

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля  
Кафедра точного приборостроения

Дисциплина «КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ  
ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК»

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

*Гормаков А.Н., доц. каф. ТПС  
ИНК НИ ТПУ, 2016 г.*

При разработке  
технологического процесса  
изготовления детали  
используют

1. Чертежи сборочной единицы,  
в состав которой входит  
деталь, чертежи самой  
детали.
2. Сведения о количественном  
выпуске деталей.

3. Стандарты на полуфабрикаты и заготовки.

4. Типовые и групповые технологические процессы, литературу.

5. Руководящие материалы, инструкции, нормативы.

Технологический процесс разрабатывают либо с привязкой к действующему, либо для создаваемого производства.

В последнем случае технолог обладает большей свободой в принятии решений по построению технологического процесса и выбору средств для его осуществления.

Задача разработки  
технологического процесса  
изготовления детали  
заключается в нахождении для  
данных производственных  
условий оптимального варианта  
перехода от полуфабриката,  
поставляемого на завод, к  
готовой детали.

Выбранный вариант должен обеспечивать требуемое качество детали при наименьшей ее себестоимости. Технологический процесс изготовления детали рекомендуется разрабатывать в следующей последовательности:

1. Изучить по чертежам служебное назначение детали. Проанализировать соответствие служебному назначению технических требований и норм точности;

2. Выявить число деталей, подлежащих изготовлению в единицу времени, наметить вид и форму организации производственного процесса;

3. Выбрать полуфабрикат, из которого должна быть изготовлена деталь;

4. Выбрать технологический процесс получения заготовки, если неэкономично или физически невозможно изготавливать деталь непосредственно из полуфабриката;

5. Обосновать выбор технологических баз и установить последовательность обработки поверхностей заготовки;

6. Выбрать способы обработки поверхностей заготовки и установить число переходов по обработке каждой поверхности исходя из требований к качеству детали;

7. Рассчитать припуски и установить межпереходные размеры и допуски на отклонения всех показателей точности детали;

8. Оформить чертеж заготовки;

9. Выбрать режимы обработки, обеспечивающие требуемое качество детали и производительность;

10. Пронормировать технологический процесс изготовления детали;

11. Сформировать операции из переходов и выбрать оборудование для их осуществления;

12. Выполнить размерный анализ технологического процесса;

13. Выявить необходимую технологическую оснастку для выполнения каждой операции и разработать требования, которым должен отвечать каждый вид оснастки;

14. Разработать другие варианты технологического процесса изготовления детали, рассчитать их себестоимость и выбрать наиболее экономичный вариант;

15. Оформить технологическую документацию;

16. Разработать технические задания на конструирование нестандартного оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента.

Конструкторская документация

Тип производства, том числе годовой объем выпуска

1. Отработка на технологичность

2. Выбор вида технологического процесса

3. Выбор заготовки

4. Выбор комплекта технологических баз

5. Разработка маршрута обработки детали

6. Определение последовательности обработки поверхностей

7. Расчет припусков

8. Выбор или проектирование оборудования

9. Расчет режимов резания

10. Выбор или проектирование оснастки

11. Расчет норм времени на изготовление детали

12. Указание требований по технике безопасности и охране окружающей среды в технологическом процессе

13. Выбор оптимального технологического процесса

14. Оформление технологического процесса на бланках установленной формы

1. Изучение служебного  
назначения детали.  
Анализ технических  
требований и норм  
ТОЧНОСТИ

Разработка технологического процесса изготовления любой детали должна начинаться с глубокого изучения ее служебного назначения и критического анализа технических требований и норм точности, заданных чертежом.

Деталь является элементарной частью сборочной единицы.

Поэтому, приступая к формулировке ее служебного назначения (СН), необходимо изучить чертеж и СН сборочной единицы, в которую входит данная деталь.

Формулируя СН детали, необходимо не только четко сформулировать задачи, для решения которых предназначена деталь, но и описать условия, в которых деталь должна выполнять свое СН в течение всего срока службы.

Выясняя служебное назначение детали и ее роль в работе сборочной единицы, необходимо разобратся в функциях, выполняемых ее поверхностями, которые могут быть: исполнительными, основными, вспомогательными или свободными.

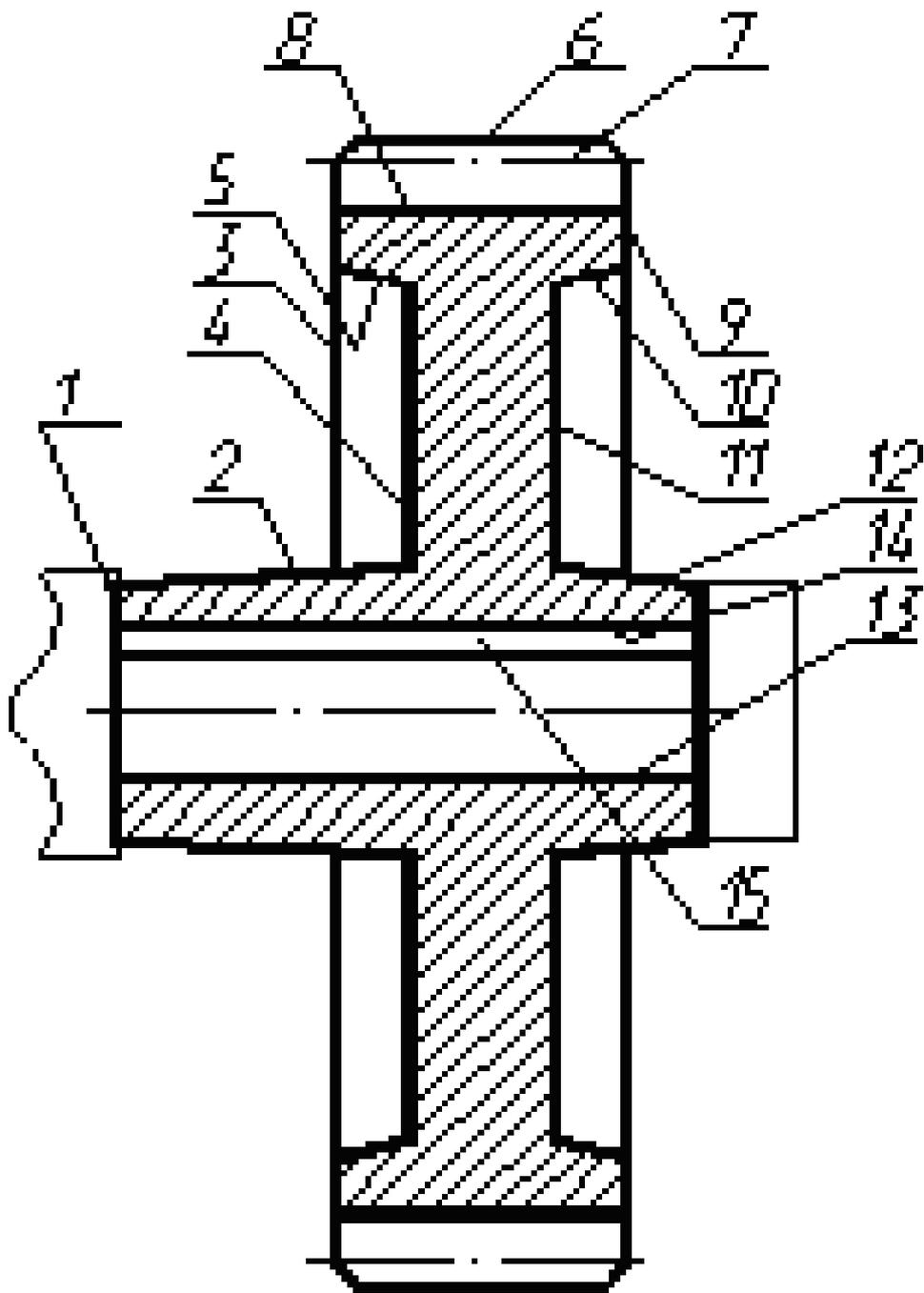


Рис. 1.  
Функциональное  
назначение  
поверхностей детали:  
1, 15, 13 – основные  
поверхности;

7 – исполнительные  
поверхности;  
14 – вспомогательные  
поверхности;

2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12  
– свободные  
поверхности

В первую очередь необходимо “отыскать” исполнительные поверхности детали. Это те поверхности, которыми деталь выполняет свое СЧ и ради которых она создается. У зубчатого колеса это боковые поверхности зубчатого венца (поверхность 7 рис. 1).

Затем выявляются основные поверхности, определяющие положение детали в СЕ, ее базы. Таких поверхностей несколько, и они должны создавать координатный угол своим расположением (поверхности 1, 15, 13 на рис. 1).

Вспомогательные поверхности определяют положение других деталей, присоединяемых к данной.

Они служат базами присоединяемых деталей, так же, как и основные, часто объединяются в комплект баз.

Комплектов вспомогательных баз бывает столько, сколько деталей присоединяется к данной.

Деталь может иметь и лишь одну вспомогательную поверхность (рис. 1, поверхность 14).

Назначение свободных  
поверхностей - завершить  
конструктивное оформление  
детали.

Для того чтобы деталь могла экономично выполнять свое СН, она должна обладать необходимым качеством. Важнейшим и самым трудоемким при достижении показателем качества детали, как и СЕ, является ее точность. Характеризуется она рядом технических требований (Т.Т).

Учитывая значимость Т.Т,  
служащих основанием для  
принятия важнейших решений при  
проектировании технологического  
процесса изготовления детали,  
необходимо каждое Т.Т  
проанализировать с учетом  
решений, принятых при  
разработке технологического  
процесса сборки СЕ, в которую  
входит данная деталь.

Таким образом, при анализе Т.Т на деталь необходимо учитывать:

- СН сборочной единицы,
- Т.Т на СЕ,
- методы достижения требуемой точности по каждому Т.Т на СЕ,
- ТП сборки СЕ.

Анализ и корректировку Т.Т на деталь удобно выполнять в несколько этапов. На первом этапе анализируется и корректируется номенклатура ТТ, которая условно состоит из 2 групп. К одной группе относятся показатели, характеризующие точность каждой поверхности детали:

точность размеров (длина,  
высота и т.п.)

точность формы  
(макроотклонение, волнистость,  
микроотклонения);

твёрдость,  
покрытие и т.п.

Ко второй группе относятся показатели, характеризующие относительное расположение всех поверхностей детали (параллельность, симметричность, соосность и т.п.).

Выявленные неточные или  
неправильные формулировки  
ТТ корректируются, а  
недостающие ТТ  
формулируются заново.  
На втором этапе  
анализируются и  
корректируются, в случае  
необходимости, численные  
значения всех ТТ.

Для сокращения затрат  
времени можно  
использовать  
вычислительную технику.

## ***2. Выбор вида и формы организации производственного процесса изготовления детали***

**Вид и форма организации  
производственного процесса  
изготовления детали зависят от  
программы ее выпуска в год и по  
неизменным чертежам.**

Непрерывно-поточное производство целесообразно организовывать тогда, когда технологическое оборудование можно полностью загрузить изготовлением детали одного наименования, т. е. при массовом типе производства.

При изготовлении  
малотрудоемких деталей в  
относительно небольших  
количествах (крупносерийное,  
серийное производство)  
целесообразно  
организовывать переменнo-  
поточное производство.

При этом детали объединяют в группы по признакам близости СН, конструктивных форм, размеров, Т.Т, материалов и разрабатывается групповая технология.

Изготовление незначительного числа одноименных деталей целесообразно организовывать на технологически замкнутых участках с использованием высокопроизводительного оборудования и технологической оснастки, например, участок валов, зубчатых колес и т.п.

В мелкосерийном и  
единичном производстве  
организуются участки,  
объединяющие оборудование  
со сходным СН, например,  
участок токарных станков,  
фрезерных и т.п.

# Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Основными факторами, влияющими на решения, принимаемые на данном этапе разработки технологического процесса изготовления детали, являются:

- конструкция детали,
- материал,
- служебное назначение,
- технические требования,
- программы выпуска в год (N/г),
- тип производства,

- вид и форма организации производства,

- стоимость материала (полуфабриката),

- себестоимость исходной заготовки, получаемой тем или иным методом;

- расход материала,

- себестоимость изготовления детали из исходной заготовки.

Выбор исходной заготовки и метода ее получения должен обеспечивать минимальную себестоимость детали.

Исходная заготовка – заготовка перед первой технологической операцией механической обработки (ГОСТ 3.1109).

Для того чтобы проще представить последовательность выбора исходной заготовки, на рис. 2 приведена схема

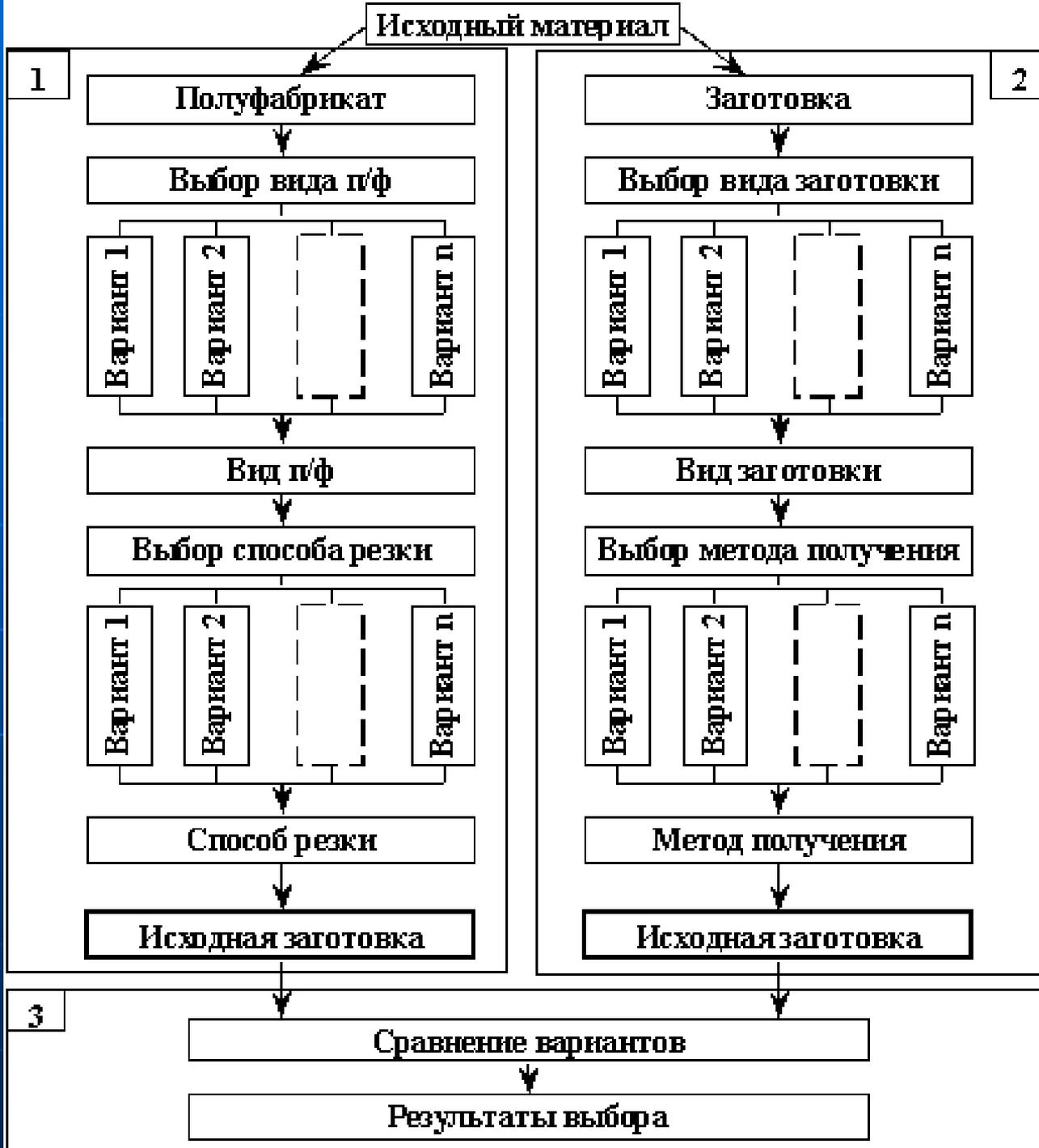


Рис. 2.  
Схема  
выбора  
ИСХОДНОЙ  
заготовки

Себестоимость самих исходных заготовок, полученных разными методами, колеблется в широких пределах. Для получения заготовок используют разнообразные технологические процессы и их сочетания:

- различные способы литья,
- пластического деформирования металлов,

- резка,
- сварка,
  
- комбинированные способы:
- штамповки-сварки,
- литья – сварки;
- порошковой металлургии.

## ***4. Выбор технологических баз и определение последовательности обработки заготовки***

Основанием для выбора технологических баз является служебное назначение поверхностей детали и установленные между ними размерные связи.

# Выбор технологических баз

зависит:

- от ТТ, характеризующих точность размеров, расположения и макрогеометрии поверхностей детали (за исключением случаев их обработки мерным инструментом);
- от возможностей существующего парка оборудования и технологической оснастки.

Выбор технологических баз  
выполняют в два этапа:

1. Выбирают технологические базы, необходимые для получения наиболее ответственных показателей точности детали и используемые при обработке большинства поверхностей заготовки;

2. Выбирают  
технологические базы на  
первой операции  
технологического процесса.

Выбор технологических баз для обработки большинства поверхностей заготовки определяет те поверхности, с которых необходимо начинать ее обработку.

Выбор технологических баз на первой (первых) операции связан с решением двух групп задач:

1. Установлением связей между обрабатываемыми и остающимися необработанными поверхностями;
2. Распределением припусков между обрабатываемыми поверхностями.

Обычно возможны несколько вариантов. Каждый вариант базирования обеспечивает прямое (кратчайшее), т.е. наилучшее решение лишь одной задачи из всей совокупности. Поэтому нужно выбрать тот вариант, который обеспечивает все Т.Т в пределах допустимых отклонений и менее сложен в реализации схем базирования.

# Определение последовательности обработки поверхностей заготовки.

Выбранный вариант  
базирования служит основой  
при определении  
последовательности обработки  
поверхностей заготовки.

Вместе с тем, определяя последовательность обработки, учитывают:

- конструктивные особенности детали; требования к ее качеству;
- методы получения размеров, свойства заготовки (материал, масса, размеры, припуски на обработку);

- возможности оборудования, необходимость в термической обработке;

- организацию производственного процесса и др.

Обработку заготовки начинают обычно с подготовки технологических баз.

В комплекте баз в первую очередь обрабатывают поверхность (или сочетание поверхностей), лишаящую заготовку большего числа степеней свободы (установочная или двойная направляющая база).

Базирование заготовки по  
необработанным поверхностям в  
направлении выдерживаемых  
размеров допустимо лишь один раз.

В начале технологического процесса обычно стремятся снять с заготовки наибольшие припуски с тем, чтобы создать лучшие условия для перераспределения остаточных напряжений в заготовке и вскрыть возможные дефекты на ранней стадии обработки.

Высокие требования к точности формы, размеров и относительного положения поверхностей детали заставляют вести обработку заготовки в несколько переходов.

В отдельных случаях  
предварительную и окончательную  
обработку поверхности выполняют  
последовательно при одной  
установке заготовки.

Чаще эти этапы  
разделяют, относя  
окончательную обработку  
поверхностей на конец  
технологического  
процесса.

В конце технологического процесса выносят обработку легкоповреждаемых поверхностей (например, наружных резьб). На последовательность обработки поверхностей заготовки влияют термическая (ТО) и химико-термическая обработка (ХТО).

Неизбежное деформирование заготовки в результате такой обработки вынуждает предусматривать в технологическом процессе предварительную и окончательную обработку и начинать последнюю с “правки” технологических баз.

Влияет на последовательность обработки поверхностей и необходимость соблюдения очередности в образовании различных конструктивных элементов детали.

Например, крепежные резьбовые отверстия нужно обрабатывать после того, как будет окончательно обработана поверхность заготовки, с которой они сопряжены. В противном случае резьбы в отверстиях будут испорчены.

***5. Выбор способов обработки и  
определение количества  
необходимых переходов***

При выборе способа обработки  
стремятся обеспечить  
кратчайший и наиболее  
экономичный путь превращения  
выбранной заготовки в деталь  
требуемого качества.