

# Выбор и проектирование заготовок

Лекция 3. Техничко-экономическое обоснование выбора способа получения заготовки. Общая методика выбора и проектирования заготовок и технологии их изготовления.

# План лекции

- Направления разработки техпроцесса изготовления детали
- Последовательность действий при выборе метода получения заготовки
- Экономическая целесообразность метода получения заготовки

# Направления разработки техпроцесса изготовления детали

**Получение заготовки,  
наиболее приближающейся  
по форме и размерам к  
готовой детали**

max трудоемкость –  
заготовка

min – механическая  
обработка

**Получение заготовки с  
большими припусками на  
обработку**

max трудоемкость –  
механическая обработка

min – заготовка

# Последовательность действий при выборе метода получения заготовки

1. Анализ конструкции детали, материала, требований к точности и шероховатости поверхностей готовой детали, а также других технических требований
2. Установление возможных вариантов метода получения заготовки в соответствии с типом производства
3. Назначение припусков на обрабатываемые поверхности детали согласно выбранным методам получения заготовки по нормативам
4. Определение расчетных размеров заготовок по выбранным методам
5. Расчет масс выбранных заготовок

# Последовательность действий при выборе метода получения заготовки

6. Определение норм расхода материала с учетом неизбежных технологических потерь для каждого вида заготовки (литниковая система, прибыль, угар, облой и т.п)
7. Определение КИМ для каждого варианта
8. Определение себестоимости изготовления заготовок по каждому методу
9. Определение годовой экономии материала по каждому варианту
10. Выбор наиболее экономически целесообразного варианта с учетом программы выпуска, стоимости отходов и т.д.

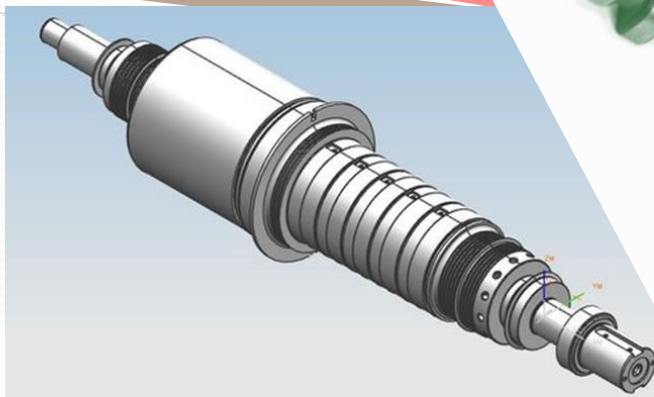
# Определение типа производства

| Масса<br>детали,<br>кг | Тип производства |               |                |                |          |
|------------------------|------------------|---------------|----------------|----------------|----------|
|                        | Единичное        | Мелкосерийное | Среднесерийное | Крупносерийное | Массовое |
| < 1,0                  | < 10             | 10-2000       | 2000-100 000   | 75000-200 000  | 200 000  |
| 1,0-2,5                | < 10             | 10-1000       | 1000-50 000    | 50 000-100 000 | 100 000  |
| 2,5-5,0                | < 10             | 10-500        | 500-35 000     | 35 000-75 000  | 75 000   |
| 5,0-10                 | < 10             | 10-300        | 300-25 000     | 25 000-50 000  | 50 000   |
| > 10                   | < 10             | 10-200        | 200-10 000     | 10 000-25 000  | 25 000   |



# Классы детали

- Валы
- Втулки
- Диски
- Корпусные детали
- Рычаги



# Выбор вида заготовки валов

|                          | Крупносерийное ,<br>массовое                           | Серийное,   | Мелкосерийное,<br>единичное |
|--------------------------|--|---|-----------------------------|
| Валы из стали            |  |   |                             |
| Крупные                  | Штамповка  | Штамповка   | Поковка на молотах          |
| Мелкие                   | Штамповка на ГКМ                                       | Продук, штамповка (в зависимости от перепада диаметров) | Прокат                      |
| Валы из чугуна           |  |   |                             |
| Крупные                  |  |   | Литье с ручной формовкой    |
| Мелкие                   | Литье в кокиль   | Литье в кокиль  | Литье с машинной формовкой  |
| Валы из цветных металлов | Литье под давлением (сложные и мелкие), литье в кокиль | Прокат, отливка (в зависимости от сложности)            | Прокат                      |



# Выбор вида заготовки втулок

|                                   | Крупносерийное,<br>массовое  | Серийное,   | Мелкосерийное,<br>единичное  |
|-----------------------------------|--|---|--|
| Втулки из стали                   |  |   |  |
| Крупные                           | Штамповка (с отверстием<br>и без отверстия)<br>Штамповка на ГКМ                          | Штамповка (с/без<br>отверстия),<br>Листовая штамповка<br>+сварка                              | Литье  |
| Мелкие<br>$d < 60 \dots 80$ мм    |  |   | Прутки,<br>толстостенная<br>труба                                  |
| Втулки из чугуна                  |  |   |  |
| Крупные (диаметр<br>свыше 200 мм) | Центробежное литье   | Литье в кокиль (до 80<br>кг)<br>Литье в землю<br>(свыше 80 кг)                                | Литье в землю с<br>ручной<br>формовкой                             |
| Мелкие (до 150 кг)                | Литье в кокиль (до 80 кг)<br>Литье в землю (свыше 80<br>кг)                              |   | Литье в землю с<br>машинной<br>формовкой                           |
| Втулки из цветных<br>металлов     | Литье под давлением (до<br>15 кг)<br>Литье в кокиль (свыше 15<br>кг), центробежное литье | Литье в кокиль,<br>порошковая<br>металлургия (до 50<br>кг)<br>Литье в землю<br>(свыше 50 кг), | Прутки ( $d < 50$ мм),<br>толстостенная<br>труба, литье в<br>землю |

# Выбор вида заготовки дисков

|                              | Крупносерийное ,<br>массовое  | Серийное,  | Мелкосерийное,<br>единичное                      |
|------------------------------|---|--|--|
| Диски из стали               |   |  |  |
| Крупные                      | Штамповка на ГКМ<br>(с прошивкой отверстия<br>или без)<br>Литье в оболочковые<br>формы (сложные,<br>ответственные детали) | Штамповка на<br>прессах, в<br>подкладных штампах | Литье в землю                                    |
| Мелкие $d < 100$ мм          |   |  | Прутки, (малое<br>отверстие), отливка в<br>землю |
| Диски из чугуна              |   |  |  |
| Крупные                      | отливка в землю   | Литье в землю                                    | Литье в землю,<br>(песчаные формы)               |
| Мелкие                       | отливка в кокиль<br>Литье в оболочковые<br>формы (сложные,<br>ответственные детали)                                       | Литье в кокиль                                   |  |
| Диски из цветных<br>металлов | Штамповка с прошивкой<br>отверстия, центробежное<br>литье   | Штамповка на<br>прессах                          |  |

# Выбор вида заготовки корпусных деталей

|                          | Крупносерийное , массовое  | Серийное,   | Мелкосерийное, единичное                                    |
|--------------------------|--|---|---|
| Крупные корпусные детали | Литье с последующей сваркой и отжигом  | Резка + гибка + сварка отдельных элементов, получаемых прокатом | Резка+гибка+сварка отдельных элементов, получаемых прокатом |
| Средние корпусные детали | Штамповка  | Резка + гибка + сварка отдельных элементов, получаемых прокатом | Резка+гибка+сварка отдельных элементов, получаемых прокатом |
| Мелкие корпусные детали  | Литье в кокиль (до 25 кг)<br>Литье в землю с машинной формовкой (>25 кг)<br>Литье в оболочковые формы (сложные детали) | Литье в землю с машинной формовкой                              | Литье в землю с ручной формовкой                            |

# Выбор вида заготовки рычагов

|                            | <b>Крупносерийное ,<br/>массовое</b>           | <b>Серийное,</b>         | <b>Мелкосерийное,<br/>единичное</b> |
|----------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|
| Рычаги из стали            | Штамповка на прессах, чеканка, калибровка      | Штамповка на прессах     | Литье в землю, прокат               |
| Рычаги из чугуна           | Литье в кокиль                                 | Литье в кокиль , в землю | Литье в землю                       |
| Рычаги из цветных металлов | Литье под давлением (до 20 кг), литье в кокиль | Литье в кокиль           | Литье в землю                       |

# Нормы расхода материала

$$M_H = M_D + M_{TO} + M_{30}$$

$M_D$  – масса готовой детали

$M_{TO}$  – масса технологического отхода,  $M_{TO} = M_{ТПЗ} + M_{ТПМ}$

$M_{ТПЗ}$  – технологические потери материала на стадии получения заготовки (угар, облой – для поковок, литники, прибыль – для отливок и т.д.)

$M_{ТПМ}$  – технологические потери материала на стадии механической обработки (припуски и напуски)

$M_{30}$  – масса заготовительного отхода (условия поставки: неkratность длины прутка длине заготовки, отходы на обрезку, зажим и т.п.)

$$M_3 = M_D + M_{ТПМ}$$

# Расход материала для методов получения заготовки

|  | $M_{\text{ТМ}}$ | $M_{\text{ТПЗ}}$ | КИМ         |
|--|-----------------|------------------|-------------|
| Точные методы литья (в кокиль, в оболочковые формы, по выплавляемым моделям, под давлением ) | 10...20%        | 5...20%          | 0,8...0,95  |
| Литье в землю  | 20...30%        | 15...30%         | 0,4...0,6   |
| Свободная ковка  | 15...40%        | 15...30%         | 0,4...0,6   |
| Горячая объемная штамповка   | 10%             | 5...20%          | 0,65...0,95 |
| Прокат   | 15%             | 15...35%         | 0,5...0,8   |

# Экономическая целесообразность метода получения заготовки

Затраты на материал заготовки

$$C = C_M \cdot M_H - (M_H - M_D) \cdot C_{отх}$$

$C_M$  – стоимость материала, у.е.

$M_H$  – норма расхода материала, кг (часто берут массу заготовки)

$M_D$  – масса детали, кг

$C_{отх}$  – стоимость отходов (стружки), у.е.

Экономический эффект выбранного метода получения заготовки

$$\mathcal{E} = (C_1 - C_2) \cdot N$$

$C_1$  – стоимость заготовки по 1-му варианту, у.е.

$C_2$  – стоимость заготовки по 2-му варианту, у.е.

$N$  – годовая программа, шт



# Экономическая целесообразность метода получения заготовки

Себестоимость механической обработки

$$C_{\text{мех}} = \frac{C_{\text{стр}} (M_z - M_d)}{1000}$$

– затраты на механическую обработку,несенные к 1 тонне заготовки (руб/т)

| Отрасль машиностроения                              | Затраты на 1 т стружки |             |
|---|------------------------|-------------|
|   | Текущие                | Капитальные |
| По машиностроению в целом                           | 495                    | 1085        |
| Тяжелое, энергетическое и транспортное              | 468                    | 1039        |
| Станкостроение и инструментальная промышленность    | 365                    | 1035        |
| Автомобильное и сельскохозяйственное машиностроение | 188                    | 566         |
| Машиностроение для легкой и пищевой промышленности  | 563                    | 1000        |