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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИБОЧНОГО ШТАМПА

Методические указания к лабораторной работе по дисциплине
«Проектирование штампов и прессформ»
для студентов направлений 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Энгельс 2024

Цель работы: Изучение конструкции гибочных штампов, расчет основных параметров гибочных штампов.

1. Теоретическая часть

1. Конструктивные требования к гибочным штампам

К конструкциям гибочных штампов предъявляются три важнейших требования:

1) сопряжение формообразующих поверхностей пуансона и матрицы с заданной величиной зазора;

2) прижим заготовки, предотвращающий смещение ее относительно первоначального положения (проскальзывание по поверхности пуансона и матрицы) в течение всего процесса формообразования;

3) максимальное приближение характера деформации заготовки к чистому изгибу.

Раздельно изготовленные пуансон и матрица гибочного штампа сопрягаются между собой в зоне формообразующих поверхностей с заданной величиной зазора при помощи блока. Конструкция блочных гибочных штампов по сравнению с конструкцией пакетных штампов даёт возможность сократить трудоёмкость при установке штампов на прессе, а также повысить качество и стабильность размеров изготовляемых деталей.

Прижим заготовки, предотвращающий смещение её относительно первоначального положения, осуществляется при помощи деталей, называемых прижимами. В гибочном штампе прижимы устанавливают так, что перед формообразованием заготовка должна быть предварительно зажата между пуансоном и прижимом.

2. Технологические требования к изогнутым деталям

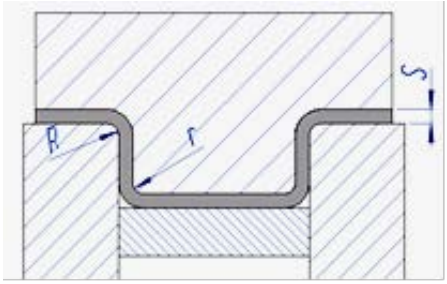
Минимальные радиусы гибки. Минимально допустимый радиус гибки R (рис. 1, а) зависит от следующих факторов: механических свойств материала изгибаемой детали; угла гибки, обусловливающего напряжение растяжения внешних волокон материала; наличия заусенцев на кромках изгибаемой заготовки и их расположения.

Слишком малые радиусы гибки влекут за собой разрыв материала. Минимально допустимый радиус гибки определяют по формуле

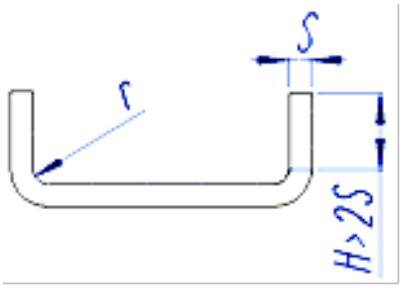
$$R_{\min} = K\,S, \qquad (1)$$

где K – коэффициент, зависящий от меха- нических свойств металла; S – толщина материала, мм.

Как правило, рекомендуется применять R ≥S – для материалов толщиной S до 1,5 мм; R ≥2S – для материалов толщиной свыше 1,5 мм. Минимальные радиусы гибки следует применять лишь в случае крайней необходимости.



а



б

Рис. 1. Схемы назначения радиусов гибки (а) и длины отгибаемой части детали (б)

Таблица 1

Значения коэффициента К

Металл	Отожженный или нормализованный металл		Наклепанный металл	
	Расположение линии гибки			
	поперек волокон проката	вдоль волокон проката	поперек волокон проката	вдоль волокон проката
Алюминий	-	-	0,3	0,8
Медь отожженная	-	-	1,0	2,0
Латунь Л68 и Л62	-	0,2	0,4	0,8
Стали 05; 08кп	-	-	0,2	0,5
Стали 08; 10; Ст. 1	-	-	-	-
Сталь Ст. 2	-	0,4	0,4	0,8
Стали 15; 20; Ст. 3	0,1	0,5	0,4	0,8
Стали 25; 30; Ст. 4	0,2	0,6	0,5	1,0
Стали 35; 40; Ст. 5	0,3	0,8	0,6	1,2
Стали 45; 50; Ст. 6	0,5	1,0	0,8	1,5
Стали 55; 60; Ст. У7	0,7	1,3	1,0	1,7
Сталь 30ХГСА	-	-	1,5	4,0
Сталь жароупорная 4Х10С2М	-	-	1,3	2,0
Сталь нержавеющая Х15Н9Ю	-	-	2,5	6,5
Дюралюминий Д16М	1,0	1,5	1,5	2,5
Дюралюминий Д16Т	2,0	3,0	3,0	4,0
	Состояние металла			
	Нагретый до температуры 300 °С		Холодный	
МА1	2,0	3,0	7,0	9,0
МА8	-	-	5,0	8,0

При гибке под углом к направлению проката надо брать промежуточные значения К, пропорциональные углу наклона линии гибки. В случае гибки узких заготовок, полученных вырубкой или резкой без отжига, радиусы гибки нужно брать как для наклепанного металла.

Конструктивные элементы изогнутых деталей. Длина отгибаемой части детали должна быть не менее двух толщин материала (рис. 1, б). Если отгибаемая часть должна быть короче рекомендуемой величины, её изготовляют более длинной, а затем обрезают по высоте. При наличии

заусенцев на кромках заготовок и их расположении снаружи от угла гибки значение коэффициента K необходимо увеличивать в 1,5 раза. Поэтому, как правило, гибку следует производить заусенцами внутрь.

Для предотвращения искажения формы отверстия, расположенного близко к линии гибки, необходимо принимать расстояние от центра радиуса до края пробитого отверстия не менее двух толщин (a>2S) материала (рис. 2). В противном случае пробивку отверстия следует делать в отдельном штампе после гибки.

Если отверстие расположено близко к линии гибки (a <2S), то во избежание утяжки следует предусматривать на перегибе технологическое отверстие (см. рис. 2), которое деформируется, в то время как основное отверстие сохранит свою форму.

Для упрощения технологии штамповки и сокращения числа операций форма изогнутой детали должна быть простой, ограниченной прямыми линиями. На рис. 3 показан угольник, в котором упрощение формы позволило применять безотходную штамповку и совместить в одном штампе операцию отрезки и гибки.

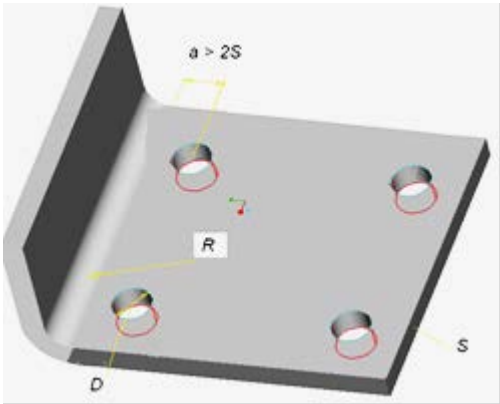
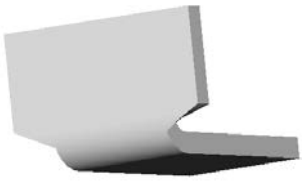


Рис. 2. Схемы расположения отверстий в гнутых деталях



а

б

Рис. 3. Конструкции гнутых деталей: а – нетехнологичная, б – технологичная

Во избежание трещин в углах при отгибке выступа линию гибки нужно перенести от углов на величину не менее радиуса гибки (рис. 4, а). Если перенести её невозможно, на детали должны быть сделаны местные вырезы (рис. 4, б, в). Величина внутреннего р диуса (r1, r2) должна быть не меньше трёх толщин материала, так как при меньших радиусах на боковых полках могут получиться вмятины и задиры (рис. 5). Недопустимо назначать наружный радиус R меньше суммы внутреннего радиуса и толщины материала, так как это крайне усложняет технологию штамповки и удорожает стоимость детали.

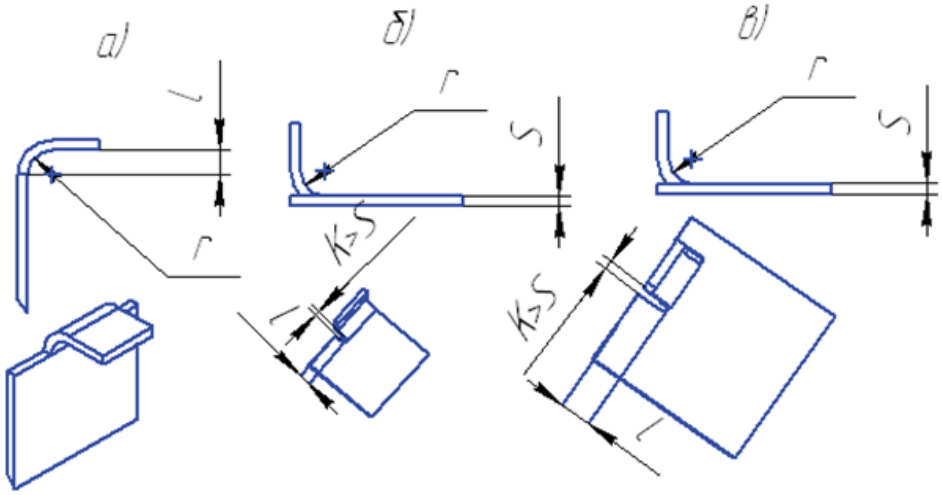


Рис. 4. Пример конструирования гнутых деталей: *а – при l ≥ r; б – при l=S+r+k/2; в – при l= r+k/2*

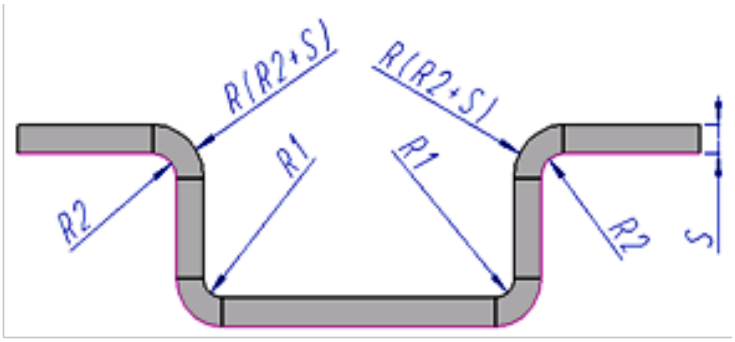


Рис. 5. Радиус гибки $r_2 > 3S$

На рис. 6 показана скоба с горизонтальными полками, у которой $R_H < r + S$. Для того чтобы получить такую деталь (рис. 6, а), требуется предварительно придать ей форму по рис. 6, б.

После первой гибки заготовку отжигают для снятия наклепа, а затем осуществляют осадку и чеканку углов.

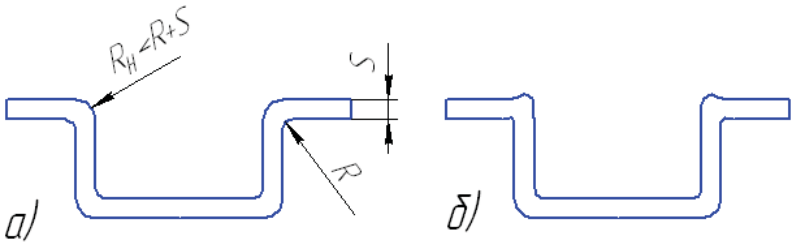


Рис. 6. Гибка детали с $R_н < r + S$

Необходимо избегать резкой разницы в длинах линии гибки (участки a и b на рис. 7), так как при изгибе такая деталь будет стягиваться в одну сторону. Также недопустимо сочетание высоких и низких полок (рис. 8). При гибке таких деталей разные участки полок будут гнуться

неодновременно, и в результате низкий участок в полке по- лучится искривлённым.

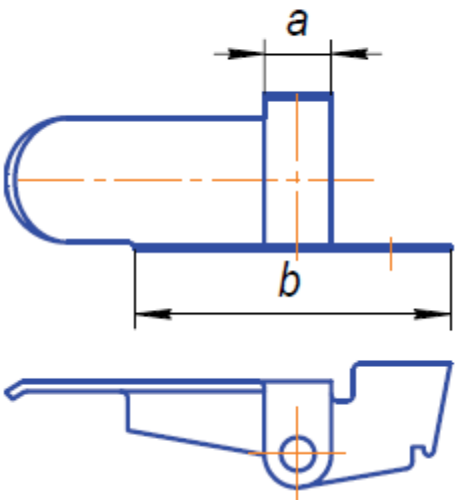
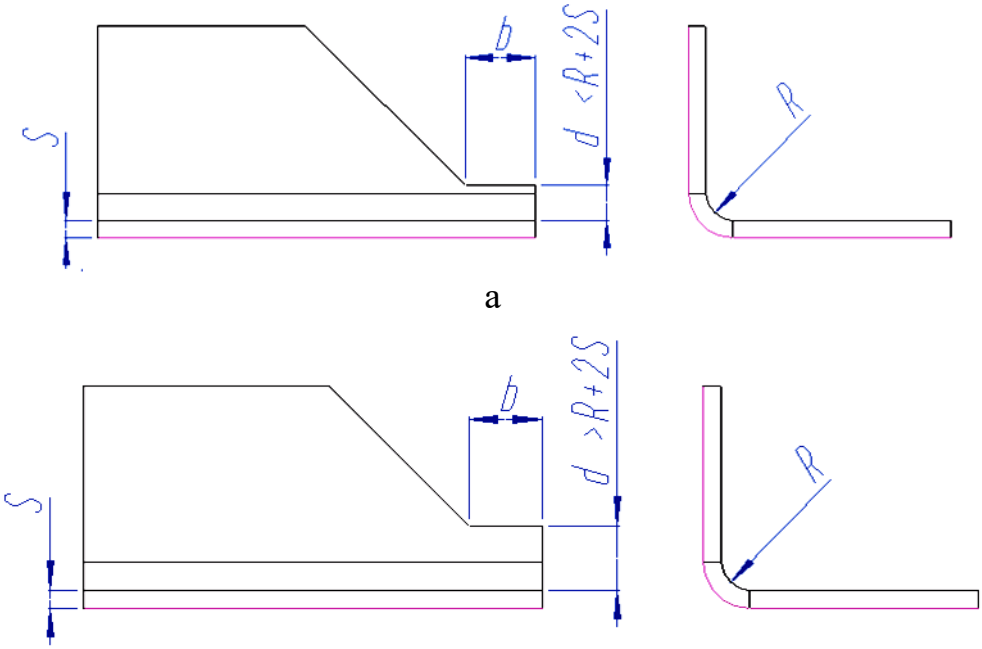


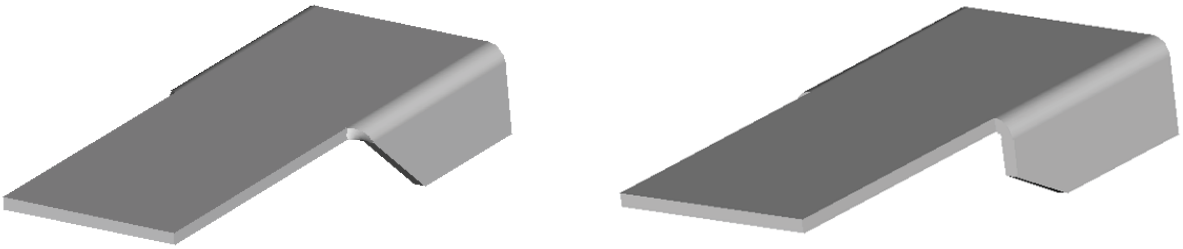
Рис. 7. Пример нетехнологичной конструкции гнутой детали



а

б

Рис. 8. Конструкции деталей с разной высотой отогнутых полок: а – неправильная, б – правильная



а б

Рис. 9. Конструкции гнутой детали: а – неправильная, б – правильная

Простановка размеров на чертежах изгибаемых деталей. Допуски. Способ простановки размеров на чертежах изгибаемой детали оказывает значительное влияние на технологию штамповки. Например, если на изгибаемой скобе координаты центров отверстий на лапках будут заданы от края (рис. 10, а), то пробивку отверстий можно совместить с вырубкой плоской заготовки; если же они будут заданы от осевой линии (рис. 10, б) или от стенок (рис. 10, в), то отверстия в детали надо пробивать после ее гибки в отдельном штампе.

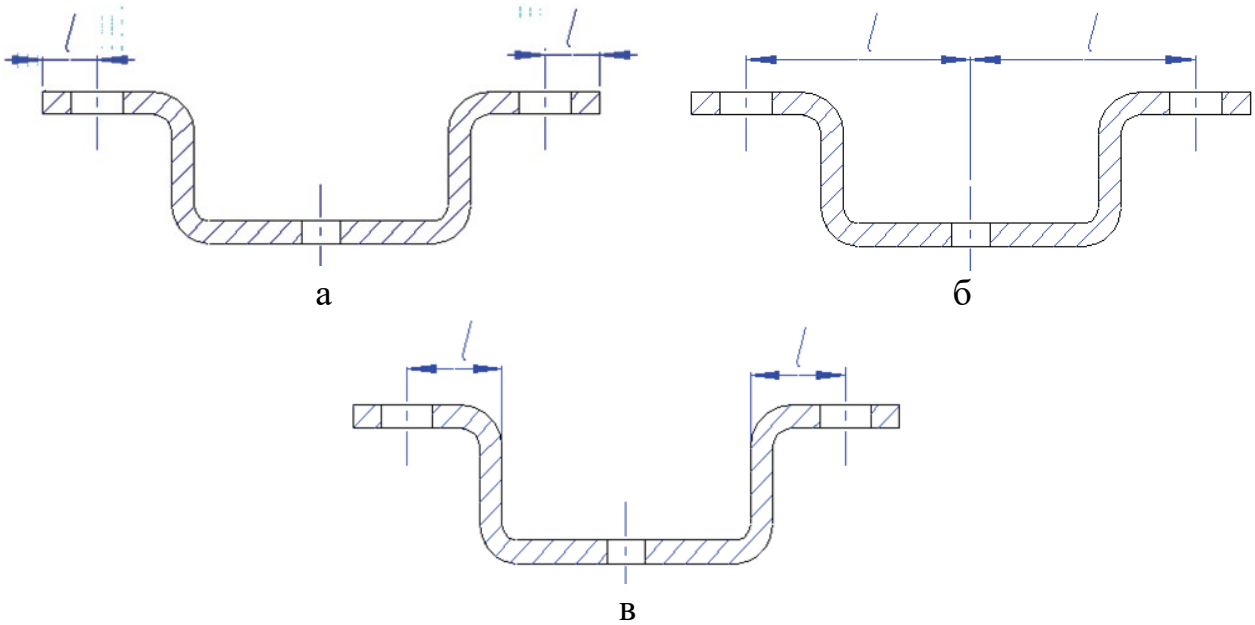


Рис. 10. Простановка размеров на чертеже гнутой детали

Рекомендации по применению экономически целесообразных допусков на высоту изогнутых деталей (рис. 11) приведены в табл. 2.

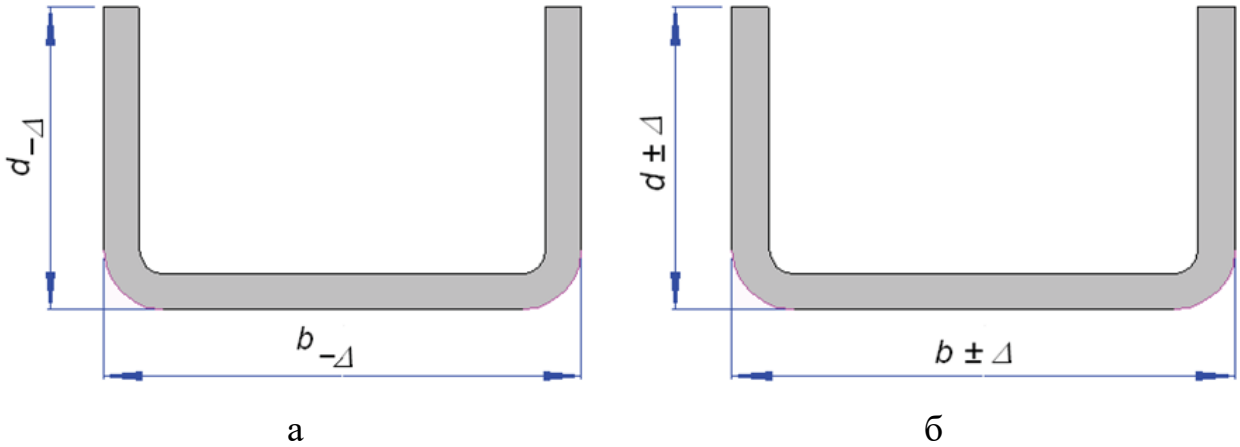


Рис. 11. Схемы назначения допусков на гнутые детали: а – одностороннее расположение поля допуска, б – серединное расположение допуска

Таблица 2

Экономически целесообразные допуски на высоту полок

	Толщина материала, мм	Отклонения по размерам, мм			
		a	h	H	c
	До 1	±0,7	±0,5	±0,3	±0,5
	Св. 1 до 2	±1,0	±0,7	±0,4	±0,6
	Св. 2 до 3	±1,2	±1,0	±0,6	±0,8
	Св. 3 до 4	±1,5	±1,2	±0,8	±1,0
	Св. 4 до 6	±2,0	±1,5	±1,0	±1,2

Расчет усилия гибки. Усилие гибки Р без калибровки рассчиты- вают по формуле

$$P = K_{г} BS\sigma_{в}, \qquad (2)$$

где В – ширина детали, мм; S – толщина материала, мм; $\sigma_{в}$–временное сопротивление; $K_{г}$ – коэффициент, зависящий от схемы гибки и принимаемый для одноугловой гибки равным 0,2 и для двуугловой – 0,6.

В случае гибки с прижимом (рис. 12) для определения общегоусилия к усилию гибки прибавляют усилие прижима $P_{пр}$ вычисляемое по формуле

$$P_{пр}=(0,25 - 0,3)\ P$$

где Р – усилие гибки по формуле (2)

Гибка без калибровки (свободная гибка) не обеспечивает правильной геометрической формы деталей и точных размеров. Поэтому она всегда сопровождается приложением дополнительного усилия, необходимого для калибровки. Это усилие значительно превышает усилие свободной гибки и рассчитывается по формуле

$$P = F\,q, \qquad (3)$$

где F – проекция площади соприкосновения калибруемого изделия и пуансона, мм; q – удельное усилие, зависящее от материала (табл. 3). При расчете усилия калибровки крупногабаритных деталей необходимо учитывать, что калибровке подвергается только площадь близ линии гибки шириной не более 10S

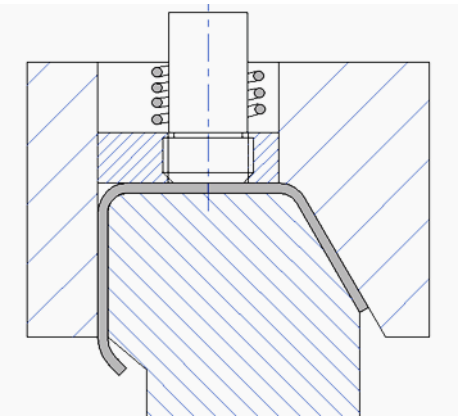
Определение длины развертки при гибке. Длину развертки определяют, полагая, что длины прямых участков детали при гибке остаются неизменными, а у изогнутых участков находят длину нейтрального слоя (см. гл. 1).

Таблица 3

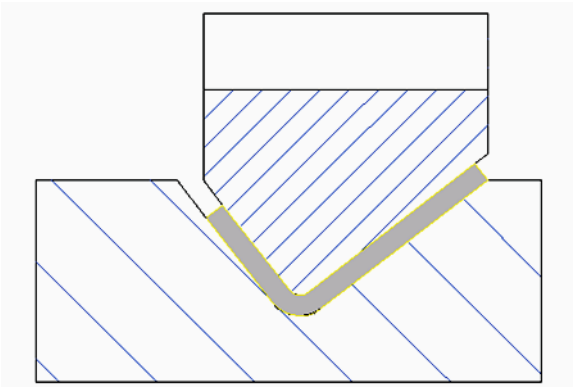
Рекомендуемые значения удельного усилия калибровки

Наименование материала	Удельное усилие q , МПа
Алюминий	30-60
Латунь	60-100
Стали 10; 20	80-120
Стали 25; 35	100-150
Титановый сплав ВТ1	150-210
Титановый сплав ВТ5	160-250

Примечание. Меньшие значения относятся к материалам толщи- ной 2 – 3 мм, большие – к материалам толщиной 6 – 8 мм. Для тол- щины 1 мм и менее удельные усилия, приведенные для толщин 2 – 3 мм, уменьшают в два раза.



а



б

Рис. 12. Схемы для подсчета усилий: а – при гибке с прижимом; б – при гибке с калибровкой

Радиус нейтрального слоя (рис. 13, а)

$$R = r + S\,x, \qquad (4)$$

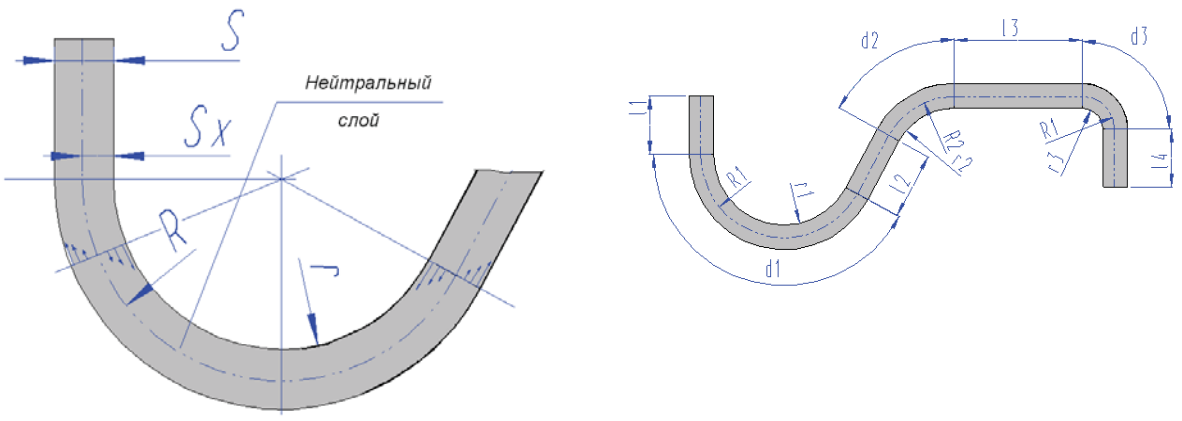
где r – внутренний радиус гибки, мм; S – толщина материала, мм; x – величина, зависящая от соотношения r/S (табл. 4).

Длина развертки для изгибаемой детали (рис. 13, б) равна, мм

$$l_э = \sum l + \sum \frac{\pi\alpha}{180^0} R,$$

Σl- сумма прямых участков, мм; α– угол гибки, град;

R – расчетный радиус нейтрального слоя, определяемый по формуле (4).



а б

Рис. 13. Схемы расчета длины развертки: а – расположение нейтральной линии гибки; б – разделение развертки на участки для расчета

При завивке шарниров (петель) под действием внешних сил трения, препятствующих деформированию, коэффициент x приобретает значения, приведенные в табл. 5.

Если в чертеже гнутой детали задано одностороннее расположение поля допуска (рис. 14, а), то для определения длины развертки расчет ведут по серединам полей допусков (рис. 14, б).

Размеры разверток гнутых деталей, рас- считанные по формуле (5), следует уточнять в тех случаях, когда за один ход образуется несколько углов, причем характер деформации существенно отличается от чистого изгиба, что наблюдается при гибке деталей, показанных на рис. 15, а, б, в, а также в случаях гибки ушков, петель и т.п. (рис. 15, г).

Таблица 4

Значения величины *x*

r S	***x***	*r S*	***x***
0,1	0,323	1,5	0,441
0,2	0,340	2,0	0,455
0,3	0,356	3,0	0,463
0,4	0,367	4,0	0,469
0,5	0,379	5,0	0,477
0,6	0,389	6,0	0,480
0,7	0,400	7,0	0,485
0,8	0,418	8,0	0,490
1,0	0,421	9,0	0,495
1,2	0,426	10,0 и более	0,500

В табл. 6 приведены вспомогательные формулы для расчета длины развертки гнутых деталей при различных способах задания размеров на чертеже гнутой детали и различных формах сопряжений.

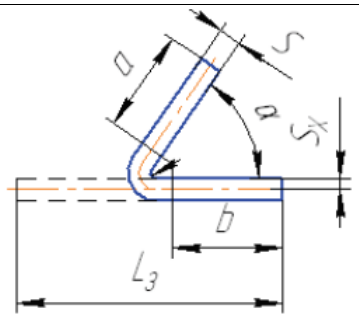
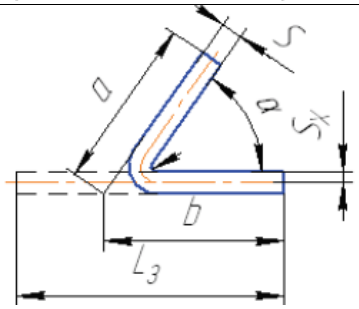
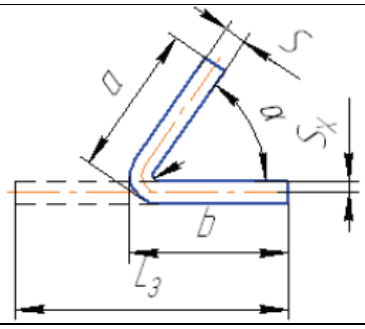
Таблица 5

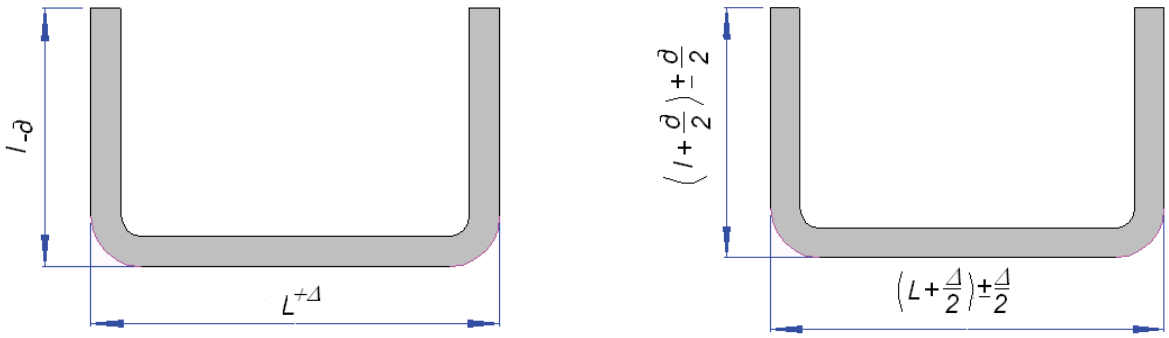
Значения толщины *x* при завивке шарнира

r/S	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
x	0,56	0,54	0,52	0,51	0,50	0,50	0,50

Таблица 6

Вспомогательные формулы для расчета развертки

Исходные данные	Эскиз	Формулы для расчета длины развертки, мм
Размеры от центра закругления изогнутого профиля		$l_ç = a + b + \frac{\pi d}{180^0}(r + xS)$
Размеры от точки пересечения продолжения линий наружного контура		$l_ç = a + b + \frac{\pi d}{180^0}(r + xS) - \frac{2(r+S)}{tg\frac{\alpha}{2}}$
Размеры от касательных к наружному контуру		$l_ç = a + b + \frac{\pi d}{180^0}(r + xS) - 2(r + S)$



а б

Рис. 14. Схема назначения технологических размеров и допусков на изгибаемые детали

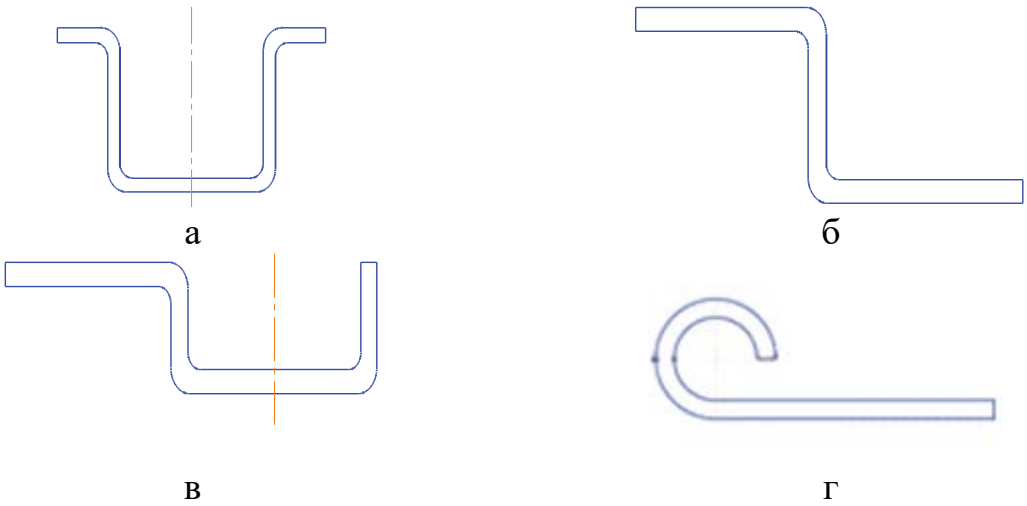


Рис. 15. Примеры необходимой опытной отработки длины развертки

3. Углы пружинения при гибке

Гнутые детали после снятия со штампа распружинивают упруго и меняют угол гибки на величину угла пружинения (рис. 16, а).

Угол пружинения зависит от механических свойств и толщины материала, радиуса гибки, формы детали и способа гибки (рис. 16, б, в). Средние значения углов пружинения при гибке (без калибровки) V-образных деталей (рис. 16, б) приведены в табл. 7 – 9.

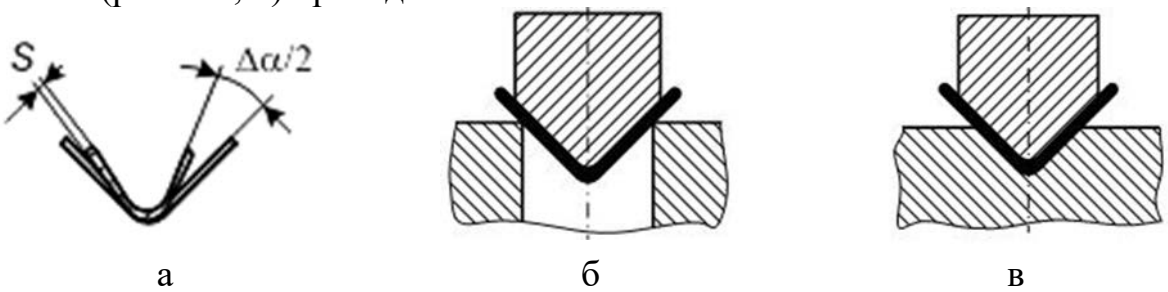


Рис. 16. Схема гибки уголка: а – пружинение при гибке; б – свободная гибка; в – гибка с подчеканкой

Таблица 7

Углы пружинения для стали, град

Марка стали	*r/S*	Углы гибки		
		120	90	60
30ХГСА отожженная	1	1	2,0	2,5
	3	2	3,0	4,0
	5	3	4,5	5,5
	8	5	6,5	8,0
	10	6	8,0	9,5
Жаропрочные Х18Н9Т и Х23Н18	1	1	1,5	2,0
	3	2	3,0	3,5

Таблица 8

Углы пружинения для алюминиевых сплавов, град

Марка сплава	*r/S*	Отожженный сплав			Нагартованный сплав		
		Угол гибки					
		120	90	60	120	90	60
Д16	2	1,5	2,5	3,0	3,5	4,5	6,0
	5	2,5	4,0	5,0	6,5	8,5	10,0
	8	4,5	4,5	6,5	10,0	12,0	14,0
	10	5,0	6,5	8,0	12,0	14,0	16,0
В95	3	2,5	3,0	3,5	7,0	8,5	9,0
	5	3,5	4,0	5,0	8,5	11,5	13,5
	8	5,0	6,0	7,0	13,5	16,5	19,0
	10	5,5	7,0	8,0	16,0	19,0	22,0

Таблица 9

Угол пружинения для титановых сплавов, град

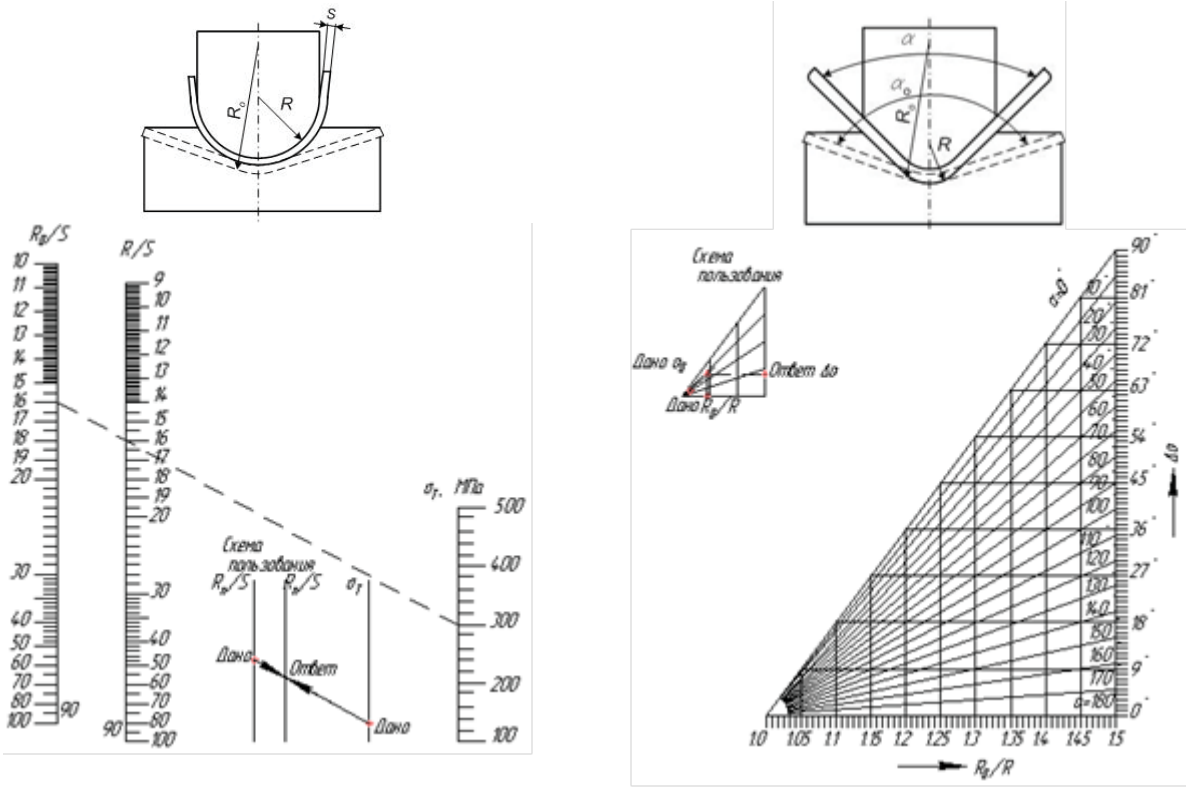
Марка сплава	*r/S*	Температура гибки, °С			
		20	300	400	600 – 750
ВТ1	2	8 – 12	2 – 5	–	–
	4	10 – 14	5 – 8	1 – 3	–
	6	12 – 16	7 – 10	3 – 5	–
	8	16 – 20	10 – 12	5 – 8	–
	10	20 – 25	12 – 15	8 – 12	–
	12	25 – 32	15 – 20	12 – 15	–
ВТ5	2	10 – 15	–	1,5 – 5,0	0,5 – 1,0
	4	12 – 17	–	4 – 6	0,5 – 1,0
	6	14 – 20	–	6 – 10	0,5 – 1,0
	8	20 – 24	–	10 – 14	1,0 – 2,0
	10	24 – 30	–	14 – 18	1,5 – 3,0
	12	30 – 38	–	18 – 20	2,5 – 3,0

При гибке V-образных деталей с подчеканкой (см. рис. 16, в) табличные значения углов пружинения следует умножать на 0,75 – 0,8, а при гибке П-образных – на 0,8 – 0,85.

Радиусы гибочных штампов для гибки деталей из углеродистых сталей при отношении $R_0/S=10$ приведены на рис. 17, а, а углы пружинения – на рис. 17, б.

Для компенсации угла пружинения при гибке П-образных деталей рекомендуется применять один из способов, показанных на рис. 18. Гибке с калибровкой (рис. 18, в) целесообразно подвергать низкие детали при $H \leq (2-3)S$ с внутренним радиусом закругления R =S , а гибке с чеканкой (рис. 18, г) – детали из мягких материалов толщиной до 1 мм.

При гибке по способу, указанному на рис. 18, д, верхняя плоскость выталкивателя гибочного штампа должна быть ниже матрицы на величину h. Поэтому на начальной стадии гибки под пуансоном образуется некоторый излишек материала, который на конечной стадии вытесняется в углы. Разность высот h подбирается опытным путем.



а б

Рис. 17. Диаграммы определения радиусов гибочных штампов (а) и углов пружинения при гибке V-образных деталей (б)

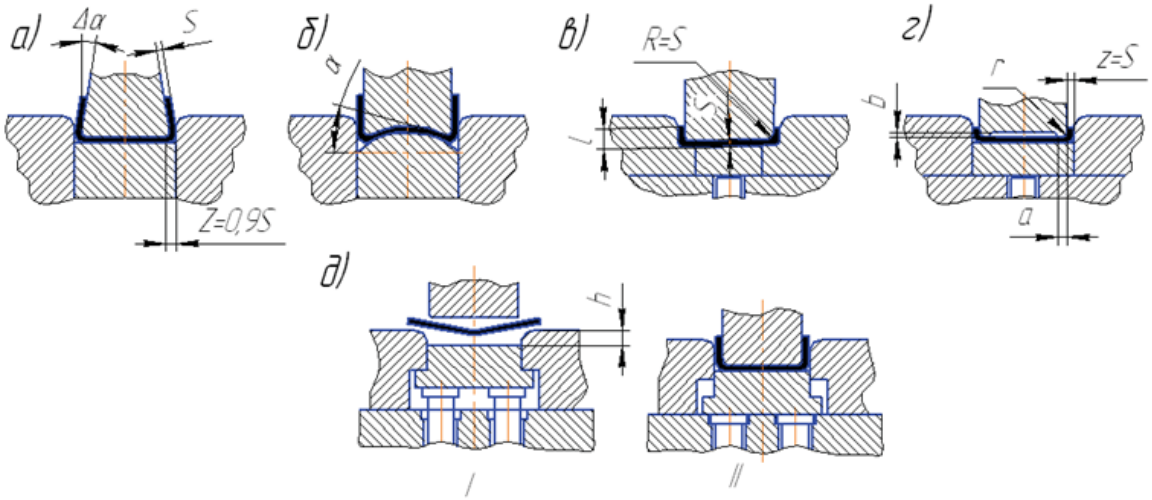


Рис. 18. Способы компенсации пружинения при П-образной гибке: а – применение конусного пуансона и уменьшение зазора между пуансоном и мат- рицей; б – радиусная форма пуансона и выталкивателя; в – гибка с калибровкой; г – гибка с чеканкой; д – применение выталкивателя, расположенного ниже верх- ней плоскости матрицы; I – начальное положение; II – конечное положение

Для гибки стальных деталей с высокими полками рекомендуется применять штампы с секционной поворотной матрицей (рис. 19), позволяющие получать гнутые изделия с прямым углом без пружинения.

Значения углов пружинения Δα при гибке П-образных деталей с утонением, когда зазор односторонний, т.е. z =0,9S (рис. 18, а), приведены в табл. 10. При гибке с прижимом Г-образных деталей (рис. 20) следует

прижатую часть детали располагать под углом 7° к горизонтальной плоскости; углы пружинения Δα даны в табл. 11.

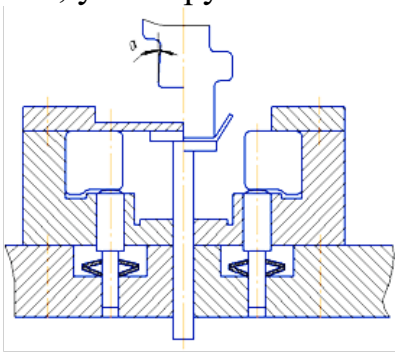


Рис. 19. Гибка в штампе с секционной поворотной матрицей

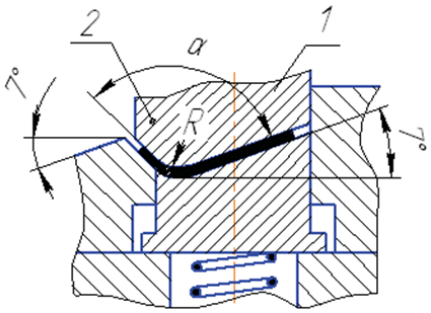


Рис. 20. Схема штампа для гибки Г-образных деталей: 1 – лицевая плоскость; 2 – прижимная плоскость

Таблица 10

Углы пружинения при гибке П-образных деталей с калибровкой

$\frac{r}{S}$	Алюминиевые сплавы				Стали			
	Д16А- Т	Д16А-М	В95А- Т	В95А- М	20 ото-жженная	30ХГСА отожженная	1Х18Н9Т	Х23Н18
1	-	-	-	-	-1^0	$-30'$	-1^0	-1^0
2	0^0	0^0	-	-2^0	$-30'$	-1^0	$-30'$	$-30'$
3	$+1^0 30'$	$+30'$	$+7^0$	$-1^0 30'$	0^0	0^0	0^0	0^0
4	$+3^0$	$+1^0$	$+8^0$	-1^0	$+30'$	$+1^0$	$+1^0$	$+1^0$
5	$+4^0$	$+1^0$	$+9^0$	-1^0	$+1^0 30'$	$+1^0 30'$	$+1^0 30'$	$+1^0 30'$
6	$+5^0$	$+1^0 30'$	$+10^0$	$-30'$	$+2^0$	$+2^0$	$+2^0$	$+2^0$
8	-	-	$+13^0 30'$	-	-	-	-	-

Таблица 11

Углы пружинения при гибке Г-образных деталей

Материал	Толщина металла S, мм	Внутренний радиус гибки R, мм	Угол пружинения Δα
Д16А-М; АМцА-П АМцА-М Л62(М) Стали 10 и 20 Бр.А5 мягкая ЛС59-1; Л62 65Г (до закалки)	До 3	$R = S$	2°
			0°30'
			1°30'
У8А Бр.ОФ и Бр.Б2	До 2		3°
Д16А-Т	До 1,5		
Бр. ОФ	До 3		
Д16А-Т	0,3 – 1,5	3,5 – 5	5°
	До 2		4°

4. Конструктивные элементы рабочих деталей гибочных штампов

Величину рабочего угла гибочного пуансона и матрицы определяют по формуле, град

$$\alpha_p = \alpha \pm [\Delta\alpha], \qquad (6)$$

где α– угол по чертежу штампуемой детали, град; $[\Delta\alpha]$ величина угла пружинения (принимают по табл. 7 – 9).

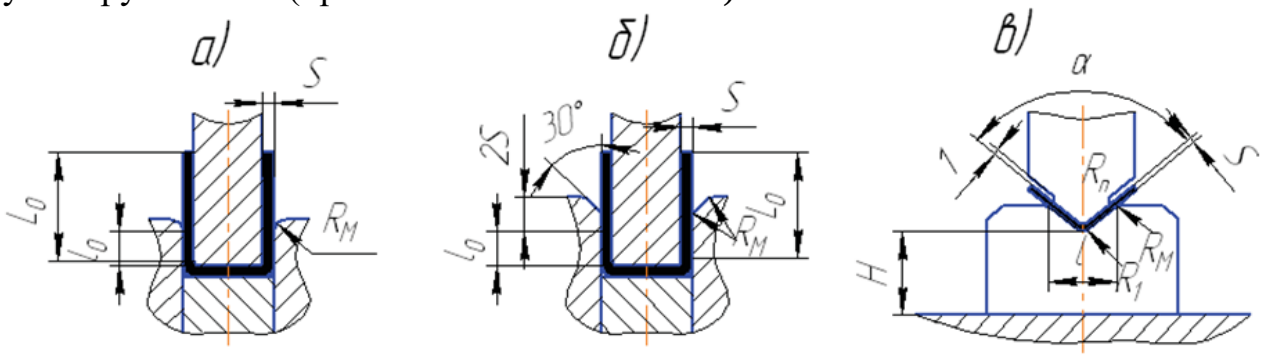


Рис. 21. Конструктивные элементы рабочих деталей гибочных штампов при гибке П-образных деталей: а – при толщине материала до 4 мм; б – при толщи- не материала свыше 4 мм; в – при гибке V-образных деталей

В табл. 12 приведены значения радиусов закругления гибочных матриц Rм , а также значение глубины матриц l_o при П-образной гибке (рис. 21, б). При V-образной гибке (угол гибки 85°-95°) размеры основных конструктивных элементов рабочих деталей штампов (рис. 21, в) рекомендуется принимать по табл. 13, а размер l – по рис. 22.

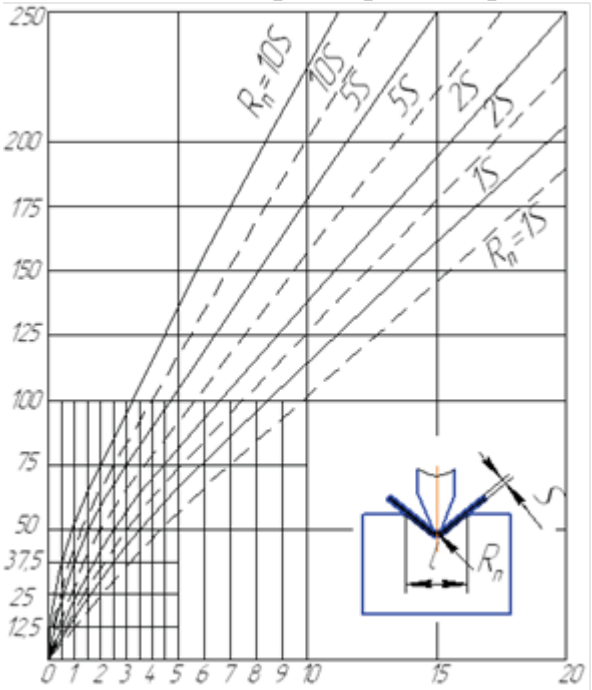


Рис. 22. Диаграмма для определения конструктивных элементов гибочных штампов: для штампуемых материалов *σв*=100-200МПа; то же *σв*=300-500МПа

Радиусы закругления во впадинах угловых матриц (см. рис. 21, в) рассчитывают по формуле, мм

$$R_1 = (0,6 - 0,8)(R_п + S). \qquad (7)$$

В гибочных матрицах, особенно при калибровке, рекомендуется применять вставки (рис. 23) следующих размеров: $\alpha = 15\text{-}30°$ (в зависимости от толщины и твердости материала); $h = 3S$, но не менее 15 мм; $b = S$, но не менее 5 мм; $l = 1/3S$ но не менее 0,5 мм:

для алюминия и меди

$$R_м = \frac{1,57R_{по} + 0,45S}{1,57}; \qquad (8)$$

для других металлов

$$R_м = \frac{1,57R_п + 0,33S}{1,57}. \qquad (8)$$

Величину зазора z между матрицей и пуансоном принимают равной толщине материала с учётом максимального положительного отклонения по толщине.

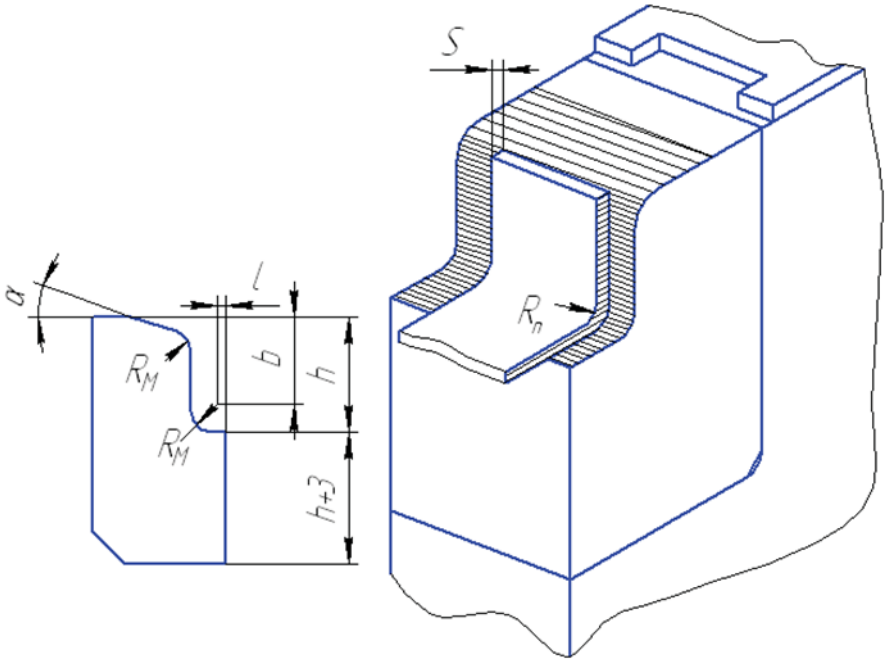


Рис. 23. Вставки и гибочная матрица со вставкой

Для уменьшения величины угла пружинения при гибке точных деталей рекомендуется принимать зазор: для цветных металлов – по наименьшей толщине материала (т.е. с учетом минусового отклоне- ния на толщину материала), для черных металлов – по номинальной толщине материала.

Таблица 12

Значения радиусов закругления матриц, мм

Высота отгибаемой полки L_0	Толщина материала S															
	До 0,5		Св. 0,5 до 2		Св. 2 до 4		Св. 4 до 5		Св. 5 до 6		Св. 6 до 7		Св. 7 до 8		Св. 8 до 10	
	R_m	l_0	R_m	l_0	R_m	l_0	R_m	l_0	R_m	l_0	R_m	l_0	R_m	l_0	R_m	l_0
До 10		6	3	10	4	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 10 до 20	2	8	4	12	5	15	5	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 20 до 35	2	12	4	15	5	20	5	25	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 35 до 50	3	15	4	20	6	25	5	30	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 50 до 75	3	20	5	25	6	30	5	35	6	35	-	-	-	-	-	-
Св. 75 до 100	-	-	5	30	8	35	5	40	6	40	7	40	8	40	-	-
Св. 100 до 150	-	-	5	35	8	40	5	50	6	50	7	50	8	50	10	60
Св. 150 до 200	-	-	5	45	8	55	5	65	6	65	7	65	8	65	10	80

Таблица 13

Рабочие размеры при V-образной гибке

Конструктивные элементы	Толщина материала S, мм					
	До 0,5	Св. 0,5 до1	Св. 1 до 2	Св. 2 до 4	Св. 4 до 6	Св. 6 до 10
R_m	1	2	3	4	5	6
H	10	15	15-20	20-25	25-30	30-40

Примечание. Большие значения Н даны для соответствующей максимальной толщины.

Исполнительные размеры матрицы и пуансона штампов $R_м$ и $R_п$ для гибки П-образных деталей подсчитывают по формулам (10) и (11), мм.

$$L_м = L_н + \delta_м. \qquad (10)$$

Если на чертеже детали указан допуск на наружный размер (рис. 24, а), пуансон пригоняют к матрице с зазором

$$L_п = L_в + \delta_м, \qquad (11)$$

если на чертеже детали указан допуск на внутренний размер (рис. 24, б), матрицу пригоняют по пуансону с зазором.

В формулах (10) и (11) приняты следующие обозначения: $L_н$, $L_в$ – номинальные размеры штампуемой детали, мм; $\delta_м$, $\delta_п$ – допуски на изготовление матрицы и пуансона.

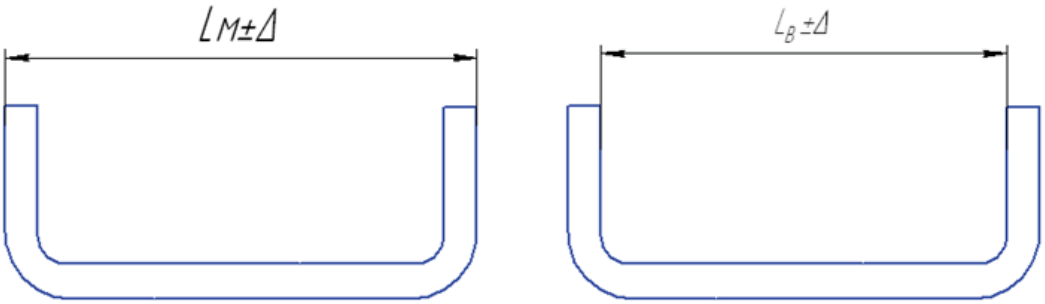


Рис. 24. Схема назначения исполнительных размеров матриц и пуансонов гибочных штампов

Гибочные штампы средней сложности и сложные, а также для гибки точных деталей следует снабжать направляющими колонками. При фиксировании заготовки в гибочном штампе по отверстиям применяют фиксаторы с приемным конусом (рис. 25).

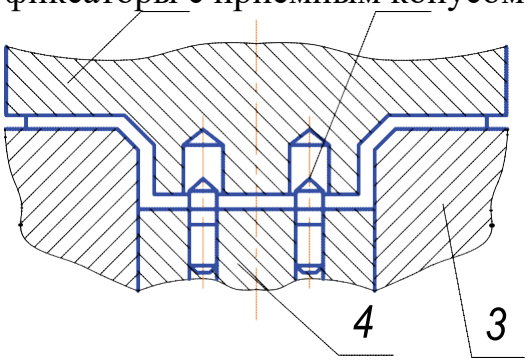


Рис. 25. Схема установки фиксатора в гибочных штампах: 1 – гибочный пуансон, 2 – фиксатор с приемным конусом, 3 – матрица, 4 – прижим- выталкиватель

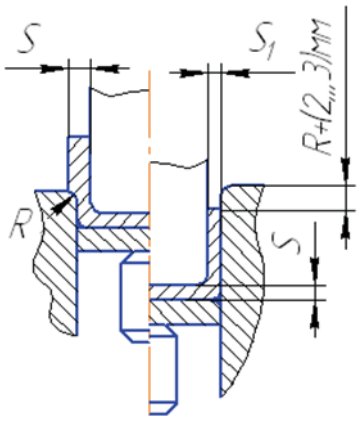


Рис. 26. Схема штампов для гибки с утонением

Детали П-образной формы могут быть получены с неодинаковой толщиной средней и боковой полок за счет утонения последних(рис. 26). Максимально достигаемое утонение боковых полок гнутых деталей (в %); из мягкой стали – 25 – 30, латуни – 20 – 25, алюминия – 27 – 35.

Гибка с утонением вызывает упрочнение (наклеп) деформируемых участков и требует значительно большего усилия по сравнению с усилием, подсчитанным по формуле (2). При гибке с утонением пружинение ничтожно мало.

5. Примеры расчета гибочного штампа

Пример 1. Рассчитать размеры штампа для гибки скобы из стали марки 10 кп (рис. 27, а). Определяют длину развертки по формуле (5), деля фигуры на три участка. Для $r = 1$ мм и $S = 1$ мм $L\,3 = 42{,}46$ *мм.* При гибке выдерживается внутренний размер детали; по формуле (11) определяют исполнительный размер пуансона (рис. 27, б): $Ln = L - \delta n = 20_{-0{,}045}$ мм.

Допуск на изготовление пуансона назначают по 3-му квалитету точности. Величину зазора между матрицей и пуансоном принимают равной номинальной толщине материала. По табл. 12 определяют радиус R_M и глубину l_0 матрицы в зависимости от толщины материала и длины полки изгибаемой детали (рис. 27, в): R_i = 3 мм;l_0=10мм. Усилие гибки определяют по формуле (2):$K_г$ =0, 6 .

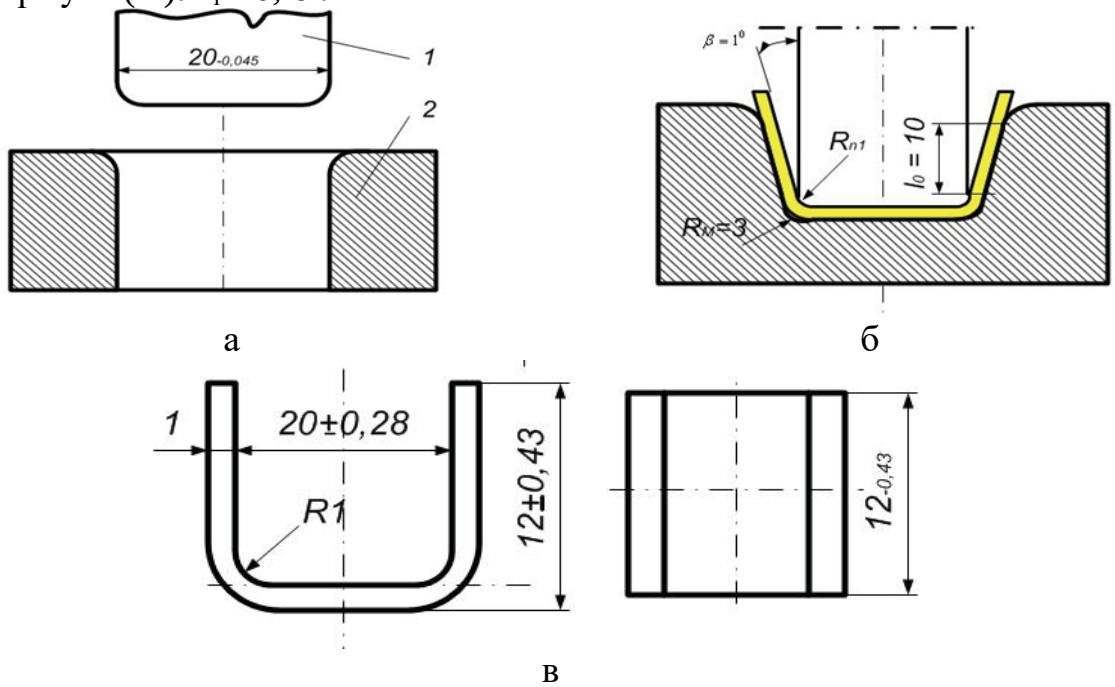


Рис. 27. Схема расчета исполнительных размеров рабочих частей гибочного штампа: исполнительные размеры пуансона 1 и матрицы 2 (а); профиль пуансона и матрицы(б); эскиз штампуемой детали (в)

Пример 2. Рассчитать размеры штампа для гибки угольника (рис. 28, а) из латуни марки Л62. Допуски на размеры – по B_7

ля определения длины развертки производят пересчет односторонних отклонений на симметричные (технологические). Делят фигу- ру детали на два участка:

$$(75-\frac{0,74}{2})\pm\frac{0,74}{2}=74,63\pm0,37;\ (20-\frac{0,52}{2})\pm\frac{0,52}{2}=19,74\pm0,26.$$

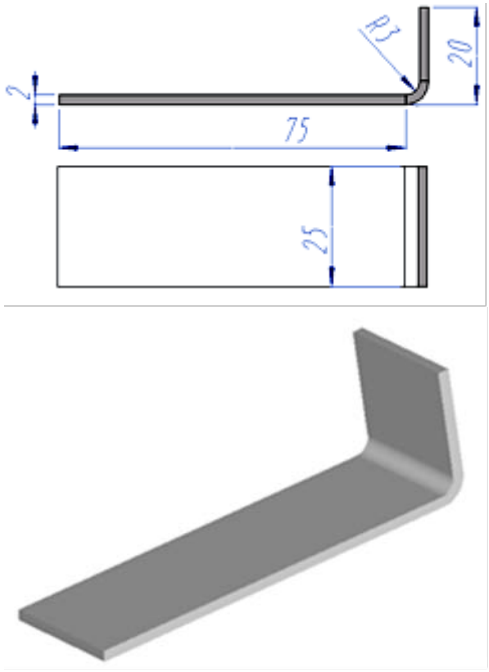
Для R =3мм и S =2 мм

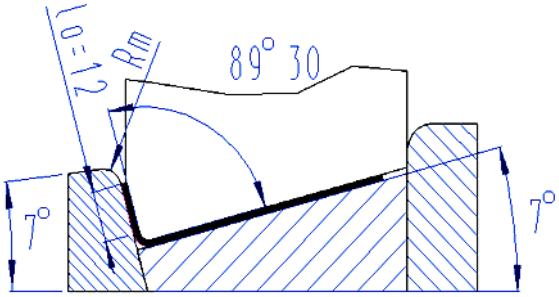
$$y=0,03мм.\ L_З=72,63+17,74+0,09=90,46$$

Считая, что гибка детали осуществляется в штампе с прижимом

(рис. 28, б), угол пружинения принимают по табл. 11: [Δα]=0°30’; отсюда рассчитывают угол $\alpha_р$=90° -0°30’=89°30’. Прижатую часть детали располагают под углом 7° . По табл. 12 определяют радиус

R_M и глубину l_0 матрицы при толщине материала S = 2 мм и длине загибаемой полки L_0=20мм;$R_м$ =4мм;l_0 =12мм. Усилие гибки определяют по формуле (2):$K_г$ =0, 2 .

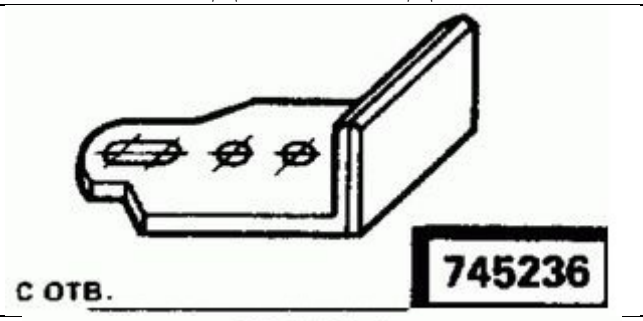
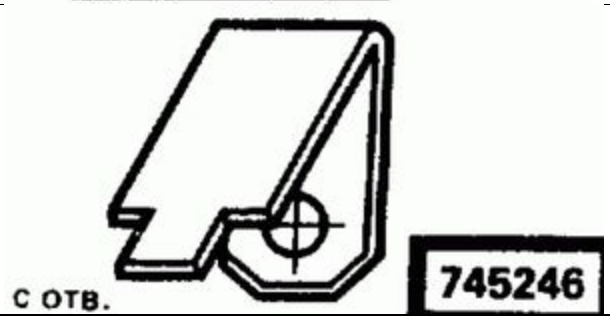


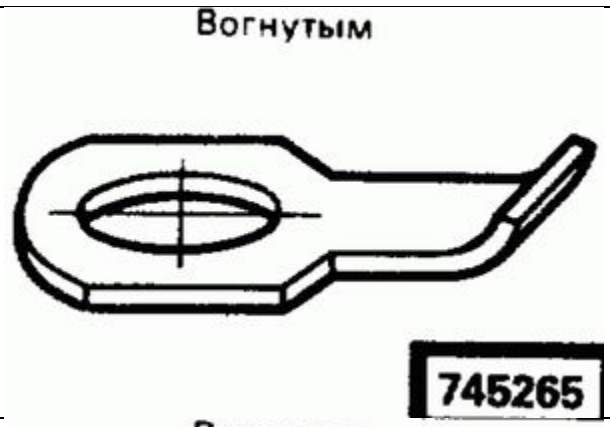
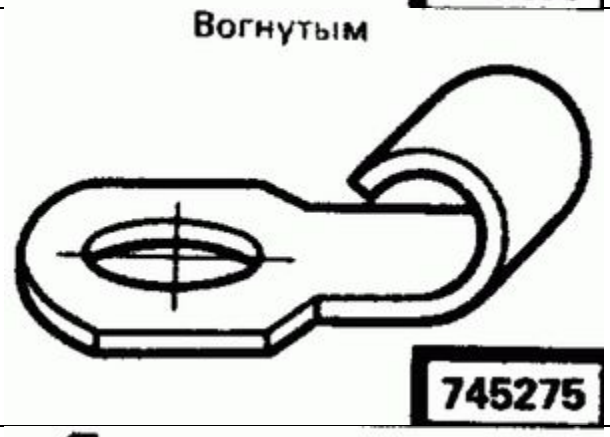
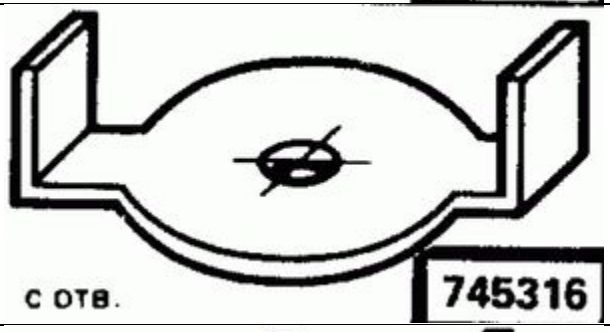
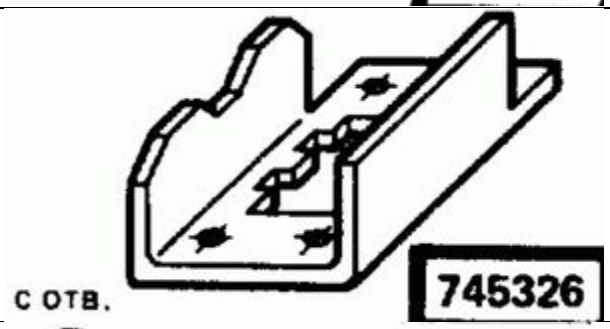
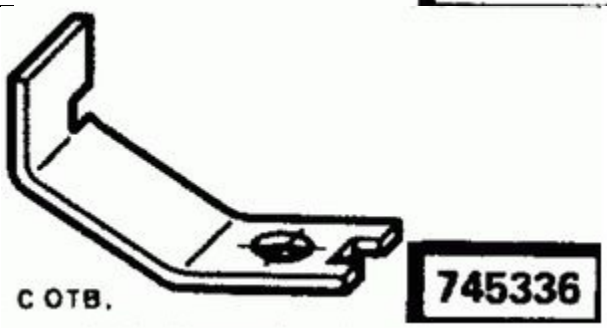


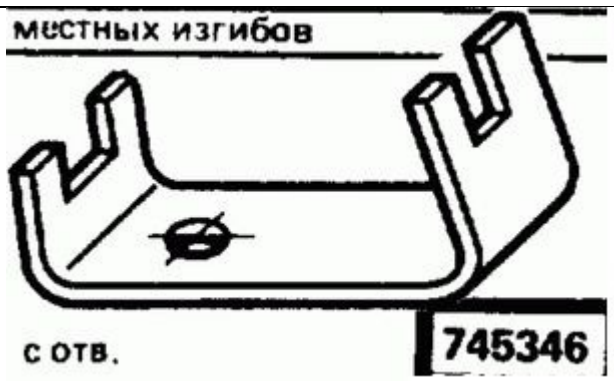
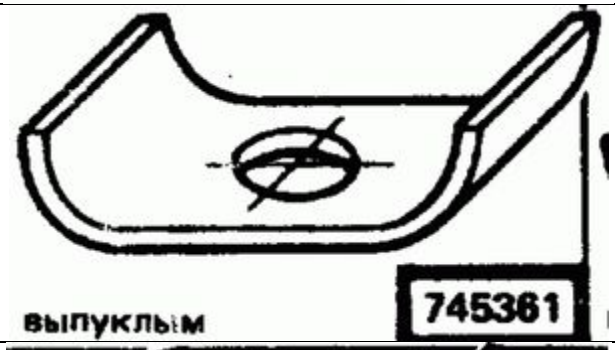
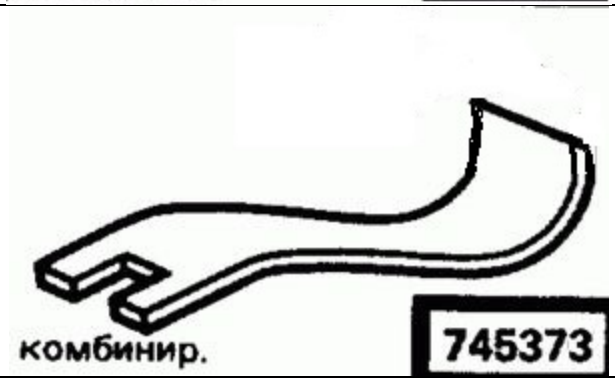
а б

Рис. 28. Схема исполнительных размеров гибочного штампа: а – эскиз штампуемой детали; б – профиль гибочного штампа

6 Варианты индивидуальных заданий

№ варианта	Детали ЕСКД
1.	
2.	

3.		 Вогнутым 745265
4.		 Вогнутым 745275
5.		 с отв. 745316
6.		 с отв. 745326
7.		 с отв. 745336

8.	
9.	
10.	
11.	

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие конструктивные требования предъявляются к гибочным штампам?
2. Назовите основные технологические требования, предъявляемые к изогнутым деталям?
3. От чего зависит угол пружинения при гибке?

4. На основании чего определяются конструктивные элементы рабочих деталей гибочных штампов?

5. Принцип назначения исполнительных размеров матриц и пуансонов гибочных штампов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горанский, Г.Н. Технологическое проектирование в комплексных автоматизированных системах подготовки производства / Г.Н. Горанский, Э.И Вендерева. – М.: Машиностроение, 1981. – 456 с.
2. Евдокимов, С.А. Особенности создания САПР штампов листовой штамповки с использованием новой информационной технологии / С.А. Евдокимов, А.А. Краснов, А.В. Рыбаков // Кузнечно- штамповочное производство. – 1996. – № 2. – С. 14 – 17. – ISSN 0201- 7296.
4. Евдокимов, С.А. Программно-компьютерная среда для автоформализации знаний / С.А. Евдокимов, А.В. Рыбаков // Вестник машиностроения. – 1990. – № 7. – С. 40 – 44. – ISSN 0042-4633.
5. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка / под общ. ред. Л.И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. – 496 с.
6. ГОСТ 21173-83. Штампы для листовой штамповки. Блоки штампов с четырьмя направляющими узлами скольжения. – Введ.

07.01. 84. – М. : Госстандарт; Изд-во стандартов, 1983. – 21 с.

7. Давыдкин, А.С. Компьютерная поддержка действий пользователя при конструировании и изготовлении штампов и пресс-форм / А.С. Давыдкин, А.А. Краснов, А.Д. Штицман // Кузнечно- штамповочное производство. – 1995. – № 6. – С. 22 – 24. – ISSN 0201- 7296.
8. Владимиров, В.М. Изготовление штампов, пресс-форм и приспособлений / В.М. Владимиров. – М. : Высш. шк., 1981. – 431 с.
9. Еленев, С.А. Холодная штамповка / С.А. Еленев. – М. : Высш. шк., 1988. – 270 с.
10. Корсаков, В.Д. Справочник мастера по штампам / В.Д. Корсаков. – М. : Машиностроение, 1972. – 191 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИБОЧНОГО ШТАМПА

Методические указания к лабораторной работе по дисциплине
«Проектирование штампов и прессформ»
для студентов направлений 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Составил ТИХОНОВ Денис Александрович

Рецензент М. В. Стекольников