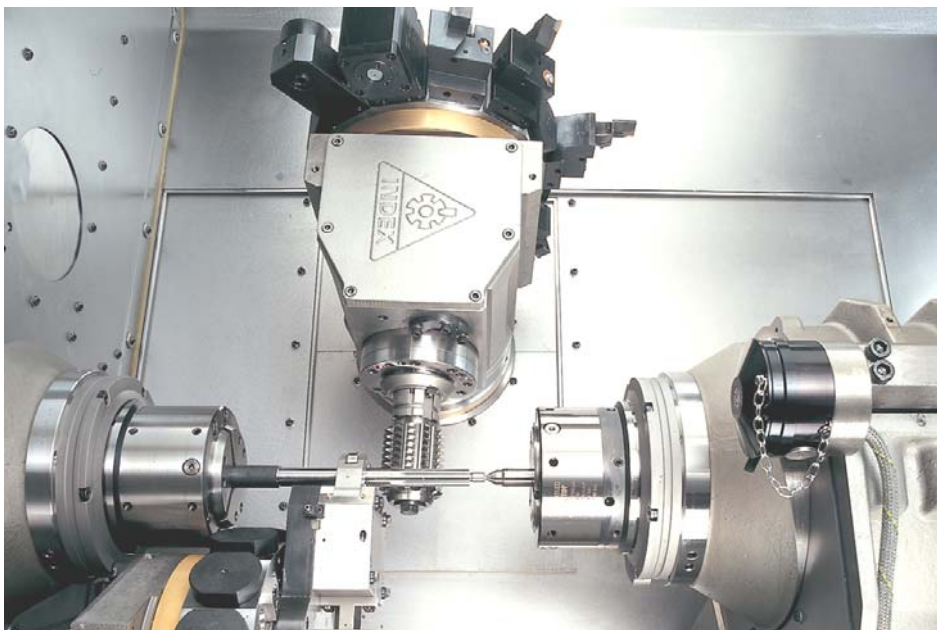


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра технологии машиностроения,  
металлорежущих станков и инструментов

## **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Методические указания  
к выполнению контрольной работы  
для студентов специальностей 150202, 280101



Курган 2011

Кафедра: «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»

Дисциплина: «Основы технологии машиностроения»  
(специальность 150202, 280101).

Составили: канд. техн. наук, проф. Ю.И. МОЙСЕЕВ,  
канд. техн. наук, доцент Ф.Н. САЛАХОВ

Утверждены на заседании кафедры «25» ноября 2010 г.

Рекомендованы методическим советом университета «3» декабря 2010 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Содержание и объем работы.....	4
2 Указания к выполнению разделов работы.....	4
2.1 Выбор заготовки .....	4
2.2 Разработка маршрутного технологического процесса изготовления детали .....	6
2.3 Выбор основного технологического оборудования .....	7
2.4 Разработка последовательности и содержания вспомогательных и технологических переходов .....	8
2.5 Определение режимов резания.....	10
2.6 Техническое нормирование технологической операции .....	11
Список литературы .....	12
Приложения .....	14

# 1 СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ РАБОТЫ

Заданием предусматривается разработка маршрутного технологического процесса изготовления детали и одной технологической операции механической обработки для условий *серийного автоматизированного производства*.

В качестве исходных данных преподаватель выдает студенту рабочий чертеж детали и задает годовой объем выпуска (приложение А). По согласованию с преподавателем допускается использование заводских чертежей деталей.

Работа оформляется в виде расчетно-пояснительной записки, которая должна содержать расчеты, выполненные в соответствии с заданием, необходимые обоснования и пояснения по принимаемым решениям. Записка брошюруется из листов писчей бумаги формата А4 и включает титульный лист (приложение Б), введение, основную часть, библиографический список, содержание. Текст основной части делится на разделы, которые при необходимости разбиваются на подразделы, пункты и подпункты.

Во введении следует кратко отметить основные проблемы машиностроения при серийном производстве изделий и пути их решения. В конце введения следует обязательно выделить цели и задачи, решаемые в данной работе. Объем введения – не более 1 с.

Структура основной части работы включает следующие разделы и подразделы:

- 1 Выбор заготовки.
- 2 Проектирование маршрутного технологического процесса изготовления детали.
- 3 Разработка структуры технологической операции.
  - 3.1 Выбор основного технологического оборудования.
  - 3.2 Определение последовательности и содержания вспомогательных и технологических переходов.
  - 3.3 Расчет режимов резания.
  - 3.4 Техническое нормирование технологической операции

## 2 УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ РАБОТЫ

### 2.1 Выбор заготовки

От грамотного выбора вида исходной заготовки и метода ее получения зависит технология изготовления детали, в конечном итоге – трудоемкость и себестоимость ее изготовления.

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние материал детали, конфигурация и размеры детали, тип производства.

Классификация различных методов получения заготовок в машиностроении представлена на рисунке 1 [11]. Так, заготовки из материалов с хорошими литейными свойствами (серый чугун, литейные стали и цветные

сплавы) получают различными способами литья. Способами пластического деформирования получают заготовки из пластичных материалов (большинство сталей, многие цветные сплавы).

С одной стороны, при выборе заготовки необходимо стремиться к максимально возможному приближению ее формы и размеров к форме и размерам готовой детали (особенно в крупносерийном и массовом производстве). При этом существенно уменьшается объем механической обработки. С другой стороны, повышение сложности и точности заготовки неизбежно приводит к значительному увеличению ее стоимости. Поэтому в единичном и мелкосерийном производстве обычно используются более простые и дешевые заготовки (например, отливки в песчано-глинистые формы) и, наоборот, в крупносерийном и массовом производстве предпочтение отдается точным и дорогим заготовкам (например, отливкам, полученным литьем под давлением). Таким образом, окончательное решение по выбору заготовки должно приниматься после комплексного анализа стоимости получения заготовки и затрат на механическую обработку. Предварительной оценкой выбора заготовки может служить коэффициент использования материала.



Рисунок 1 – Классификация методов получения заготовок

В контрольной работе следует обоснованно выбрать метод и способ получения заготовки. Общие рекомендации по выбору заготовок приведены в технической литературе [1; 2; 11; 12; 14].

## 2.2 Разработка маршрутного технологического процесса изготовления детали

При проектировании маршрутной технологии решаются и обосновываются следующие вопросы:

1. Выбор технологических баз, обеспечивающих требуемую точность и качество обрабатываемых поверхностей, рациональную конструкцию станочных приспособлений, производительность механической обработки.

2. Определение содержания и последовательности выполнения технологических операций.

3. Выбор средств технологического оснащения операций (оборудования, приспособлений, режущих и измерительных инструментов).

*Последовательность изготовления детали в самом общем случае можно представить в виде следующих этапов:*

- а) обработка поверхностей, служащих в качестве постоянных технологических баз;*
- б) черновая и чистовая обработка основных поверхностей (плоскостей, отверстий и т.п.);*
- в) обработка второстепенных поверхностей (например, шпоночных пазов, крепежных отверстий и т.п.);*
- г) выполнение химико-термической обработки (при ее необходимости);*
- д) отделочная обработка основных поверхностей с повышенными требованиями по точности и качеству.*

В маршрут включаются не только операции механической обработки, но и такие операции, как моечные, термические, слесарные, контрольные.

Использование станка с ЧПУ для выполнения одного-двух технологических переходов почти всегда нецелесообразно ввиду низкого коэффициента загрузки. Поэтому, при разработке маршрутного технологического процесса изготовления детали, необходимо ориентироваться на **максимальное соблюдение принципа концентрации операций и переходов**. При этом резко уменьшается число установов заготовки, повышается точность и производительность обработки, наиболее полно используются технологические возможности станков, существенно сокращается количество рабочих мест, повышается загрузка дорогостоящих станков с ЧПУ и эффективность их использования. Так, при использовании станков с ЧПУ типа обрабатывающий центр весь технологический процесс механической обработки даже сложной детали часто сводится к одной или нескольким операциям.

Общие рекомендации по проектированию технологических процессов приведены в учебном пособии [16], справочниках [3; 12; 14], методических указаниях к выполнению курсовой работы [17].

Оформление маршрутного технологического процесса изготовления детали рекомендуется проводить в виде таблицы 1.

Далее производится подробная разработка одной операции механической обработки, выполняемой на станке с ЧПУ. Выбранная операция должна включать не менее трех технологических переходов.

Таблица 1 - Маршрутный технологический процесс изготовления фланца

Номер и наименование технологической операции	Перечень обрабатываемых поверхностей	Технологические базы	Оборудование
00. Заготовительная	Литье в металлическую форму (кокиль)		
05. Токарная с ЧПУ	Подрезание торцев 1, 2, черновое и чистовое точение поверхностей 3, 4, 5, 6, прорезание канавки 7, черновое и чистовое растачивание отверстий 8, 9	Наружная цилиндрическая поверхность и прилегающий торец	Токарный станок с ЧПУ модели 160НТ
и т.д.			

### 2.3 Выбор основного технологического оборудования

Основное технологическое оборудование в автоматизированном производстве должно удовлетворять ряду требований:

- высокий уровень автоматизации основных и вспомогательных операций;
- широкие технологические возможности, способствующие реализации принципов концентрации и комплексности (завершенности) производственного цикла;
- возможность быстрой автоматизированной переналадки при смене объектов производства;
- обеспечение необходимой производительности и качества изготовления изделий;
- высокая экономичность, эксплуатационная и технологическая надежность.

Наиболее полно перечисленным требованиям удовлетворяет оборудование с ЧПУ и, прежде всего, многоцелевые станки – обрабатывающие центры.

***При выборе конкретной модели станка следует учитывать следующие рекомендации:***

- соответствие схемы построения операции обработки детали технологическим возможностям станка;
- соответствие габаритных размеров заготовки размерам рабочей зоны станка;

- соответствие точности и качества обрабатываемой детали точностным параметрам станка;
- соответствие оптимальных режимов и производительности обработки мощности, жесткости и производительности станка.

Таким образом, эффективное использование станков будет получено при соответствии конструктивно-технологических параметров обрабатываемых деталей техническим характеристикам станков. В этом случае наиболее рационально будут использованы мощность главного привода, жесткость, точность и другие показатели станков.

Например, для токарной обработки втулки диаметром 140 мм и длиной 75 мм можно выбрать токарный полуавтомат модели 160НТ Стерлитамакского станкостроительного завода с наибольшими размерами точения в патроне: диаметр – 200 мм, длина – 120 мм. Для токарной обработки вала диаметром 80 мм и длиной 400 мм целесообразно принять токарный патронно-центральной полуавтомат модели МК7601 ОАО «Красный пролетарий» с наибольшим диаметром обрабатываемой заготовки над суппортом 160 мм и наибольшей длиной 450 мм или станок 1715 Рязанского станкостроительного завода с наибольшим диаметром обрабатываемой заготовки над суппортом 210 мм и наибольшей длиной заготовки 500 мм.

Для многопереходной обработки с нескольких сторон сложной корпусной детали с габаритными размерами 450×320×180 мм можно принять многоцелевой сверлильно-фрезерно-расточной станок 500Н Стерлитамакского станкостроительного завода с рабочей поверхностью стола Ø500 мм и магазином на 32 инструмента. Обработку несложной корпусной детали тех же габаритных размеров с одной стороны и при малом количестве технологических переходов более экономично вести на вертикально-фрезерном станке модели МА-655А14 Савеловского машиностроительного завода с размерами стола 500×1250 мм и револьверной головкой на 8 позиций.

Для выбора современных моделей станков рекомендуется использовать справочные пособия [4; 5], а также электронный вариант сборника технических характеристик централизованно выпускаемых отечественных станков, имеющийся на кафедре.

***В работе необходимо привести основные данные из технической характеристики станка, подтверждающие оптимальность выбора принятой модели.***

## **2.4 Разработка последовательности и содержания вспомогательных и технологических переходов**

При определении числа технологических переходов следует исходить из технологических возможностей метода обработки с точки зрения достигаемых точности и качества поверхностей. Например, нельзя сразу после сверления производить развертывание, вначале нужно выполнить зенкерование. Параметры точности и шероховатости для различных методов обработки приведены в таблице 2 [16].



После выбора окончательного метода обработки поверхностей устанавливаются методы предшествующей обработки; при этом можно использовать типовые схемы. Так, для обеспечения точности 7 - 8 квалитета применяются схемы: «сверление + зенкерование + развертывание» (мелкие отверстия, обычно диаметром до 12-16 мм) или «черновое растачивание + чистовое растачивание + тонкое растачивание» (крупные отверстия).

Таблица 2 - Экономически целесообразные точность и шероховатость поверхности при различных видах обработки

Вид обработки	Квалитет точности обработки	Шероховатость поверхности Ra, мкм
Обтачивание:		
черновое	14...12	50...25
получистовое	13...11	25...12,5
чистовое	10...8	12,5...6,3
тонкое	8...6	1,25...0,63
Растачивание:		
черновое	13...11	25...12,5
чистовое	10...8	12,5...6,3
тонкое	8...6	1,25...0,63
Фрезерование:		
черновое	13...11	25...12,5
чистовое	10...8	6,3...1,25
Сверление	13...11	25...12,5
Зенкерование	11...10	25...6,3
Развертывание:		
черновое	10...8	3,2...1,6
чистовое	8...7	1,25...0,63
Протягивание:		
черновое	11...10	3,2...1,6
чистовое	9...7	1,25...0,63
Шлифование:		
черновое	10...8	2,5...1,25
чистовое	8...6	1,25...0,63
Хонингование:		
черновое	9...7	2,5...0,63
чистовое	7...6	0,63...0,08
Суперфиниширование	6...5	0,63...0,16
Притирка	7...5	0,63...0,04
Полирование	7...5	0,63...0,02
Обкатывание, алмазное выглаживание	9...6	1,25...0,16

Для наглядного представления схемы построения технологической операции следует в определенном масштабе изобразить операционный эскиз обработки детали. На нем показываются:

а) обрабатываемая деталь в рабочем положении на станке (в необходимых проекциях);

б) утолщенными линиями выделяются обрабатываемые на данной операции поверхности, а также указываются размеры, предельные отклонения и шероховатость поверхностей, обеспечиваемые при выполнении данной операции;

в) базирование и закрепление детали с обозначением опор, установочных элементов и зажимных устройств условными знаками по ГОСТ 3.1107-81 [12; 14; 16].

Пример оформления операционного эскиза технологической операции приведен в приложении 3.

## 2.5 Определение режимов резания

При назначении режимов резания учитывается характер обработки, тип и геометрия инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и технологические возможности оборудования.

Элементы режима резания устанавливаются в следующей последовательности:

- определяется глубина резания  $t$  (в зависимости от величины припуска на обработку);
- выбирается подача  $S$  (максимально возможная при черновой обработке; при чистовой обработке – в зависимости от требований по точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей);
- рассчитывается скорость резания  $V$  (по эмпирическим зависимостям, либо по табличным данным);
- определяется частота вращения шпинделя станка  $n$ , которая при необходимости корректируется по паспортным данным станка (если станок не имеет бесступенчатого регулирования частоты);
- уточняется скорость резания  $V$  по принятой частоте вращения шпинделя  $n$ ;
- проверяется возможность осуществления режимов обработки, для чего определяется сила резания  $P$  самого нагруженного перехода, далее - мощность  $N$ , которая сравнивается с мощностью главного привода станка.

В записке следует привести расчет режимов резания для *двух разнотипных* технологических переходов. Методика определения режимов резания при обработке на станках различных типов достаточно подробно изложена в технической литературе [2; 6; 8; 9; 10; 13; 15].

Данные расчета сводятся в таблицу (пример оформления представлен в таблице 3).

Таблица 3 - Режимы резания для технологической операции  
05 – Токарная с ЧПУ

Технологический переход	Расчетная ширина или диаметр, мм	Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>
1 Подрезать торец 1	120	3	0,2	140	370
2 Точить поверхности 2, 3, 4, 5 начерно	130	2,5	0,4	185	450
3 Сверлить отв. Ø 20	20	10	0,1	24	380

## 2.6 Техническое нормирование технологической операции

Целью технического нормирования является определение штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{нз}}{n},$$

$$T_{шт} = T_o + T_в + T_{обс} + T_{отл},$$

где  $T_{шт}$  - штучное время выполнения операции;

$T_{нз}$  - подготовительно-заключительное время для обработки партии деталей в  $n$  штук;

$T_o$  - основное время операции, определяемое по каждому технологическому переходу расчетным путем в зависимости от длины рабочего хода и минутной подачи;

$T_в$  - вспомогательное время операции;

$T_{обс}$  - время технического и организационного обслуживания рабочего места, определяемое в процентах от оперативного (суммы основного и вспомогательного) времени;

$T_{отл}$  - время перерывов на отдых и личные потребности, также определяемое в процентах от оперативного времени.

В записке приводится подробный расчет основного времени по тем же переходам, для которых определялись режимы резания, по формулам, приведенным в технической литературе [2; 6; 16].

Вспомогательное время в общем случае включает время на установку и снятие обрабатываемой детали, время, связанное с выполнением технологических переходов, и время на контрольные измерения и определяется по нормативам [7; 8].

При определении оперативного времени выполнения технологической операции учитывается только неперекрываемое основное и вспомогательное время выполнения переходов. Так, если измерение детали проводится

оператором во время выполнения автоматического цикла на станке с ЧПУ (что почти всегда имеет место), то время на контрольные измерения не включается в оперативное время операции. Другой пример. Если на токарном двухшпиндельном полуавтомате с ЧПУ обработка ведется одновременно на обоих шпинделях, то продолжительность операции будет определяться наибольшим временем обработки детали на одном из них.

Определение времени на обслуживание рабочего места, подготовительно-заключительного времени, времени регламентированных перерывов на отдых и личные потребности также производится по общемашиностроительным нормативам [7; 8].

### Список литературы

- 1 Афонькин М.Г., Магницкая М.В. Производство заготовок в машиностроении. – Л.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
- 2 Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 464 с.
- 3 Гжиров Р.И., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1990. – 588 с.
- 4 Давыдова М.В., Михалев А.М., Моисеев Ю.И. Технические характеристики металлообрабатывающих станков с ЧПУ: Станки токарной группы: Справочное пособие. – Курган: Изд-во КГУ, 2010. - 84 с.
- 5 Давыдова М.В., Михалев А.М., Моисеев Ю.И. Технические характеристики металлообрабатывающих станков с ЧПУ: Фрезерные станки, обрабатывающие центра сверлильно-фрезерно-расточной группы: Справочное пособие. – Курган: Изд-во КГУ, 2010. - 128 с.
- 6 Обработка металлов резанием: Справочник технолога / Под общ. ред. А.А.Панова. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.
- 7 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ: Серийное производство. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 с.
- 8 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением: В 2 ч. Ч. 1. – М.: Экономика, 1990. – 206 с.
- 9 Локтев А.Д. и др. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: В 2 т. – М.: Машиностроение, 1991. – Т. 1 – 640 с.; Т. 2. - 304 с.
- 10 Баранчиков В.И. и др. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 399 с.
- 11 Рогов В.А., Расторгуев Г.А., Позняк Г.Г. Выбор метода получения заготовок в машиностроении // Технология машиностроения. – 2008. – №12. – С. 7 – 10.
- 12 Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.

- 13 Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т. 2 / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.
- 14 Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т. 1 / Под ред. А.М.Дальского и др. – М.: Машиностроение, 2003. – 912 с.
- 15 Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т. 2 / Под ред. А.М.Дальского и др. – М.: Машиностроение, 2003. - 944 с.
- 16 Пашкевич М.Ф. и др. Технология машиностроения: Учеб. пособие / Под ред. М.Ф.Пашкевича. – Минск: Новое знание, 2008. – 478 с.
- 17 Технология машиностроения: Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения». – Курган: Изд-во КГУ, 2004. – 37 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

#### **ЗАДАНИЕ**

#### ***к контрольной работе по основам технологии машиностроения «Разработка технологического процесса изготовления детали»***

Группа ..... Специальность 150202 - Оборудование и технология сварочного производства

или

280101– Безопасность жизнедеятельности в техносфере

Фамилия, имя, отчество студента

#### Исходные данные:

Наименование детали (чертеж прилагается)

Годовой объем  
выпуска, шт.

- 1 Обосновать выбор наиболее рационального метода получения заготовки.
- 2 Составить маршрутный технологический процесс изготовления детали.
- 3 Разработать структуру и содержание одной из технологических операций, выполняемой на станке с числовым программным управлением:
  - 3.1 Изобразить операционный эскиз обработки детали с выделением обрабатываемых поверхностей, указанием технологических баз, простановкой размеров с отклонениями и шероховатости поверхностей, обеспечиваемых на данной технологической операции.
  - 3.2 Обосновать выбор модели станка.
  - 3.3 Записать последовательность выполнения технологических и вспомогательных переходов.
  - 3.4 Рассчитать режимы резания на два технологических перехода.
  - 3.5 Определить норму штучно-калькуляционного времени выполнения технологической операции.

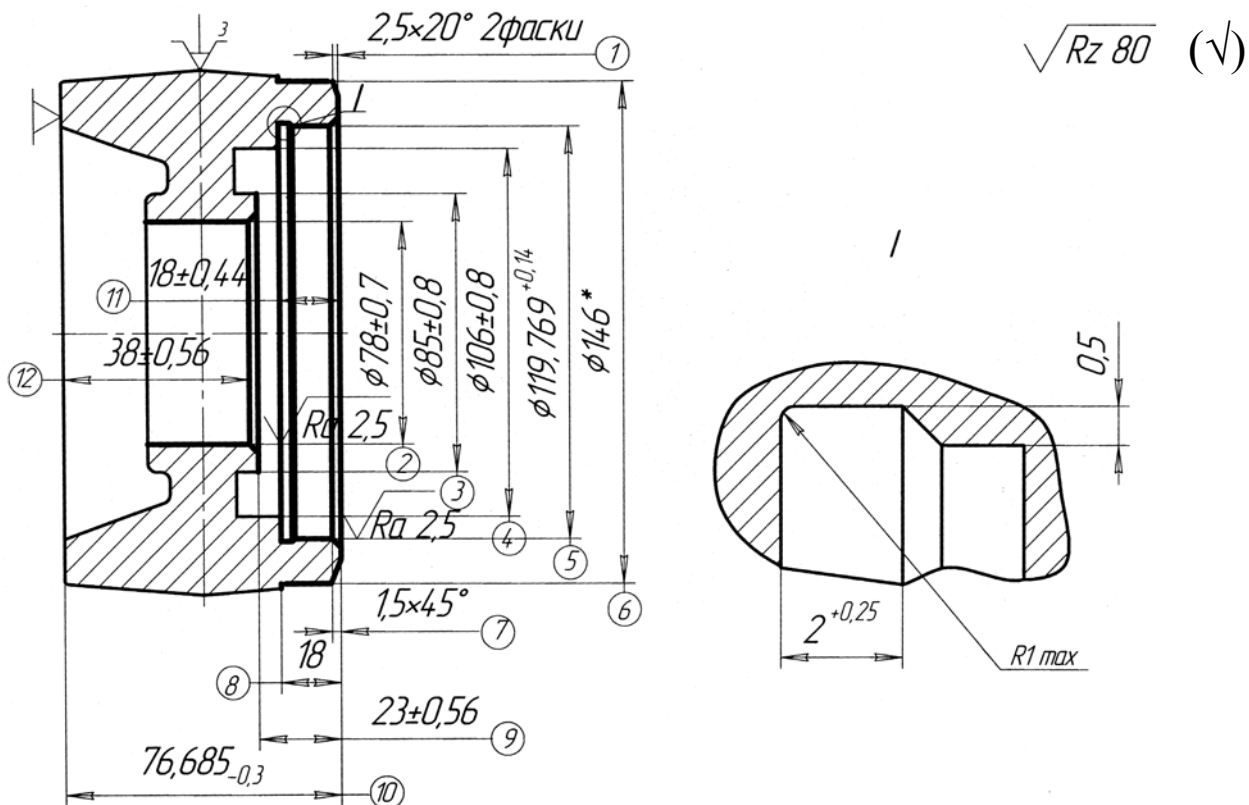
Преподаватель ..... (.....)

Подпись

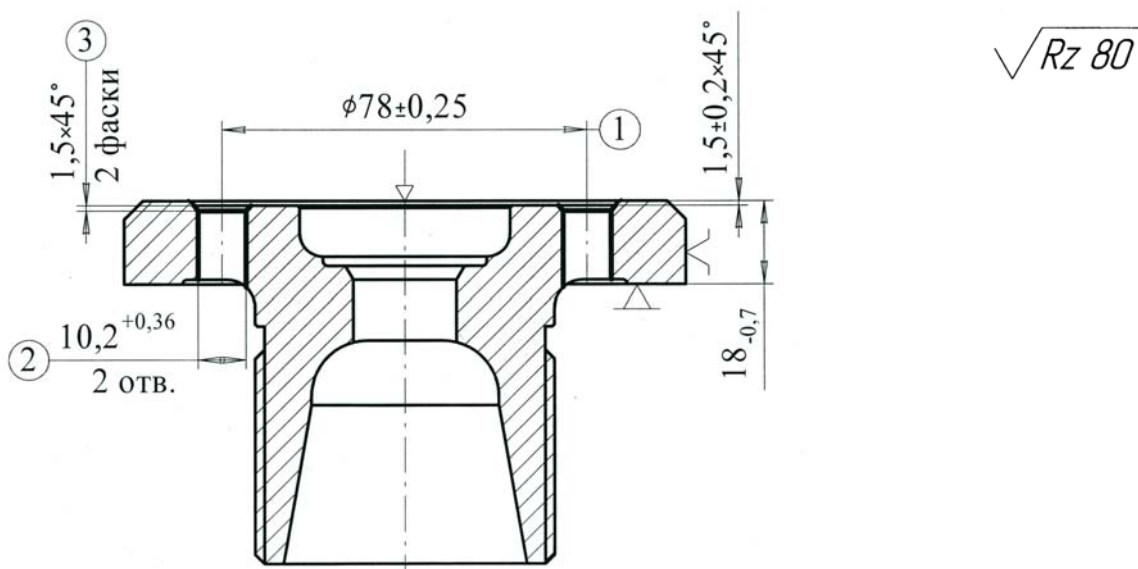
Фамилия, и.о.



Приложение В  
Примеры оформления операционного эскиза



Операционный эскиз на токарную операцию



Операционный эскиз на фрезерную операцию



Моисеев Юрий Иванович  
Салахов Федор Нажмутдинович

## **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Методические указания  
к выполнению контрольной работы  
для студентов специальностей 150202, 280101

Редактор Е.А.Устюгова

---

Подписано в печать  
Печать трафаретная  
Заказ

Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 1,25  
Тираж 75

Бумага тип. №1  
Уч.-изд. л. 1,25  
Цена свободная

---

Редакционно-издательский центр КГУ.  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.