Энгельсский технологический институт

СГТУ ЭТИ имени ГАГАРИНА Ю.А.

Д. А. Тихонов

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ГИБКОЙ ИЗ ЛИСТА

Энгельс 2026 г.

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

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ГИБКОЙ ИЗ ЛИСТА

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

Цель работы - изучение процесса гибки листового материала и, разработка технологического процесса гибки детали в соответствии с индивидуальным заданием.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Гибка является одной из распространенных формообразующих операций листовой штамповки и характеризуется относительным поворотом одной части заготовки вокруг некоторой линии, называемой линией сгиба.

Основными и важнейшими параметрами, оказывающими влияние на процесс гибки, являются: высота (длина) отогнутой полки Н, толщина заготовки к, внутренний радиус сопряжения изогнутых поверхностей г, материал заготовки.

1.1 Технологичность конструкции детали

1.Для обеспечения достаточной точности размеров детали при гибке высота прямой части сгибаемых полок детали Н должна быть больше двойной толщины полок, т.е

$$H-г>2з,$$

г -внутренний радиус сгиба.

Если это условие на чертеже не выполняется (деталь имеет меньшую высоту) необходимо в заготовке, поступающую на гибку, предварительно выдавить канавки шириной b <= 3 и глубиной h - (0.1..0.3) S или изготавливать деталь с удлиненной полкой высотой H > 2S и после гибки фрезеровать в размер (рис. 1а).

2.Если деталь имеет П - образную форму и боковые стороны скошены до зоны деформации, то обеспечить качественную гибку невозможно, т.к на концах скошенных полок в месте изгиба получается смятие заготовки и ее неполный изгиб. У таких деталей необходимо изменить конструкцию, как

показано на рис. 1в

Пружинение приводит к необходимости корректирования формы и размеров частей штампов или ручной доводке уже изогнутых изделий. Для оценки величины пружинения при гибке определяется угол пружинения, который представляет собой разность между углом детали (после гибки) и углом пуансона гибочного штампа.

Пружинение олределяется на основании опытных данных. В табл.1 приведены формулы для углов пружинения для мягкой стали при V -образной гибке.

Таблица 1

Угол пружинения β при V-образной гибке

Сталь	Угол гибки в град			
	30	60	90	120
Ст. 4, 25 и 30	$1{,}59\frac{r}{S}-1{,}03$	$0{,}95\frac{r}{S}-0{,}94$	$0{,}78\frac{r}{S}-0{,}79$	$0{,}46\frac{r}{S}-1{,}36$
Ст., 1,08кп, 10кп и 10	$0{,}75\frac{r}{S}-0{,}39$	$0{,}58\frac{r}{S}-0{,}80$	$0{,}43\frac{r}{S}-0{,}61$	$0{,}36\frac{r}{S}-1{,}26$
15, 20, Ст. 3	$0{,}69\frac{r}{S}-0{,}23$	$0{,}64\frac{r}{S}-0{,}65$	$0{,}434\frac{r}{S}-0{,}36$	$0{,}37\frac{r}{S}-0{,}58$

7.Чтобы избежать значительного изменения размеров в детали в результате "пружинения", необходимо на детали выдавливать одно или несколько ребер жесткости поперек линии сгиба или образовывать на детали борта (рис. 2).

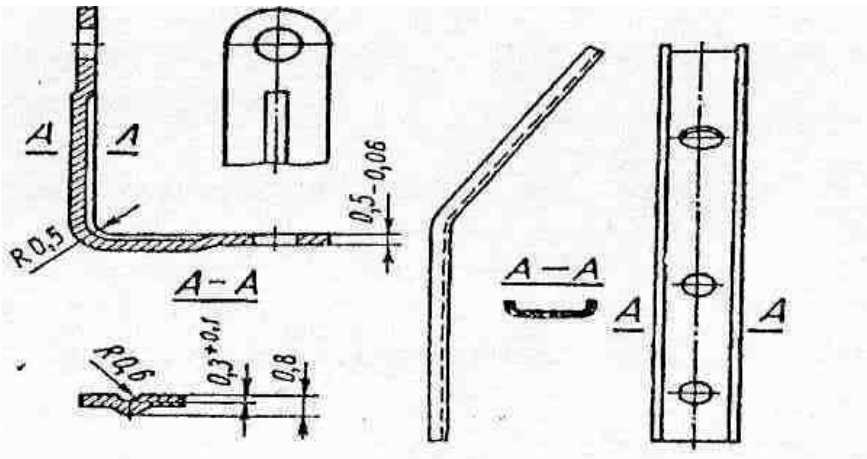


Рис 2 Ужесточение изгибаемых деталей

8. При конструировании деталей, получаемых гибкой, необходимо придать ей форму с возможно малым числом перегибов, т.к каждый перегиб не только удорожает деталь, но и является дополнительным источником погрешности.

1.2. Технологические расчетные характеристики процесса гибки

К числу основных расчетных характеристик процесса гибки относятся; размеры плоских заготовок, величина усилия гибки и калибровки.

Для расчета размеров заготовки (развертки), обеспечивающей после гибки получение заданных размеров деталей, необходимо:

а) определить положение нейтрального слоя (нейтральной линии) в зоне деформации, которая сохраняет свою длину неизменной;

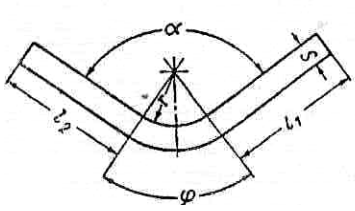
б) разбить контур штампуемой детали на элементы, представляющие собой отрезки прямой и части окружности.

в) просуммировать длины этих отрезков.

Длины прямых участков сумммируются без изменения. При расчете возможны 2 случая:

-детали имеют радиус гибки г > 0,1 S (гибка с закруглением); .

- детали имеют радиус гибки г < 0,1S (гибка без закругления).



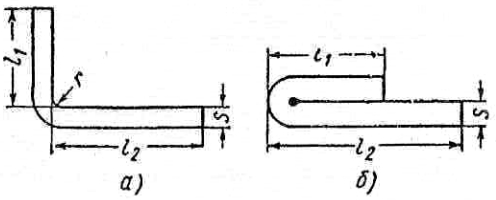


Рис. 3. Деталь, подвергнутая гибке Рис. 4. К расчету размеров заготовки для деталей, подвергнутых гибке

Длину L развертки для детали, подвергнутой гибке, при r>0,1S 'рассчитывают по нейтральному слою по формуле:

$$L = l_1 + l_2 + \frac{\pi\varphi}{180}(r + x)$$

r/s	0,1	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0
x	0,3	0,36	0,38	0,4	0,42	0,44	0,45	0,47

В тех случаях, когда гибка ведется до соприкосновения сторон, длина заготовки рассчитывается по формуле:

$$L = l1 + l2 - 0{,}43\ S$$

Усилие гибки в штампе складывается из усилия свободного изгиба и усилия правки, при этом величина усилия правки значительно превосходит величину усилия свободного изгиба.

Характер изменения усилия при одноугловой гибке показан на рис. 5..

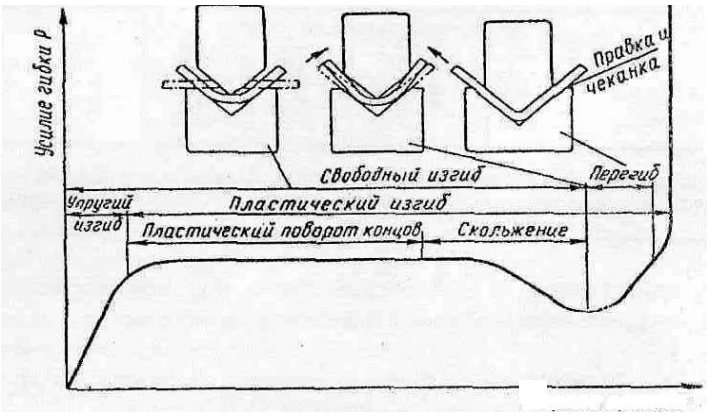


Рис 5. Изменение усилия гибки в зависимости от хода ползуна

Общее усилие гибки P с правкой материала для V - образных деталей рассчитывается по формуле:

$$P_г = K\frac{s^2}{l}B\sigma_b + qF$$

К – коэффициент, учитывающий отношение длины (1) и толщины (S) листа.

При 1/5 > 8 К =1,33,

1/5 > 12 К = 1,26,

з < 3 мм К = 2,22,

5>3мм К =1,30.

1 - расстояние между опорами при гибке; B - ширина изгибаемой детали;

q - удельное давление правки; F - площадь правки, находящаяся под пуансоном; σ_B - предел прочности материала на растяжение.

Удельное давление правки q (в кГ/мм) в процессе гибки в штампах

Материал изгибаемой детали	Толщина материала в мм	Отношение $\frac{r}{S}$			
		1	2	3	5
Сталь 0,8; 15	1—3	2,0	1,5	1,2	1,0
	3—5	3,0	2,3	2,0	1,5
	5—7	4,0	3,0	2,5	1,8
	7—9	4,5	3,5	3,0	2,2
Сталь Ст. 3	1—3	2,5	2,5	1,8	1,2
	3—5	4,0	3,0	2,4	1,8
	5—7	4,5	3,5	3,0	2,2
	7—9	5,0	4,0	3,5	3,0

Примечание. Приведенные величины удельных давлений принимаются без пересчета на нормальные к рабочей поверхности матрицы.

Если производится U - образная правка с проталкиванием детали через матрицу, величина усилия P определяется по формуле;

$$P = 0{,}4\ \sigma_B\ B5$$

Работа, необходимая для осуществления гибки, рассчитывается по формуле:

$$A = PH$$

P- усилие гибки; H - длина хода пресса, на котором приложено это усилие,

1.3. Точность гибки

Точность гибки в инструментальных штампах зависит от следующих основных факторов:

- форма и размеры изготавливаемых деталей;
- количества технологических переходов;
- наличия операции калибровки;
- типа гибочного штампа и точности его изготовления;
- точности базирования заготовок в гибочном штампе;
- другие факторы.

Данные о точности изготовления деталей малых и средних размеров простой формы приведены в табл. 4.

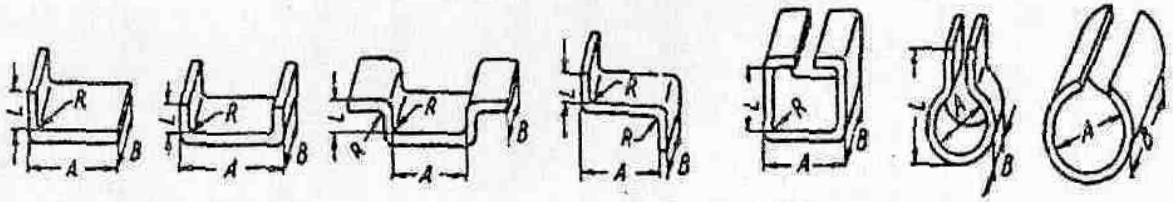
ЛИТЕРАТУРА

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.-654с.

Таблица 5

Допустимые отклонения разметов деталей, получаемых гибкой



B в мм		Толщина материала S в мм		A в мм						L в мм					
Свыше	До	Свыше	До	До 50	50—100	100—150	150—250	250—400	400—700	До 50	50—100	100—150	150—200	200—400	400—700
—	100	—	1	±0,3	±0,4	±0,5	±0,5	±0,8	±1	±0,5	±0,8	±1	±1,5	±1,6	±2
		1	3	±0,5	±0,6	±0,8	±0,8	±1	±1,2	±0,8	±1	±1,5	±1,5	±2	±2,2
		3	6	±0,6	±0,8	±1	±1	±1,2	±1,5	±1	±1,5	±1,5	±2	±2	±2,5
		6	10	±0,8	±1	±1,2	±1,4	±1,7	±2	±1	±1,5	±2	±2	±1,5	±3
100	200	—	1	±0,4	±0,5	±0,6	±0,7	±0,8	±1,2	±0,1	±1	±1,5	±1,5	±2	±2,2
		1	3	±0,5	±0,6	±0,8	±1	±1,2	±1,5	±1	±1,5	±1,5	±2	±2	±2,5
		3	6	±0,6	±0,8	±1	±1	±1,2	±1,5	±1	±1,5	±2	±2	±2,5	±3
		6	10	±0,8	±1	±1	±1,2	±1,5	±1,8	±1	±1,5	±2	±2	±2,5	±3
200	400	—	1	±0,5	±0,6	±0,8	±0,8	±1	±1,2	±0,8	±1	±1,5	±1,5	±2	±2,5
		1	3	±0,6	±0,8	±1	±1	±1,2	±1,5	±1	±1,5	±1,5	±1,5	±2	±2,5
		3	6	±0,8	±1	±1,2	±1,5	±1,8	±2	±1	±1,5	±2	±2	±2,5	±3
		6	10	±1	±1,2	±1,5	±2	±2	±2,5	±1,5	±1	±2,5	±2,5	±3	±3,5
400	700	—	1	±0,6	±0,8	±1	±1	±1,2	±1,5	±1	±1,5	±1,5	±2	±2	±2,5
		1	3	±0,8	±1	±1,2	±1,5	±1,8	±2	±1	±1,5	±2	±2	±2,5	±3
		3	6	±1	±1,2	±1,5	±2	±2	±2,5	±1,5	±2	±2,5	±2,5	±3	±3,5
		6	10	±1,2	±1,5	±2	±2,5	±2,5	±3	±2	±2,5	±3	±3,5	±3,5	±4