

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**"САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА"**
(национальный исследовательский университет) (СГАУ)

Разработка маршрута технологического процесса

Лабораторная работа

САМАРА 2011

Составитель: Рамзаева Е.А.

УДК 621.9.62

Разработка маршрута технологического процесса: Метод. указания / Сост. Рамзаева Е.А.; СГАУ, Самара, 2011 - 14 с.

Методические указания содержат сведения об исходной информации и этапах разработки маршрутного технологического процесса с описанием каждого из этапов, необходимые справочные данные и пример разработки маршрутной технологии.

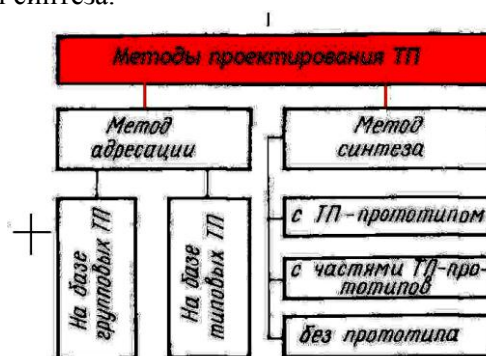
Указания предназначены для студентов, обучающихся по специальностям 160301, 160700, 151900, 080100, 080502.

1. Общие сведения о проектировании маршрутной технологии

Проектирование ТП механообработки деталей было одной из первых задач, попытки решения которых предпринимались в АСТПП. При этом многие предложенные ранее идеи и методы автоматизации проектирования сохранились до сегодняшнего дня.

Существует три основных метода автоматизированного проектирования ТП:

- Индивидуальное проектирование (возможно на основе аналога);
- Проектирование на основе группового ТП;
- Проектирование ТП методом синтеза.



Метод индивидуального проектирования заключается в "ручной" компоновке необходимой последовательности операций и переходов с использованием имеющейся в системе автоматизации проектирования (САПР ТП) базы данных. Эта база содержит списки наименований операций и переходов, перечни применяемого оборудования, приспособлений, режущего, вспомогательного и мерительного инструмента.

Индивидуальное проектирование предполагает также возможность использования разработанных ранее ТП (в качестве ТП-аналогов). При этом проектирование, по существу, сводится к редактированию уже имеющегося ТП.

Для поиска ТП-аналога необходимо решить задачу поиска детали-аналога. При этом могут использоваться специальные классификаторы деталей и алгоритмы поиска. В настоящее время эти инструменты реализуются с использованием систем электронного документооборота технической документации, называемых PDM-системами.

Проектирование на основе группового ТП базируется на предварительно выполненном группировании деталей и разработанных групповых ТП. При этом групповой ТП используется в качестве "шаблона", который настраивается на параметры конкретной детали.

Основной проблемой здесь является группирование деталей.

Реализация проектирования ТП данным методом требует выполнения значительного объема предварительных работ для формирования группового ТП.

Метод синтеза ТП Проектирование ТП без прототипа приводит к необходимости проектировать схему ТП, технологический маршрут, технологическую операцию, опираясь на общие закономерности проектирования технологии или эвристики, и исходные элементы ТП (такие, как ход, переход, типовой процесс обработки элементарной поверхности).

Так как синтез ТП, в основе которого лежит формирование поверхности детали из элементарных поверхностей, допускает многообразие вариантов, то возникает необходимость в создании достоверных критериев оценки решений. На сегодняшний день это тоже не представляется возможным, поэтому процесс проектирования ТП методом синтеза всегда является многоэтапным, допускающим корректирование результатов предыдущих этапов. На различных стадиях проектирования с помощью ЭВМ необходимо вмешательство технолога в процесс решения, обычно успешно осуществляемое в диалоговом режиме

2. Основные этапы проектирования ТП (в традиционном варианте)

Проектирование единичного ТП разбивается на ряд взаимосвязанных этапов, последовательность выполнения которых продиктована многолетней практикой и развитием теории машиностроения.

1. Разбиение детали на элементарные поверхности (торец, плоскость, цилиндр, конус и т.п., далее ЭОП – элементарно обрабатываемая поверхность) и составные (канавка, резьба, шпоночный паз, эвольвента шестерни и т.п., далее КТЭ – конструктивно технологический элемент)

2. Определение количества ступеней обработки поверхностей с указанием названия метода обработки на каждой ступени обработки, точности и шероховатости

- *Количество ступеней обработки зависит от точности готовой детали, заданной в чертеже. Чем выше точность готовой детали, тем больше количество ступеней обработки.*
- *Количество ступеней обработки зависит от точности заготовки. Чем выше точность обработки, тем меньше ступеней обработки.*
- *Наличие термообработки увеличивает количество ступеней обработки на 1-2.*
- *Если поверхность используется в качестве установочной базы, то количество ступеней обработки увеличивается на 1-2.*
- *На количество ступеней обработки влияют технические требования по взаимному расположению поверхностей и по точности формы.*

3. Синтез укрупненного маршрута обработки (принципиальной схемы ТП), т.е. определение состава и последовательности этапов обработки детали, от состояния «заготовка» до состояния «деталь», с указанием на каждом этапе обрабатываемых поверхностей и методов их обработки

- *Разделение технологического процесса на этапы обусловлено тем, что при снятии значительного припуска с одной поверхности происходит искажение других поверхностей за счет нагрева детали и нарушение ее напряженного состояния. На черновых этапах используется менее точное и более производительное оборудование.*
- *Для детали, имеющей высокую жесткость и пониженные требования к точности поверхностей и их взаимному расположению, техпроцесс можно не разделять на этапы, т.е. последовательно каждую поверхность обрабатывать окончательно (обработки жестких корпусов). При этом сокращается производственный цикл, уменьшаются затраты.*
- *Наличие термообработки требует обязательного разделения техпроцесса на этапы.*

4. Синтез маршрута обработки, т.е. определение на каждом этапе количества и последовательности операций, в каждой операции – оборудования (тип и модель станка), комплекта технологических баз (схемы базирования заготовки) обрабатываемых поверхностей

- *При выборе черновых баз необходимо обеспечить возможность точного и надежного закрепления, а также возможность обработки в 1 операции поверхностей, которые в дальнейшем могут использоваться в качестве баз.*
 1. *Черновые базы могут использоваться только один раз в первой операции.*
 2. *Если у детали часть поверхностей остается необработанной, то в качестве черновых баз должны использоваться эти поверхности.*
- *На заключительных операциях для непосредственного выдерживания конструкторских размеров и обеспечения их высокой точности необходимо совмещать*

конструкторские базы с исходными. Для обеспечения автоматического выдерживания операционных размеров необходимо совмещать исходную базу с установочной базой;

- *Если невозможно одновременно совместить исходную базу с конструкторской, то необходимо выполнять требования использования постоянной технологической базы.*

5. Синтез операций, т.е. определение в каждой операции количества и последовательности переходов, в каждом переходе – обрабатываемых поверхностей, операционных размеров, припусков, норм времени на обработку, режимов резания и т.д.

Концентрация операций имеет следующие преимущества:

*сокращается цикл обработки и уменьшается незавершенное производство
сокращается номенклатура технологической оснастки, так как уменьшается количество операций
повышается точность обработки, так как уменьшается количество установок заготовок*

6. Синтез управляющей программы для станков с ЧПУ

7. Оформление технологической документации

3 Этапы проектирования маршрутной технологии с применением программы «MARSH»

Этап 1. (ручной) Разметка поверхностей чертежа детали

Разметка (кодирование) поверхностей выполняется на чертеже детали и заключается в расчленении детали на элементарные и составные поверхности (рисунок 1).

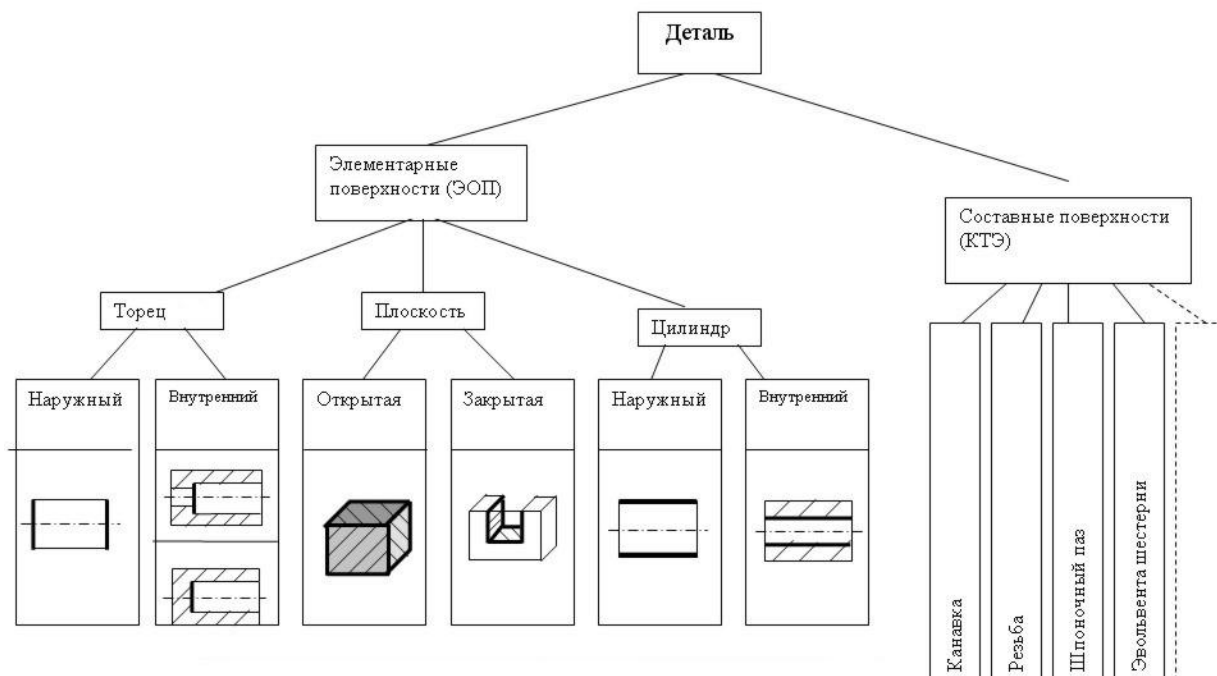


Рисунок 1- Укрупненная схема классификация поверхностей детали

К элементарной относят поверхность, которая на всем протяжении имеет постоянную точность, шероховатость и может быть описана одним уравнением.

Примером элементарных поверхностей могут быть: торец, цилиндр, конус и т.п.

К составной относят объединение элементарных поверхностей, которые могут быть образованы на одном технологическом переходе (одним режущим инструментом).

Примером составных поверхностей могут быть: канавка, резьба, шлиц, зуб шестерни, шпоночный паз и т. п.

Все элементарные обрабатываемые поверхности(ЭОП, см.Рисунок 1) можно разделить на три вида – они являются геометрической основой большинства деталей:

торец,

цилиндр (конус, сфера - поверхность вращения),

плоскость (не является поверхностью вращения).

В самом общем случае под плоскостью понимается поверхность, не являющаяся поверхностью вращения. По этому же принципу - составные КТЭ, не являющиеся поверхностями вращения определяются как «плоскость».

В зависимости от месторасположения поверхностей на контуре детали будут определяться характерные для их обработки методы, т.е. торец наружный (открытый) – обработка точением, торец внутренний (глухой - закрытый, полуглухой - полужакрытый) – обработка растачиванием и т.д.

Таким образом, на чертеже детали все ЭОП необходимо пронумеровать оригинальной цифрой (от 1 до 999, Рисунок 2) и далее определить для каждой ее:

вид (торец, цилиндр, плоскость),

на каком контуре детали она расположена,

точность исполнительного размера

(для цилиндрической – диаметр,

для торцевой и плоскости – самый точный линейный размер),
шероховатость по чертежу детали.

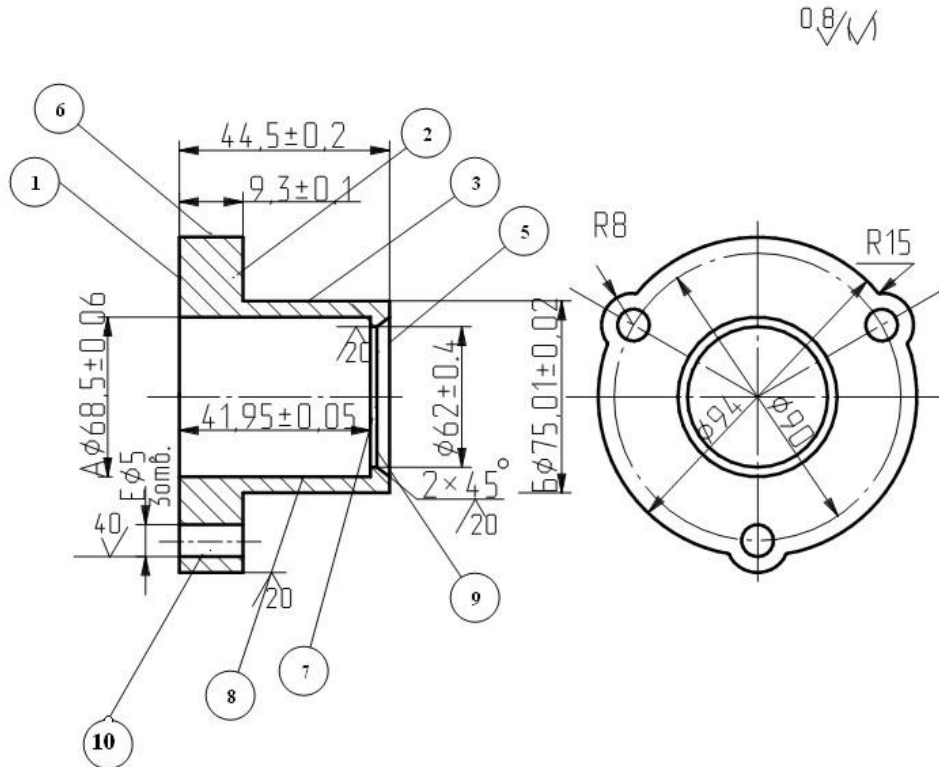


Рисунок 2- Закодированный чертеж детали «Втулка»

В соответствии с кодами поверхностей чертежа детали назначаются коды поверхностей на чертеже заготовки. Список кодов заготовки заполняется на первом экране программы. Здесь же выбирается наименование группы материала детали.

Коды и параметры поверхностей детали заносятся в таблицу 1 на втором экране программы

Таблица 1-Кодирование поверхностей детали

Код пов	Геом.форм элем.повр	Расположение по контуру	Точн чертж	Шерхв чертж
1	торец	наружный	H10	0.63
4	торец	внутренний	H10	0.63
6	цилиндр	наружный	H12	20
8	цилиндр	внутренний	H8	0.63
10	цилиндр	внутренний	H12	40
2	торец	наружный	H11	0.63
5	торец	наружный	H12	20
7	цилиндр	наружный	H7	0.63
9	цилиндр	внутренний	H12	20
11	плоскость	открытая	H12	20

На этом же этапе работы возможно (но не обязательно) определить для каждой обрабатываемой поверхности детали возможный установочный базовый комплекс. В соответствии технологической теории технологические базы, возможные схемы базирования детали должны быть определены при технологическом анализе чертежа детали.

Этап 2. (интерактивный)

На основании приведенной **классификации поверхностей детали**, а также с учетом: **марки обрабатываемого материала**, **параметров точности и качества** (шероховатости) заготовки и каждой поверхности в соответствии с чертежом детали,

база знаний определит

несколько типовых планов обработки (возможно один), в соответствии с которыми поверхность (ЭОП или КТЭ) переводится из состояния "заготовка" в состояние "деталь".

Каждый маршрут обработки ЭОП (или КТЭ) состоит из перечня типовых переходов, выполнение которых в указанной последовательности позволяет получить параметры точности и качества в соответствии с указанными значениями.

Если базой знаний предложено для дальнейшего анализа несколько вариантов маршрутов обработки, **пользователь выбирает один план обработки**, наиболее рациональный с его точки зрения применительно к данной детали (таблица 2).

При интерактивном выборе пользователь ориентируется на характеристики детали, которые не учитываются в исходных данных из-за неоднозначности их формулировки (эти ограничения не конкретизируются в базе знаний).

Например:

пользователь выбирает решение из некоторого предлагаемого ему множества возможных, учитывая геометрические размеры обрабатываемого отверстия.

Выбор может диктоваться предполагаемым использованием данной поверхности в качестве технологической базы.

Таблица 2 - Индивидуальные маршруты обработки поверхностей

Маршрут поверхности 1		Маршрут поверхности 2	
1. Точение черновое	H14 40	1. Точение черновое	H14 40
2. Точение чистовое	H12 2.5	2. Точение чистовое	H12 2.5
3.Термообработка	H12 2.5	3.Термообработка	H12 2.5
4. Шлифование	H10 0.63	4. Шлифование	H10 0.63
Маршрут поверхности 4		Маршрут поверхности 5	
1. Растачивание черновое	H14 40	1. Точение	H12 20
2. Растачивание чистовое	H12 2.5	2. Термообработка	H12 20
3.Термообработка	H12 2.5		
4. Шлифование	H10 0.63		
Маршрут поверхности 6		Маршрут поверхности 7	
1. Точение	H12 20	1. Точение черновое	H13 40
2. Термообработка	H12 20	2. Точение чистовое	H10 2.5
		3.Термообработка	H10 2.5
		4. Шлифование	H7 0.63
Маршрут поверхности 8		Маршрут поверхности 9	
1. Растачивание черновое	H13 40	1. Растачивание	H12 20
2. Растачивание чистовое	H10 2.5	2.Термообработка	H12 20
3.Термообработка	H10 2.5		
4. Шлифование	H8 0.63		
Маршрут поверхности 10		Маршрут поверхности 11	
1. Сверление	H12 40	1. Фрезерование	H12 20
2. Термообработка	H12 40	2. Термообработка	H12 20

Этап 3. (автоматический)

После того как будут выбраны планы обработки всех поверхностей детали, они автоматически сворачиваются в принципиальную схему процесса обработки на уровне укрупненных операций одного класса (черновые, получистовые, чистовые и т.д.) (таблица 3).

Таблица 3 Укрупненный маршрут обработки детали 222

Содержание этапа	Обр. поверхность	Оборудование	Приспособления	УБК
Этап №1 Заготовительный (точность H16 шероховатость 80)				
1	1,2,4,5,6,7,9			
Этап №2 Черновой (точность H12 шероховатость 20)				
1 Точение черновое	2,7, 1			
2 Точение	5,6			
3 Растачивание черновое	4,8			
4 Растачивание	9			
Этап №3 Полуцистовой (точность H9 шероховатость 2.5)				
1 Точение чистовое	1, 2,7			
2 Растачивание чистовое	4,8			
4 Сверление	10			
5 Фрезерование	11			
Этап №4 Термообработка				
Этап №5 Чистовой II (точность H5 шероховатость 0.63)				
1 Шлифование	2,7, 4,8,1			

Этап 4. (интерактивный)

Дифференциация укрупненных операций на более простые в зависимости от **технологических возможностей выбираемого оборудования,**

конфигурации обрабатываемой детали назначенных технологических баз (установочный базовый комплекс УБК) и типа приспособления для закрепления детали в операции.

Эта процедура выполняется в интерактивном режиме (требуется определить значения в выделенных столбцах таблицы 3).

При назначении УБК сначала определяется вид схемы закрепления: направляющая база, упорная поверхность (ПРИЛОЖЕНИЕ)

Программа контролирует, **выдает предупреждения или запрещает возможные некорректные действия пользователя.**

Например:

Если при назначении УБК для обработки некоторого КТЭ, программа запрещает это сделать, т.к. УБК еще не сформирован, необходимо выполнить ручную перестановку строк в списке методов укрупненного маршрута обработки.

Ручную перестановку строк укрупненного маршрута можно применять и при следовании следующим правилам технологической практики

- Поверхности «наложения» - отверстия (обрабатываемые мерным инструментом), выфрезеровки, шпоночные пазы, зубья колес, шлицы и т.д. — обрабатываются после лезвийной обработки «основных» поверхностей.

- на окончательных формообразующих этапах обработки определение последовательности операций осуществляется с учетом размерных связей детали, при этом необходимо придерживаться принципа совмещения и единства баз (это позволяет обеспечить точность конструкторских размеров непосредственно).

Если в процессе работы выясняется необходимость применения иного метода для обработки КТЭ, то необходимо вернуться к этапу 2 или даже 1.

Этап 5 (автоматический)

Автоматическое упорядочение полученных операций с учетом возрастания точности по принципу концентрации обработки

на одном оборудовании и в одном установе.

Автоматическую (и ручную) перестановку строк укрупненного маршрута обработки (таблица 4) нужно применить для выполнения принципа постоянства баз (это обеспечивает минимальное колебание и неравномерность припуска).

Таблица 4 - Укрупненный маршрут обработки детали 222

Содержание этапа	Обр. поверхность	Оборудование	Приспособления	УБК
Этап №1 Заготовительный (точность Н16 шероховатость 80)				
1	1,2,4,5,6,7,9			
Этап №2 Черновой (точность Н12 шероховатость 20)				
1 Точение черновое	2,7	Токарный	Патрон 3-х кулач.	6,1;
2 Точение	5	Токарный	Патрон 3-х кулач.	6,1;
3 Растачивание	9	Токарный	Патрон 3-х кулач.	6,1;
4 Точение черновое	1	Токарный	Патрон 3-х кулач.	7,5;
5 Точение	6	Токарный	Патрон 3-х кулач.	7,5;
6 Растачивание черновое	4,8	Токарный	Патрон 3-х кулач.	7,5;
Этап №3 Полуцистовой (точность Н9 шероховатость 2.5)				
1 Точение чистовое	1	Токарный	Патрон 3-х кулач.	7,2;
2 Растачивание чистовое	4,8	Токарный	Патрон 3-х кулач.	7,2;
3 Точение чистовое	2,7	Токарный	Патрон 3-х кулач.	8,1;
4 Сверление	10	Сверлильный	Кондуктор Скальчатый	7,2;
5 Фрезерование	11	Фрезерный ЧПУ	Спец. приспособление	10,8
Этап №4 Термообработка				
Этап №5 Чистовой II (точность Н5 шероховатость 0.63)				
1 Шлифование	2,7	Круглошлифоваль	Оправка Гидропласт	8,1;
2 Шлифование	4,8,1	Универсальный круг	Патрон Мембранный	7,2;

Этап 6 (интерактивный)

Анализ сформированного маршрута, возможно

изменение порядка операций, объединение или разделение их.

Эту работу корректнее выполнять с помощью операционных эскизов, хотя исправить некоторые ошибки или внести некоторые улучшения (сократить количество переустановов) можно и в текстовом варианте маршрутной технологии.

В результате работы можно распечатать примерный маршрут обработки детали (таблица 5) с указанием для каждой операции

**типа оборудования,
типа приспособления,
УБК,
применяемых методов обработки и
списка обрабатываемых поверхностей.**

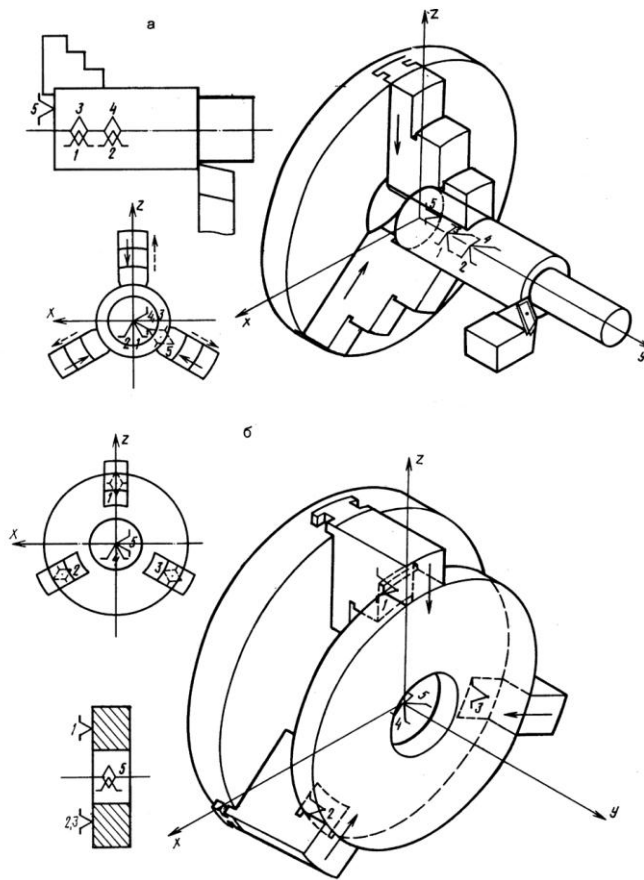
Таблица 5 - Маршрут обработки детали 222

Оп.5 Заготовительная			
Оп.10 Токарная	УБК: 6,1; Пр.1 Точение чер- новое	Станок: Токарный Присп.: Патрон 3-х кулачковый	2,7
	Пр.2 Точение		5
	Пр.3 Растачивание		9
Оп.15 Токарная	УБК: 7,5; Пр.1 Точение чер- новое	Станок: Токарный Присп.: Патрон 3-х кулачковый	1
	Пр.2 Точение		6
	Пр.3 Растачивание		4,8
Оп.20 Токарная	УБК: 7,2; Пр.1 Точение чи- стовое	Станок: Токарный Присп.: Патрон 3-х кулачковый	1
	Пр.2 Растачивание		4,8
Оп.25 Токарная	УБК: 8,1; Пр.1 Точение исто- вое	Станок: Токарный Присп.: Патрон 3-х кулачковый	2,7
Оп.30 Сверлильная	УБК: 7,2; Пр.1 Сверление	Станок: Сверлильный Присп.: Кондуктор Скальчатый	10
Оп.35 Фрезерная (ЧПУ)	УБК: 10,8,2; Пр.1 Фрезерование	Станок: Фрезерный ЧПУ Присп.: Спец. Приспособление Остальные	11
Оп. 40 Термическая	Пр.1 Термообра- ботка		
Оп. 45 Шлифовальная	УБК: 8,1; Пр.1 Шлифование	Станок: Круглошлифовальный Присп.: Оправка Гидропластовая	2,7
Оп.50 Шлифовальная	УБК: 7,2; Пр.1 Шлифование	Станок: Универсальный круглошлиф. Присп.: Патрон мембранный	4,8,1

Распечатка содержит всю необходимую информацию для выполнения операционных эскизов маршрута обработки.

Возможные схемы базирования

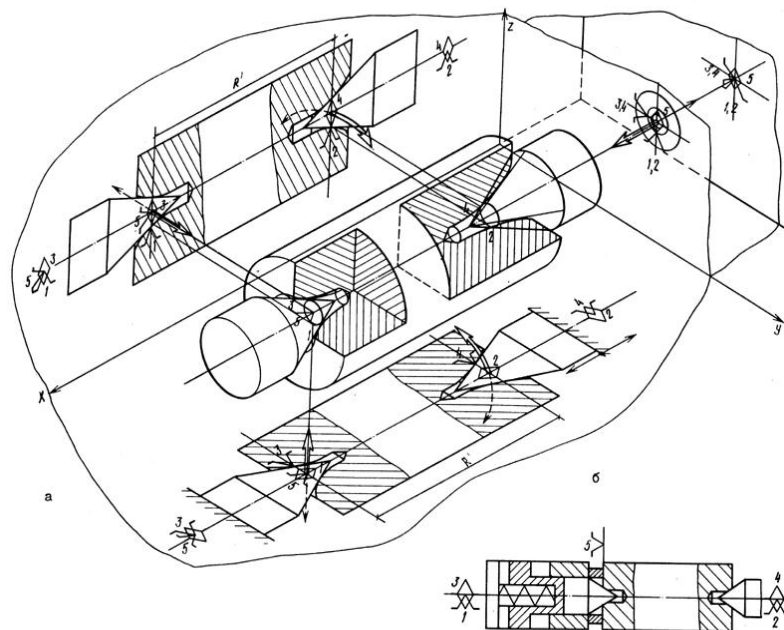
1. Базирование по наружной цилиндрической поверхности и наружному торцу



Базирование в самоцентрирующем патроне:

а – стержня; *б* – диска

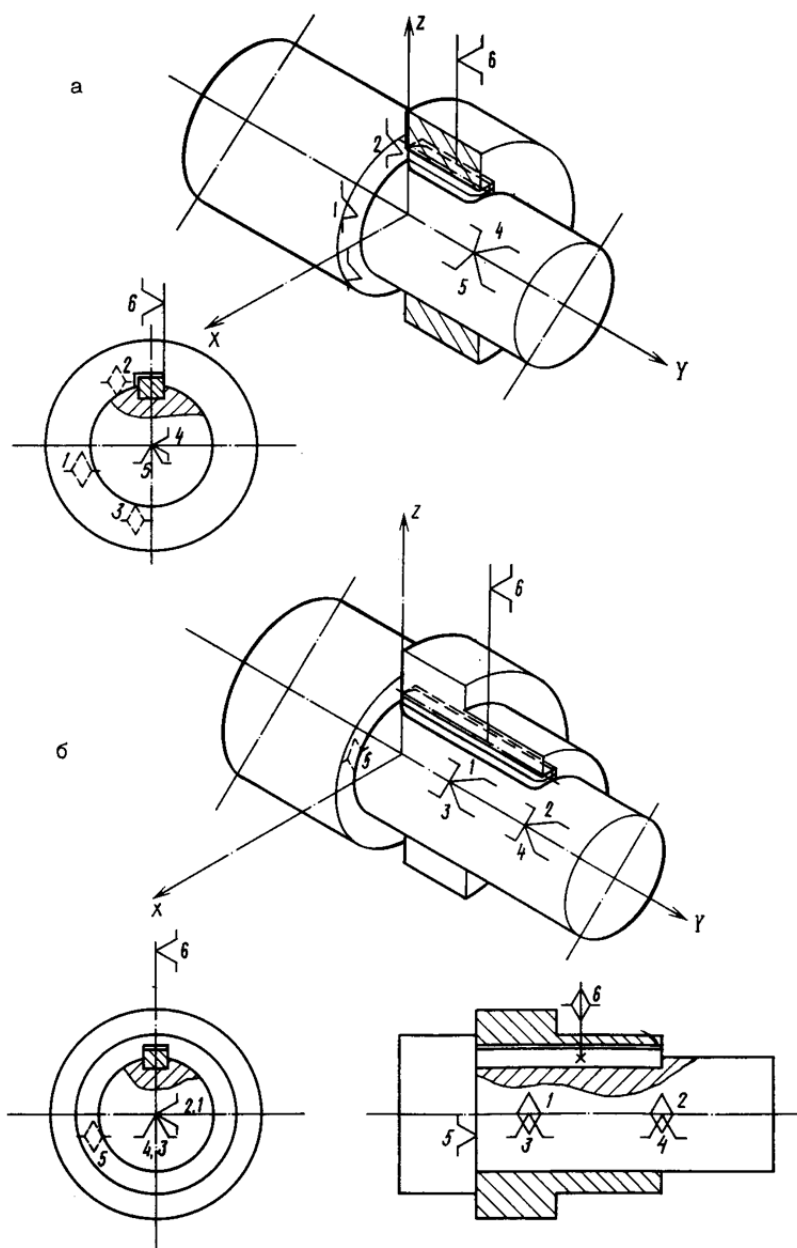
2. Базирование по двум внутренним цилиндрам и торцу



Базирование в центрах:

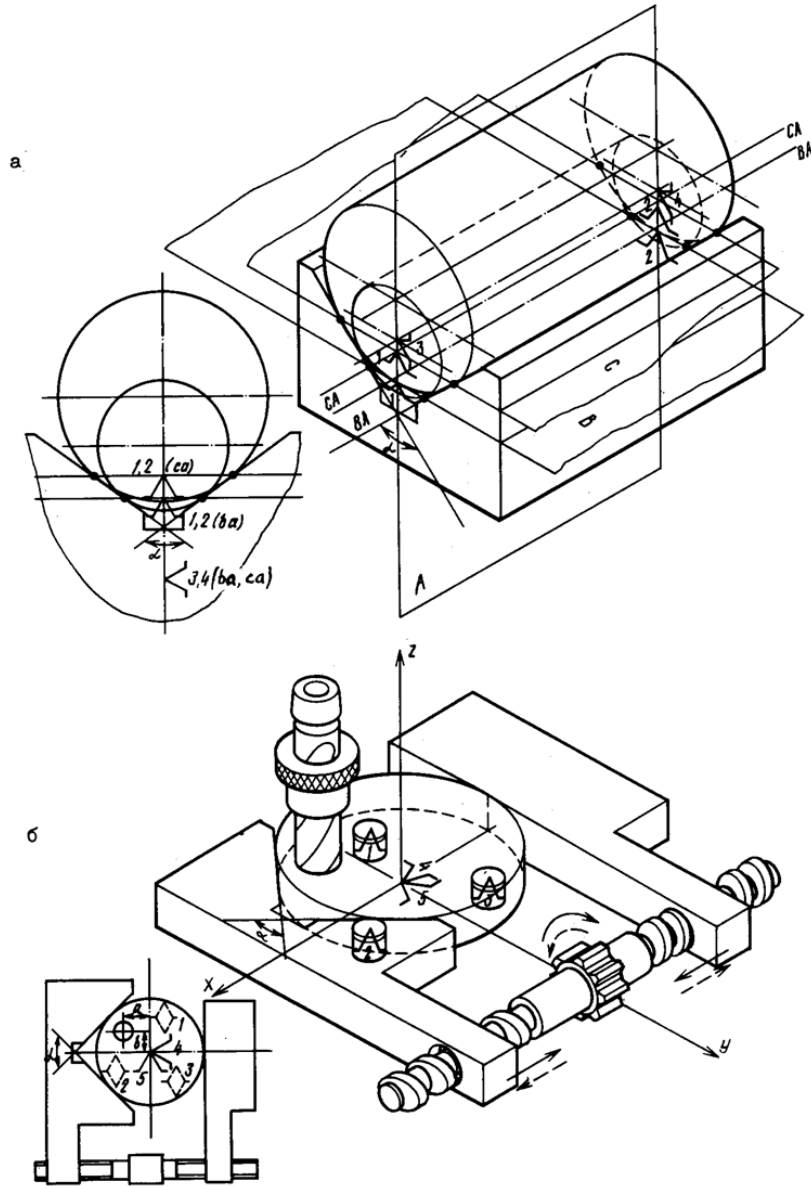
а – передний центр неподвижен; *б* – плавающий передний центр с упором в шайбу.

4) Базирование по внутренне цилиндрической поверхности и наружному торцу

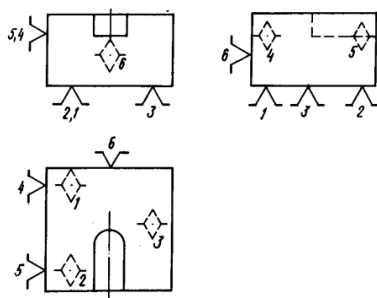
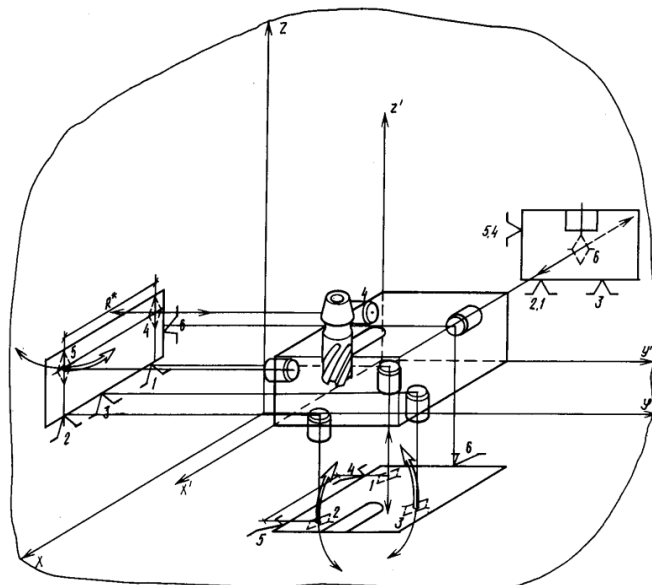


Базирование деталей на оправках (без зазора):
a – дискообразных; *б* – втулкообразных

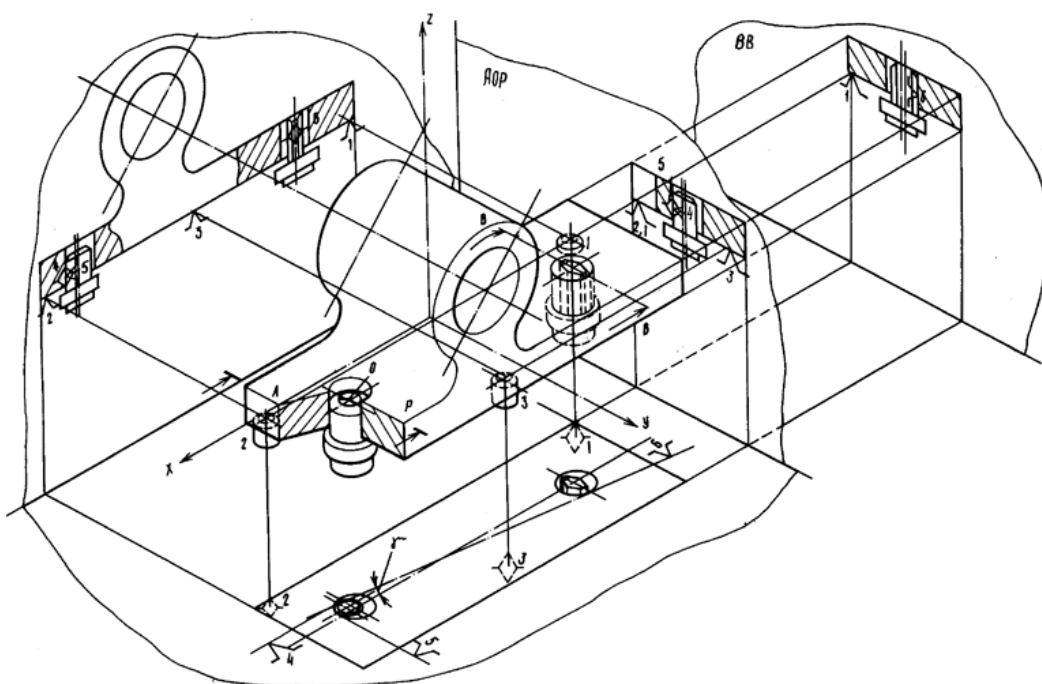
3) Базирование по наружной цилиндрической поверхности и наружному торцу



Базирование на призме:
а – неподвижной; б – самоцентрирующей



Базирование по трем плоскостям



Базирование по плоскости и двум отверстиям