

Практическая работа №4 Выбор метода получения заготовки

Цель работы – овладеть методикой экономически обоснованного выбора оптимального метода получения заготовки детали.

1. Общие положения

Выбор метода получения заготовки определяется технологическими возможностями как заготовительного производства, так и механической обработки. Чем точнее заготовка, чем ближе она по форме к готовой детали, тем меньше мехобработки она требует, меньше расход металла, дешевле мехобработка. Но сама заготовка при этом тоже становится дороже. Если же взять простую, дешевую заготовку, возрастают отходы металла и затраты на мехобработку.

На первой стадии разработки ТП при выборе вариантов метода получения заготовки можно руководствоваться таблицей 4.1. Согласно табл. 4.1 метод получения заготовки определяется типом детали (корпус, вал, диск, втулка), видом материала (чугун, сталь, алюминиевый сплав, бронза), сложностью формы детали, типом производства (единичное, серийное, массовое). Наиболее распространенными методами получения заготовок являются: литье в земляные (песчаные) формы (ЛЗ), литье в металлические формы (кокили) (ЛМ), литье по выплавляемым моделям (ЛВ), литье в оболочковые формы (ЛО), литье под давлением (ЛД), центробежное литье (ЦЛ), свободная ковка (К), штамповка (Ш), холодная штамповка (ХШ). Иногда целесообразно в качестве заготовки принимать прокат (П) – круг, шестигранник, трубу, лист. Средняя точность заготовок, обеспечиваемая этими методами, приведена в табл. 4.3.

Следует иметь в виду, что каждый метод имеет несколько технологических разновидностей, из которых тоже важно выбрать оптимальные для данных условий.

Если имеется несколько альтернативных методов получения заготовки, ни один из которых не имеет явного преимущества перед остальными, необходимо провести экономический анализ. В качестве критерия оптимальности при выборе наиболее выгодного метода получения заготовки в первом приближении можно принять минимальный объем C , руб., переменной доли затрат на получение заготовки C_3 и ее механическую обработку C_m , которые зависят от метода получения заготовки:

$$C = C_3 + C_m \quad (4.1)$$

Переменные затраты на получение заготовки C_3 , руб., составляют:

$$C_3 = C_m \cdot M_3 \cdot K_{сп} \cdot K_{сл} \quad (4.2)$$

где C_m – цена 1 кг исходного материала, которую определяют по действующим на момент анализа прейскурантам. Для некоторых конструкционных материалов ориентировочное значение C_m приведено в

табл. 4.2; M_3 – масса заготовки, кг; $K_{сп}$, $K_{сл}$ – коэффициенты, учитывающие соответственно способ получения заготовки и ее сложность. Ориентировочные значения этих коэффициентов для различных условий приведены в табл. 4.3 и 4.4

Переменные затраты на механическую обработку C_m , руб., составляют:

$$C_m = C_{уд} \cdot (M_3 - M_d) / K_o \quad (4.3)$$

где $C_{уд}$ – удельные затраты на снятие 1 кг стружки при черновой мехобработке, руб./кг. Значение $C_{уд}$ берут по данным предприятия. При отсутствии таких данных для предварительных расчетов можно воспользоваться таблицей 4.5; M_d – масса детали, кг; K_o – коэффициент обрабатываемости материала, значения которого приведены в справочной литературе. Для некоторых конструкционных материалов значения K_o приведены в таблице 4.6.

Отметим, что данная методика пригодна и при изменении цен, поскольку их соотношение, как правило сохраняется. Однако это справедливо только для оценки правильности выбора метода получения заготовки. При определении же себестоимости изготовления детали следует пользоваться специальной литературой.

2. Справочные данные

Таблица 4.1

Методы получения заготовок

Тип детали	Материал	Форма заготовки								
		простая			средней сложности			сложная		
		Тип производства								
		един.	сер.	масс.	един.	сер.	масс.	един.	сер.	масс.
Корпус	Чугун	ЛЗ	ЛЗ,ЛМ		ЛЗ	ЛЗ,ЛМ		ЛЗ	ЛО	
	Сталь	ЛЗ,К	ЛМ,Ш		ЛЗ	ЛЗ,ЛМ		ЛЗ	ЛО,ЛВ	
	Алюм	ЛЗ	ЛМ		ЛЗ	ЛМ		ЛЗ	ЛД	
Вал	Сталь	К		Ш, ШХ		К	Ш,ХШ		ЛЗ, Ш	Ш, ХШ
Втулка, диск	Чугун	ЛЗ,ЦЛ	ЛМ,ЦЛ		ЛЗ,ЦЛ	ЛМ		ЛЗ, ЦЛ	ЛМ, ЦЛ	
	Сталь	ЛЗ,ЦЛ,	ЛМ,ЦЛ,Ш		ЛЗ,ЦЛ	ЛМ,ЦЛ,Ш		ЛЗ,Ш	ЛМ	
	Алюм	К								
	Бронза	ЛЗ,ЦЛ	ЛМ,ЦЛ		ЛЗ,ЦЛ	ЛМ		ЛЗ	ЛМ	

Таблица 4.2

Стоимость исходного материала C_m

Матер.	СЧ20	Ст3	20ХН	30ХГСА	40ХГНМ	Х18Н9Т	Р6М5
Ц,руб/кг	7	8	10	12	14	70	180

Таблица 4.3

Значение коэффициентов $K_{сп}$

Способ получения заготовки	Квал. Точн.	Тип производства				
		единичное	мелко-серийн.	средне-серийн.	крупно-серийн.	массовое
Литье в земляную форму	17	2,5	2,2	2	1,9	1,8
Литье по металлической модели	16	3,5	2,7	2	1,8	1,5
Литье в кокиль	15	5	3	1,9	1,2	1,4
Литье в оболочковую форму	14	10	5	3	2,5	2
Литье по выплавляемой модели	13	20	12	8	5	3
Литье под давлением	12	-	-	20	5	2,5
Литье центробежное	15	-	5	2,5	1,8	1,5
Прокат	12	1,3	1,3	1,2	1,1	1,05
Свободная ковка	19	2	2	2	-	-
Ковка в подкладных штампах	17	2,5	2,5	2,3	2,1	-
Штамповка открытая	16	-	5	2,5	2	1,6
Штамповка на ГКМ	15	-	8	3	1,8	1,4
Штамповка с калибровкой	14	-	10	5	2,7	1,8
Холодная штамповка	12	-	-	6	3	2

Таблица 4.4

Значение коэффициента $K_{сл}$

Характеристика заготовки	Очень простая	Простая	Средней сложности	Сложная	Очень сложная
Группа сложности отливки по ГОСТ 26645-85	1	2	3	4	5
Степень сложности поковки по ГОСТ 7505-89	C1	C2	C3	C4	-
$K_{сл}$	0,7	0,85	1	1,5	2

Таблица 4.5

Удельные затраты на снятие 1 кг стружки $C_{уд}$

Тип производства	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
$C_{уд}$, руб./кг	40	32	26	20	15

Таблица 4.6

Значение коэффициента обрабатываемости K_o

Матер.	СЧ20	Ст3	20ХН	30ХГСА	40ХГНМ	Х18Н9Т	Р6М5
K_o	0,7	1,8	1,2	0,7	0,8	0,6	0,25

Таблица 4.7

Приблизительные значения припусков на обработку Z , мм на сторону

Максимальный размер, мм, до		Способ получения заготовки		
вдоль припуска l_1	поперек припуска l_2	ЛЗ, К	ЛМ, Ш	ХШ, П
50	50	3	2,2	2
	100	4	2,8	2,5
	200	5	3,5	3
	400	6	4,2	3,5
100	50	5	3	2,2
	100	6,5	4	2,8
	200	8	5	3,5
	400	9,5	6	4,2
200	50	7,5	5	3
	100	9	6,5	4
	200	10,5	8	5
	400	12	9,5	6
	800	13,5	11	7
400	50	10,5	7,5	5
	100	12,5	9	6,5
	200	14,5	10,5	8
	400	16,5	12	9,5
	800	18,5	13,5	11
800	100	16	12,5	10,5
	200	19,5	14,5	12
	400	23	16,5	

3. Задачи работы

На основе экономического анализа вариантов выбрать оптимальный способ получения заготовки заданной детали для заданного типа производства.

4. Порядок выполнения работы

- 1) Вычерчивают в масштабе контур детали с простановкой размеров
- 2) По табл. 4.1 выбирают возможные методы получения заготовки (обычно 2 – 3 метода)
- 3) По упрощенной методике, табл. 4.7, определяют припуск на черновую обработку для каждого метода. На том же эскизе вычерчивают контуры заготовки с учетом припусков для каждого метода.
- 4) Исходя из технологических возможностей методов получения заготовки (уклоны, радиусы, отверстия, число ступеней и т.п.) устанавливают напуски. На том же эскизе вычерчивают контуры заготовки с учетом напусков для каждого метода, проставляют размеры заготовки.
- 5) Определяют объем и массу детали M_d и заготовок M_{zi} (i – порядковый номер метода).
- 6) По табл. 4.2 определяют цену материала C_m .
- 7) По табл. 4.3 и 4.4 определяют $K_{сп}$ и $K_{сл}$ для каждого метода.
- 8) По формуле (4.2) определяют C_{zi} для каждого метода.
- 9) По табл. 4.5 и 4.6 определяют $C_{уд}$ и K_o .
- 10) По формуле (4.3) определяют C_{mi} для каждого метода.
- 11) По формуле (4.1) определяют C_i для каждого метода получения заготовки. Метод получения заготовки, обеспечивающий наименьшее значение C_i , будет оптимальным для данных условий.

4. Пример выполнения работы №4

Выбрать оптимальный метод получения заготовки детали «Вал-шестерня». Производство среднесерийное.

По табл. 4.1 определяем, что для детали типа «Валы» средней сложности из стали для серийного производства целесообразно применить в качестве заготовки прокат или горячую штамповку. Для окончательного выбора метода получения заготовки выполним сравнительный экономический анализ. В основу анализа положим сравнение суммарных стоимостей C переменной доли затрат на получение заготовки C_3 и ее механическую обработку $C_{обр}$:

$$C_i = C_{zi} + C_{обрi} \quad (4.1)$$

где i — номер варианта получения заготовки. В нашем случае $i=1$ для заготовки из проката, $i=2$ для штампованной заготовки.

Переменные затраты на получение заготовки C_3 , руб., составляют:

$$C_{zi} = C_{mi} \times M_{zi} \times K_{спi} \times K_{сли} \quad (4.2)$$

где C_{mi} — цена 1 кг исходного материала, руб./кг;

$M_{зi}$ — масса заготовки, кг;
 $K_{спi}$, $K_{сли}$ — коэффициенты, учитывающие соответственно способ получения заготовки и ее сложность.

Рассчитаем C_3 для каждого из вариантов.

1) Вычерчиваем контур детали (рис. 4.1). На этом же эскизе вычерчиваем контуры заготовки из проката и штамповки (без масштаба).

2) По табл. 4.7 определяем ориентировочно припуск на обработку Z :

а) для заготовки из проката:

пов. 1, 18, $l_1=400$, $l_2=128$, $Z=8$

пов. 11, $l_1=64$, $l_2=400$, $Z=4,2$.

б) для штампованной заготовки:

пов. 1, $l_1=160$, $l_2=50$, $Z=5$

пов. 6, $l_1=50$, $l_2=60$, $Z=3,5$

пов. 8, $l_1=60$, $l_2=70$, $Z=4$

пов. 9, $l_1=70$, $l_2=60$, $Z=4$

пов. 10, $l_1=50$, $l_2=128$, $Z=3,5$

пов. 11, $l_1=128$, $l_2=50$, $Z=5$

пов. 13, $l_1=50$, $l_2=128$, $Z=3,5$

пов. 14, $l_1=60$, $l_2=130$, $Z=5$

пов. 18, $l_1=400$, $l_2=50$, $Z=7,5$

Определяем размеры заготовки с учетом припусков и проставляем на рис. 4.1.

3) Определяем напуски.

Для заготовки из проката принимаем ближайший диаметр прутка $\varnothing 140$.

Для штамповки назначаем предварительно уклон 5^0 и радиусы переходов $R3$.

Вычерчиваем напуски на рис. 4.1 и проставляем размеры заготовки с учетом припусков и напусков.

4) Определяем массу детали M_d и заготовки M_3 , кг:

$$M_d = 0,785 \times (d_1^2 \times l_1 + d_2^2 \times l_2 + \dots + d_n^2 \times l_n) \times \rho,$$

где $d_1, d_2, \dots, d_n, l_1, l_2, \dots, l_n$ — диаметры и длины элементарных объемов, на которые разбиваем объем детали, см; n — число элементарных объемов; ρ — плотность стали; $\rho = 0,00785$ кг/см³.

$$M_d = 0,785(4^2 \times 8 + 5^2 \times 8 + 7^2 \times 6 + 12,8^2 \times 5 + 6^2 \times 7 + 5^2 \times 6) \times 0,00785 = 11,35 \text{ кг}$$

$$M_{з1} = 0,785 \times d^2 \times l \times \rho,$$

где d — диаметр проката, см; l — длина заготовки, см.

$$M_{з1} = 0,785 \times 14^2 \times 41,6 \times 0,00785 = 50,2 \text{ кг}$$

$$M_{з2} = 0,785 \cdot (5,7^2 \times 16,1 + 7,8^2 \times 6,05 + 13,8^2 \times 5,7 + 7^2 \times 13) \times 0,00785 = 16,1 \text{ кг.}$$

5) Коэффициент использования материала:

$$K_{им1} = M_d / M_{з1} = 11,35 : 50,2 = 0,23$$

$$K_{им2} = M_d / M_{з2} = 11,35 : 16,1 = 0,7$$

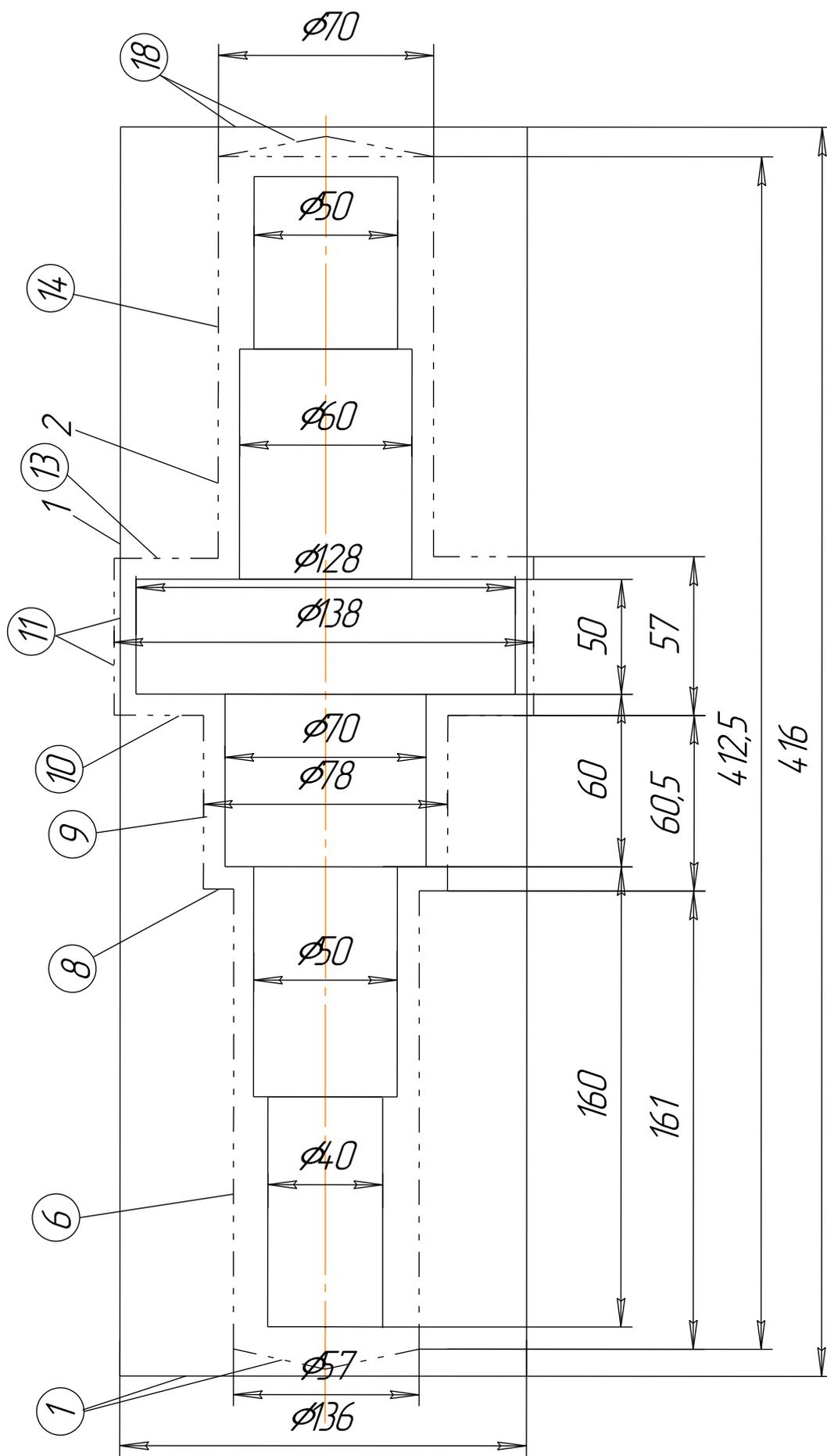


Рис. 4.1. Контуры заготовки: 1 – прокат, 2 – штамповка

6) Определяем C_M , руб./кг по табл. 4.2 и поправочные коэффициенты по табл.4.3-4.4:

$$C_{M1}=C_{M2}=14$$

$$K_{СП1}=1,2$$

$$K_{СП2}=2,5; K_{СЛ2}=1$$

7) Подставляем найденные значения в формулу (4.2):

$$C_{31} = 14 \times 50,2 \times 1,2 \times 1 = 843,4 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = 14 \times 16,1 \times 2,5 \times 1 = 563,5 \text{ руб.}$$

Переменные затраты на черновую обработку $C_{обр}$, руб. составляют:

$$C_{Mi} = C_{уд} \times (M_{3i} - M_d) / K_o \quad (4.3)$$

где $C_{уд}$ — удельные затраты на снятие 1 кг стружки при черновой обработке, руб./кг; K_o — коэффициент обрабатываемости материала.

Рассчитаем C_M для каждого из вариантов.

1) По табл. 4.5 определяем для среднесерийного производства $C_{уд}=26$.

2) По табл. 4.6 определяем для стали 40ХГНМ $K_o = 0,8$.

3) Подставляем найденные значения в формулу (4.3):

$$C_{M1}=26 \times (50,2-11,35):0,8=1262 \text{ руб.}$$

$$C_{M2}=26 \times (16,1-11,35)/0,8=154,3 \text{ руб.}$$

Подставляя полученные значения C_3 и C_M в формулу (4.1), получим:

$$C_1 = 843,4 + 1262 = 2105,4 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 563,5 + 154,3 = 717,8 \text{ руб.}$$

$$C_2 < C_1$$

По минимуму переменных затрат принимаем 2-й вариант — штамповку.