



Д. А. Тихонов

ВЫТЯЖКА ДЕТАЛЕЙ КОРОБЧАТОГО ТИПА

Энгельс 2026 г.

**Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю. А.»**

ВЫТЯЖКА ДЕТАЛЕЙ КОРОБЧАТОГО ТИПА

Методические указания

к выполнению практических занятий по дисциплине
«Технология холодной штамповки и прессования»
для студентов направления

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств» профиль подготовки «Технология машиностроения»

очной и заочной форм обучения

Электронное издание сетевого и локального распространения

Энгельс 2023

Ц е л ь р а б о т ы - изучение технологических особенностей операций холодной вытяжки деталей коробчатого типа и расчет их основных технологических параметров.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Технологический процесс вытяжки деталей коробчатого типа различается в зависимости от высоты коробки. Низкие коробки имеют отношение высоты к длине $H/b \leq 0,6 - 0,8$. При большем отношении H/b коробка относится к высоким. На рис. 1 представлен эскиз коробки и условного цилиндра для расчета технологических параметров вытяжки.

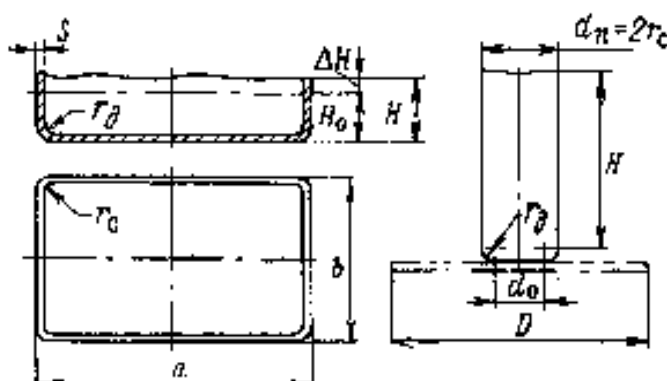


Рис. 1. Прямоугольная коробка и условный цилиндр для расчета промежуточных вытяжек

Обозначения: H – высота коробки; a – длина; b – ширина; r_c – радиус сопряжения боковых стенок; r_d – радиус сопряжения стенок и дна; s – толщина стенки; D – диаметр плоской заготовки; d_n – диаметр условного цилиндра.

1.1 Вытяжка низких коробок

При отношении $H / r_c \leq 10$ деталь может получиться за одну операцию. Если это условие не выдерживается, то необходимо применять две и более вытяжки.

Количество вытяжных операций определяется по диаметру условной заготовки, площадь которой равна площади цилиндра, образованного четырьмя углами готовой детали и диаметрами условных цилиндров, образующих углы в плане на соответствующих операциях вытяжки.

Диаметр условной заготовки определяется по формуле

$$D = \sqrt{4d_n H + 2\pi d_0 r_d + 8r_{d2} + d_0^2}.$$

Обозначения входящих в формул параметров приведены на рис. 1. Диаметры условных цилиндров рассчитываются по формуле

$$d_1 = m_1 D; \quad d_2 = m_2 D_1 = m_1 m_2 D; \quad d_n = m_n d_{n-1},$$

где d_1, d_2, d_{n-1} - диаметры условных цилиндров; m_1, m_2, m_n - коэффициенты вытяжки на соответствующих операциях.

Предельная величина вытяжки прямоугольных деталей за одну операцию характеризуется условным коэффициентом вытяжки в углах заготовки:

$$m = \frac{r_c}{R} = \frac{1}{\sqrt{1 + 2 \frac{H}{r_c}}},$$

r_c - радиус сопряжения стенок;

R - условный радиус в угловом закруглении заготовок;

H - высота коробки.

Значения коэффициентов вытяжки, применяемые при расчете низких прямоугольных коробок, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициенты вытяжки, применяемые
при расчете низких прямоугольных коробок

Материал детали	m_1 на первой операции		m на второй и последующих операциях
	Однооперационная вытяжка	Многооперационная вытяжка	
Сталь мягкая, латунь	0,35 – 0,40	0,40 – 0,45	0,50 – 0,55
Алюминий и его сплавы	0,40 – 0,45	0,45 – 0,50	0,55 – 0,60
Сталь нержавеющая	0,40 – 0,42	0,45 – 0,48	0,45 – 0,60

1.2 Вытяжка высоких коробок

Разработка технологического процесса многооперационной вытяжки состоит в определении:

- максимальной глубины вытяжки первой операции;
- общего количества вытяжных операций;
- формы и размеров полуфабрикатов по каждой операции.

Для определения возможности вытяжки высоких коробок за одну операцию используется таблица 2.

Таблица 2

Предельные отношения H/b , определяющие возможность вытяжки высоких коробок за одну операцию

Отношение a/b	Относительная толщина материала s/b 100			Отношение H/r_c
	1,5 – 1,0	1,0 – 0,6	0,6 – 0,3	
1,0	0,70	0,63	0,56	до 15
1,2	0,75	0,67	0,60	
1,5	0,80	0,71	0,64	
2,0	0,90	0,81	0,70	
2,5	0,95	0,85	0,75	
3,0	1,00	0,90	0,80	

Если для вытяжки коробчатых деталей потребуется несколько вытяжных операций, то их число определяется из таблицы 3. Для этого необходимо предварительно определить следующие технологические параметры:

$$L = 2 (a_n + b_n)$$

$$F = a_n b_n - 0,86 r_c^2 + 2 (a_n - b_n - 0,86 r_c) (H - 0,43 r_d)$$

$$D_y = 1,13 F; \quad m_c = \frac{L}{\pi D} = \frac{a_n + b_n - 0,86 r_c}{1,75 \sqrt{F}}; \quad t_{ц} = s/D_y 100$$

В таблице 3 приняты следующие обозначения:

L - периметр детали; a_n, b_n - длина и ширина коробки в плане:

Таблица 3

Количество операций вытяжки в зависимости от m_c и относительной толщины заготовки t_y (вытяжка с прижимом)

Количество операций	Относительная толщина $t_y = s/b$ 100					
	2,0-1,5	1,5-1,0	1,0-0,6	0,6-0,3	0,3-0,15	0,15-0,05
	$m_c = L/\pi; D_y = L/(1,75 \sqrt{F})$					
2	0,44	0,46	0,48	0,5	0,52	0,55
3	0,33	0,38	0,38	0,4	0,42	0,45
4	0,26	0,28	0,3	0,32	0,35	0,38
5	0,21	0,23	0,25	0,27	0,3	0,33
6	0,17	0,19	0,21	0,23	0,26	0,29
7	0,14	0,16	0,18	0,22	0,22	0,25

D_y - диаметр условной заготовки;
 F - сумма поверхностей вытягиваемой детали;
 m_c - суммарный коэффициент вытяжки;
 H - высота коробки с учетом припуска на обрезку;
 t_c - относительная толщина листа.

1.4 Вытяжка квадратных коробок

При вытяжке квадратных коробок за две операции форма полуфабриката после первой вытяжки – квадрат с выпуклыми стенками или круг. При вытяжке квадратных коробок за три и более операций форма полуфабриката на промежуточных операциях – круг, на последней операции – квадрат (рис. 3). Расчет размеров промежуточных полуфабрикатов производится в обратной последовательности, начиная с предпоследней вытяжки к первой.

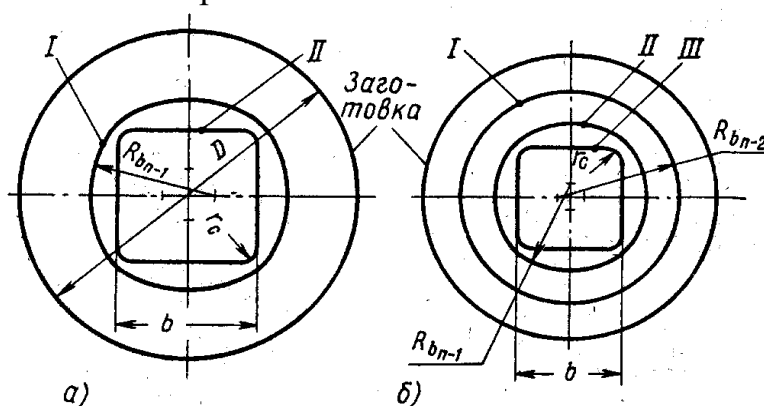


Рис. 3. Расчетная схема для определения размеров и формы квадратных коробок

Предпоследняя вытяжка имеет форму круга. Радиус круга и высота рассчитываются по формулам:

$$R_{b_{n-1}} = \frac{b_n - 0,43r_c}{1,57m}; \quad H_{n-1} = 0,86 H.$$

Расчет остальных размеров промежуточных полуфабрикатов производится по формулам:

$$R_{n-2} = \frac{R_{n-1}}{m}; \quad H_{n-2} = m_{пр} H_{n-1}.$$

где $m_{пр}$ - коэффициент вытяжки на промежуточных операциях. Выбирается в пределах 0,7-0,75;

R_{n-2} - радиус промежуточной вытяжки;

R_{n-1} - радиус предпоследней вытяжки;

H_{n-1} - высота предпоследней вытяжки;

H_{n-2} - высота промежуточной вытяжки;

m - коэффициент вытяжки для перетяжки с круга на квадрат.

1.4 Вытяжка прямоугольных коробок

Форма полуфабриката на промежуточных операциях – овал (рис. 3). Размеры на предпоследней операции определяются по формулам:

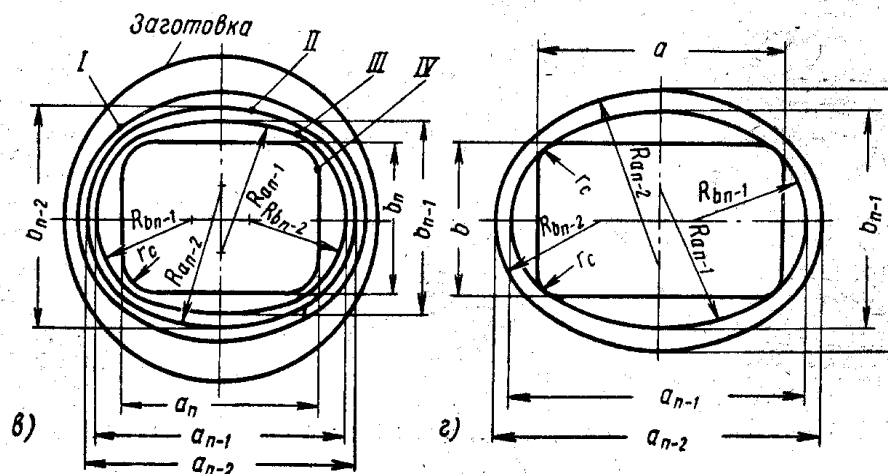


Рис. 3. Расчетная схема для определения размеров и формы вытяжки прямоугольных коробок

$$a_{n-1} = a_n - b_n + 2 R_{b_{n-1}};$$

$$b_{n-1} = \sqrt{a_{n-1}^2 - c_0^2};$$

$$C_0 = (a_n - b_n) (a_n - b_n - 0,76 r_c);$$

$$R_{b_{n-1}} = 0,707 b_n - 0,26 r_c;$$

$$R_{a_{n-1}} = \frac{0,25(a_{n-1}^2 - b_{n-1}^2) - a_{n-1} R_{b_{n-1}}}{B_{n-1} - 2 R_{b_{n-1}}};$$

$$H_{n-1} = (0,86 - 0,88) H_n.$$

Если вытянуть за одну операцию невозможно, то используя критерий H/b для введения соответствующих поправок на форму и относительную толщину, рассчитываются размеры полуфабрикатов по формулам:

$$a_{n-2} = a_{n-1} + b_{n-1} \frac{1 - m_{n-1}}{m_{n-1}};$$

$$b_{n-2} = b_{n-1} + a_{n-1} \frac{1 - m_{n-1}}{m_{n-1}};$$

$$Rb_{n-2} = \frac{0,707b_{n-2}}{\sqrt{\left(\frac{a_{n-1}}{b_{n-2}}\right)} + 1};$$

$$Ra_{n-2} = \frac{0,25(a_{n-2}^2 + b_{n-2}^2) - a_{n-2}Rb_{n-2}}{b_{n-2} - 2Rb_{n-2}};$$

$$H_{n-2} = \frac{1,27F - 0,25(a_{n-2} + b_{n-2})}{2(a_{n-2} + b_{n-2})};$$

$$F = a_n b_n - 0,86 r_c^2 + 2 (a_n + b_n - 0,86 r_c) (H - 0,43 r_d).$$

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Получить задание на выполнение работы.
2. Рассчитать размеры плоской заготовки.
3. Определить количество вытяжных операций.
4. Определить форму и рассчитать размеры полуфабрикатов для каждой операции вытяжки. Оформить операционный эскиз на каждую операцию.
5. Рассчитать усилия вытяжки на каждой операции.
6. Составить отчет по работе.

3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Исходные данные для расчета.
3. Технологические расчеты размеров заготовок, полуфабрикатов и усилий вытяжки для каждой операции.
4. Операционные эскизы на все операции.
5. Выводы по работе.

4. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Чем отличается вытяжка низких и высоких коробок?

2. Чем определяется количество вытяжных операций?
3. Что такое условный цилиндр и как определяются его размеры?
- 4.Какую форму принимает полуфабрикат при вытяжке квадратных и прямоугольных коробок?
- 5.Основные расчетные параметры при вытяжке квадратных и прямоугольных коробок.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки. М.: Машиностроение,1993.- 304 с.
2. Малов А.Н. Технология холодной штамповки. М.: Машиностроение, 1986.-654 с.