

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

---

---

Технология машиностроения  
Лекция 11

---

# Содержание

---

1. Порядок проектирования.

2. Основы технического нормирования.

3. Схемы обработки.

4. Определение припусков.

5. Определение режимов обработки.

# Порядок проектирования технологических операций

---

Проектирование технологических операций включает:

- уточнение числа и последовательности переходов;
- определение промежуточных припусков;
- выбор инструмента и режимов обработки;
- выбор или проектирование станочных приспособлений;
- техническое нормирование операции.

# Основы технического нормирования

---

- Цель технического нормирования – расчет технически обоснованной нормы времени.
- В единичном и серийном производстве технически обоснованной является **норма штучно-калькуляционного времени**.
- В массовом производстве технически обоснованной является **норма штучного времени**.

# Основы технического нормирования

---

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$t_{\text{ш-к}} = t_{\text{ш}} + \frac{t_{\text{п}}}{n}$$

$t_{\text{шт}}$  – штучное время;

$t_{\text{пз}}$  – подготовительно-заключительное время;

$n$  – число деталей в партии.

# Основы технического нормирования

---

- Штучное время расходуется на обработку изделия.
- Подготовительно-заключительное время (на партию) расходуется на:
  - ознакомление с чертежом;
  - получение материалов, инструмента;
  - наладку приспособлений;
  - настройку станка;
  - по окончании обработки – демонтаж приспособлений.

# Основы технического нормирования

---

Штучное время равно:

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{т}} + t_{\text{орг}} + t_{\text{лп}},$$

$t_{\text{оп}}$  – оперативное время;

$t_{\text{т}}$  – техническое время;

$t_{\text{орг}}$  – организационное время;

$t_{\text{лп}}$  – время на личные потребности и отдых (при утомительных работах) в течение смены.

# Основы технического нормирования

---

- Составляющие  $t_T$ ,  $t_{орг}$ , и  $t_{лп}$  определяется в процентах от оперативного времени.
- Для механической обработки в условиях единичного и серийного производства:

$$t_T \approx 0,06 \cdot t_{оп}$$

$$t_{орг} \approx (0,04 \dots 0,02) \cdot t_{оп}$$

$$t_{лп} \approx 0,025 \cdot t_{оп}$$



# Основы технического нормирования

---

Оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}},$$

$t_{\text{о}}$  – основное время;

$t_{\text{в}}$  – вспомогательное время.

Основное время может быть машинным, ручным и машинно-ручным.

# Основы технического нормирования

---

- Машинное время определяется исходя из режима обработки.
- Общая формула для определения машинного времени:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{V_s} ,$$

$L$  – расчетная длина обработки, мм;

$i$  – число проходов;

$V_s$  – скорость подачи, мм/мин.

# Основы технического нормирования

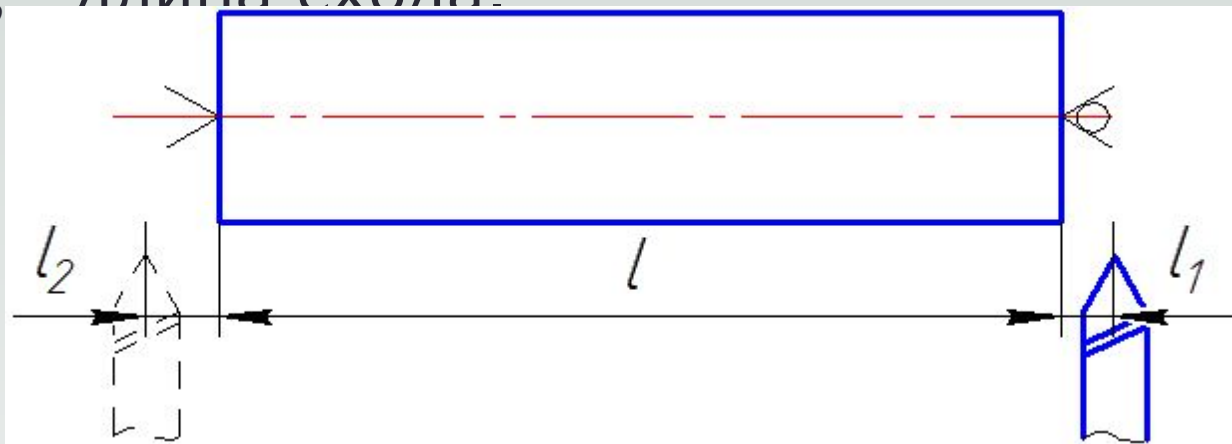
Расчетная длина обработки определяется по формуле:

$$L = l_1 + l + l_2,$$

где  $l$  – длина обработки;

$l_1$  – длина врезания;

$l_2$  – длина схода.



# Основы технического нормирования

---

Вспомогательное время определяется по нормативам.

Существуют

- Нормативы вспомогательного времени  $t_{\text{в}}$  ;
- Укрупненные нормативы основного  $t_{\text{о}}$  и вспомогательного времени  $t_{\text{в}}$ .

Наиболее просто использовать укрупненные нормативы  $t_{\text{о}}$  и  $t_{\text{в}}$ .

# Основы технического нормирования

---

По укрупненным нормативам вспомогательное время определяется по формуле:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{доп}} + t_{\text{изм}} ,$$

$t_{\text{уст}}$  – время на установку и снятие заготовки;

$t_{\text{пер}}$  – время на основные приемы, связанные с переходом;

$t_{\text{доп}}$  – время на дополнительные приемы, связанные с переходом;

$t_{\text{изм}}$  – время на измерение после обработки.

# Схемы обработки

---

- При проектировании технологических операций применяются принципы концентрации и дифференциации.
- Схема обработки определяет порядок выполнения и степень концентрации технологических переходов в операции

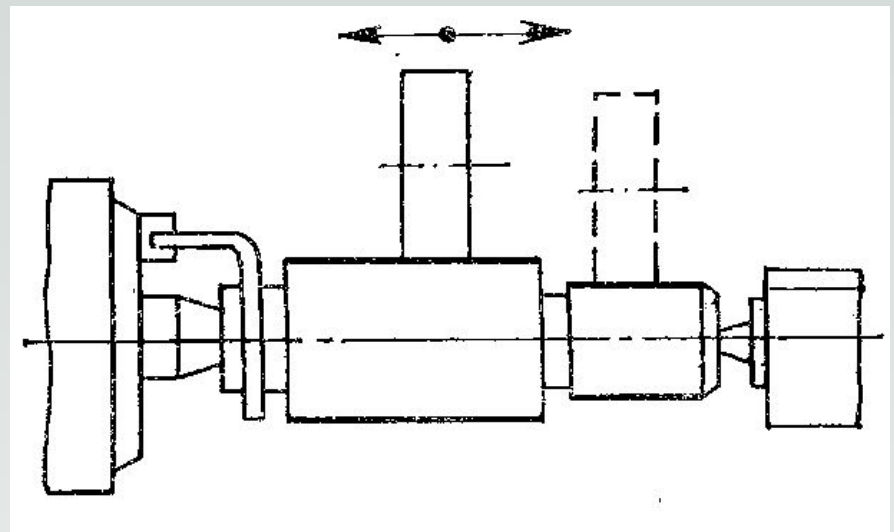
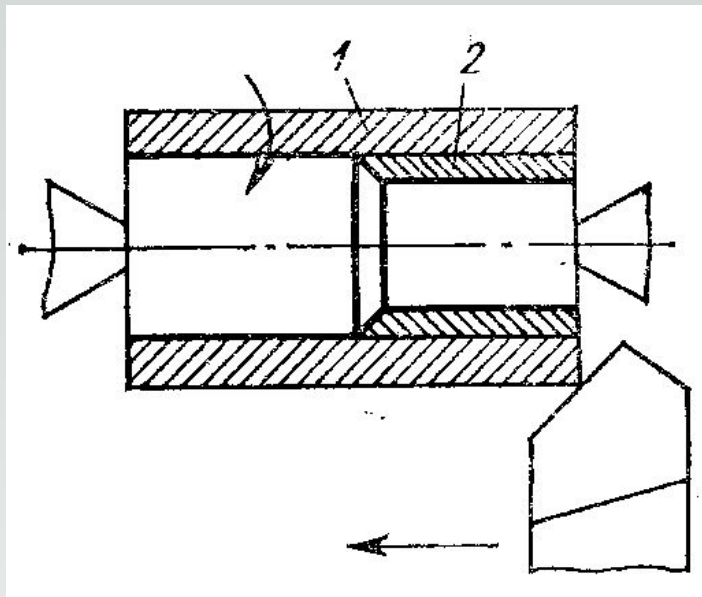
# Схемы обработки

---

- Схемы обработки различаются по:
  - **количеству заготовок**  
(одноместная и многоместная);
  - **количеству инструментов**  
(одноинструментальная и многоинструментальная);
  - **последовательности переходов** (последовательная и параллельная).

# Схемы обработки

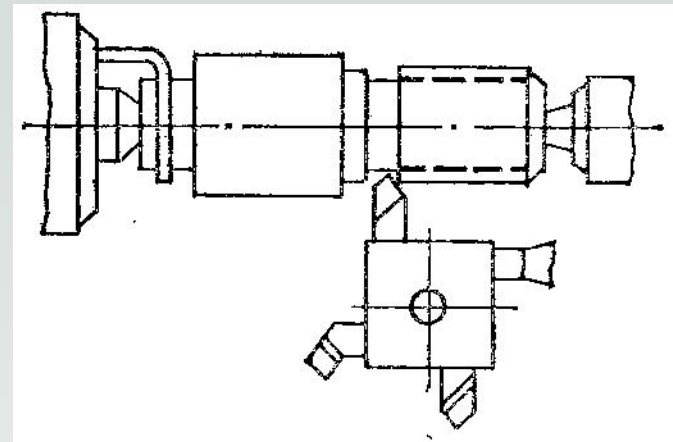
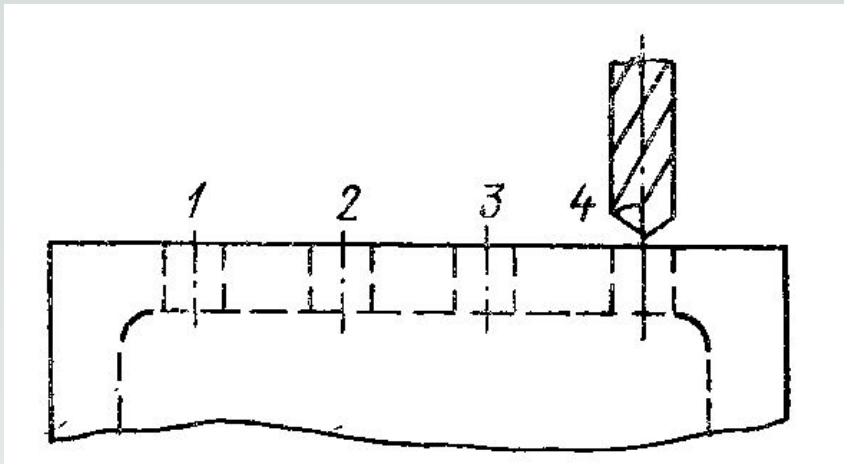
Одноместная последовательная обработка одним или несколькими инструментами





# Схемы обработки

Одноместная последовательная обработка одним или несколькими инструментами



# Схемы обработки

---

При одноместной последовательной обработке оперативное время является суммой основного и вспомогательного времени:

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}}$$

# Схемы обработки

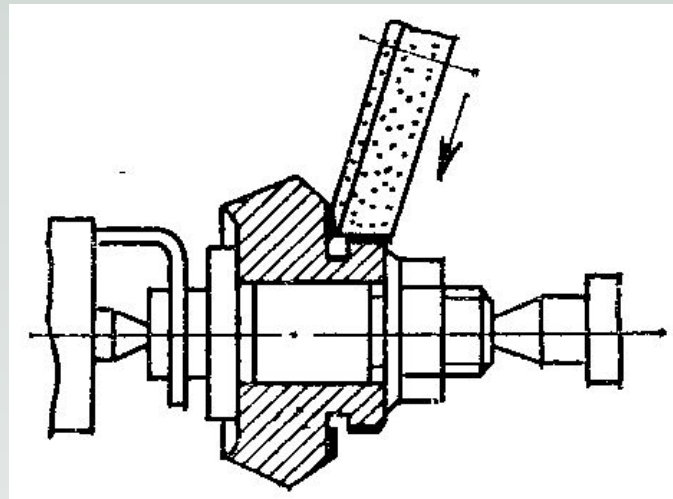
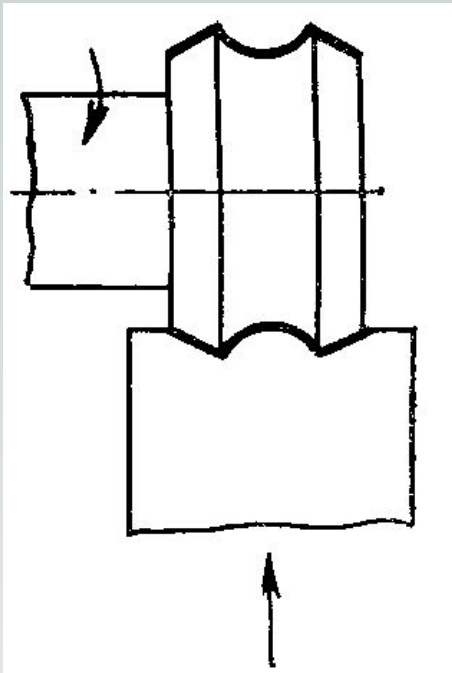
---

Одноместная параллельная обработка существует в следующих разновидностях:

- обработка фасонным инструментом;
- обработка набором инструментов;
- обработка с использованием станков-автоматов и многошпиндельных головок.

# Схемы обработки

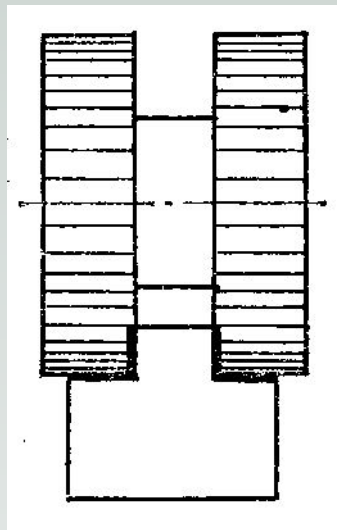
## Обработка фасонным инструментом



# Схемы обработки

---

## Обработка набором инструментов

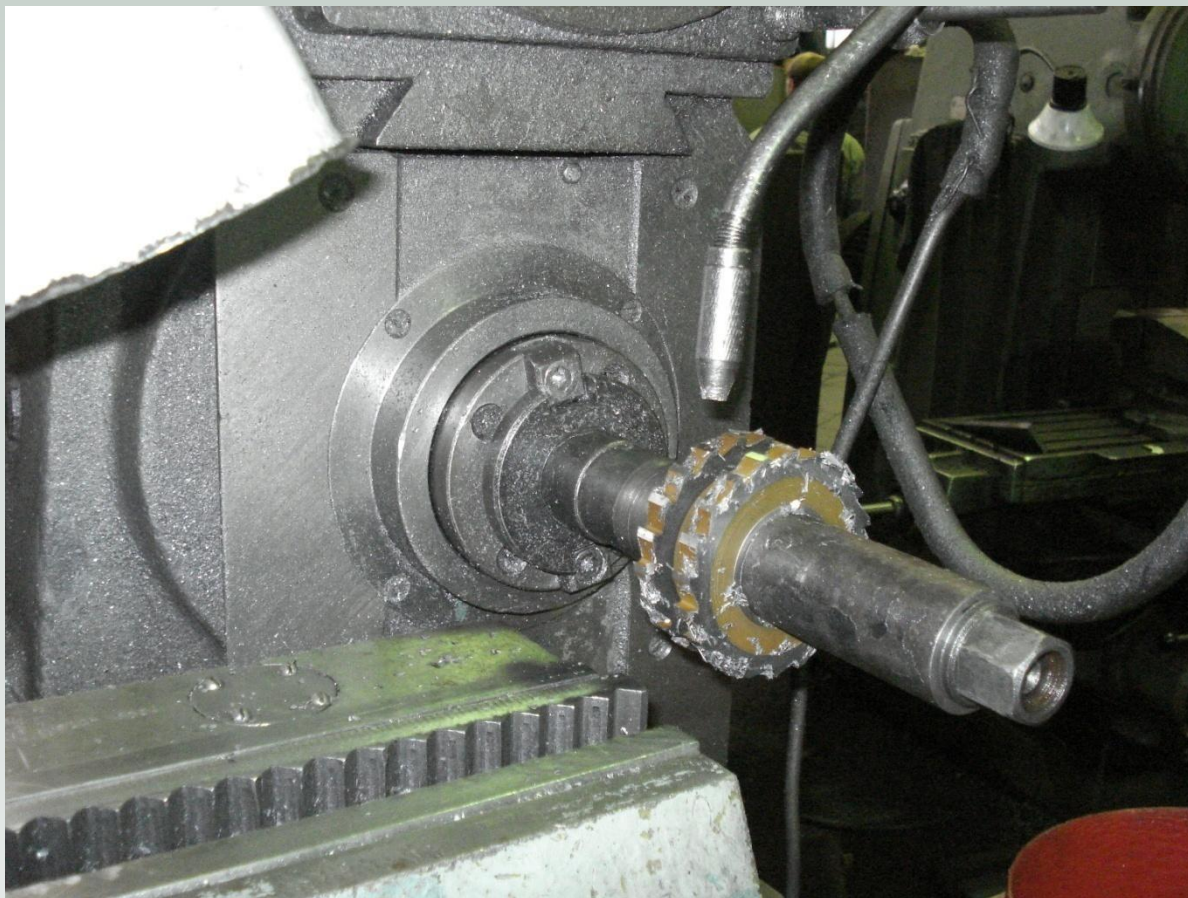


# Пример



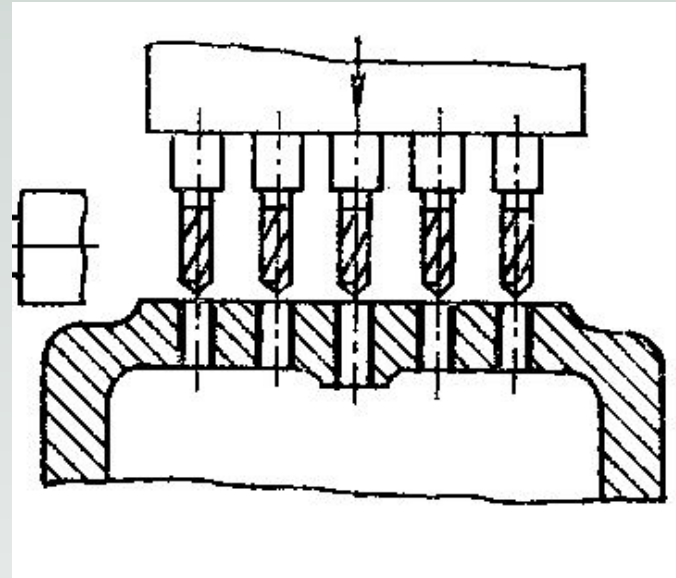
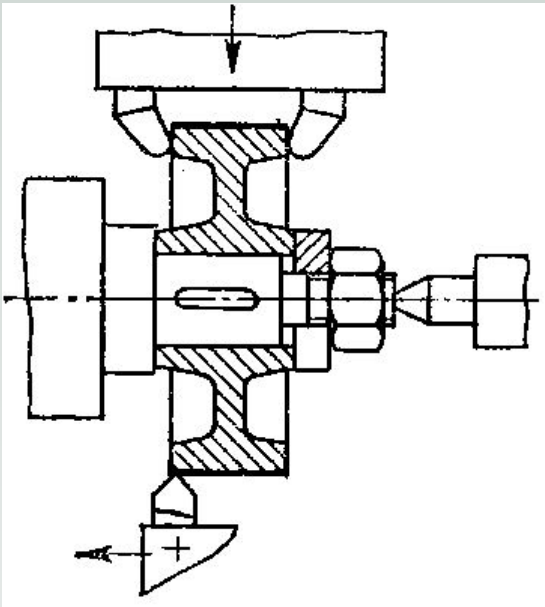
# Пример

---



# Схемы обработки

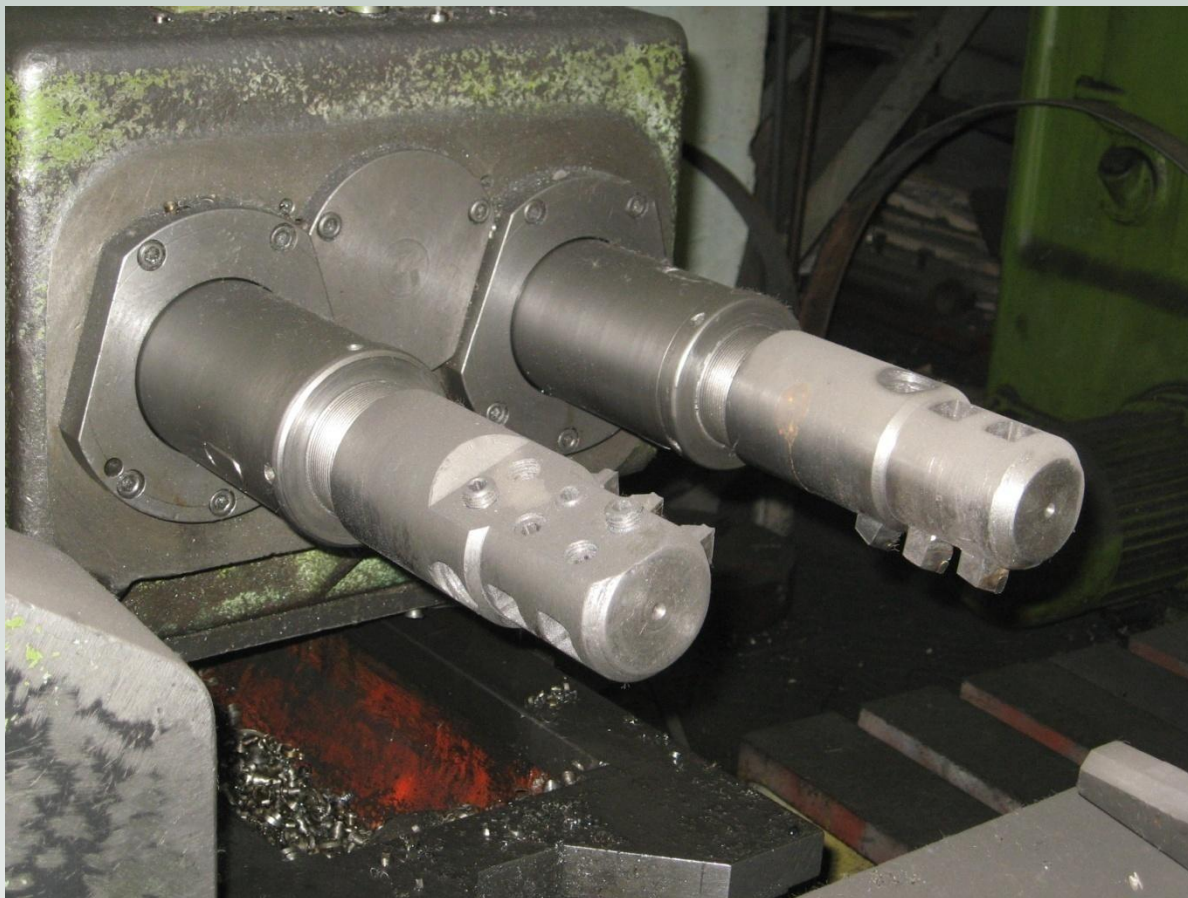
Обработка с использованием станков-автоматов и многошпиндельных ГОЛОВОК





# Пример

---



# Пример

---



# Пример

---



# Схемы обработки

---

При одноместной параллельной обработке оперативное время определяется по формуле:

$$t_{оп} = t_{oi} + t_{в'}$$

где  $t_{oi}$  – время лимитирующего (самого продолжительного) технологического перехода

**Экономится основное время**

# Схемы обработки

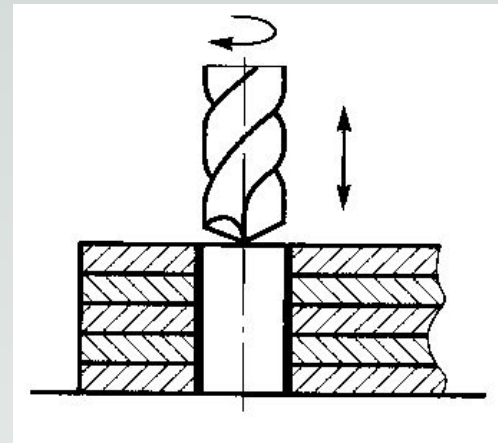
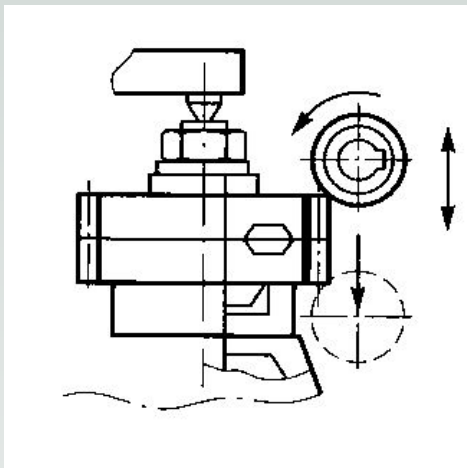
---

Многоместная обработка существует в следующих разновидностях:

- с одновременной установкой заготовок;
- с отдельной установкой заготовок;
- с непрерывной установкой заготовок.

# Схемы обработки

Многоместная обработка с  
одновременной установкой  
заготовок



# Схемы обработки

---

При многоместной обработка с одновременной установкой заготовок экономится часть вспомогательного времени:

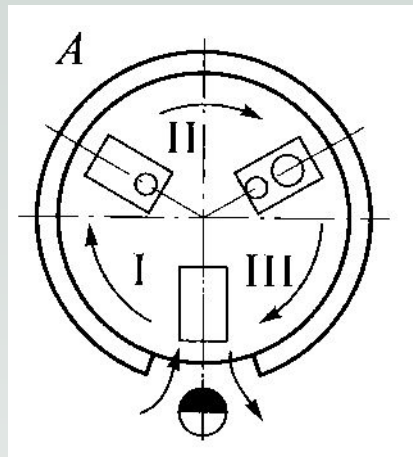
$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}}/n + t_{\text{пер}} + t_{\text{доп}} + t_{\text{изм}},$$

где  $n$  – количество одновременно устанавливаемых заготовок.

# Схемы обработки

---

Многоместная обработка с  
раздельной установкой заготовок





# Схемы обработки

---

При многоместной обработке с отдельной установкой заготовок происходит почти полное перекрытие  $t_o$  и  $t_v$  :

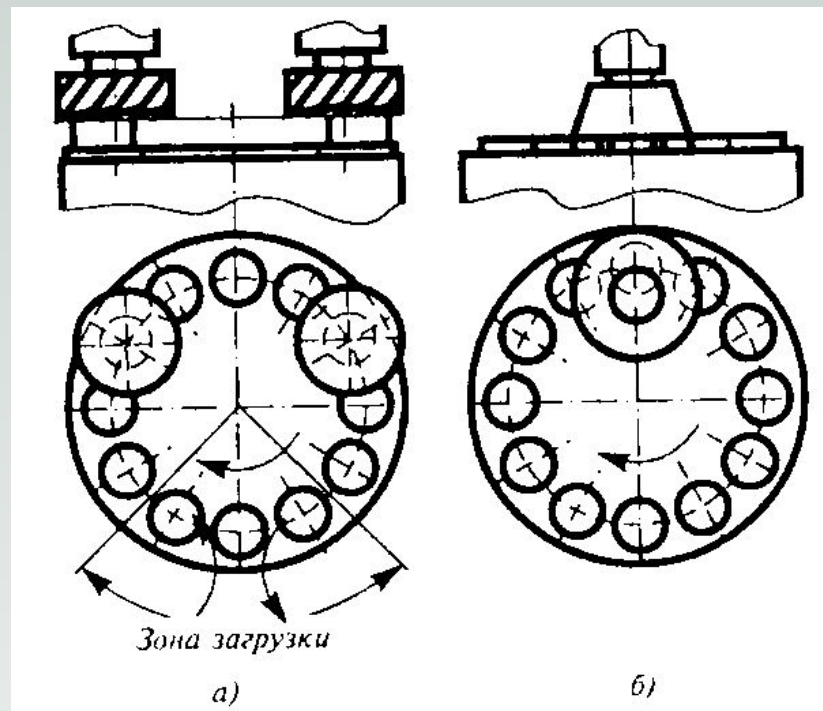
$$t_{оп} = t_o \text{ (если } t_o > t_v \text{)}$$

или

$$t_{оп} = t_v \text{ (если } t_o < t_v \text{)}$$

# Схемы обработки

Многоместная обработка с непрерывной установкой заготовок



# Пример



# Пример

---



# Схемы обработки

---

При многоместной обработке с непрерывной установкой заготовок происходит полное перекрытие  $t_o$  и  $t_b$ :

$$t_{оп} = t_o$$

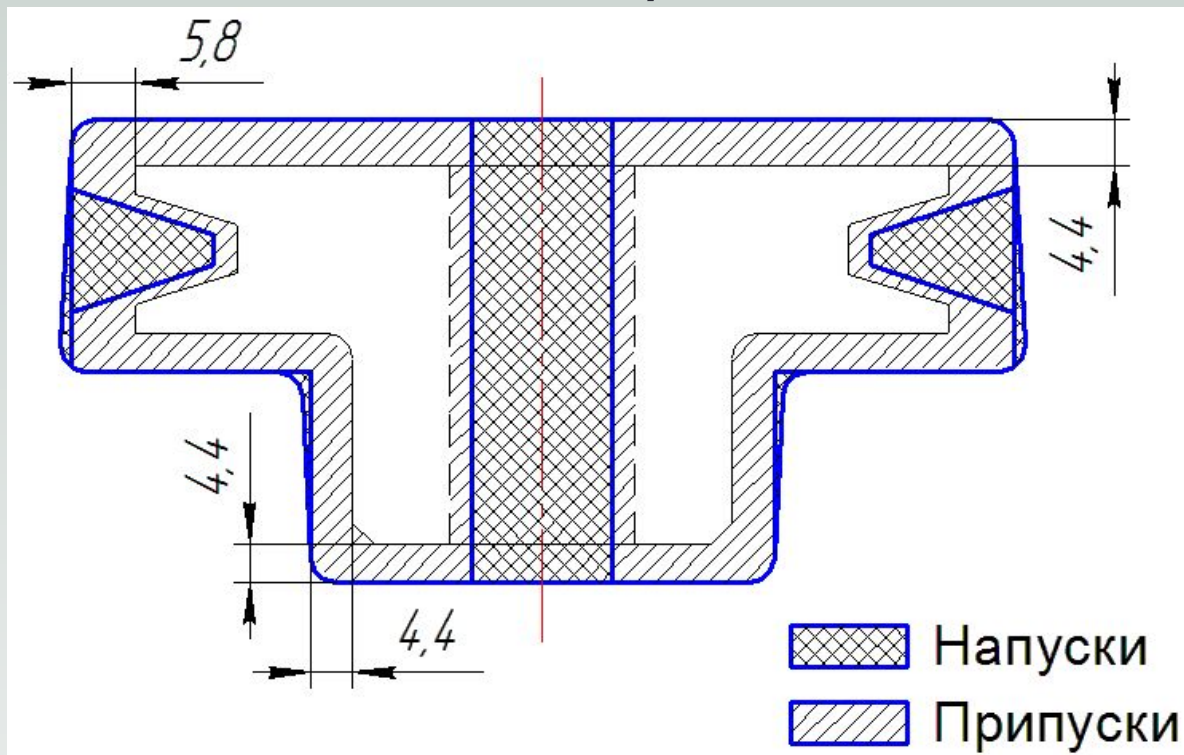
# Определение припусков

---

- Припуск – это слой материала, удаляемый при механической обработке для достижения заданной точности и шероховатости поверхности.
- Припуск – необходимый слой материала.
- Напуск – это избыточный слой материала, подлежащий удалению.

# Определение припусков

Пример выделения на чертеже припусков и напусков



# Определение припусков

---

Общий припуск обозначается  $Z_o$

$$Z_o = \sum z_i ,$$

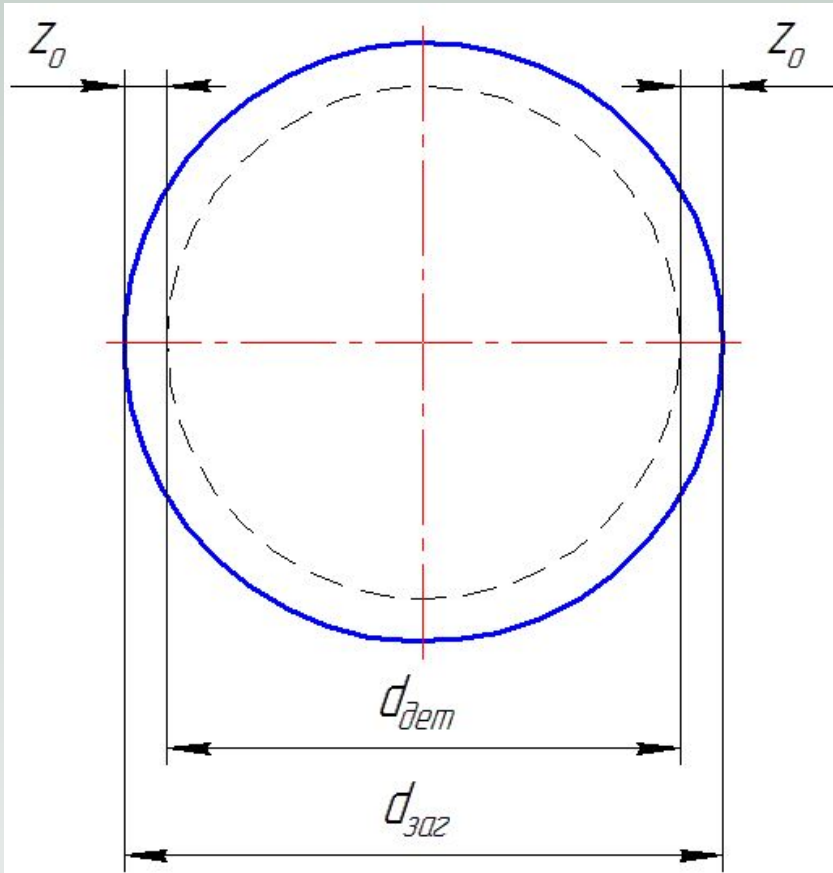
где  $Z_i$  – промежуточные припуски на операции.

Припуски бывают симметричные и односторонние.

Симметричный припуск назначается на размеры валов и отверстий.



# Определение припусков

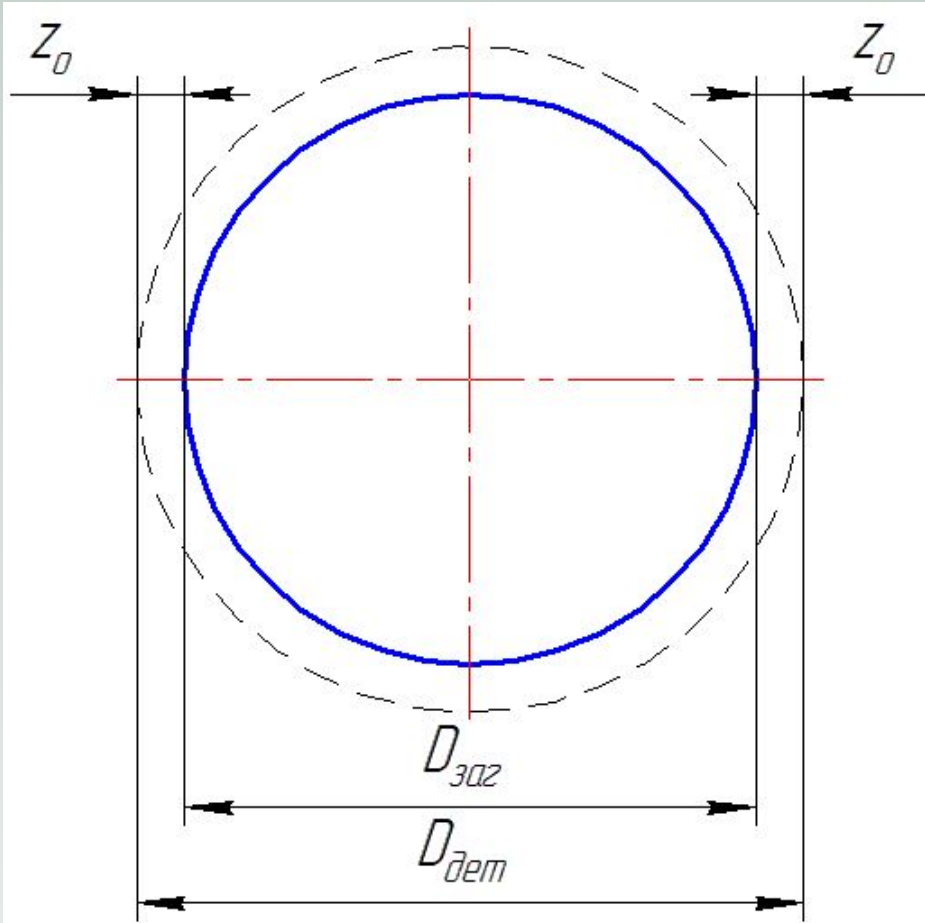


Определение припусков валов

$$2z_0 = d_{заг} - d_{дет}$$

где  $d_{заг}$  - размер заготовки;  
 $d_{дет}$  - размер детали.

# Определение припусков



Определение припусков отверстий

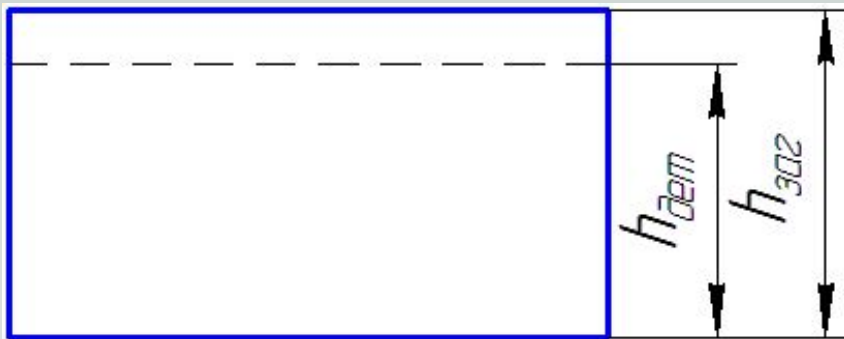
$$2z_0 = D_{дет} - D_{заг} ,$$

где  $D_{дет}$  - размер детали;

$D_{заг}$  - размер заготовки.

# Определение припусков

---



Определение  
односторонних  
припусков

$$z_o = h_{заг} - h_{дет},$$

где  $h_{заг}$  - размер  
заготовки;

$h_{дет}$  - размер  
детали.

# Определение припусков

---

- Существует два метода определения припусков:
  - статистический;
  - аналитический.
- В любом случае определяется **минимальный** припуск, который может корректироваться.
- Точно определить припуск можно только экспериментальным путем.

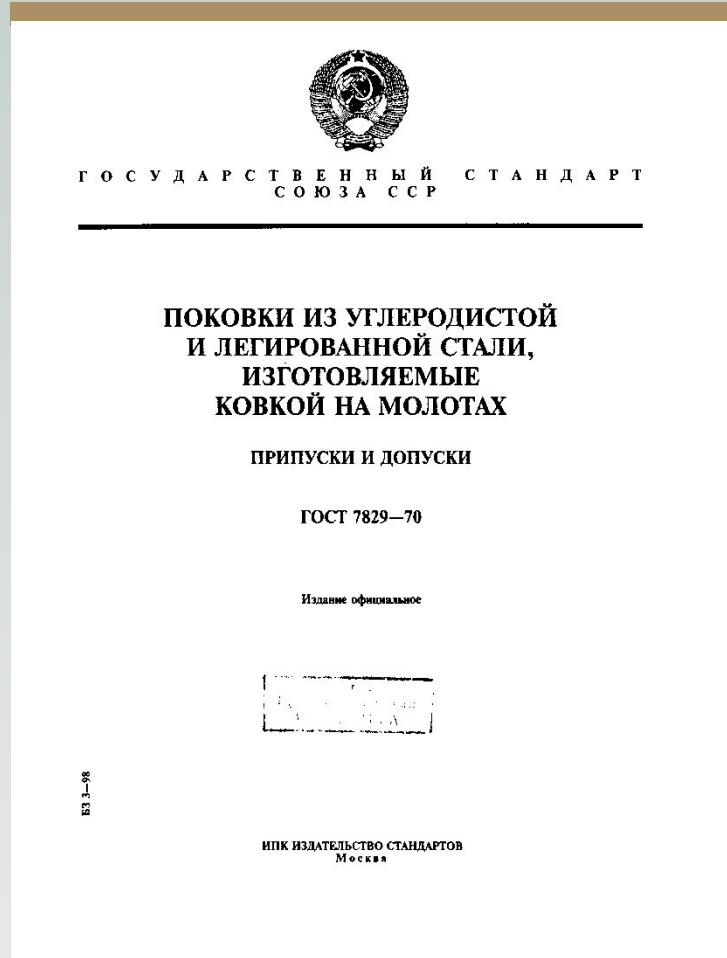
# Определение припусков

---

- Для определения припусков статистическим методом применяются стандарты. Например:
- ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку
- ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски

# Определение припусков

## Примеры стандартов

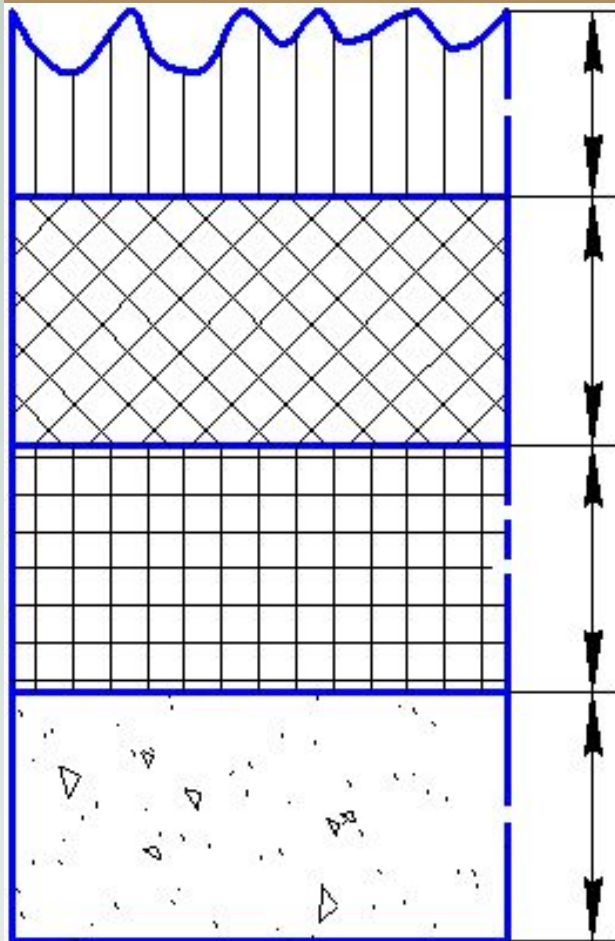


# Определение припусков

---

- Аналитический метод определения припусков разработал профессор В. М. Кован – один из основоположников технологии машиностроения в СССР.
- Согласно этого метода минимальный припуск должен иметь следующие составляющие.

# Определение припусков



$Rz_{i-1}$  - высота неровностей на предыдущей операции;

$h_{i-1}$  - величина дефектного слоя от предыдущей обработки;

$\Delta_{i-1}$  - пространственное отклонение заготовки на предыдущей операции

$\varepsilon_i$  - погрешность установки заготовки на текущей операции



# Определение припусков

---

Расчетные формулы:

для плоских поверхностей припуск на сторону

$$Z_{i \min} = R_{z i-1} + h_{i-1} + \Delta_{i-1} + \varepsilon_i$$

для тел вращения припуск на две стороны

$$2Z_{i \min} = 2(R_{z i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

# Определение режимов обработки

---

Порядок расчета режимов на примере токарной обработки:

1. Выбор материала режущей части инструмента.

Наиболее часто применяются:

- быстрорежущие стали ( $V \leq 10$  м/мин)
- твердые сплавы ( $V \leq 200$  м/мин)

# Определение режимов обработки

---

## 2. Определение глубины резания $t$

Глубина резания определяется исходя из величины припуска на операцию:

- желательно удалять припуск за один проход инструмента;
- если припуск большой, он удаляется за несколько проходов инструмента;
- максимальная величина глубины резания зависит от мощности главного двигателя, прочности механизма подачи и инструмента.

# Определение режимов обработки

---

## 3. Определение подачи $s$

Подача определяется по таблицам в зависимости от требуемой шероховатости и прочности режущей части инструмента.

Ориентировочно:

- для чистовой обработки  
 $s \approx 0,1 \cdot t$  мм/об;
- для черновой и промежуточной обработки  
 $s \approx 0,2 \cdot t$  мм/об.

# Определение режимов обработки

4. Определение скорости резания  $V$ .  
Скорость резания определяется по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

где  $C_v$  - коэф-т, зависящий от св-в материала;

$K_v$  - коэф-т, зависящий от св-в INSTR-ТА;

$T$  – стойкость инструмента в мин.;

$t$  – глубина резания в мм;

$s$  – подача в мм/об;

$m, x, y$  – показатели степени из таблиц.