

Самостоятельная работа на  
практическом занятии по  
дисциплине  
«Специальные виды обработки  
металлов давлением»

Технологический процесс  
штамповки на горизонтально-  
ковочной машине поковки типа  
стержня с утолщением на конце  
из стали 20. Точность  
изготовления – II класс. Эскиз  
поковки изображен на рисунке.

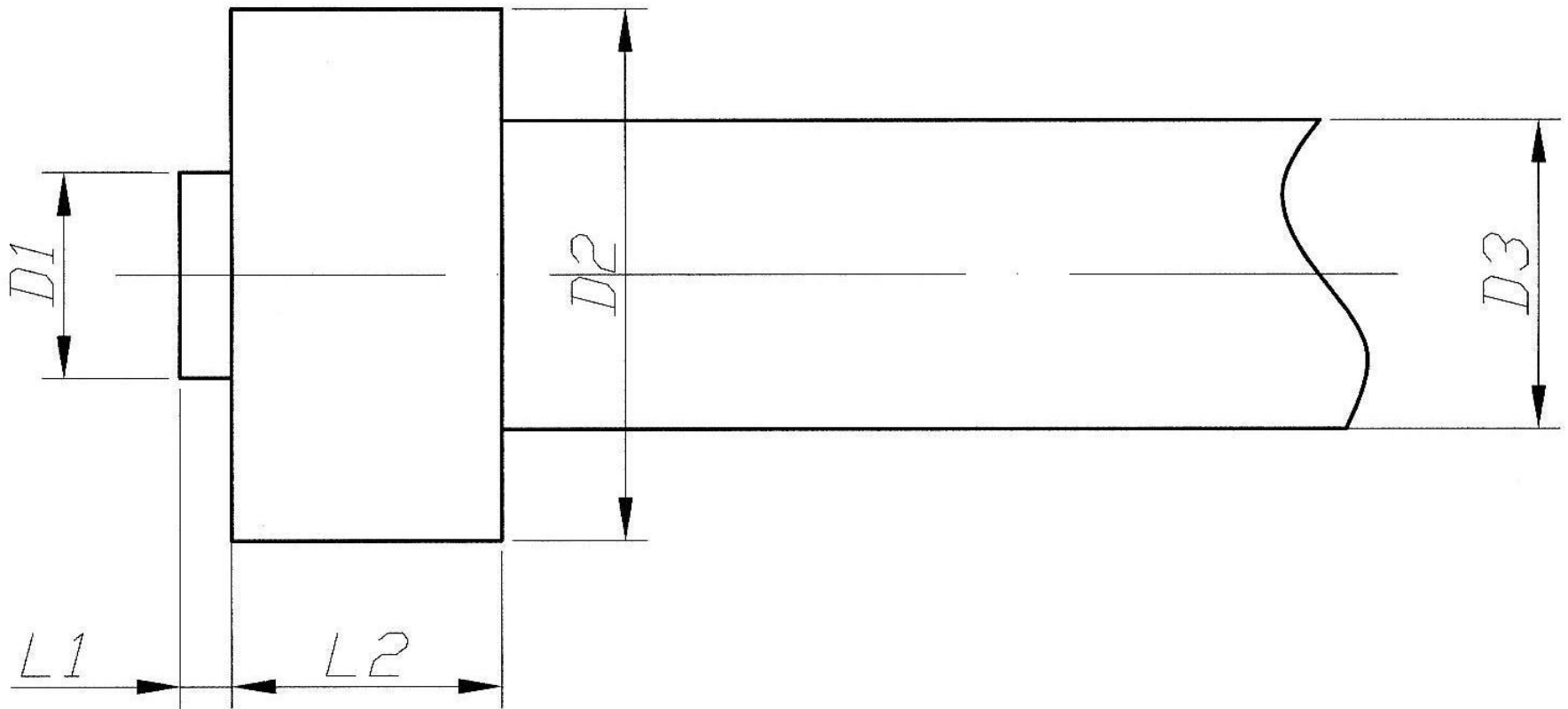


Таблица 1 – Основные размеры

Вариант	D1	D2	D3	L1	L2	Вариант	D1	D2	D3	L1	L2
1	10,0	24,1	14	3	12	11	20,0	58,5	34	6,2	27,6
2	12,0	27,5	16	3	14	12	22,0	62,0	36	6,6	29,3
3	12,0	31,0	18	3	15,5	13	24,0	65,4	38	7,0	30,9
4	12,0	34,4	20	3,6	17	14	24,0	68,8	40	7,3	32,5
5	14,0	37,9	22	4	18	15	26,0	72,3	42	7,6	34,2
6	14,0	41,3	24	4,4	19,5	16	28,0	75,7	44	8,0	35,8
7	16,0	44,8	26	4,8	22	17	28,0	79,1	46	8,4	37,4
8	18,0	48,2	28	5	22,8	18	28,0	82,6	48	8,7	39,0
9	18,0	51,6	30	5,5	24,5	19	28,0	86,0	50	9,0	40,7
10	30,0	92,8	32	10,0	44,0	20	30,0	89,5	52	9,3	42,3

Этапы разработки технологического процесса штамповки:

- 1. Определение объема, массы детали, степени сложности ее изготовления, допусков, припусков и напусков.
- 2. Определение объема высаживаемой части.
- 3. Определение длины высаживаемой части и проверка ее устойчивости.
- 4. Конструирование наборного ручья.
- 5. Конструирование формовочного ручья.

## 1 Определение объема, массы детали, степени сложности ее изготовления, допусков, припусков и напусков

Объем детали определяется как сумма объемов элементарных геометрических фигур.

Объем детали равен:

$$V_{дет} = \pi(R_1^2 \cdot L_1 + R_2^2 \cdot L_2) \cdot 10^{-6} = 0,063624 \text{ дм}^3.$$

Масса детали:

$$G = V_{дет} \cdot \rho,$$

где  $V_{дет}$  – объем,  $\text{дм}^3$ ;

$\rho$  – плотность стали, равная  $7,85 \text{ кг/дм}^3$ .

Масса детали равна:

$$G_{дет} = 0,063624 \cdot 7,85 = 0,499 \text{ кг}.$$

Степень сложности поковки:

$$C = \frac{G_{пок}}{G_{фиг}}$$

где  $G_{пок}$  – масса поковки.

Так как деталь после штамповки не подвергается дальнейшей механической обработке, то на ее размеры не назначаются припуски. Штамповочные уклоны также не назначаются.

Поэтому можно принять:

$$G_{пок} \approx G_{дет}$$

где  $G_{фиг}$  – масса фигуры, в которую может быть вписана данная

поковка. Эта фигура – цилиндр диаметром  $D_2$  мм и высотой 70 мм. Его объем равен:

$$V_{фиг} = \pi \cdot R_2^2 \cdot 70 \cdot 10^{-6} = \dots\dots\dots \text{дм}^3 .$$

Масса фигуры равна:

$$G_{фиг} = V_{фиг} \cdot 7,85 = \dots\dots\dots \text{кг} .$$

Степень сложности поковки:

$$C = \frac{G_{пок}}{G_{фиг}}$$



Значение отношения	0,63 - 1,0	0,32 - 0,63	0,16 – 0,32	До 0,16
Степень сложности	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>

По классу точности изготовления данная поковка относится ко II классу. Поковка относится к поковкам со степенью сложности ..... Деталь изготавливается из стали М1.

Наружные радиусы закруглений равны  $R = 2\text{ мм}$ , внутренние радиусы закруглений отсутствуют.

На все размеры назначаем допуски и составляем таблицу [1, с. 14].

Таблица – Допуски штампованной поковки

Размер, мм	Табличный допуск, мм	Размер с допуском, мм
D2	+0,9 -0,5	$55^{+0,9}_{-0,5}$
D1		
L2		
L1		
R=2 мм	+1	$R2^{+1}$



## 2 Определение объема высаживаемой части

Объем высаживаемой части поковки определяется по формуле:

$$V_{\text{выс}} = (V_{\text{пок}} + V_{\text{заус}}) \cdot \frac{100 + \delta}{100},$$

где  $V_{\text{пок}}$  – объем высаживаемой части поковки с учетом усадки и

0,5 положительного допуска на наружные размеры;

$V_{\text{заус}}$  – объем заусенца,  $\text{мм}^3$ ;

$\delta$  – угар металла, %.

Усадкой пренебрегаем, т.к. деталь небольших размеров. Принимаем, что штамповка без облоя, поэтому  $V_{\text{заус}} = 0$ .

$$V_{\text{пок}} = \frac{\pi}{4} \left( ((D_2 + 0.5 \text{ положительного допуска})^2 \cdot (L_2 + 0.5 \text{ п. д.})) + ((D_1 + 0.5 \text{ п. д.})^2 \cdot (L_1 + 0.5 \text{ п. д.})) \right) = 0,0657 \cdot 10^6 \text{ мм}^3$$

Данная поковка нагревается в индукторе ее угар в процессе нагрева составляет 0,5 %.

$$V_{\text{выс}} = 0,0657 \cdot 10^6 \cdot \frac{100 + 0,5}{100} = 0,066 \cdot 10^6 \text{ мм}^3.$$

### 3 Определение длины высаживаемой части и проверка ее устойчивости

Длина высаживаемой части определяется из равенства объемов детали и заготовки (прутка), из которой эта деталь штампуется.

$$V_{\text{выс}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l_{\text{выс}},$$
$$l_{\text{выс}} = \frac{V_{\text{выс}} \cdot 4}{\pi \cdot D_3^2},$$

где  $D_3$  – диаметр исходной заготовки.

$$l_{\text{выс}} = \frac{0,066 \cdot 10^6 \cdot 4}{\pi \cdot D_3^2} = 82,1 \text{ мм.}$$

Фактическое отношение длины высаживаемой части к диаметру заготовки

$$\Psi = \frac{l_{\text{выс}}}{D_3} = \dots\dots\dots,$$

Допустимое отношение длины к диаметру

$$\Psi_D = 2 + 0,01 \cdot D_3 = \dots\dots\dots,$$

$$\Psi > \Psi_D.$$

Т.к.  $\Psi > \Psi_D$  необходим предварительный наборный ручей.

## 4 Конструкция наборного ручья

Наборный ручей служит для увеличения поперечного сечения металла, чтобы затем произвести штамповку за один переход. Набор металла осуществляется в конической полости пуансона (рисунок 3).

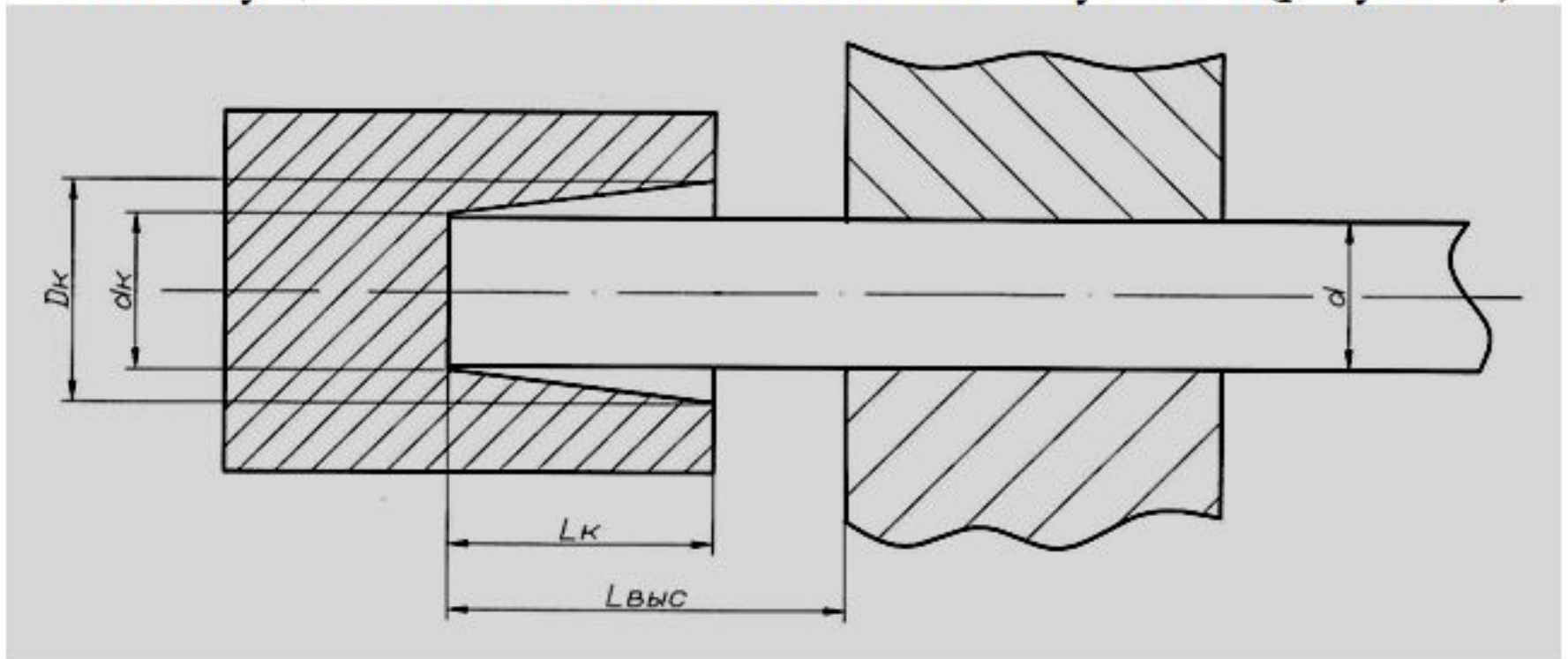


Рисунок 3 – Коническая часть пуансона

Коническая часть характеризуется следующими размерами:

Меньший диаметр конуса  $d_k$  равен

$$d_k = 1,05 \cdot D_3 = \dots \text{мм}$$

Больший диаметр конуса  $D_k$

$$D_k = 1,5 \cdot D_3 = \dots \text{мм}$$

Длина конуса  $l_k$

$$l_k = \frac{3,82 \cdot U \cdot V_{\text{выс}}}{D_k^2 + d_k^2 + D_k \cdot d_k},$$

где  $U$  – коэффициент запаса объема полости, исключающий образование заусенца,  $U = 1,11$ .

$$l_k = \dots \text{мм.}$$

Для штамповки в последующем переходе необходимо соблюдать условие:

$$\Psi < \Psi_D,$$
$$\Psi = \frac{l_k}{d_{cv}},$$



где  $d_{cp}$  – средний диаметр конуса, равный

$$d_{cp} = \frac{d_k + D_k}{2} = \dots\dots\dots \text{мм} .$$

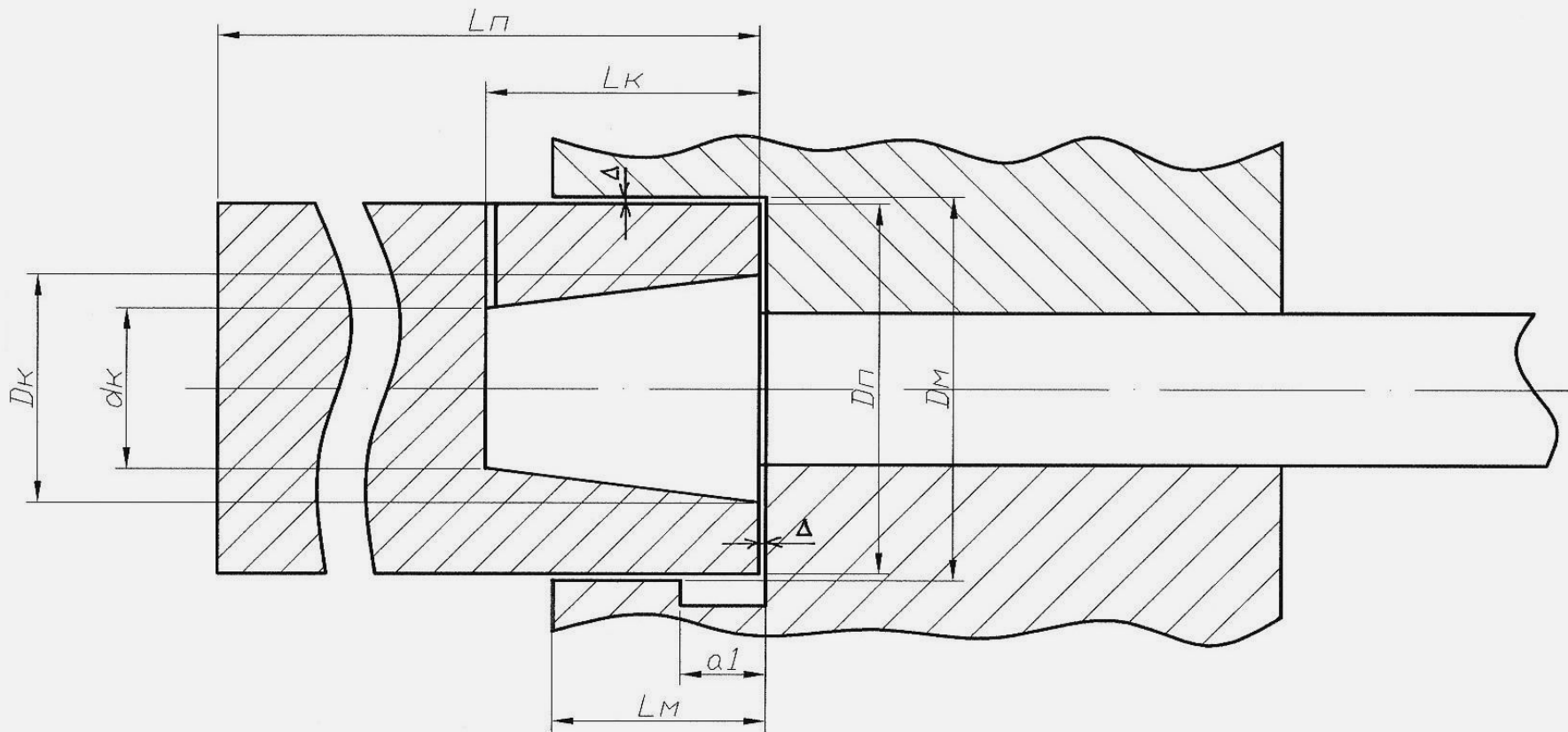
$$\Psi = \dots\dots\dots ,$$

$$\Psi_D = 2 + 0,01 \cdot d_{cp} = \dots\dots\dots ,$$

$$\Psi < \Psi_D .$$

Следовательно, достаточно одного наборного ручья перед чистовым (формовочным) ручьем.

Для конструирования наборного ручья необходимы следующие размеры (рисунок 4).



Диаметр пуансона  $D_n$

$$D_n = D_k + 0,2 \cdot (D_k + l_k) + 5 \text{ мм} = \dots\dots\dots \text{мм}$$

Диаметр полости в матрице  $D_M$

$$D_M = D_n + 2 \cdot \Delta,$$

где  $\Delta$  – зазор между пуансоном и матрицей; принимаем 0,8 мм.

$$D_M = \dots\dots\dots \text{мм}.$$

Длина пуансона  $l_n$ :

$$l_n = l_k + 1,5 \cdot D_3 = \dots\dots\dots,$$

Глубина полости в матрице  $l_M$

$$l_M \geq (l_{\text{выс}} + 0,5 \cdot D_3) - l_k = \dots\dots\dots$$

Выемка для окалины  $a_1$ :

$$a_1 = 0,4 \cdot l_M = \dots\dots\dots$$



## 5 Конструирование формовочного ручья

Конфигурация формовочного ручья повторяет конфигурацию поковки. Штамповочный ручей располагается в матрице и незначительная его часть в пуансоне (рисунок 5).

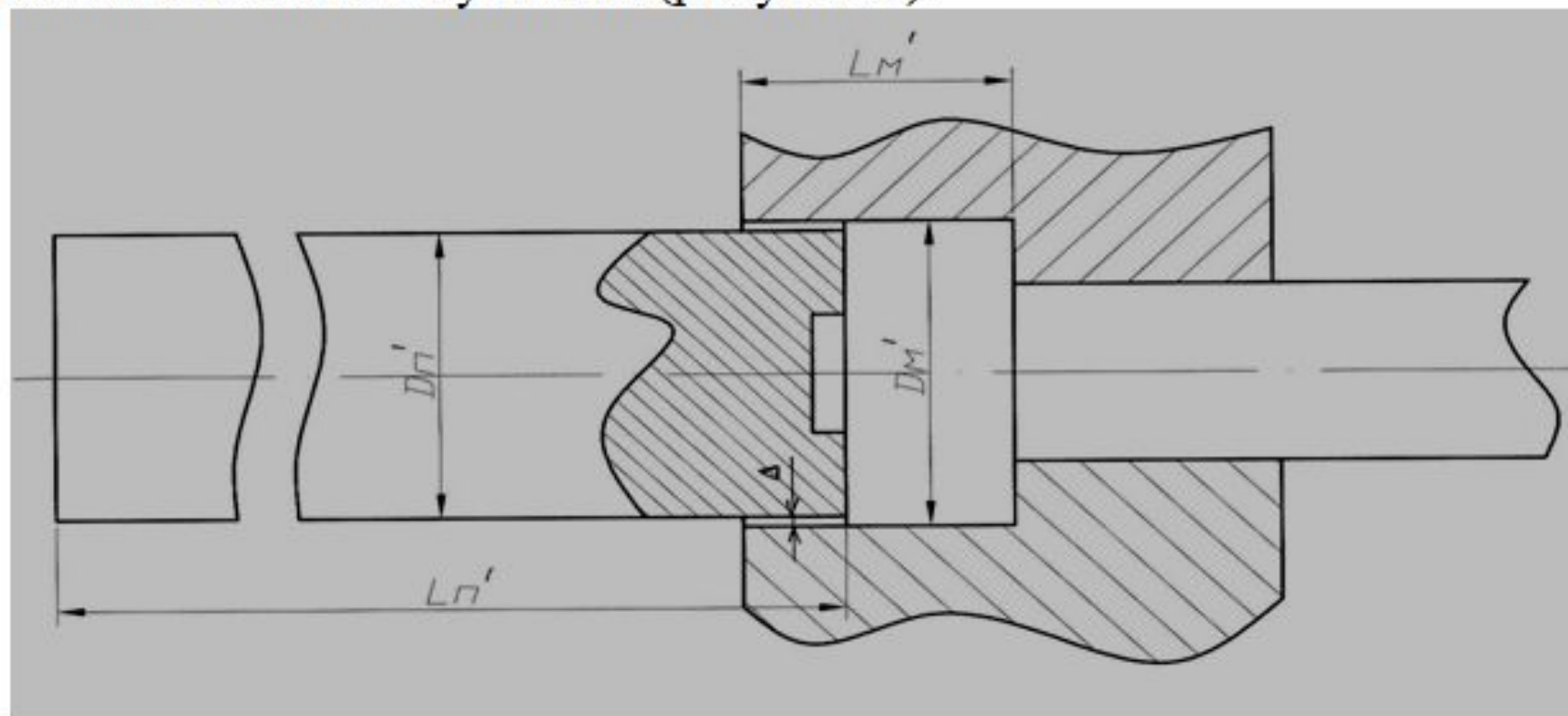


Рисунок 5 – Основные размеры формовочного ручья

Для конструирования формовочного ручья необходимы следующие размеры:

- диаметр матрицы  $D'_m$  равен максимальному диаметру поковки

$$D_{пок} = \dots\dots\dots$$

- диаметр пуансона:

$$D'_n = D_{пок} - 2 \cdot \Delta';$$

где  $\Delta'$  – зазор между матрицей и пуансоном, равен 1,0мм.

$$D'_n = D_{пок} - 2 \cdot 1 = \dots \text{ мм}.$$

- длина пуансона  $l'_n$ :

$$l'_n = l_{пок} + 3 \cdot d;$$

где  $l_{пок}$  – длина поковки.

- длина полости матрицы:

$$l'_m = l_{пок} + 0,5 \cdot d;$$