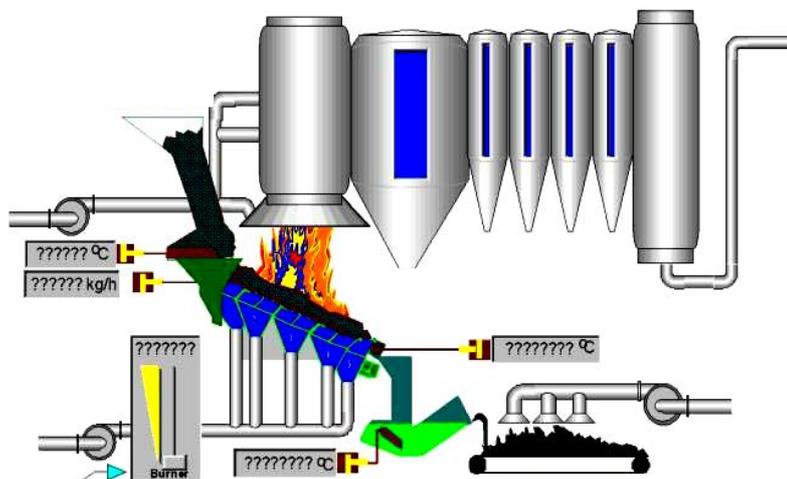


Ю.И. Сулимов

СТАНКИ С ЧПУ

РУКОВОДСТВО ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ



ТОМСК – 2007

Федеральное агентство по образованию

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ПрЭ

_____ А.В. Кобзев

СТАНКИ С ЧПУ

**Руководство к организации самостоятельной работы
для студентов специальности 210106**

**Разработчик
доцент**

_____ Сулимов Ю.И.

«_____» апреля 2007 г.

2007

СОДЕРЖАНИЕ

Список использованных сокращений	3
1 Программа лекционного курса.....	4
2 Контрольные этапы и максимальный рейтинг.....	6
3 Список рекомендуемой литературы	8
4 Индивидуальное задание № 1	9
5 Индивидуальное задание № 2	12
6 Список рефератов.....	14
7 Творческое задание	16
8 Пример творческого задания.....	19
9 Варианты творческих заданий	20
10 Вопросы к выполнению контрольных работ.....	21
Приложение	22

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

СЧПУ — система числового программного управления

ГПМ — гибкий производственный модуль

ГПС — гибкая производственная система

ДГД — двигатель главного движения

ТОУ — технологический объект управления

ЛСУ — локальная система управления

СОЖ — система охлаждающей жидкости

АКС — автоматическая коробка скоростей

1 ПРОГРАММА ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

1.1 Основы технологии обработки металлов

Общие понятия об единой системе допусков и посадок. Обозначение параметров шероховатости поверхностей. Режущий инструмент. Основы технологии резания. Режимы резания. Операционные технологические процессы. Определение траекторий движения режущих инструментов. Расчетно-технологическая карта и карта наладки станка с ЧПУ. Кодирование и нанесение информации на программноноситель. Кодирование. Формат. Кадр программы.

1.2 Типы станков и основные органы управления

Токарные станки. Многорезцовые токарные станки. Токарно-затыловочный станок. Токарно-карусельный станок. Лобовые станки. Токарно-винторезные станки.

1.3 Системные принципы построения ЧПУ

Основные определения и классификация станков с ЧПУ. Позиционные устройства ЧПУ. Контурные прямоугольные системы ЧПУ. Контурные криволинейные системы ЧПУ. Цикловые системы программного управления. Деление станков по степени специализации.

1.4 Системы управления с перфолентами и магнитными лентами

Позиционные системы программного управления по точкам. Позиционные системы программного управления по отрезкам прямых. Контурные системы программного управления. Системы программного управления с возможностью самонастройки.

1.5 Характеристики станков с ЧПУ

Токарные станки с ЧПУ. Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3. Токарный станок модели 16К20Т1. Настройка токарных станков с ЧПУ. Фрезерные станки с ЧПУ. Консольный вертикально-фрезерный станок модели 6Р13Ф3 с ЧПУ. Органы управления станком 6Р13Ф3, режимы работы станка. Ввод коррекции положения режущего инструмента. Правила обслуживания и настройки фрезерных станков с ЧПУ. Сверлильные и расточные станки с ЧПУ. Сверлильные станки модели 2Р118Ф2 и 2Р135Ф2. Горизонтально-расточной станок модели 2А622Ф2-1. Нештатные ситуации при работе на сверлильных и расточных станках с ЧПУ. Многоцелевые станки.

Конструктивные особенности многоцелевых станков. Многоцелевой станок модели 2623ПМФ3. Многоцелевой станок модели ИР500МФ4. Устройство 2С42-65. Универсальный фрезерный станок для инструментальных работ WF3DCM. УЧПУ КМ43. Конструкция УЧПУ КМ43. Принцип работы устройства КМ43.

Электроэрозионные станки с ЧПУ. Профильно-шлифовальные станки. Токарные центры «Нептун». Измерительные машины с программным управлением.

Перспективы развития систем с ЧПУ. Числовое программное управление станками. Принцип линейно-круговой интерполяции. Подготовка данных. Программирование.

1.6 Современные архитектурные решения в области числового программного управления

Международные стандарты OPC и STEP. Выбор архитектурных решений ЧПУ. Классификация архитектурных решений систем ЧПУ. Архитектура системы ЧПУ класса PCNC-2 фирмы ANDRON.

2 КОНТРОЛЬНЫЕ ЭТАПЫ И МАКСИМАЛЬНЫЙ РЕЙТИНГ

Индивидуальное задание № 1 (Разработать траекторию движения режущего инструмента).....	10
Контрольная работа № 1 (Основы технологии обработки металлов).....	5
Индивидуальное задание № 2 (Разработать технологический процесс изготовления детали)	10
Контрольная работа № 2 (Принципы построения станка с ЧПУ, системы управления, системы программного управления с возможностью самонастройки).....	20
Собеседование	5
Лабораторные работы (две лабораторные работы выполняются на предприятии ОАО «Сибэлектромотор»)	30
Реферат	20
Творческое задание (Разработать систему логического управления для обрабатывающего станка)	20
ИТОГО	120

Предельные сроки выполнения и защиты индивидуальных заданий, а также контрольных работ (после этих сроков рейтинг за выполнение заданий не начисляется).

Индивидуальное задание № 1 — первая контрольная неделя.

Контрольная работа № 1 — первая контрольная неделя.

Индивидуальное задание № 2 — вторая контрольная неделя.

Контрольная работа № 2 — вторая контрольная неделя.

Контрольные работы и собеседования проводятся в назначенные дни. Контрольные работы не переделываются, повторные собеседования не проводятся.

Лабораторные работы проводятся только в дни и часы, отведенные по расписанию. Работы проводятся на предприятии ОАО «Сибэлектромотор». На каждую лабораторную работу отводится по 16 часов.

Творческое задание студент получает, если он выполнил все индивидуальные задания и контрольные работы и набрал текущий рейтинг, соответствующий оценке «хорошо» (больше 80 баллов). На зачетной неделе и позднее творческое задание не вы-

дается. Студенты, набравшие текущий рейтинг 100 баллов и более получают оценку отлично. Студенты, набравшие текущий рейтинг менее 50 баллов, к сдаче экзаменов не допускаются. Для получения итоговой оценки по дисциплине по текущему рейтингу необходимо посетить не менее двух третей обязательных занятий (лекционных и практических аудиторных). При большем числе пропусков сдача экзамена обязательна.

3 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

3.1 Власов А.И., Сулимов Ю.И. Электронные промышленные устройства: Учеб. пособие. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2003. — 255 с.

3.2 Сосонкин В.Л., Митин Г.П. Системы числового программного управления: Учеб. пособие, 2005. — 296 с.

3.3. Гибко контролируемые контроллеры или решение на базе ПК // Современные технологии автоматизации. — 1998. — № 2. — С. 22—24.

3.4 Ратмиров В.А. Основы программного управления станками. — М: Машиностроение, 1978. — 240 с.

3.5 Бобрусь В.А., Васильченко А.И. Разработка программ для станков с программным управлением: Учеб. пособие. — Омск: ОмПИ, 1982. — 64 с.

3.6 Зайцев А. Новый уровень интеграции систем управления производством // Современные технологии автоматизации. — 1997. — № 1. — С. 22—23.

3.7 Децюк В. Фирма SIEMENS в мире автоматизации // Современные технологии автоматизации. — 1998. — № 3. — С. 34—35.

3.8 Сосонкин В.Л. Микропроцессорные системы числового программного управления станками. — М: Машиностроение, 1985.

3.9 Программное обеспечение УЧПУ 2P22 для управления токарным станком: Руководство оператора 569.0109.00036-01 34 01 (технические условия).

3.10 Головенков С.Н., Сироткин С.В. Основы автоматики и автоматического регулирования станков с программным управлением. — М.: Машиностроение, 1988.

3.11 Власов А.И., Сулимов Ю.И. Электронные промышленные устройства: Учебное методическое пособие. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2003. — 71 с.

4 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 1

Разработать траекторию движения режущего инструмента для конкретной детали.

До составления управляющей программы обработки детали необходимо проделать некоторые процедуры. Основными процедурами являются:

- установление способа закрепления заготовки (в кулачках патрона, центрах станка, или с применением специального приспособления);
- выбор режущих и вспомогательных инструментов;
- определение последовательности обработки элементарных поверхностей;
- расчет позиционных размеров;
- определение исходной точки смены инструмента;
- определение режимов резания;
- разработка траектории движения режущего инструментов;
- определение способов контроля;
- оформление технической документации.

В данном задании необходимо провести чистовую обработку детали, приведенной на рис. 1.

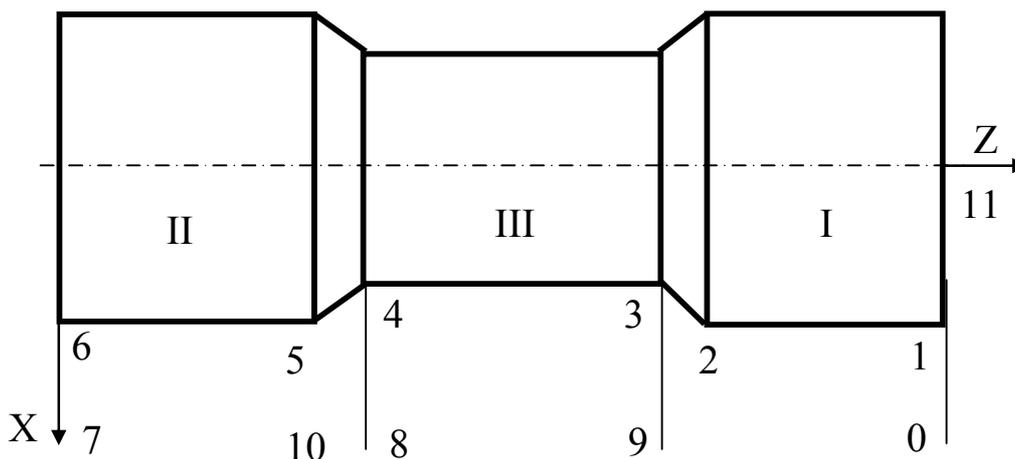


Рис. 1 — Втулка

В задании необходимо провести чистовую обработку поверхности фаски и торца. Закрепляется заготовка в кулачках па-

трона. Выберем резцы. Обработку поверхности будем выполнять проходным резцом, фаски расточным резцом с трехгранной пластиной из твердого сплава, а торца резцом с четырехгранной пластиной.

Выбираем последовательность обработки детали. Вначале проходным резцом обрабатываем внешнюю поверхность детали, затем обрабатываем фаску и торец.

Технолог-программист проектирует переходы — процессы создания каждой элементарной поверхности и затем разрабатывает траекторию движения режущего инструмента.

При обработке данной детали определены следующие переходы (рис. 2):

- установка и закрепление заготовки;
- установка проходного резца;
- на быстром ходу подвод проходного резца к исходной точке (0-1);
- обработка поверхностей **I** и **II** (1-2, 5-6);
- отход по координате X (6-7);
- подвод резца для обработки поверхности **III** (7-3);
- обработка поверхности **III** (3-4);
- отход по X (4-8);
- возврат инструмента на быстром ходу в исходное положение (8-0);
- смена инструмента;
- подвод резца к исходной точке для снятия фаски (0-2);
- снятие фаски (2-3);
- отход по координате X (3-9);
- подвод резца для снятия фаски (9-4);
- снятие фаски (4-5);
- отход по X (5-10);
- возврат инструмента в исходное положение (10-0);
- смена инструмента;
- подвод резца к исходной точке для обработки торца (0-1);
- обработка торца (1-11);
- переход на быстром ходу в исходное положение (11-0);
- смена резца;
- подвод резца к исходной точке для отрезания детали (0-6);
- отрезка детали.

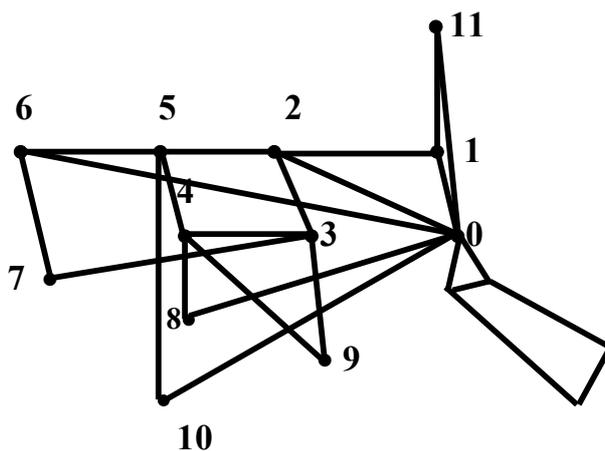


Рис. 2 — Траектория движения режущего инструмента

Для каждого из указанных переходов обозначаются координаты расположения вершины резца в координатной системе станка и скорости перемещения рабочего органа, указываются величина подачи и глубина резания, скорость вращения шпинделя, подача охлаждающей жидкости. Подготовив все необходимые данные, можно приступить к программированию.

5 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 2

Разработать технологический процесс изготовления детали.

Технологическим процессом называют часть производственного процесса, содержащего целенаправленные действия по изменению предмета труда. В результате выполнения технологических процессов изменяются физико-химические свойства материалов, форма, размеры и т.д.

Разработка технологического процесса включает в себя:

- выбор заготовки, станочных приспособлений, режущих и вспомогательных инструментов;
- определение числа установок, числа и последовательности выполнения переходов и рабочих ходов;
- расчет режима резания.

При разработке технологического процесса должно учитываться требуемое качество и максимальная производительность. При проектировании операций обработки важным является правильный выбор заготовок. Заготовки нужно брать такие, чтобы срезаемый слой был минимальный. Лучше брать штампованные заготовки.

При разработке технологического процесса необходимо по размерам заготовки выбрать станок, на котором будет обрабатываться деталь. Затем:

1. Определить координаты исходной точки Z_0 (расстояние от торца патрона) и X_0 (расстояние от оси вращения шпинделя).

2. Определить координаты нулевой точки относительно исходной.

3. Определить технологические переходы (технологический переход — законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека или оборудования, которые не сопровождаются изменением свойства предмета труда).

4. Задаться чистотой обработки или допусками.

Рисунок детали (втулки), разрабатываемого технологического процесса показан на рис. 3.

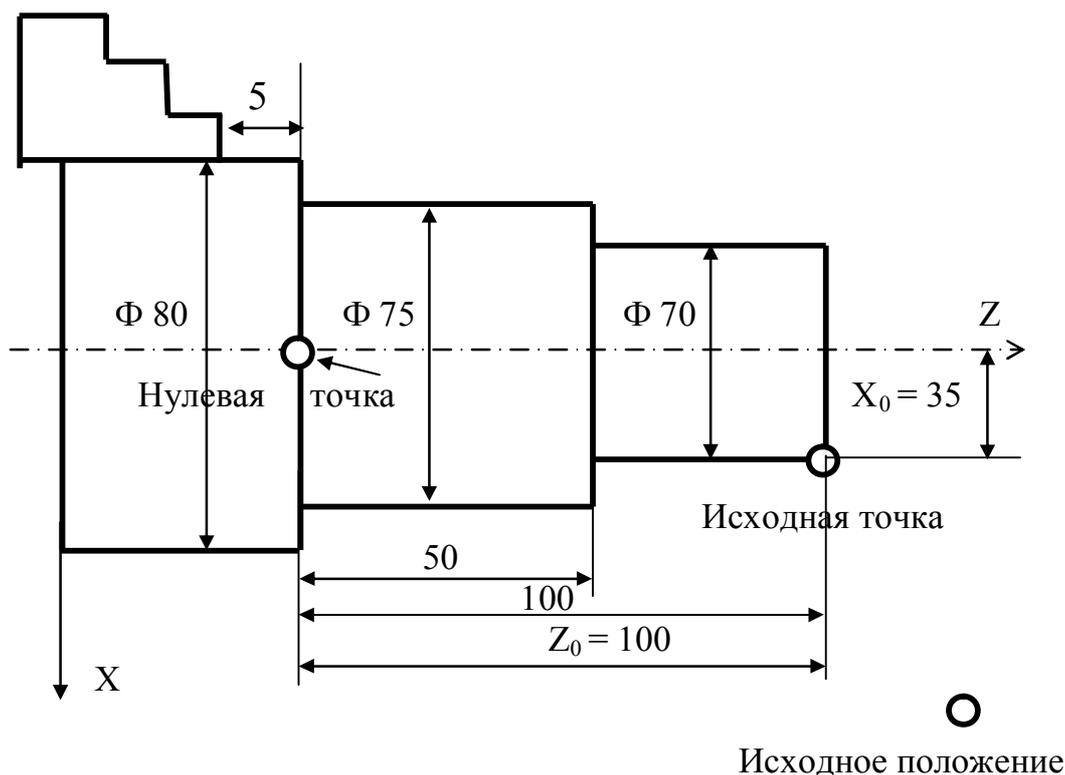


Рис. 3 — Втулка

Технологический процесс изготовления втулки

1. Точить поверхность диаметром 75 мм по длине 100 мм (глубина резания $t = 2,5$ мм; подача $s = 0,3$ мм/об; обороты шпинделя 500 об/мин; прямое вращение шпинделя).

2. Точить поверхность диаметром 70 мм по длине 50 мм (глубина резания $t = 2,5$ мм; подача $s = 0,3$ мм; обороты шпинделя $n = 500$ об/мин; прямое вращение шпинделя).

3. Координаты нулевой точки: $Z = 5$ мм, $X = 0$.

4. Координаты исходной точки инструмента относительно нулевой точки $Z_0 = 100$ мм, $X_0 = 35$ мм.

В задании координаты исходной точки выбираются исходя из характеристик станка. В данном примере выбран станок типа 16К20Ф3.

6 СПИСОК РЕФЕРАТОВ

1. Анализ УЧПУ класса CNC с оперативным запоминающим устройством.
2. Построение УЧПУ на перепрограммируемых контроллерах.
3. УЧПУ класса CNC.
4. Источники питания УЧПУ.
5. Электроприводы в УЧПУ.
6. Контрольно-измерительные устройства в станках с ЧПУ.
7. Системные принципы построения ЧПУ.
8. Универсальные системы подготовки программ.
9. Специализированные системы программирования.
10. Алгоритмы интерполяции и их схемная реализация.
11. Следящие приводы в системах ЧПУ.
12. Самонастраивающиеся системы фрезерных станков с ЧПУ.
13. Числовое программное управления металлорежущими станками.
14. Цикловое программное управление металлорежущими станками. Датчики в системах с ЧПУ.
15. Устройства автоматики станков с программным управлением.
16. Эволюция конструкции станков.
17. Групповое управление станками с ЧПУ от ЭВМ.
18. Следящие приводы станков с программным управлением.
19. Наладка станков с программным управлением.
20. Методы анализа и расчета производительности автоматов и автоматических линий.
21. Надежность автоматов и автоматических линий. Принципы построения многопозиционных автоматов и автоматических линий.
22. Функции систем управления станками с ЧПУ.
23. Разработки в создании систем управления станками фирмы **Power Automation**.
24. Современный мировой уровень архитектурных решений в области ЧПУ.
25. Применение системы SCAD E в системах программного управления.

26. Общие принципы построения систем ЧПУ.
27. Открытая архитектура систем ЧПУ.
28. Проблемы реального времени в системах числового программного управления.
29. Операционные системы, используемые в системах числового программного управления.
30. Особенности управления электроавтоматикой станков с ЧПУ.
31. Удаленные терминалы в системе управления и информационные технологии, используемые при создании удаленного терминала.
32. Стандарты, используемые при программировании станков с ЧПУ.
33. Интерполяторы и интерпретаторы управляющих программ.
34. Технологии разработки программного обеспечения систем управления.
35. Пользовательские документы систем ЧПУ. Методики программирования станков с ЧПУ.

7 ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Разработать систему логического управления для обрабатывающего гибкого производственного модуля.

При разработке системы управления некоторым объектом проектировщику приходится выполнять различные работы, оптимизировать проектные решения по разным критериям качества. При аппаратной реализации алгоритмов управления в качестве критериев качества обычно выступают объем схемных затрат, стоимость, надежность, помехоустойчивость; при программно-аппаратной реализации — надежность комплекса программно-аппаратной реализации, стоимость, объем оборудования; при программной реализации — минимум модификации аппаратных средств комплексов, объем требуемой памяти, длины программ, максимум их надежности и отказоустойчивости и т.д.

Чтобы показать особенности реализации алгоритмов управления, характерных для станочного комплекса, приведем обобщенную структуру системы управления для станка с ЧПУ (рис. 4).

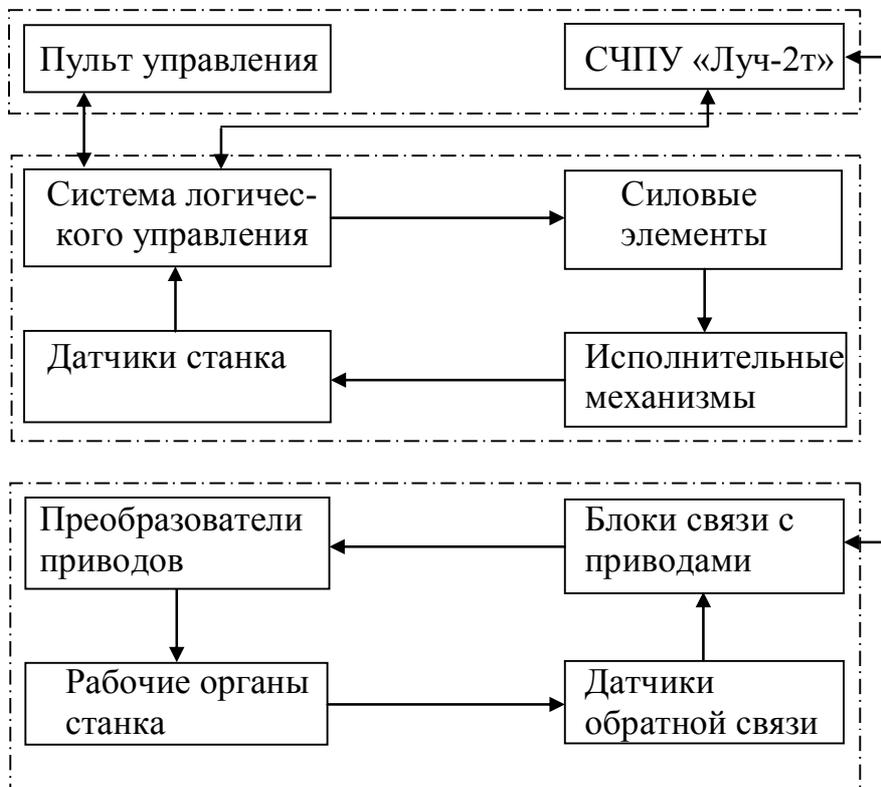


Рис. 4 — Обобщенная структура системы управления

Управляющий комплекс с ЧПУ включает серийную систему программного управления (СЧПУ) «Луч-2», систему числового программного управления электроавтоматикой, а также пульты (рабочий, вспомогательный и приводов подач). Данный комплекс реализует: одновременное продольное перемещение каретки и поперечное перемещение суппорта с дискретностью 0,005 мм при рабочих перемещениях и 0,02 мм при ускоренных перемещениях; согласование скорости перемещения суппорта и каретки при обработке конических поверхностей с криволинейной образующей; автоматическое задание скорости вращения шпинделя; автоматическую смену инструмента; автоматическое включение и отключение вспомогательных механизмов (гидростанции, пиноли и т.д.).

Основой СЧПУ является система логического управления (СЛУ) электроавтоматикой. Общими функциями СЛУ являются: прием команд от СЧПУ, пультов управления, сигналов от датчиков станка; выдача сигналов управления на силовые элементы, управляющие исполнительными механизмами станка: двигателя главного движения (ДГД), приводов подач, переборной группой шпинделя, двигателей шпинделя, резцедержателя, системы охлаждающей жидкости (СОЖ), гидростанции и пиноли; электромагнитных муфт автоматической коробки скоростей (АКС), электромагнитов гидростанции и пиноли; формирование ответных сигналов в СЧПУ об исполнении управляющих и технологических команд; контроль состояния электрооборудования, сигнализация о неисправностях и аварийное отключение станка при возникших нештатных ситуациях.

Задачи, решаемые СЛУ, разделяются на задачи ручного и автоматического режимов. При ручном режиме обеспечивается возможность выполнения операций в любой последовательности и реализуются команды толчковые, выполняемые оператором в течении некоторого времени и пусковые, выдаваемые в виде единичных импульсов. Прекращение операции, включенной пусковой командой, осуществляется выдачей другой команды, отменяющей предыдущую, или приходом соответствующего сигнала от датчика станка, или по истечении заданного интервала времени. Операции, выполняемые под влиянием толчковой или пусковой команды, прерываются автоматически при появлении сигналов от блокировочных или ограничивающих датчиков.

В общем виде СЛУ станком может быть представлена *асинхронным* автоматом, имеющим 100 входов и 50 выходов при параллельно-последовательном алгоритме функционирования.

Входные сигналы СЛУ станка делятся на командные (опрашиваемые входы состояний станка, инициативные командные входы), которые формируются органами пультов управления, СЧПУ и датчиков станка, определяющих положение рабочих и исполнительных механизмов в ходе выполнения команд. Такие входы могут опрашиваться выборочно. Последние два типа сигналов, которые формируются блокировочными и аварийными датчиками имеют наивысший приоритет.

8 ПРИМЕР ТВОРЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

Разработать систему логического управления для токарного гибкого производственного модуля.

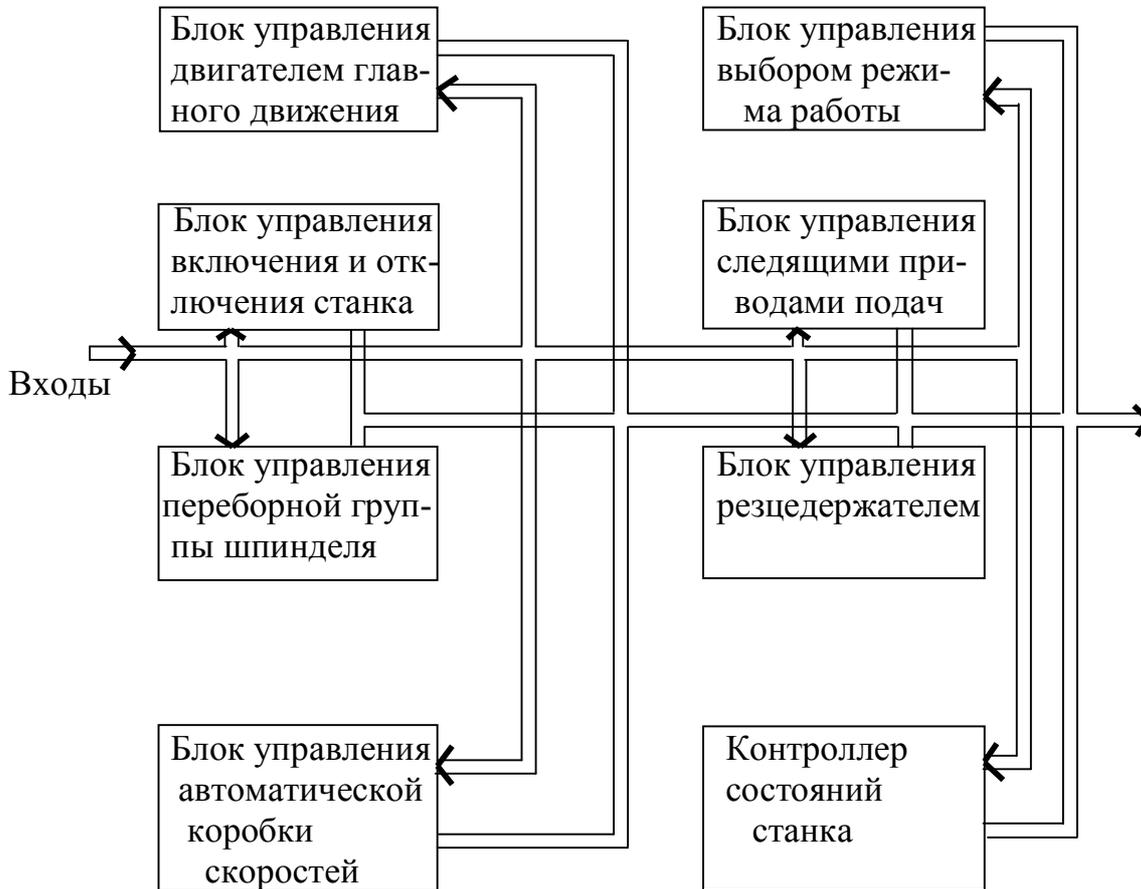


Рис. 5 — Структура системы логического управления для токарного модуля

Алгоритм функционирования СЛУ может быть описан микропрограммами, каждая из которых характеризуется малым числом внутренних состояний с длинными и разветвленными выражениями логических условий переходов из одного состояния в другое внутреннее состояние. Алгоритм функционирования СЛУ в творческом задании разрабатывать не нужно. Однако необходимо отметить, что каждому из приведенных блоков, приведенных на рис. 5 могут быть разработаны микропрограммы.

9 ВАРИАНТЫ ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

9.1 Разработать структуру системы логического управления для токарного станка с ЧПУ.

9.2 Разработать структуру системы логического управления для фрезерного станка с ЧПУ.

9.3 Спроектировать структуру системы логического управления для фрезерного станка с ЧПУ.

9.4 Разработать структуру системы логического управления для токарно-винторезного станка с ЧПУ.

9.5 Спроектировать структуру системы логического управления для сверлильного станка с ЧПУ.

9.6 Разработать структуру системы логического управления для токарно-затыловочного станка с ЧПУ.

9.7 Привести структуру системы логического управления для расточного станка с ЧПУ.

9.8 Разработать структуру системы логического управления для профильно-шлифовального станка с ЧПУ.

9.9 Спроектировать структуру системы логического управления для многоцелевого станка с ЧПУ (станок 2623ПМФ3).

9.10 Разработать структуру системы логического управления для горизонтально-расточного станка с ЧПУ.

9.11 Разработать структуру системы логического управления для универсально-фрезерного станка с ЧПУ для инструментальных работ (станок WF3DCM).

9.12 Спроектировать структуру системы логического управления для электроэрозионного станка с ЧПУ.

9.13 Разработать структуру системы логического управления для токарно-карусельного станка с ЧПУ.

9.14 Разработать структуру системы логического управления для лобового станка с ЧПУ.

9.15 Разработать структуру системы логического управления для токарного станка с ЧПУ (станок 16K20Ф3).

9.16 Спроектировать структуру системы логического управления для токарного станка с ЧПУ (станок 16K20Т1).

9.17 Разработать структуру системы логического управления для консольно-вертикального фрезерного станка с ЧПУ (станок 6P13Ф3).

9.18 Разработать структуру системы логического управления для многоцелевого станка с ЧПУ модели IP500MФ4).

10 ВОПРОСЫ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

- 10.1 Место ЧПУ в ГПС.
- 10.2 Структура технического обеспечения СУ ГПС.
- 10.3 Основы технологии обработки металлов.
- 10.4 Типы станков и основные органы управления.
- 10.5 Системные принципы построения ЧПУ.
- 10.6 Позиционные системы программного управления по точкам и отрезкам прямых.
- 10.7 Контурные системы программного управления.
- 10.8 Характеристики станков с ЧПУ.
- 10.9 Электроэрозионные станки с ЧПУ.
- 10.10 Измерительные машины с программным управлением.
- 10.11 Перспективы развития систем ЧПУ.
- 10.12. Системы CNC и PCNC-1
- 10.13. Открытое управление в интегрированных системах.
- 10.14. Реальное время в системах управления.
- 10.15. Традиционное программирование станков с ЧПУ.
- 10.16. Классификация архитектурных решений систем ЧПУ.
- 10.17. Безусловный останов управляющей программы.
- 10.18. Технология объектно-ориентированного программирования.
- 10.19. Отличие технологии процедурного программирования от объектно-ориентированного.
- 10.20. Дать понятие открытой архитектуры.

ПРИЛОЖЕНИЕ

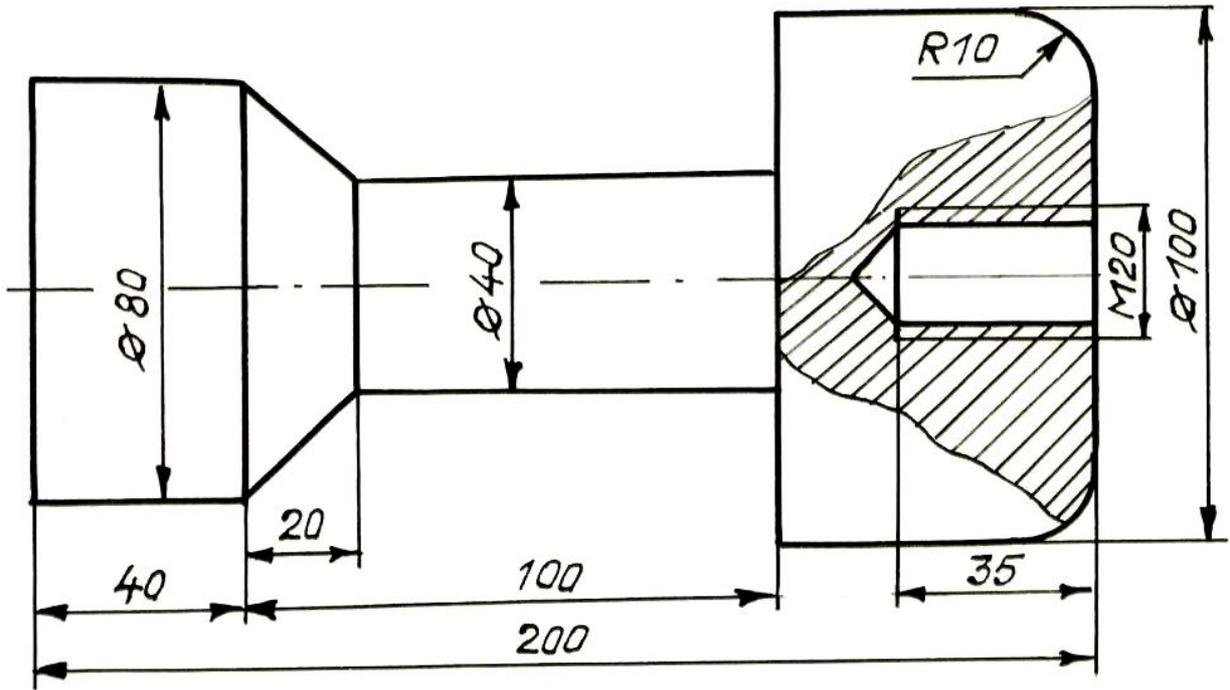


Рис. II.1

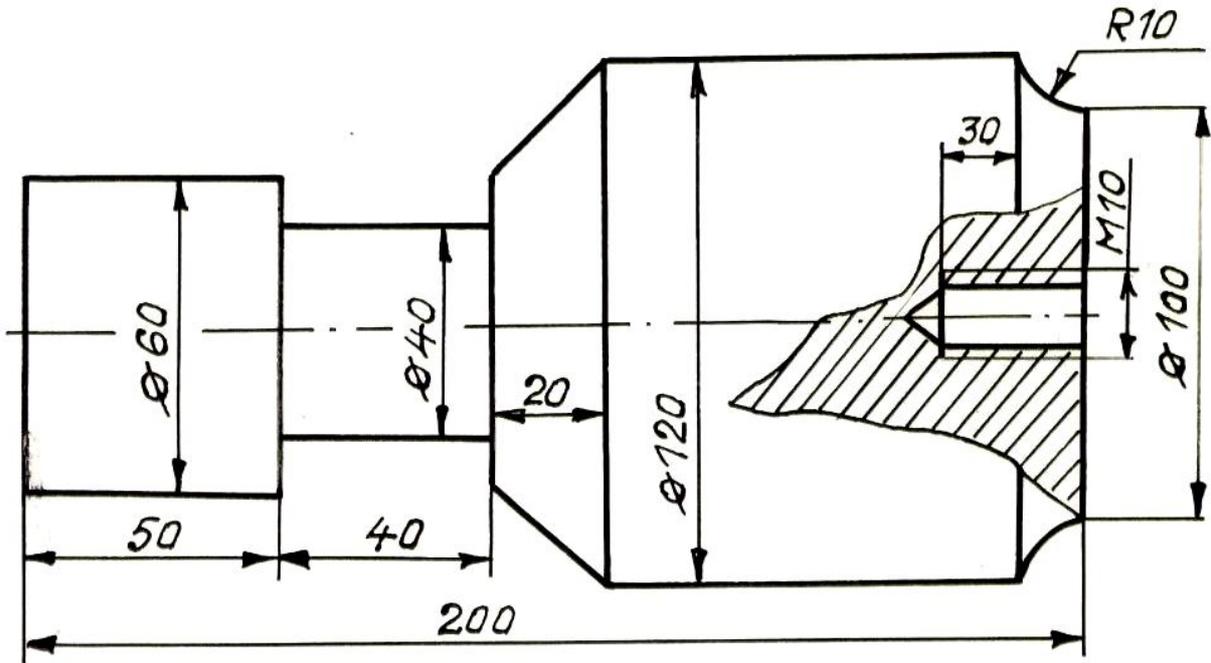


Рис. II.2

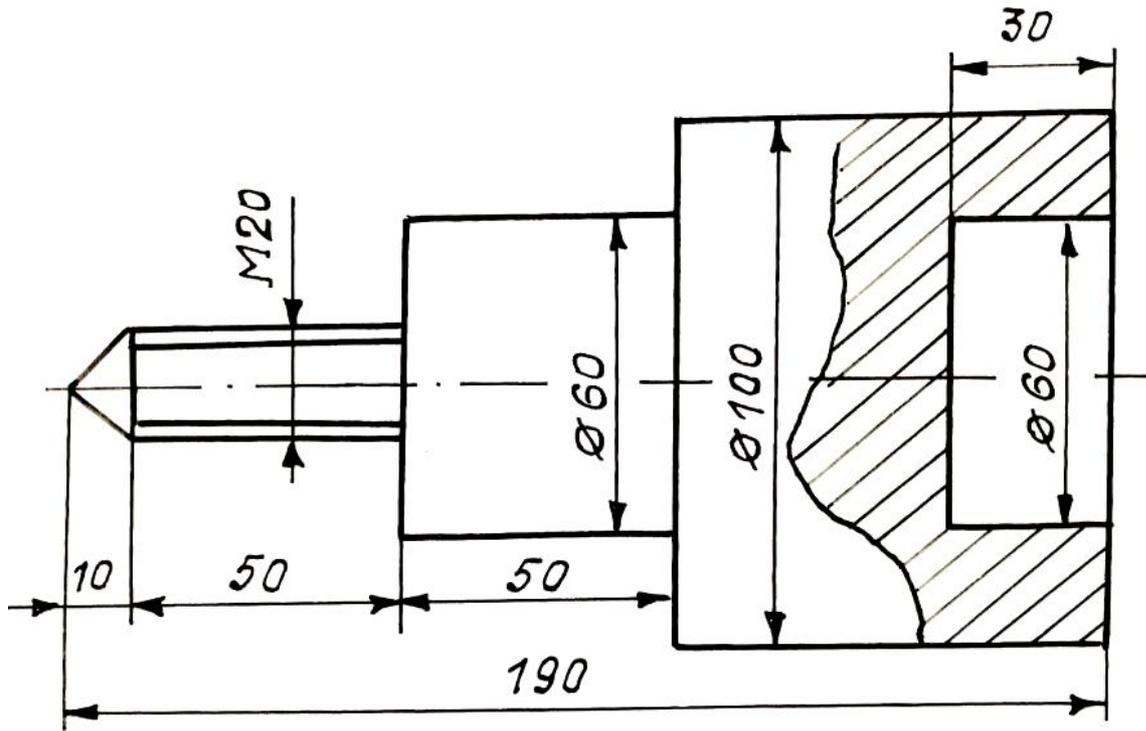


Рис. II.3

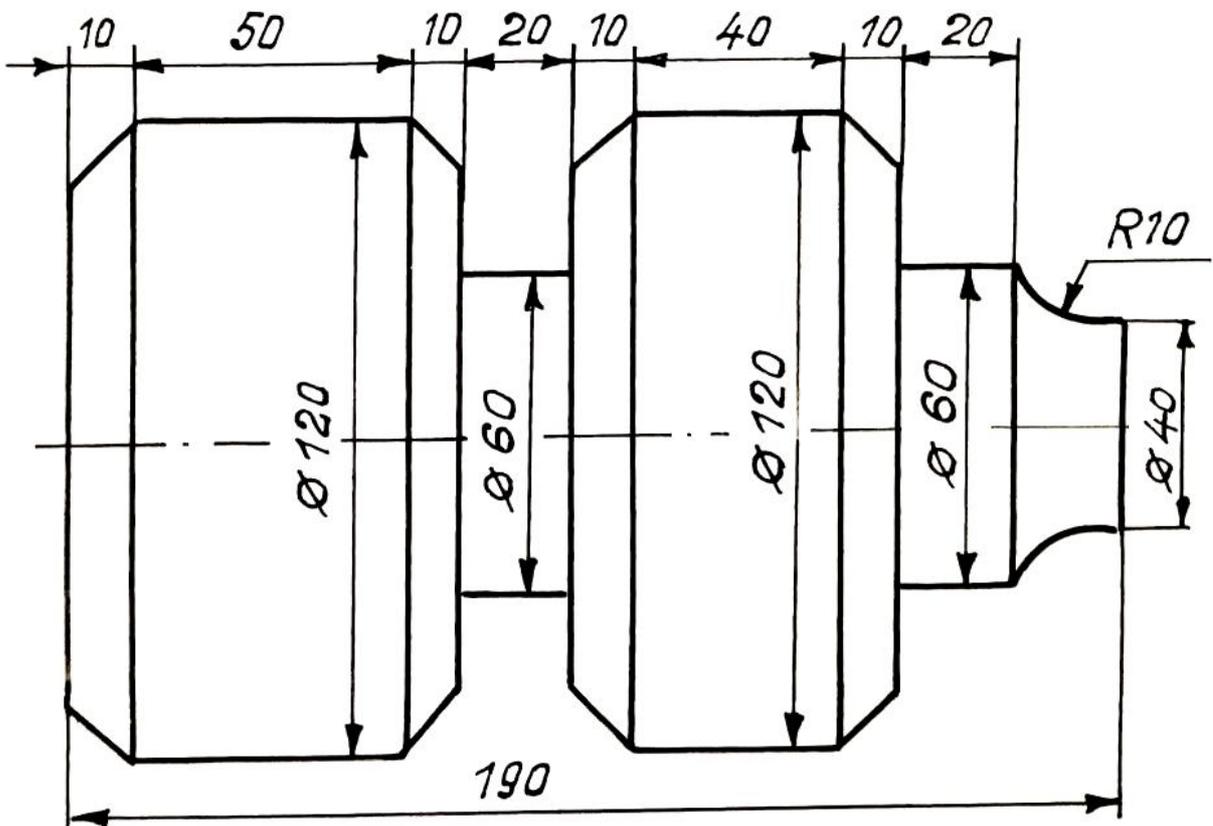


Рис. II.4

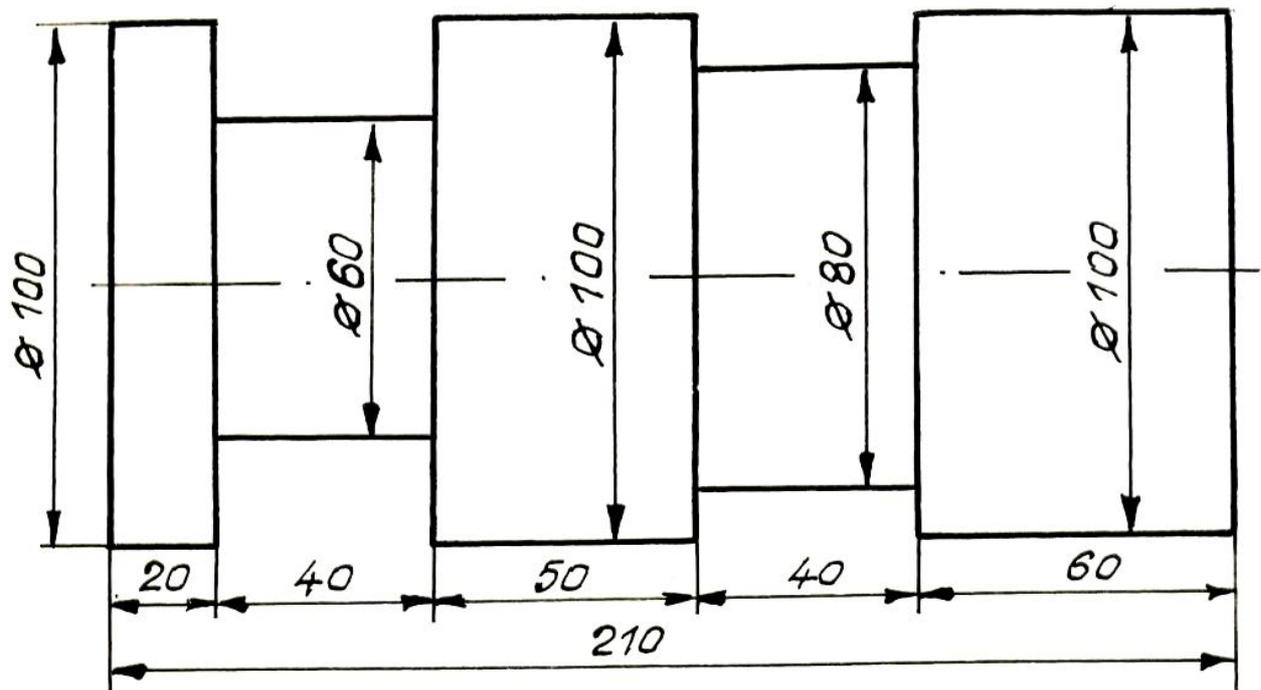


Рис. II.5

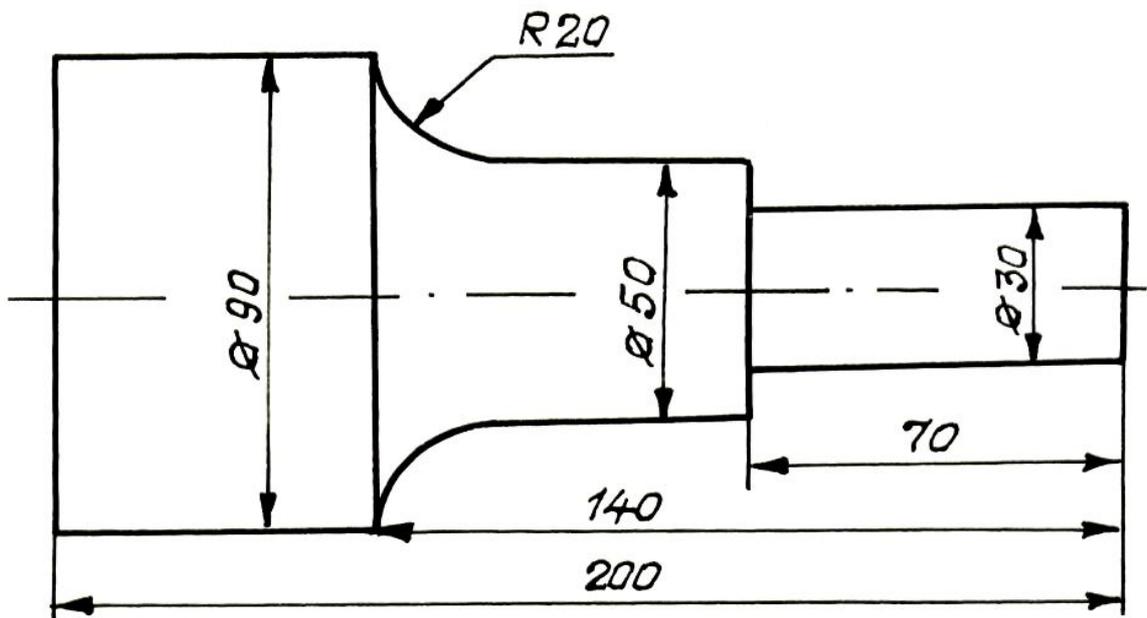


Рис. II.6

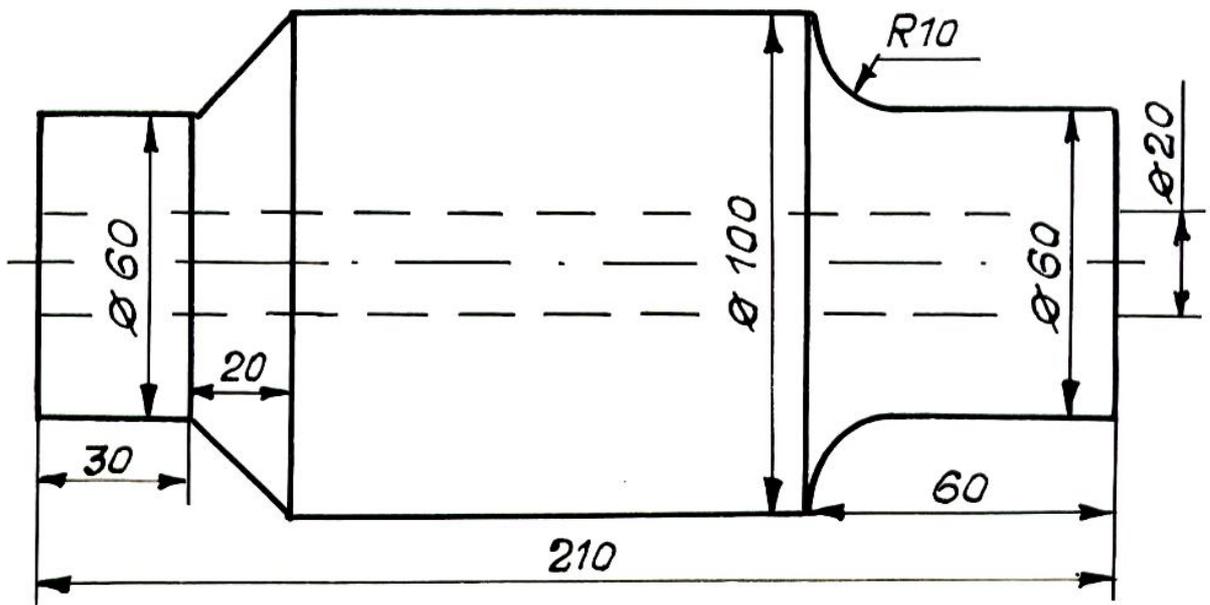


Рис. II.7

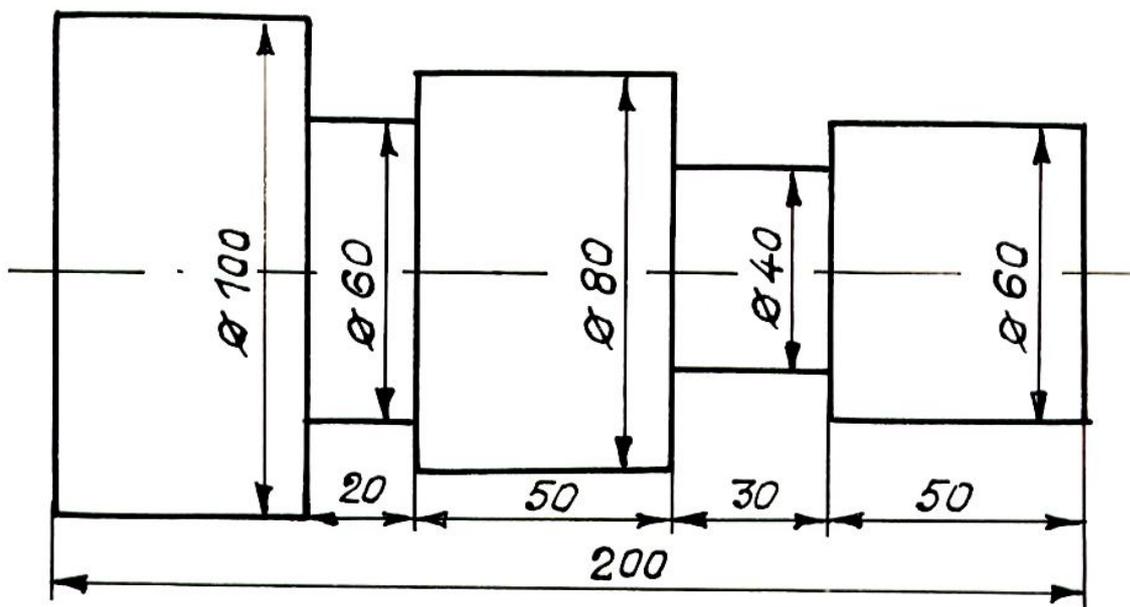


Рис. II.8

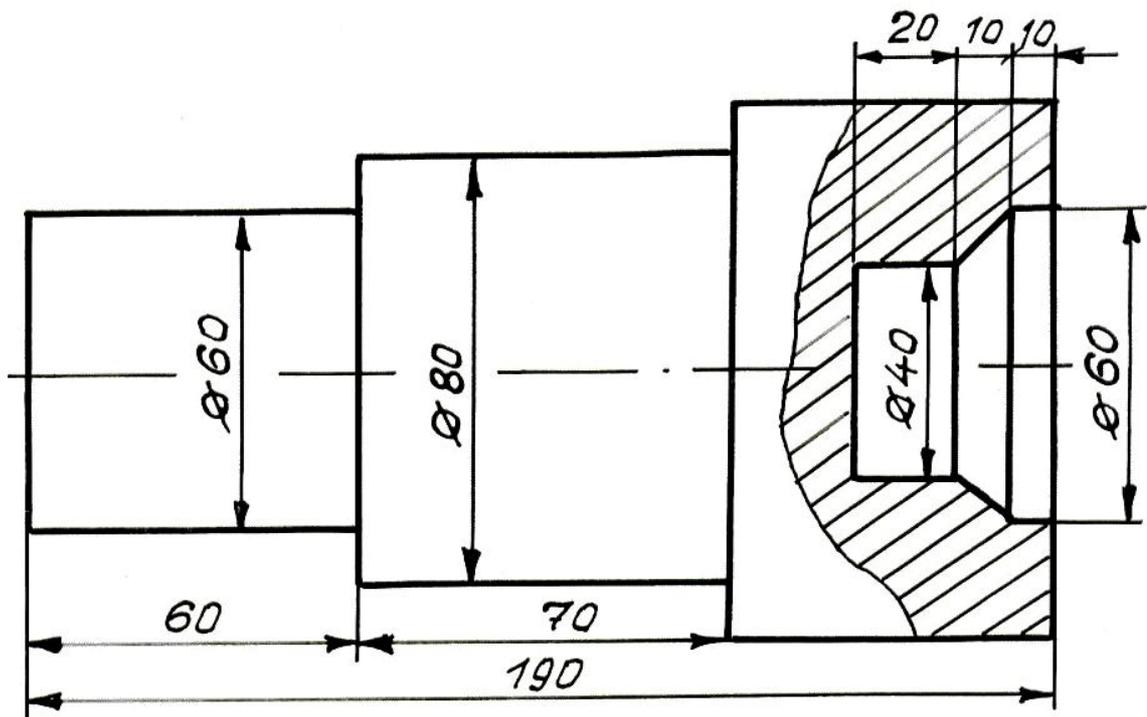


Рис. П.9

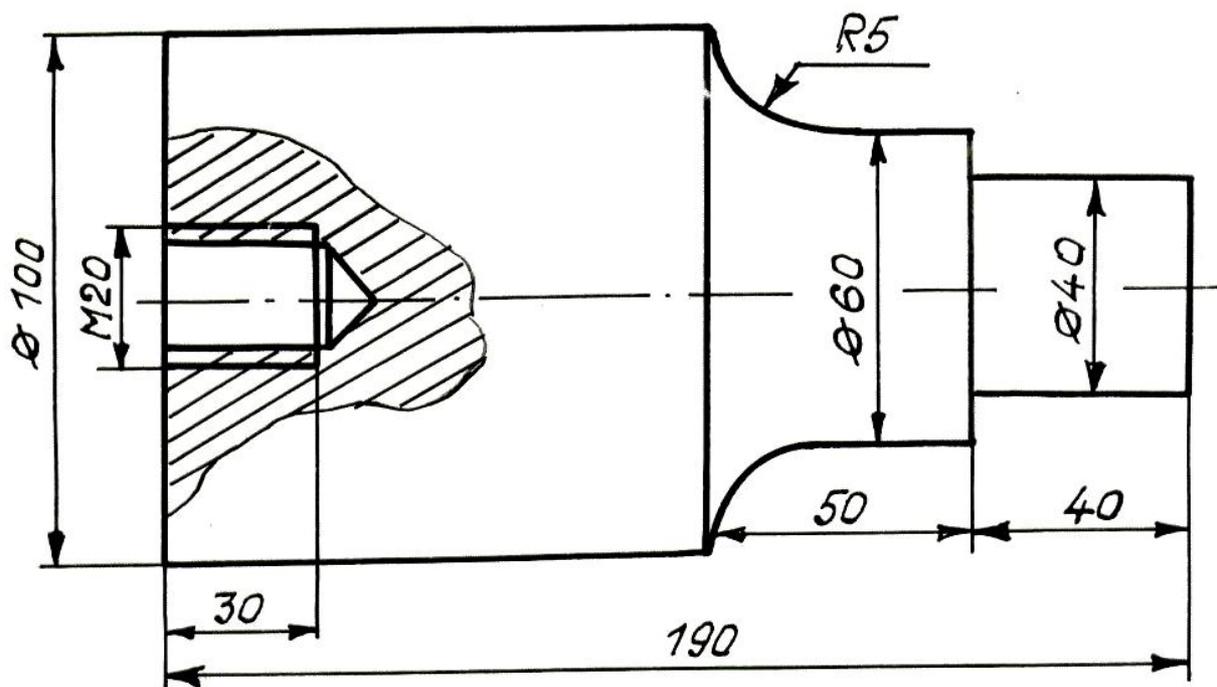


Рис. П.10

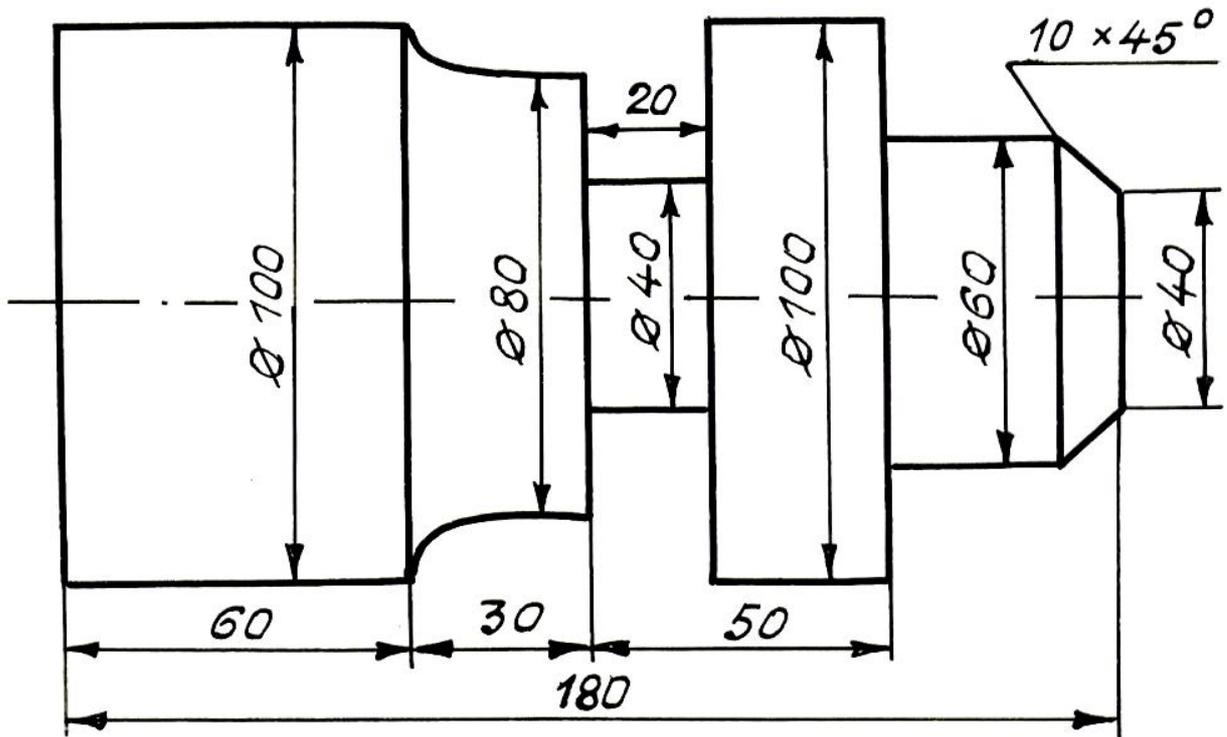


Рис. II.11

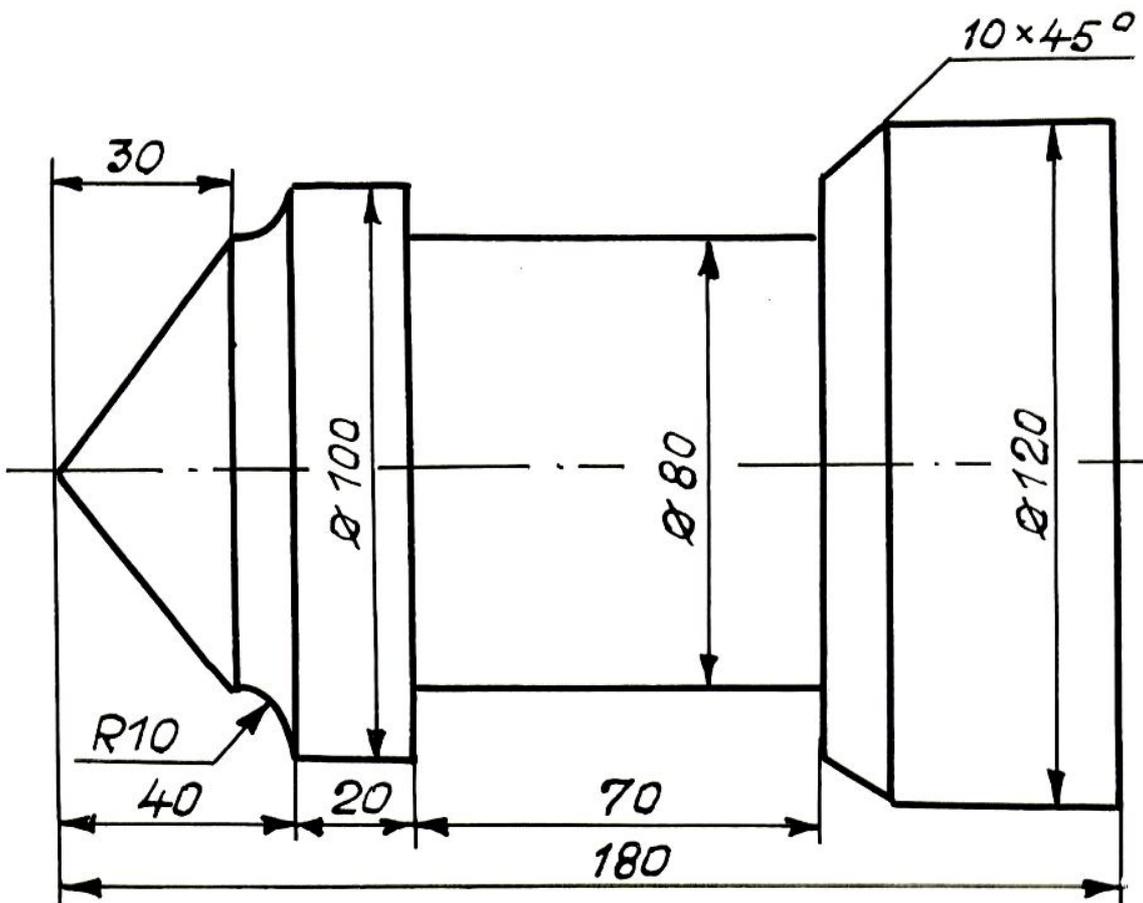


Рис. II.12

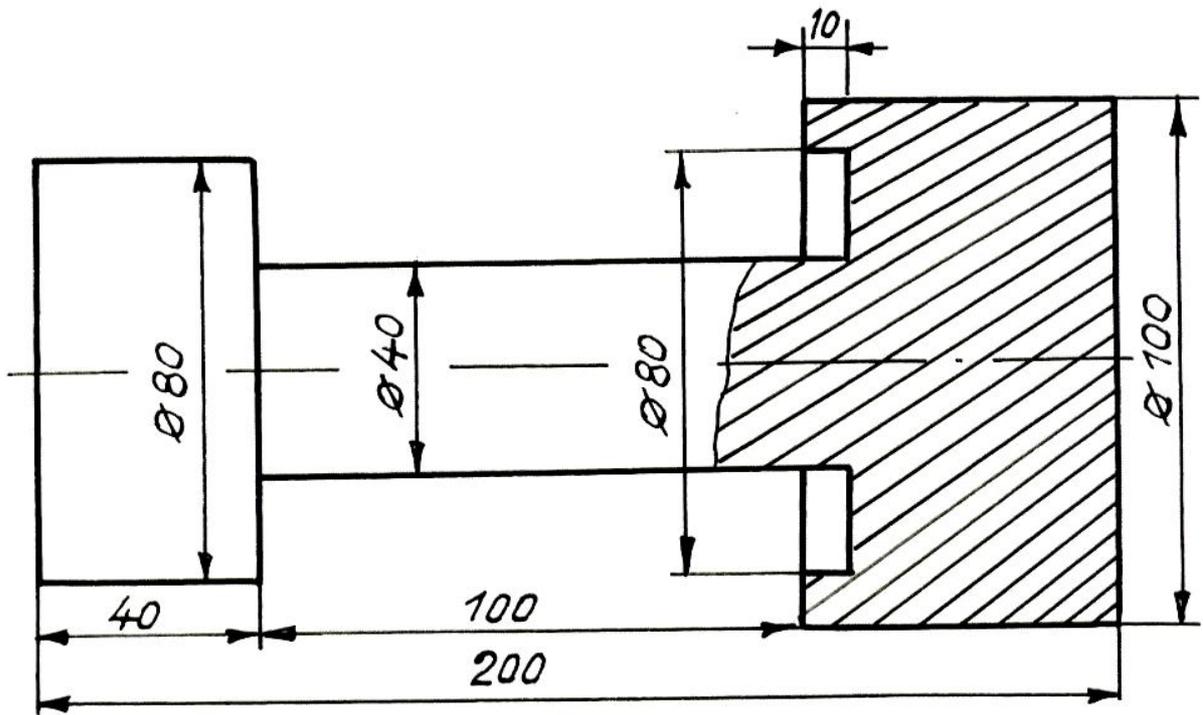


Рис. П.13

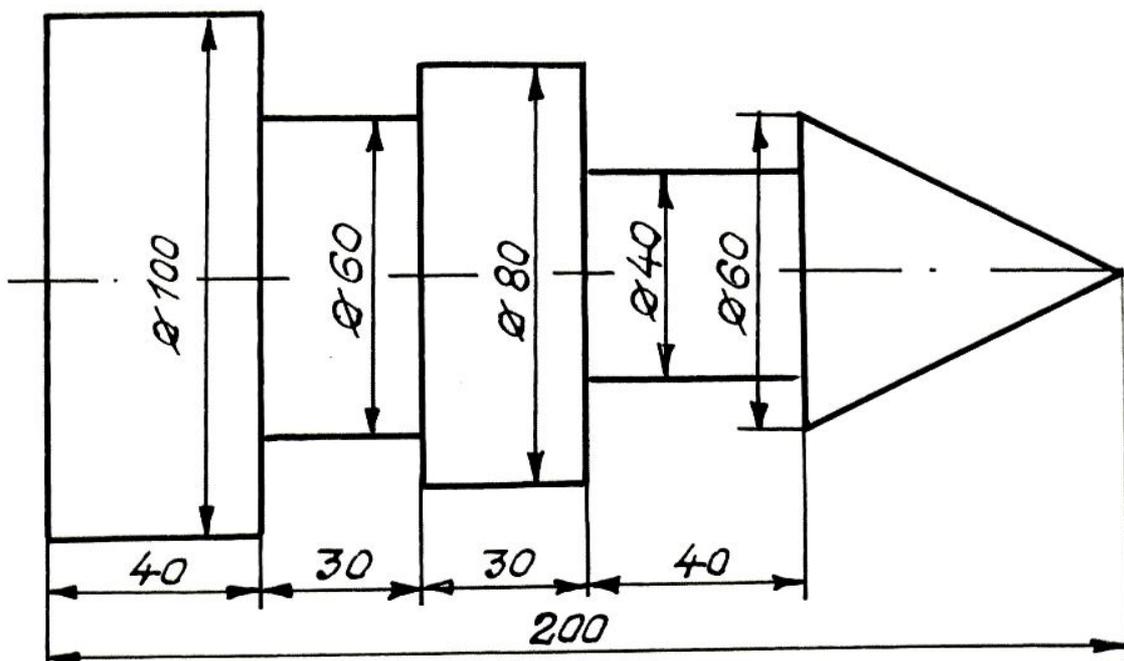


Рис. П.14

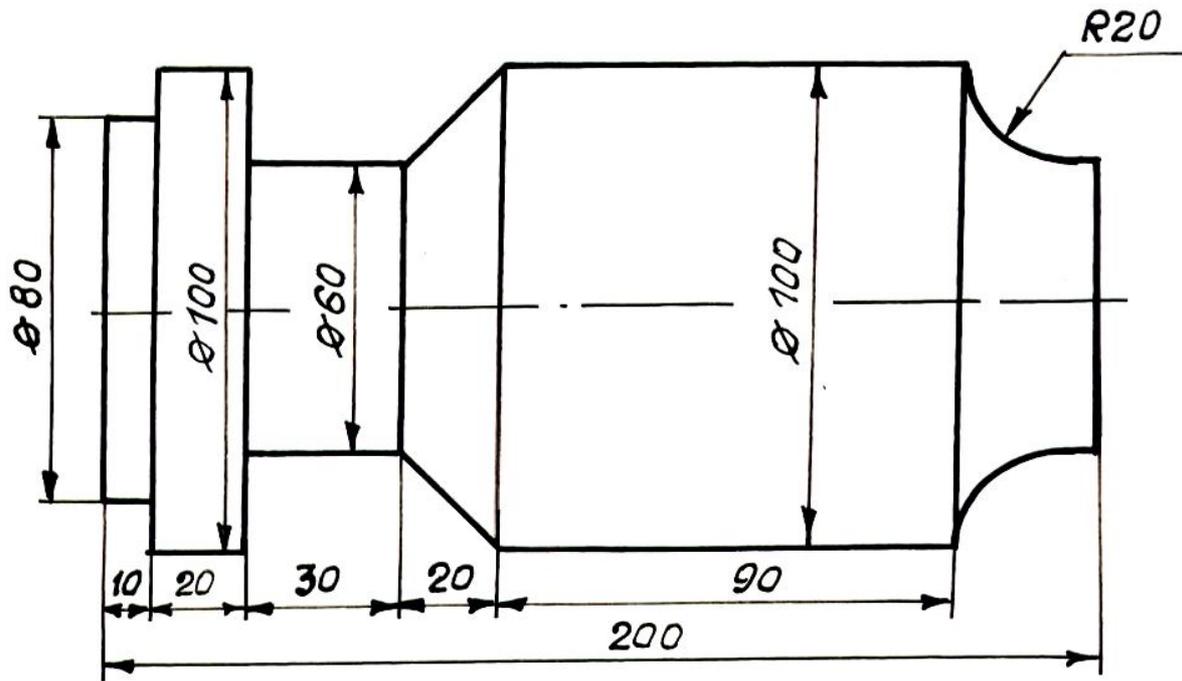


Рис. П.15

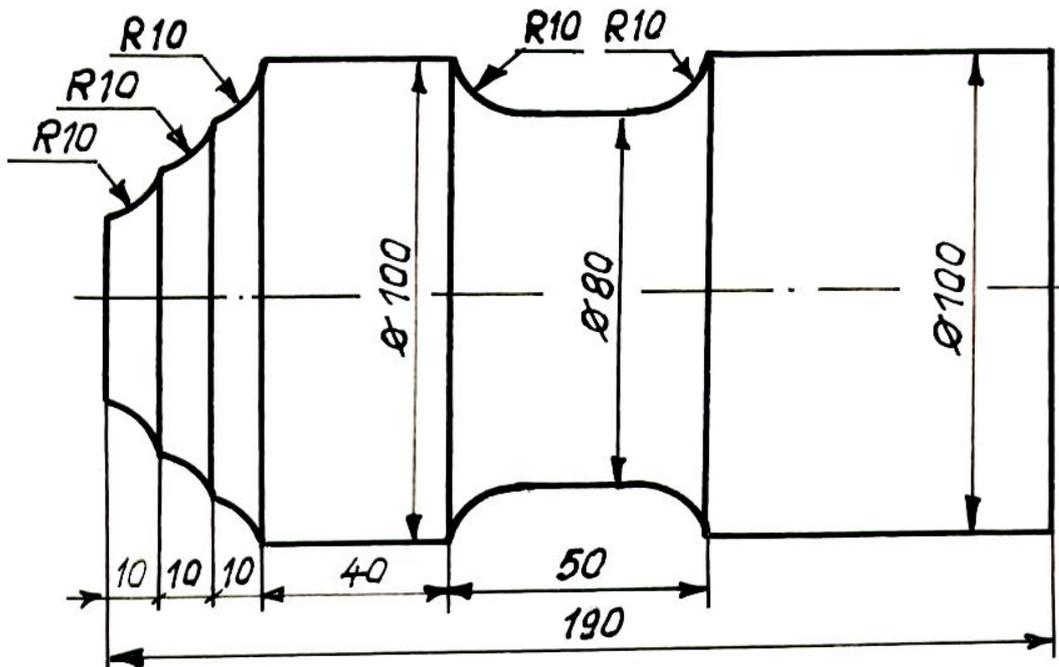


Рис. П.16

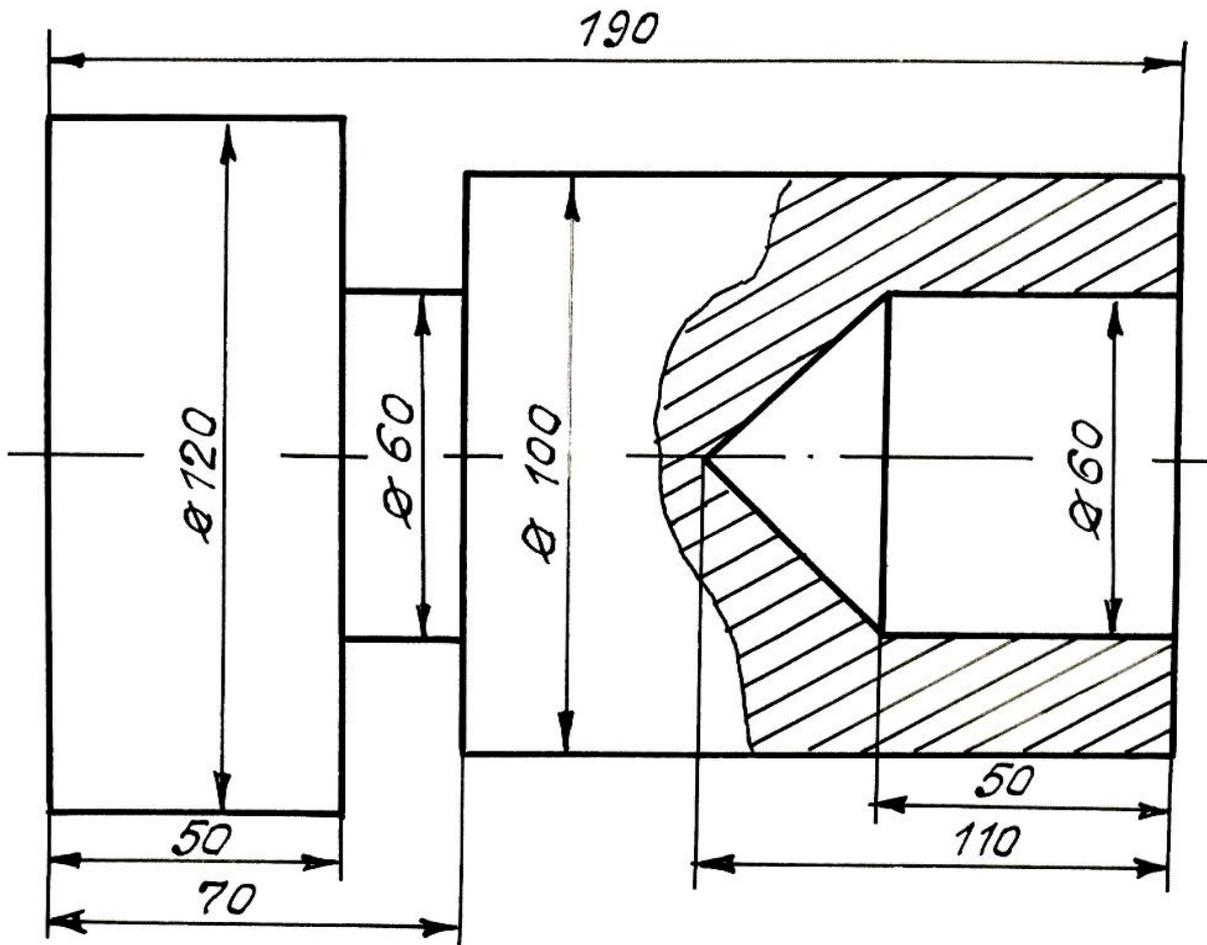


Рис. II.17

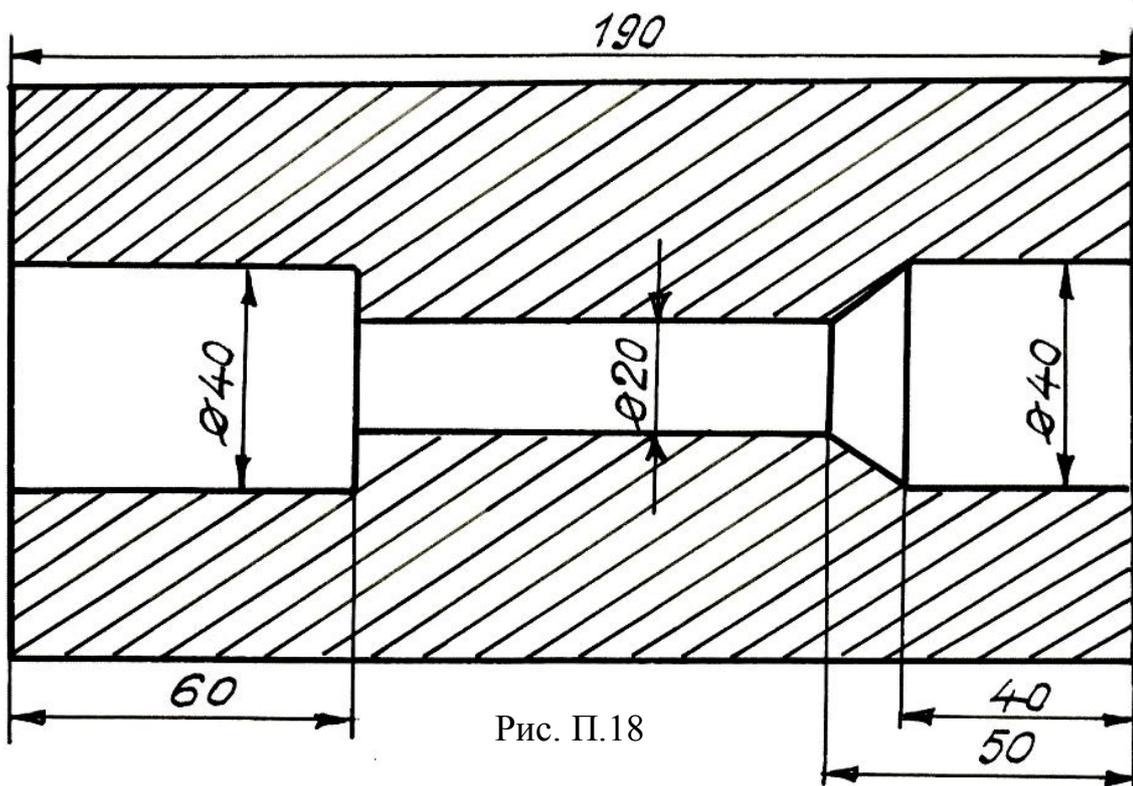


Рис. II.18

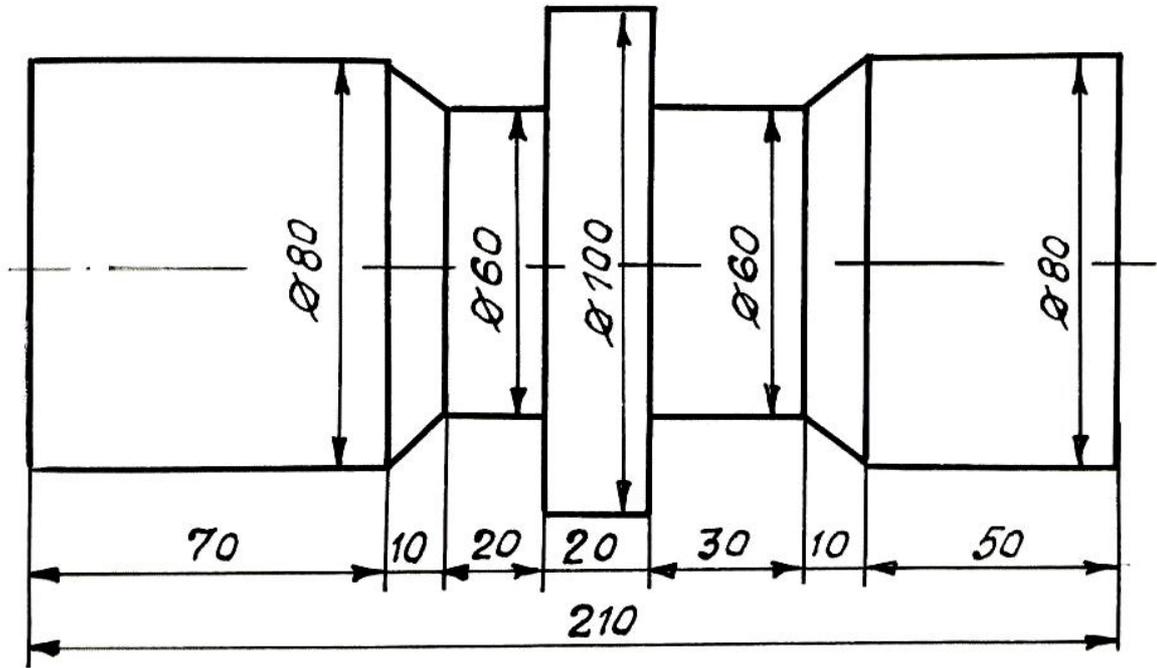


Рис. П.19

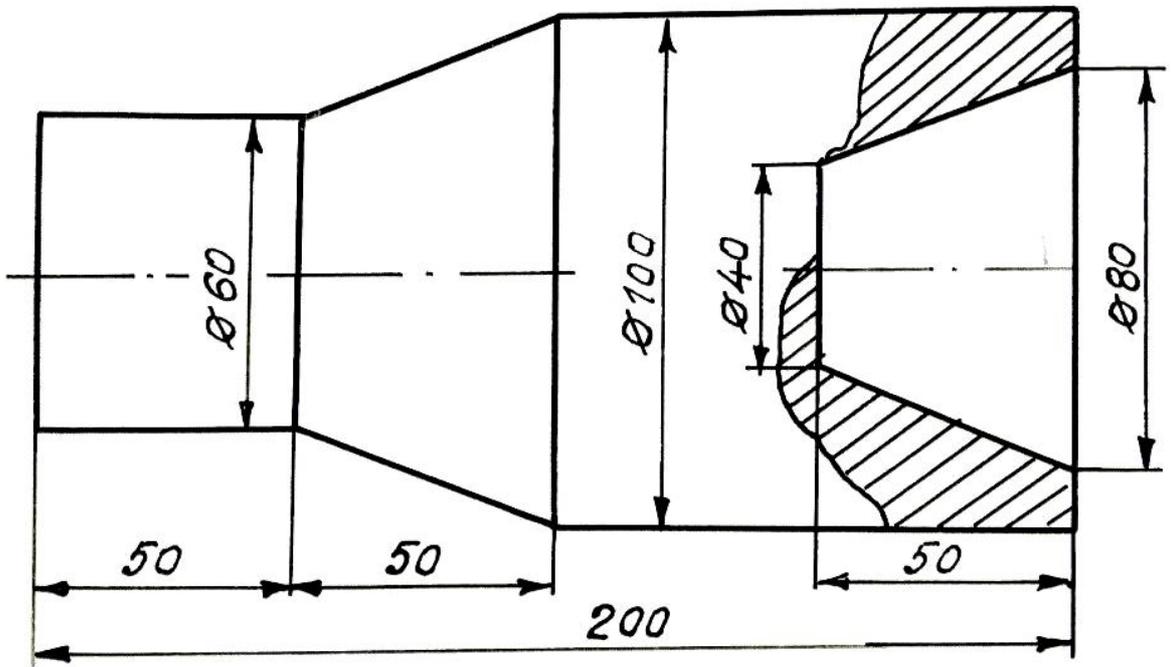


Рис. П.20

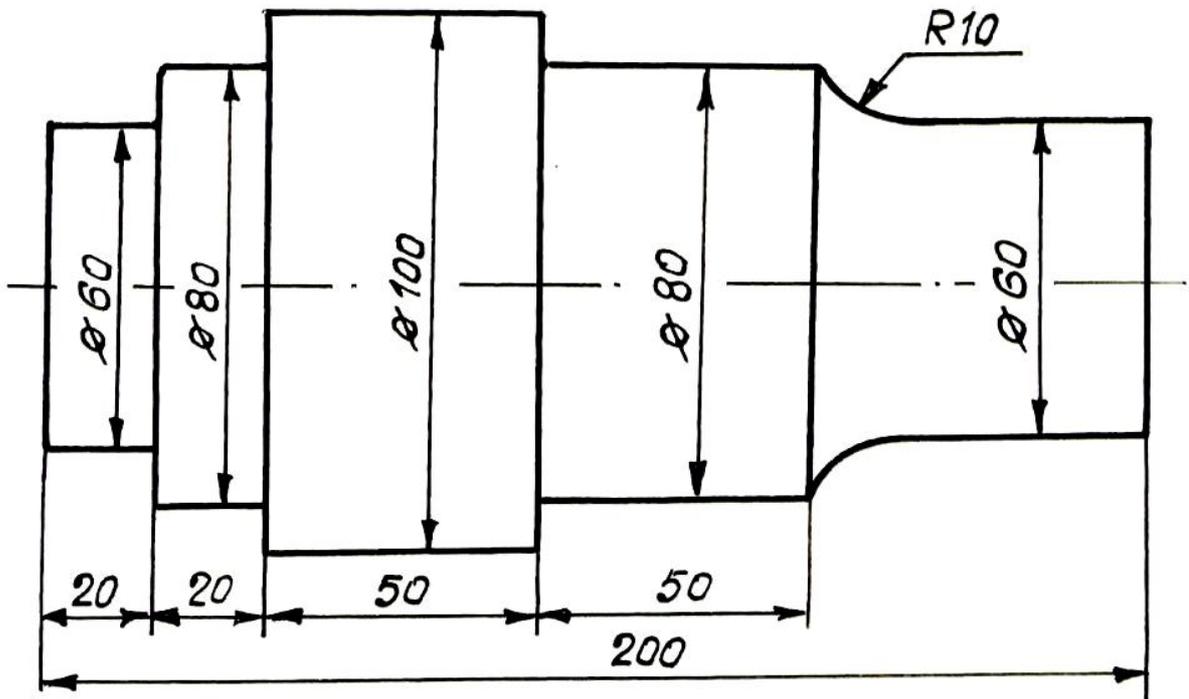


Рис. П.21

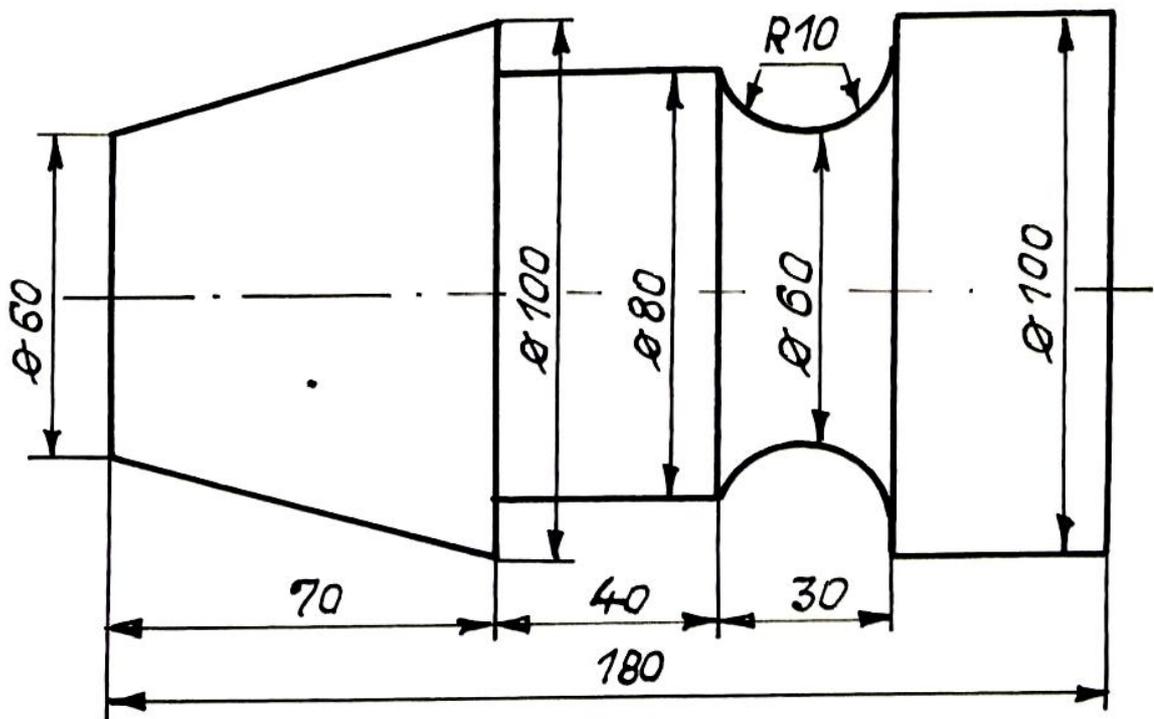


Рис. П.22

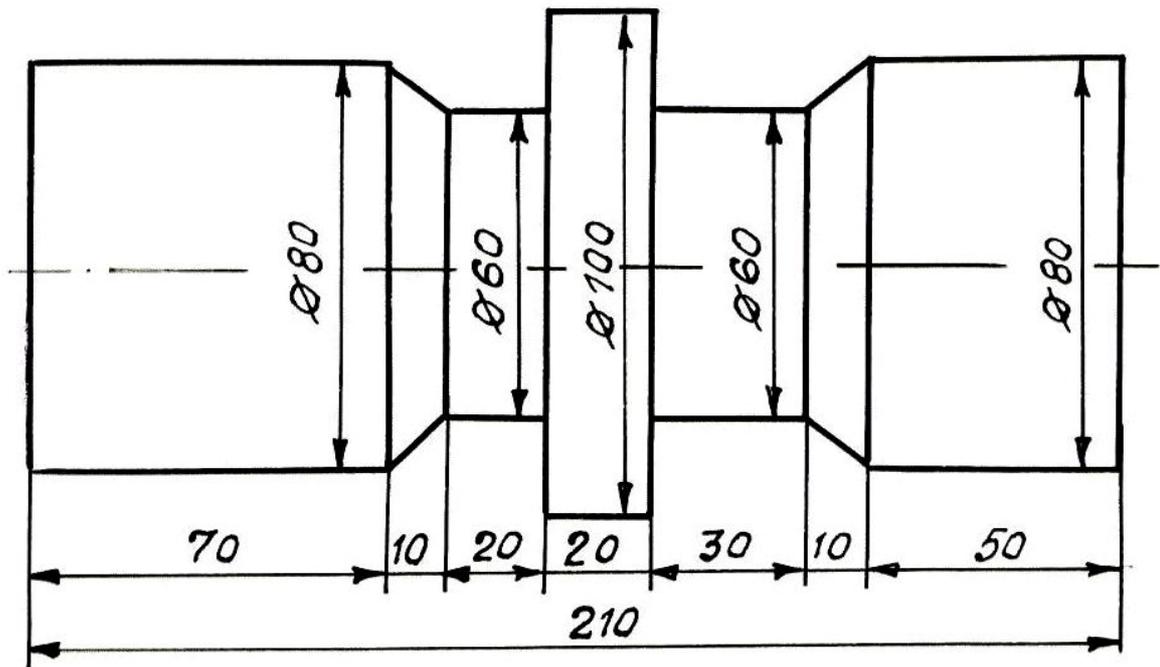


Рис. П.23

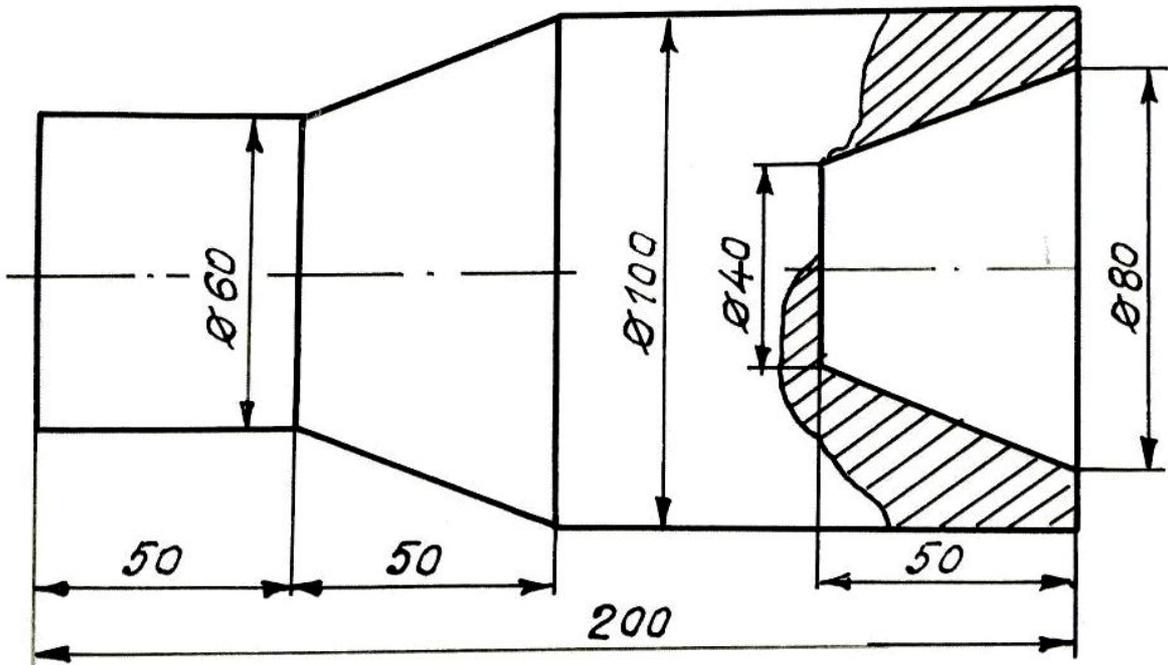


Рис. П.24