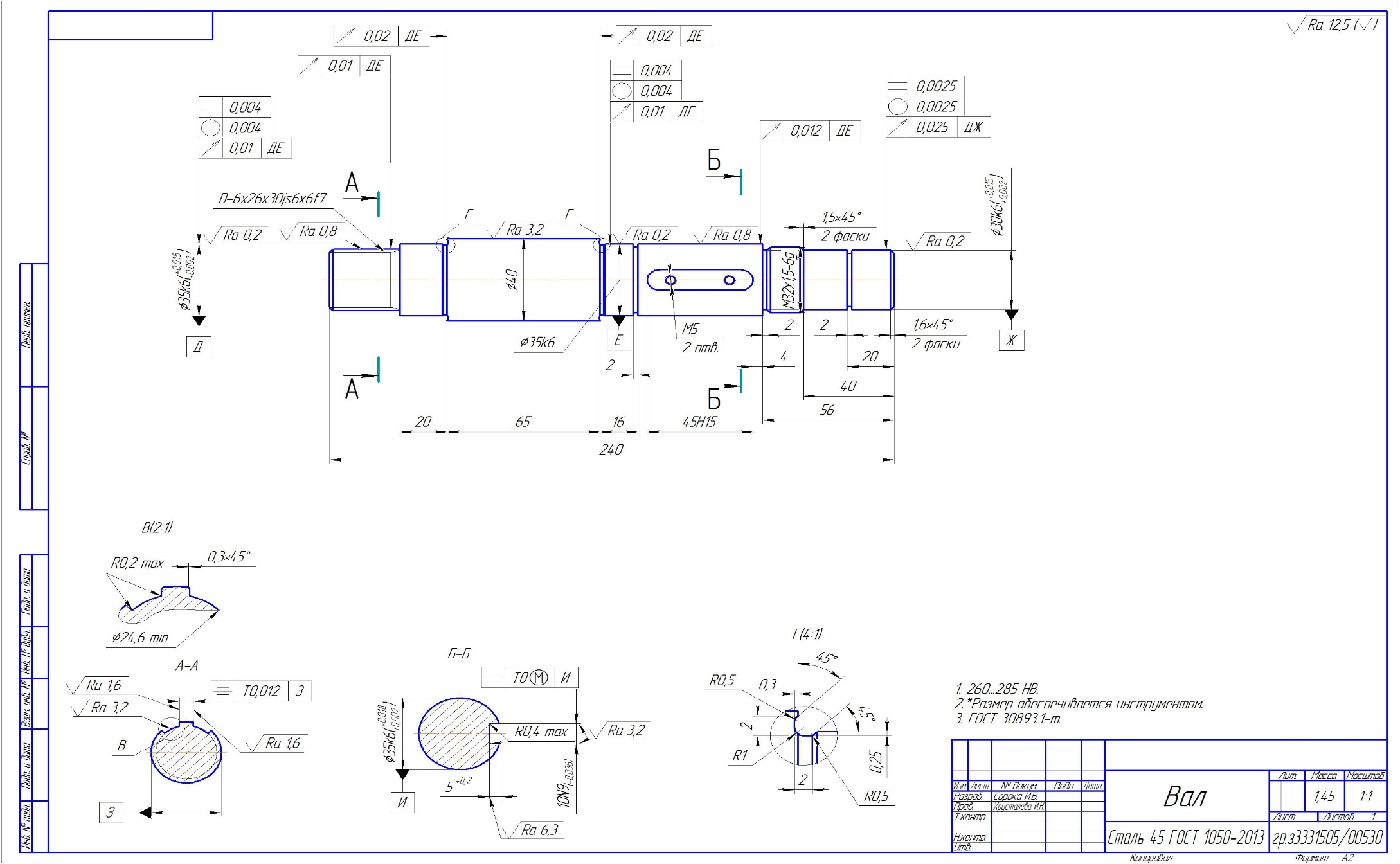
# Карта заказа

В таблице 2 указана карата заказа

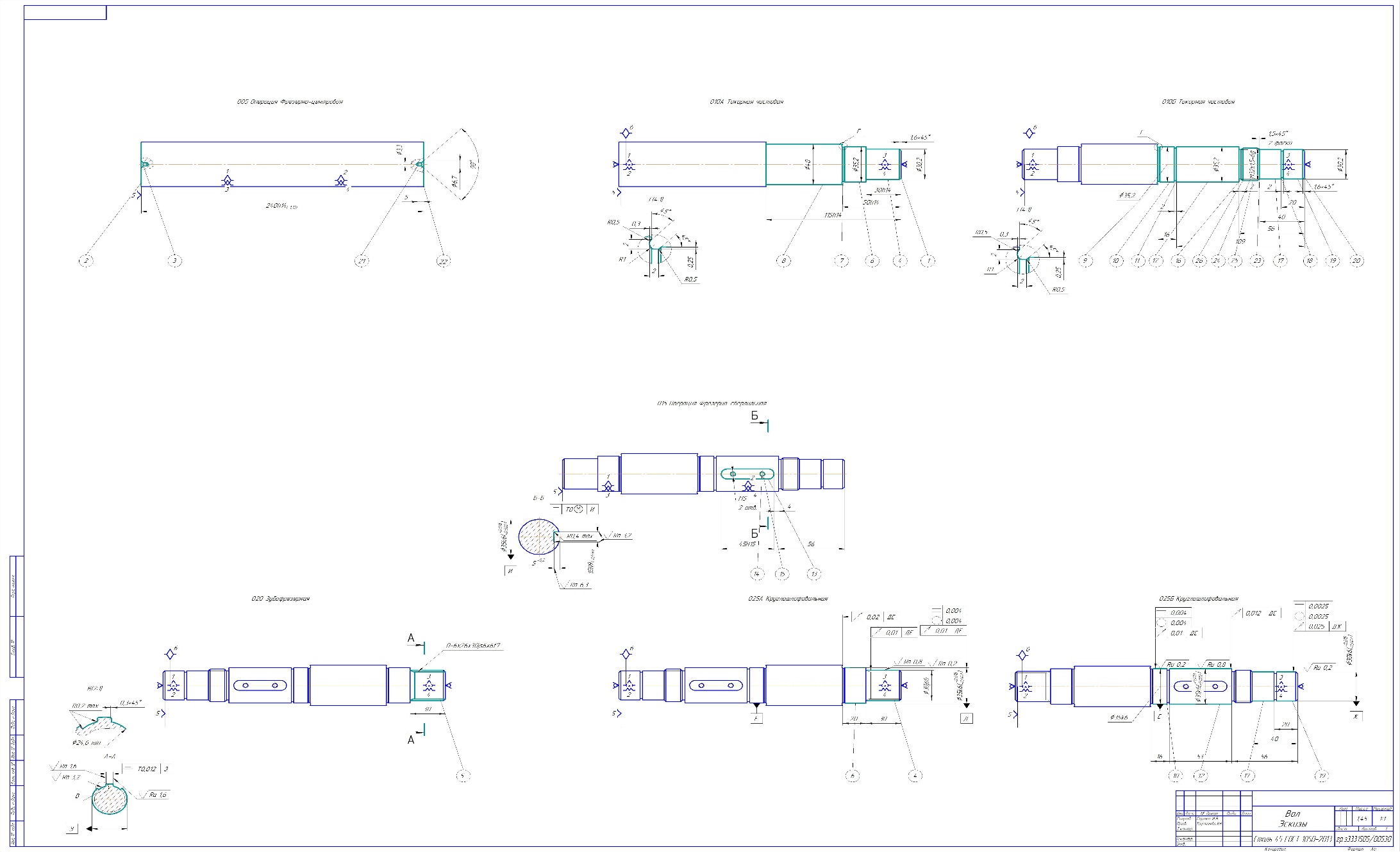
Таблица 2 – Карта заказа

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № детали | Изделие | | | № операции | | Срок проектирования | | | Срок изготовления | |
| 05255 | Вал | | | 005 | |  | | |  | |
| Исходные данные для проектирования | | | | | | | | | | |
| Станок | Специальный фрезерноцентровально-обточной станок КС-846 | | | | |  | | | | |
| Габариты:3970×1750×2000м | | | | |
| Пределы подач - 0,2-2,5 | | | | |
| Lmax обраб.дет.: 1000 мм  Dmax устанавл. дет.: 160 мм | | | | |
| Мощность электродвигателя -11кВт | | | | |
| Режущий инструмент | 1. Плоскость  Фреза торцевая  (z=6) Ø63 мм с пластинами SPMT-1806EDER | | 2.Сверло центровочное:  d = Ø6,7 мм | | |
| Режимы резания | *v=39,8м/мин*  *n=600об/мин*  S*=0,3 мм/зуб*  *t=3мм* | | | *v=24м/мин*  *n=1142об/мин*  S*=0,14мм/об*  *t=3,35мм* | |
| Силы и мощность резания |  | | | | | Допустимые погрешности установки | |  | | |
| Ожидаемый технико-экономический эффект от применения проектируемой оснастки: повышение производительности операции Сверление | | | | | | | | | | |
| Технолог | | Нач. тех. бюро | | | Главн. технолог | | Конструктор | | | Нач. КБ ОГТ |
|  | |  | | |  | |  | | |  |

# Приложение А - чертёж детали «Вал»



# Приложение Б – операции на валу



# Заключение

В результате выполнения курсовой работы было разработано станочное приспособление «Фрезерно-центровальное», предназначенное для базирования и закрепления детали «Вал» на фрезерно-центровой операции. Данное приспособление позволяет закреплять заготовки различной конфигурации, различных размеров за счет сменных установочных элементов. Экономически выгодно применять в серийном и массовом производстве.

# Список литературы

1.Справочник технолога – машиностроителя. Т2/ под редакцией   
А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, М.: Машиностроение, 1986.

2.Технология машиностроения. Часть I: Учеб. Пособие / Э.Л. Жуков,   
И.И. Козарь, Б.Я. Розовский, В.В. Дягтерев, А.М. Соловейчик; под ред.   
С.Л. Муракшина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2005, 190с.

3.Справочник конструктора-машиностроения: в 3-х.т. / Анурьев В.И.- 9-е изд., перераб. И доп./ под ред И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006.

4.Технология машиностроения. Часть II: Учеб. Пособие / Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, Б.Я. Розовский, В.В. Дягтерев, А.М. Соловейчик; Под ред. С.Л. Муракшина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008, 498 с.

5.Технология машиностроения. Часть III: Учеб. Пособие / Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, Б.Я. Розовский, В.В. Дягтерев, А.М. Соловейчик; Под ред. С.Л. Муракшина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008, 59с.

6.Приспособление для металлорежущих станков. М.А. Ансеров, 1975,   
651 с.