

СССР

УФК 621.983; ~~043~~

РТМ 34—65

ШТАМПЫ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ
ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Расчеты и конструирование

ИЗДАТЕЛЬСТВО КОМИТЕТА СТАНДАРТОВ, МЕР И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР
Москва—1966

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие сведения	6
II. Материалы, применяемые для изготовления штампов	7
2. Материалы для пуансонов и матриц	7
3. Материалы для прочих деталей штампов	8
III. Классы чистоты поверхностей деталей штампов	9
4. Рекомендуемые классы чистоты	9
IV. Раскрой материала	14
5. Определение рационального раскроя полосы (ленты)	14
6. Раскрой полосы для деталей, подвергаемых гибке	16
7. Ширина перемычек при вырезке	16
8. Определение ширины полосы (ленты)	18
V. Штампы разделительные	19
9. Выбор конструкции штампа и типа блока	19
10. Расчет усилия вырезки, усилия снятия и проталкивания детали или отхода	20
10.1. Расчет усилия вырезки в штампах с прямыми и скошенными режущими кромками	20
10.2. Расчет усилия снятия и проталкивания детали или отхода	22
11. Определение центра давления штампа	23
12. Зазоры между матрицей и пуансоном в вырезных и пробивных штампах	23
13. Расчет исполнительных размеров матриц и пуансонов	25
14. Матрицы	31
14.1. Выбор габаритов матриц, расположение крепежных отверстий	31
14.2. Профиль рабочего отверстия матриц	33
15. Составные матрицы	35
16. Режущие и фланцовочные секции	41
17. Пуансоны	41
17.1. Способы крепления и конструктивные элементы	41
17.2. Составные пуансоны	45
17.3. Пуансоны для пробивки отверстий малых диаметров	47
17.4. Пуансоны для вырезки неметаллических материалов	49
18. Съёмники	50
18.1. Типы съёмников	50
18.2. Зазоры между съёмником и пуансоном	52
18.3. Неподвижные съёмники	53
18.4. Съёмники для штампов совмещенного действия и с верхним прижимом	53
19. Направляющие планки	55
20. Упоры	57
21. Фиксаторы	60
22. Ловители	61
23. Ножи шаговые, ножи для разрезки отходов	62
24. Подкладные плитки	65
25. Провальные отверстия в плитах	66
26. Толкатели и отлипатели	67
27. Штампы для вырезки с перфорацией	69
28. Чистовая вырезка и пробивка	70
29. Штампы для вырезки и пробивки деталей из магниевых сплавов, нержавеющей и жаропрочных сталей	72
30. Штампы для вырезки и пробивки деталей из титановых сплавов	73
31. Особенности конструирования штампов для изготовления деталей из гетинакса и текстолита	73
31.1. Расчет исполнительных размеров матриц и пуансонов	74
31.2. Выбор конструкции штампа	78
31.3. Расчет усилия прижима, конструкция прижимных устройств	79
31.4. Форма заточки пуансонов	80
32. Применение самотвердеющих пластмасс в штампах	80

33. Штампы зачистные	80
33. 1. Назначение и область применения зачистных штампов	80
33. 2. Припуски на зачистку	82
33. 3. Расчет исполнительных размеров матриц и пуансонов	83
33. 4. Штампы для зачистки контура обжатием	83
33. 5. Рекомендации по конструированию зачистных штампов	85
33. 6. Определение усилия при зачистке	86
VI Штампы гибочные	86
34. Классификация гибочных штампов	86
35. Определение длины развертки при гибке	86
36. Углы пружинения при гибке	98
37. Конструктивные элементы рабочих деталей гибочных штампов	107
38. Штампы для гибки сложных деталей (с замкнутым контуром)	111
39. Расчет усилия гибки	114
40. Штампы для разворота	116
VII Штампы вытяжные	116
41. Классификация вытяжных штампов	116
42. Определение размеров заготовок полых тел вращения для вытяжки без утонения	117
42. 1. Припуски на обрезку	117
42. 2. Методы расчета диаметров заготовок	118
43. Расчет числа операций при вытяжке без утонения цилиндрических деталей	135
44. Прижимы (складкодержатели)	139
45. Штампы для вытяжки прямоугольных полых деталей без фланца	141
45. 1. Отличительные особенности вытяжки прямоугольных деталей	141
46. Расчет вытяжки низких прямоугольных полых деталей при $\frac{H_{пр}}{B} < (0,6 \div 0,8)$	142
46. 1. Определение количества операций	142
46. 2. Определение формы и размеров плоской заготовки	142
46. 3. Вытяжка без прижима прямоугольных полых деталей	146
47. Расчет вытяжки высоких прямоугольных полых деталей при $\frac{H_{пр}}{B} > (0,6 \div 0,8)$	147
47. 1. Определение количества операций	147
47. 2. Определение формы и размеров плоской заготовки	148
47. 3. Определение формы и размеров вытяжек на промежуточных операциях	149
47. 4. Определение формы и размеров вытяжек деталей с радиусами в углах $r_n \geq R_k$	149
48. Вытяжка цилиндрических деталей с утонением стенок	152
49. Штампы для вытяжки с выворачиванием (обратной вытяжки)	155
50. Расчет вытяжки ступенчатых деталей	157
51. Штампы для вытяжки конических деталей	157
51. 1. Вытяжка низких конических деталей	158
51. 2. Вытяжка высоких конических деталей без фланца	159
51. 3. Вытяжка высоких конических деталей с фланцами	161
52. Вытяжка деталей сферической и параболической форм	163
53. Определение размеров заготовки при вытяжке деталей с одной плоскостью симметрии	164
54. Вытяжка деталей со сложным контуром	165
55. Зазоры между вытяжной матрицей и пуансоном	166
56. Расчет исполнительных размеров рабочих деталей вытяжных штампов	167
57. Конструктивные элементы деталей вытяжных штампов	169
57. 1. Рабочий профиль вытяжных матриц и пуансонов	169
57. 2. Конструирование вытяжных пуансонов	172
57. 3. Упоры вытяжных штампов	172
58. Перегачные ребра	173
59. Вытяжка деталей из цветных металлов и сплавов с применением местного нагрева	175
60. Последовательная вытяжка в ленте	179
60. 1. Вытяжка без надрезки ленты	180
60. 2. Вытяжка с надрезкой ленты	181
61. Вытяжка облицовочных и подобных деталей	184
61. 1. Основные факторы, влияющие на эффективность вытяжки	184
61. 2. Вытяжные переходы для облицовочных и им подобных деталей	185
61. 3. Величина и расположение технологических припусков	186
61. 4. Применение технологических вырезов (окон)	186
62. Расчет усилия вытяжки и усилия прижима	186
62. 1. Расчет усилия вытяжки	186
62. 2. Расчет усилия прижима	188

III. Штампы для разбортовки	190
6. Разбортовка круглых отверстий	190
63. 1. Аналитический метод расчета параметров разбортовки	192
63. 2. Конструктивные элементы рабочих деталей и схемы штампов для разбортовки	193
63. 3. Графический метод расчета параметров разбортовки	195
64. Расчет усилия разбортовки	196
65. Разбортовка отверстий со сложным контуром	196
К. Штампы для обжима и раздачи полых цилиндрических деталей	196
66. Обжим и раздача	196
Л. Штампы для листовой чеканки	198
67. Чеканка	198
VI. Расчет деталей штампов на прочность	199
68. Расчет пуансонов	199
69. Расчет винтов и болтов	201
70. Расчет цилиндрических пружин	201
71. Расчет тарельчатых пружин	204
72. Расчет кольцевых пружин	205
73. Расчет резиновых буферов и прокладок	206
74. Расчет нижних плит	207
II. Хвостовики	208
75. Типы хвостовиков	208
III. Выбор прессы	210
76. Основные паспортные данные прессов, требуемые при проектировании штампов	210
IV. Материалы, применяемые для штампуемых деталей	212
77. Механические свойства и сортамент материалов	212
Приложения:	
1. Расчет вырезного штампа	213
2. Расчет зачистного штампа	216
3. Расчет гибочного штампа	219
4. Расчет вытяжного штампа для цилиндрических деталей	222
5. Расчет вытяжных штампов для прямоугольных деталей	225
6. Расчет штампа для вытяжки детали в ленте с надрезкой	231
7. Расчет разбортовки отверстия	236
8. Отжиг при вытяжке	237
9. Травление	238
10. Смазка при вытяжке	239
11. Наименование материалов, марки, номера стандартов на сортамент и технические условия, состояние поставки и механические свойства	245
12. Допускаемые отклонения по толщине материалов из стали	258
13. Сортамент лент, полос и листов из цветных металлов и сплавов	261
14. Допускаемые отклонения по ширине лент и полос из цветных металлов и сплавов	268
15. Неметаллические материалы	269
16. Перечень стандартов на механические прессы для холодной листовой штамповки и ножницы	270

СССР — Государственный комитет стандартов, мер и измерительных приборов СССР — ВНИИНМАШ	РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ	РТМ 34--65
	ШТАМПЫ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ	Взамен РТМ 34—61
	Расчеты и конструирование	Группа Г22
		—

Настоящий руководящий технический материал (РТМ) содержит указания по расчету и конструированию штампов для холодной листовой штамповки: разделительных (вырезных, пробивных, зачистных) и формообразующих (гибочных, вытяжных, разбортовочных, обжимных и чеканочных) для металлов, неметаллических материалов и слоистых пластиков.

В РТМ включены также расчеты на прочность основных деталей штампов, расчеты тарельчатых, кольцевых и цилиндрических пружин и основные сведения по выбору прессов.

В приложениях приведены данные о материалах, применяемых для холодной штамповки, сведения по отжигу, травлению и применению смазок при вытяжке, а также примеры расчетов штампов различных видов.

I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.0.1. При конструировании штампов следует руководствоваться следующими нормами машиностроения и руководящими техническими материалами: МН 76-59; МН 789-60 — МН 877-60; МН 878-62; МН 879-60; МН 880-62; МН 881-60 — МН 908-60; МН 1912-61 — МН 1932-61; МН 2534-61 — МН 2548-61; МН 2738-61 — МН 2749-61; МН 2750-61 — МН 2752-61; МН 2787-61 — МН 2790-61; МН 4066-62 — МН 4072-62; МН 4357-63 — МН 4373-63; МН 4399-63 — МН 4432-63; МН 4763-63 — МН 4775-63; МН 4938-63 — МН 4942-63; МН 4954-63 — МН 4965-63; МН 5313-64 — МН 5332-64; МН 5535-64; РТМ 26-61; РТМ 45-62; РТМ 66-62; РТМ 70-63 — РТМ 81-63; РТМ 112-63; РТМ 113-63.

1.0.2. Классификация и условные обозначения технологической штамповой оснастки должны соответствовать МН 76—59.

1.0.3. Обозначения технических документов на штампы должны соответствовать ГОСТ 5294—60.

1.0.4. Штампы должны соответствовать требованиям техники безопасности:

а) для исключения травмы пальцев рук при работе на штампе с неподвижным съемником расстояние между нижней плоскостью пуансонодержателя и верхней плоскостью съемника при нижнем положении ползуна должно быть не менее 20 мм;

б) при работе на штампе совмещенного действия нижний съемник на пуансон-матрице должен быть огражден, если расстояние между съемником и нижним пуансон-матрицедержателем при нижнем положении ползуна менее 20 мм;

в) опасная зона открытых штампов во всех случаях должна быть ограждена особыми решетками, сетками или другими приспособлениями с учетом конкретных условий работы на штампе;

г) в случае невозможности установки ограждения при штамповке из штучных заготовок, необходимо сделать следующее примечание на чертеже общего вида: «Работать с пинцетом, с двухручным включением пресса» и т. п. Эти указания следует маркировать на плите блока или на специальной табличке, прикрепляемой к штампу.

1.0.5. На чертеже общего вида штампа необходимо указать:

а) высоту штампа в его нижнем положении (закрытую высоту);

б) требуемое усилие штамповки;

в) величину хода ползуна пресса (для вытяжных штампов во всех случаях, а для вырезных, зачистных, гибочных — по мере необходимости);

г) размер провального окна в случае, если оно превышает размеры отверстия в подштамповой плите;

д) расположение рымболтов при весе штампа свыше 20 кг;

е) особые требования к направляющим втулкам и колонкам, требования техники безопасности и т. п.

1.0.6. На операционном эскизе штампуемой детали необходимо указать:

а) марку материала, толщину и состояние (твердый, мягкий, отожженный, закаленный и т. д.);

Внесен ОКБ ЛСНХ

Утвержден Всесоюзным
научно-исследовательским институтом
по нормализации в машиностроении
(ВНИИНМАШ)
24/XII 1964 г.

Срок введения
I/VII 1966 г.

- б) допуски на размеры, получаемые в данном штампе, и базовые размеры. Остальные размеры проставляются как справочные;
в) размеры развертки, форму раскроя и данные об их опытной проверке (в случае необходимости).

II. МАТЕРИАЛЫ. ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШТАМПОВ

2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПУАНСОНОВ И МАТРИЦ

2.0.1 Для изготовления пуансонов и матриц применяются материалы, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Наименования деталей	Рекомендуемые материалы		Заменяющие материалы		Твердость HRC	
	Марки	Номера стандартов или технических условий	Марки	Номера стандартов или технических условий	матриц	пуансонов
Пуансоны, матрицы и пуансон-матрицы для вырезки и пробивки. Режущий контур простой формы	Сталь У10А	ГОСТ 1435—54	Сталь У10	ГОСТ 1435—54	56—60	
	Сталь X	ГОСТ 5950—63	Сталь 7Х3	ГОСТ 5950—63		
	Сталь Х12М		Сталь Х12Ф1	ЧМТУ 5634—56		
	Сталь 6ХВФ				54—58	
	Сталь У8А*	ГОСТ 1435—54	Сталь У8*	ГОСТ 1435—54		
	Сталь 8ХФ*	ГОСТ 5950—63				
То же, при более сложной форме или повышенных требованиях к точности. Пуансон-матрицы с тонкими рабочими стенками	Сталь Х12М	ГОСТ 5950—63	Сталь Х12Ф1	ЧМТУ 5634—56	56—60	
	Сталь 6ХВФ					
Пуансоны и матрицы зачистные	Сталь Х12М	ГОСТ 5950—63	Сталь Х12Ф1	ЧМТУ 5634—56	58—62	
	Сталь 6ХВФ		Сталь У10А			
Пуансоны и матрицы гибочные и формовочные простой формы	Сталь У8А	ГОСТ 1435—54	Сталь У8	ГОСТ 1435—54	54—58	52—56
	Сталь 8ХФ	ГОСТ 5950—63	Сталь У10			
То же, сложной формы	Сталь Х12М	ГОСТ 5950—63	Сталь Х12Ф1	ЧМТУ 5634—56	56—60	54—58
	Сталь 6ХВФ					
Пуансоны и матрицы вытяжные и разбортовочные	Сталь У10А	ГОСТ 1435—54	Сталь У10	ГОСТ 1435—54	58—62	56—60
То же, для вытяжки изделий из коррозионно-стойких сталей	Чугун СЧ 32—52	ГОСТ 1412—54	Чугун СЧ 24—44 Чугун СЧ 28—48	ГОСТ 1412—54		
Пуансоны и матрицы для листовой чеканки простой формы	Сталь У8А	ГОСТ 1435—54	Сталь У8	ГОСТ 1435—54	54—58	
	Сталь 8ХФ					
То же, сложной формы	Сталь Х12М	ГОСТ 5950—63	Сталь Х12Ф1	ЧМТУ 5634—56		
	Сталь 6ХВФ					

* Для матриц не применяется.

2.0.2. Твердость после термообработки выдержать:

а) у матрицы — на глубине не менее половины ее высоты и на расстоянии не менее 5 мм вокруг рабочего контура; остальная часть может иметь твердость HRC на 5—12 единиц ниже;

б) у пуансона — по всей высоте, исключая хвостовую часть под расклепку или головку;

в) в комплекте одного штампа рекомендуется выдержать твердость матрицы выше твердости пуансона на 2 единицы HRC.

2.0.3. В отдельных случаях в опытном и мелкосерийном производстве при штамповке материалов с временным сопротивлением $\sigma_b \leq 20$ кгс/мм² и деталей со сложным контуром из тонкого листа допускается изготовление матриц без термообработки.

2.0.4. Стали марок 6ХВФ, Х12М и Х12Ф1 рекомендуется применять при изготовлении высокостойких штампов, а также при штамповке твердых материалов (например, электротехнической стали).

2.0.5. Стали марок 8ХФ, У8А и У8 рекомендуются только для изготовления пуансонов разделительных штампов при применении круглой или профильной шлифовки (кроме случаев изготовления штампов для электротехнической стали).

2.0.6. Стали марок 45 и 50 допускается применять для изготовления пуансонов и матриц при штамповке небольших партий (до 10000 шт. в год) деталей из сталей с $\sigma_b \leq 30$ кгс/мм², неметаллических материалов и цветных металлов толщиной до 1 мм в случае технико-экономической целесообразности применения инструментальных сталей.

2.0.7. При изготовлении пуансонов и матриц вытяжных штампов для деталей из титановых сплавов рекомендуется применять следующие материалы:

при вытяжке в холодном состоянии

графитизированную сталь марки ЭИ-366 по ЦНИИЧМ ТУ 1041,
чугун марки СЧ 35—56 или СЧ 32—52 по ГОСТ 1412—54,
чугун марки МН по АМТУ 294—58,
бронзу марки Бр. АЖН 10—4—4 или Бр. АЖН 11—6—6 по ГОСТ 493—54;
твердые металлокерамические сплавы марки ВК8 или ВК15 по ГОСТ 3882—61;

при вытяжке с нагревом

жаропрочный сплав марки ЭИ-617 по ЧМ ТУ 5211—55,
сталь марки 5ХГМ или 3Х2В8Ф по ГОСТ 5950—63,
твердые металлокерамические сплавы марки ВК8 или ВК15 по ГОСТ 3882—61.

2.0.8. Расчеты и конструирование штампов для холодной штамповки, оснащенных твердыми сплавами, приведены в РТМ 112—63.

3. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЧИХ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ

3.0.1. Для изготовления прочих деталей штампов применяются материалы, указанные в табл. 2.

Таблица 2

Наименования деталей	Рекомендуемые материалы		Заменяющие материалы		Твердость HRC
	Марки	Номера стандартов или технических условий	Марки	Номера стандартов или технических условий	
Плиты блоков	Чугун СЧ 21—44	ГОСТ 1412—54	Чугун СЧ 21—40	ГОСТ 1412—54	—
	Стальное литье 40Л	ГОСТ 977—58*	Стальное литье 30Л	ГОСТ 977—58*	
	Сталь Ст. 4	ГОСТ 380—60	Сталь Ст. 3	ГОСТ 380—60	
Втулки и колонки направляющие	Сталь 20	ГОСТ 1050—60	Сталь 15	ГОСТ 1050—60	54—62 (цементитовая глубинной 0,5—0,8 мм)
То же, для шариковых направляющих	Сталь ШХ15	ГОСТ 801—60	Сталь ШХ9	ГОСТ 801—60	60—64
Съемники направляющие	Сталь 45	ГОСТ 1050—60	Сталь 40	ГОСТ 1050—60	—

* С 1/1 1967 г. вводится ГОСТ 977—65

Продолжение

Наименования деталей	Рекомендуемые материалы		Заменяющие материалы		Твердость HRC
	Марки	Номера стандартов или технических условий	Марки	Номера стандартов или технических условий	
Съемники					
Пуансонодержатели и матрицедержатели					
Обоймы составных матриц	Сталь Ст. 4	ГОСТ 380—60	Сталь Ст. 3	ГОСТ 380—60	—
Щитки ограждения и лотки					
Планки направляющие					40—45
Выталкиватели к штампам совмещенного действия	Сталь 45	ГОСТ 1050—60	Сталь 40	ГОСТ 1050—60	34—38
Глитки подкладные	Сталь У8	ГОСТ 1435—54	Сталь У7	ГОСТ 1435—54	40—45
Хвостовики	Сталь 35		Сталь Ст. 4; Ст. 5	ГОСТ 380—60	—
Толкатели, ступенчатые и крепежные винты, буферные шпильки, звездочки	Сталь 45	ГОСТ 1050—60	Сталь 40	ГОСТ 1050—60	40—45 (резьбу не калий)
Штифты	Сталь У8	ГОСТ 1435—54	Сталь У7	ГОСТ 1435—54	50—54
Упоры временные, грибовые, утопающие	Сталь 45	ГОСТ 1050—60	Сталь Ст. 6	ГОСТ 380—60	40—45
Фиксаторы, ловители	Сталь У8		Сталь У7		50—54
Ножи шаговые	Сталь У10А		Сталь У10		54—58
Выталкиватели, прижимы гибочных штампов	Сталь У8	ГОСТ 1435—54	Сталь У7	ГОСТ 1435—54	50—54
Складкодержатели вытяжных штампов	Сталь У10А		Сталь У10		58—62
Прокладки резиновые для съемников, прижимов и буферов	Резина средней твердости 2959	МРТУ 38—5 1166—64	Резина средней твердости 56 и 922	МРТУ 38—5 1166—64	—
Прокладки резиновые для съемников штампов сложной конструкции	Резина твердая 2462		Резина твердая 3465-Н-4		

III. КЛАССЫ ЧИСТОТЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ

4. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ КЛАССЫ ЧИСТОТЫ

4.0.1. Рекомендуемые классы чистоты поверхностей деталей штампов приведены в табл. 3.

Таблица 3

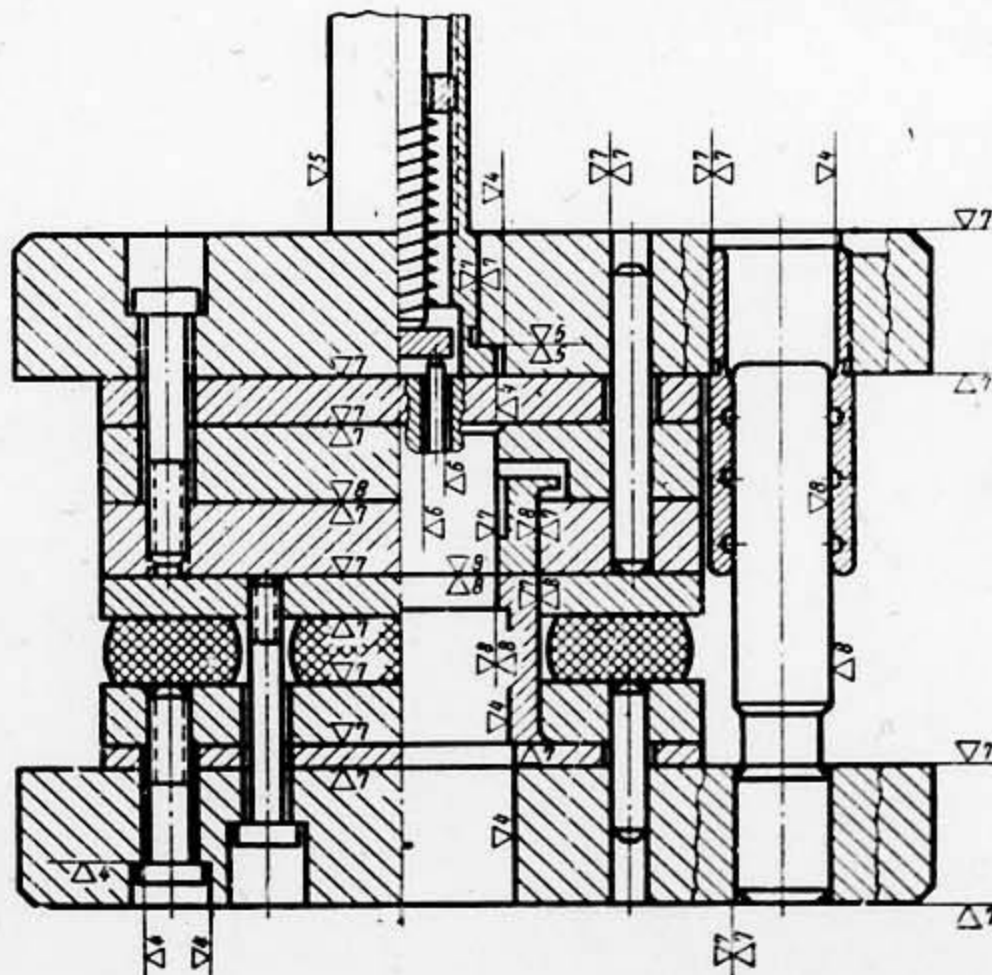
Наименования	Класс чистоты
Необрабатываемые поверхности	~
Нерабочие поверхности деталей, т. е. не соприкасающиеся ни с изделием, ни с поверхностями других деталей, например: провальные отверстия в матрицах и т. п.	▽4

Продолжение

Наименования	Класс чистоты
Опорные поверхности, к которым не предъявляется высоких требований, например: поверхности хвостовика, соприкасающиеся с ползуном пресса и т. п.	▽5
Неподвижные соединения пуансонов с пуансонодержателем некруглой формы, а также круглой формы по 3-му классу точности, например: отверстия в пуансонодержателях под пуансоны; поверхности выталкивающих штифтов; неподвижные соединения пуансонов с ловителями и т. п. Прилегающие поверхности плит блока при зазорах между матрицей и пуансоном более 0,05 мм	▽6
Неподвижные соединения деталей круглой формы по 2-му классу точности, например: соединение пуансона или пуансон-матрицы круглой формы с пуансонодержателем, соединения установочных штифтов, упоров, направляющих втулок и колонок и т. п.; прилегающие и опорные поверхности различных деталей, например: прилегающие поверхности пакега, выталкивателя, съемника, плит блока при зазорах между матрицей и пуансоном менее 0,05 мм и т. п.	▽7
Рабочие поверхности матриц и пуансонов разделительных и формообразующих штампов. Поверхности скольжения по 1—2-му классам точности, например: подвижные соединения направляющих втулок и колонок и т. п.	▽8*
Рабочие поверхности матриц, прижимов и выталкивателей вытяжных штампов; рабочие поверхности вырезных штампов при штамповке мягких цветных металлов и сплавов и неметаллических материалов; рабочие поверхности пуансонов и матриц зачистных штампов; поверхности качения в блоках с шариками направляющими; поверхности подвижных соединений направляющих колонок и втулок в блоках прецизионных штампов	▽10

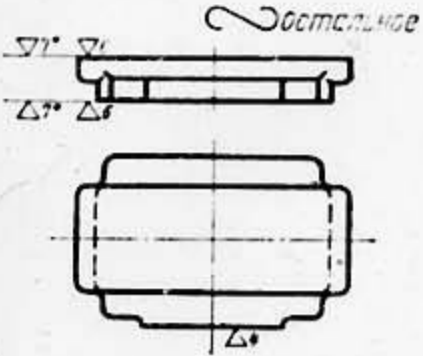
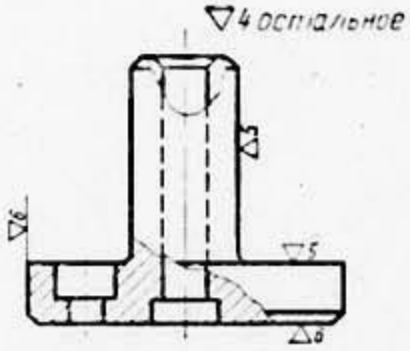
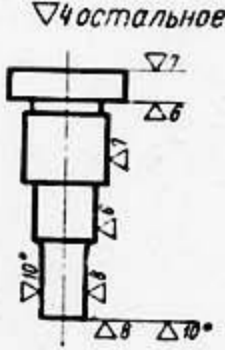
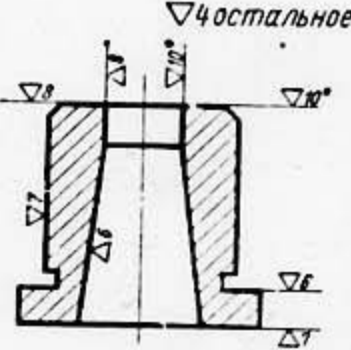
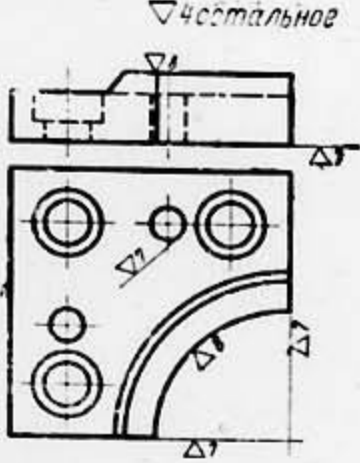
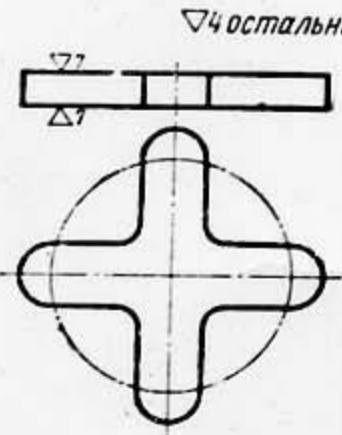
* При толщине штампуемого материала свыше 3 мм поверхности матриц и пуансонов разделительных и формообразующих штампов допускается выполнять с классом чистоты ▽6.

4.0.2. Примеры рекомендуемых классов чистоты поверхностей деталей штампа приведены на черт. 1 и в табл. 4.



Черт. 1

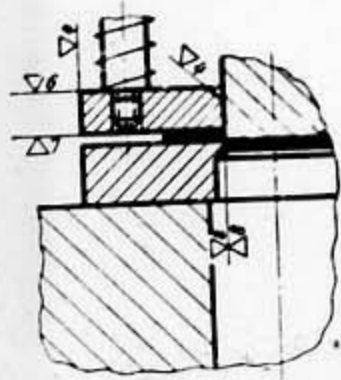
Таблица 4

Плита	Хвостовик
 <p>* При зазоре между матрицей и пуансоном менее 0,05 мм</p>	
Пуансон	Матрица
 <p>* Для зачистных штампов, а также для разделительных при штамповке цветных металлов и сплавов и неметаллических материалов.</p>	 <p>* Для зачистных штампов, а также для разделительных при штамповке цветных металлов и сплавов и неметаллических материалов.</p>
Режущая секция	Траверса
	

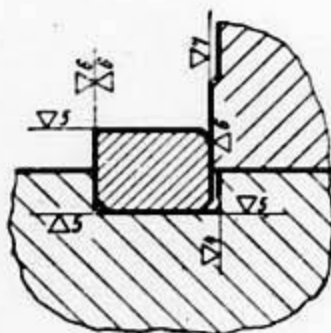
Съемник	Прокладка
<p style="text-align: center;">▽4 остальное</p>	<p style="text-align: center;">▽4 остальное</p>
Пуансонодержатель	Направляющая планка
<p style="text-align: center;">▽4 остальное</p>	<p style="text-align: center;">▽4 остальное</p>
Фиксатор	Упор
<p style="text-align: center;">▽4 остальное</p>	<p style="text-align: center;">▽4 остальное</p>

Продолжение

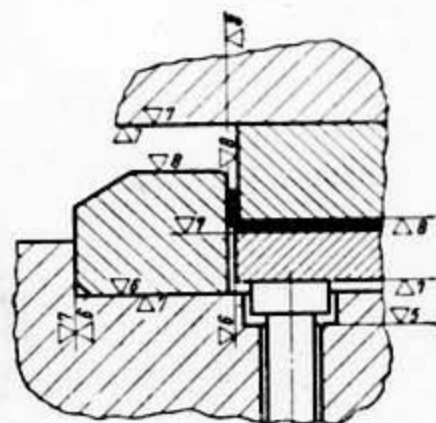
Пружинный съемник



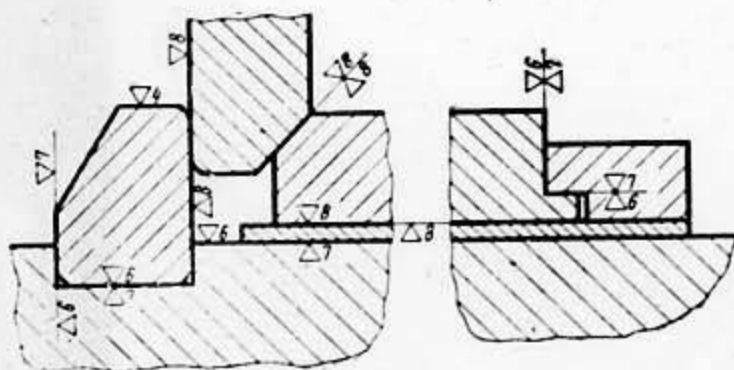
Шпоночное соединение



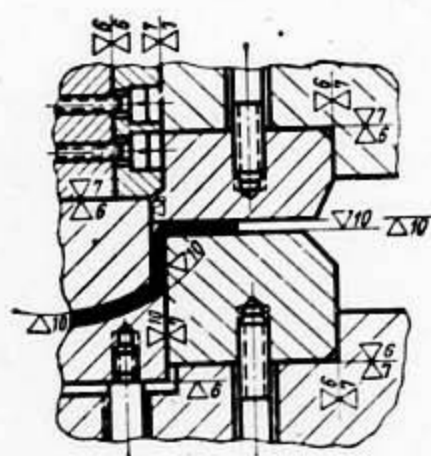
Детали гибочного штампа



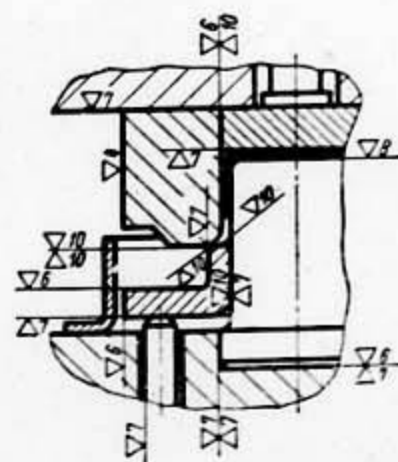
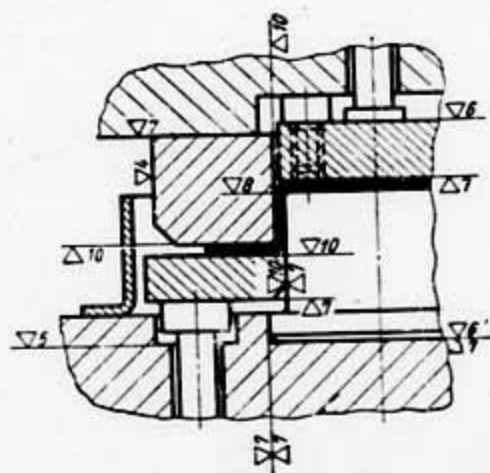
Поверхности скольжения



Детали вытяжного штампа
для прессы двойного действия



Детали вытяжного штампа для прессы простого действия



IV. РАСКРОЙ МАТЕРИАЛА

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО РАСКРОЯ ПОЛОСЫ (ЛЕНТЫ)

5.0.1. Рациональный раскрой полосы (ленты) характеризуется коэффициентом использования материала η в процентах и определяется по формуле

$$\eta = \frac{F_d}{F_3} 100, \tag{1}$$

где F_d — площадь штампуемой детали, мм²;

F_3 — площадь заготовки, требуемой для изготовления штампуемой детали, мм².

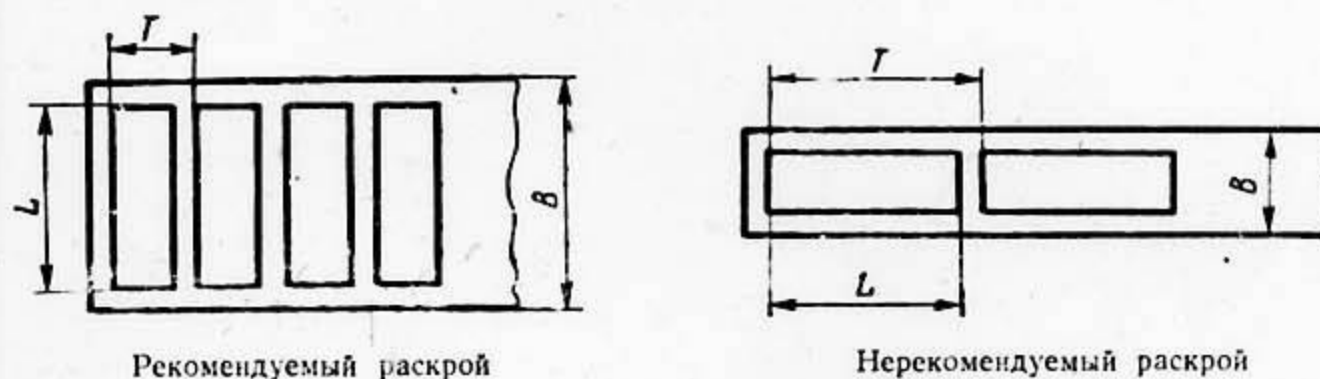
Раскрой может быть простым — для одной детали и комбинированным — для нескольких деталей.

5.0.2. Площадь заготовки (черт. 2) для штампуемой детали F_3 в мм² определяется по формуле

$$F_3 = TB, \tag{2}$$

где T — шаг между деталями, мм;

B — ширина полосы, мм.

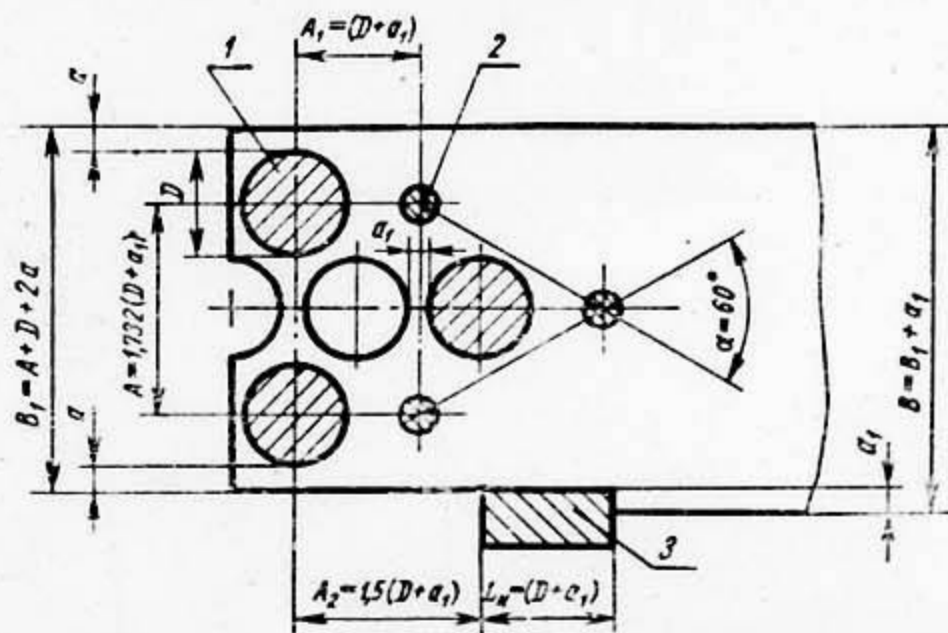


Черт. 2

5.0.3. Прямоугольные детали целесообразно располагать вдоль полосы меньшей стороной с тем, чтобы по длине полосы поместилось наибольшее число деталей (черт. 2). Этим достигается экономия материала и повышение производительности труда.

5.0.4. Круглые и многоугольные детали целесообразно располагать в несколько рядов в шахматном порядке. Однако стоимость многорядных штампов выше, чем однорядных, поэтому для мелкосерийного производства они могут оказаться экономически невыгодными.

5.0.5. Схема раскроя при трехрядной вырезке круглых деталей и расположение пробивных и вырезных пуансонов, а также шагового ножа приведена на черт. 3.



Черт. 3

1 — пуансон вырезной; 2 — пуансон пробивной; 3 — нож шаговый.

5.0.6 Коэффициент использования материала η в процентах при вырезке круглых деталей определяется по формулам:

а) при многорядном расположении круглых деталей в шахматном порядке (черт. 3)

$$\eta = \frac{n \cdot 0,785D^2}{(D + a_1)[D + 2a + (n-1)(D + a_1)\sin\alpha]} \cdot 100 ; \quad (3)$$

б) при однорядном расположении круглых деталей

$$\eta = \frac{0,785D^2}{(D + a_1)(D + 2a)} \cdot 100 , \quad (4)$$

где n — число параллельно расположенных рядов;

D — диаметр детали, мм;

a и a_1 — ширина перемычек по краям полосы и между деталями, мм (табл. 5);

α — угол смещения деталей, обычно принимается равным 60° .

Значение η дано без учета ширины кромки, обрезаемой шаговым ножом.

5.0.7. Выбор экономичного расположения деталей со сложной конфигурацией производится графическим путем. Для этого из бумаги вырезают 2—3 шаблона штампуемой детали с припуском по контуру на величину перемычки и находят наивыгоднейшее расположение деталей на полосе, при котором коэффициент использования материала наибольший.

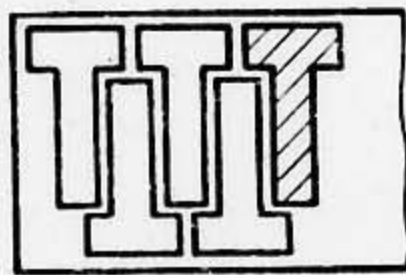
5.0.8. В тех случаях, когда экономичность раскроя одинакова при различном расположении деталей на полосе, необходимо принимать вариант с более широкой полосой и меньшим шагом, так как этим достигается экономия материала при разрезке листов на полосы и сокращается время на штамповку.

Примечание. Косой раскрой значительно усложняет проектирование и изготовление штампов, поэтому его следует применять лишь при серийном производстве.

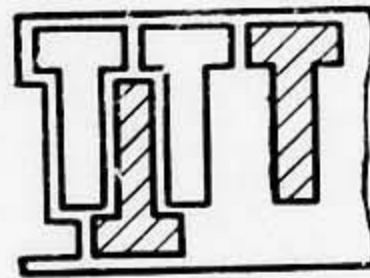
5.0.9. Экономия материала при штамповке деталей сложной формы может быть достигнута при встречном их расположении:

а) путем поворота полосы после прохода первого ряда (черт. 4,а); недостатком данного способа является снижение производительности штамповки вследствие искривления полосы после вырезки первого ряда и образования на ней заусенцев, вызывающих травму руки рабочего. Данный способ применим в основном при штамповке в открытых штампах и при толщине материала от 0,5 до 3 мм;

б) путем применения двухпуансонного штампа (черт. 4,б); при этом способе увеличивается стоимость изготовления штампа.



а



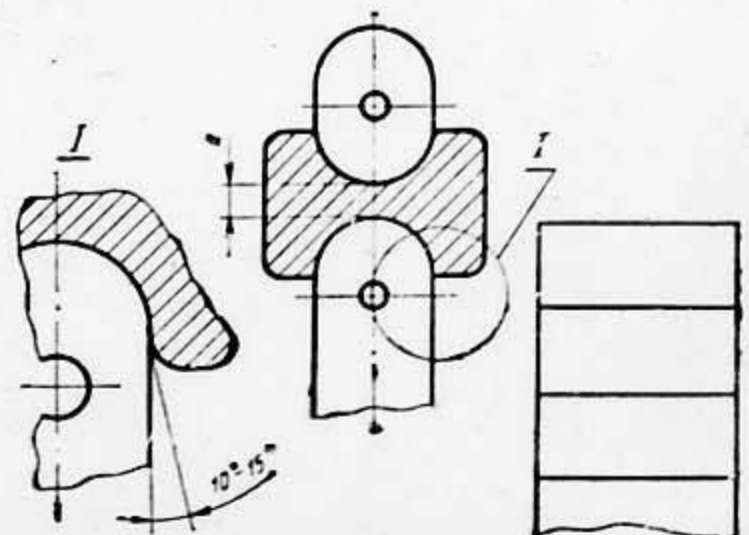
б

Черт. 4

5.1.0. Наибольшая экономия материала получается при безотходной или малоотходной штамповке (черт. 5).

Недостатком способа является малая точность вырезаемого контура (не выше 7-го класса при штамповке материала толщиной до 1 мм).

5.1.1. При выборе ширины материала необходимо учитывать стандартные размеры листов и лент (см. приложения 11—14). Располагать детали следует так, чтобы ширина полосы была кратной стандартным размерам листов.



Малоотходная штамповка

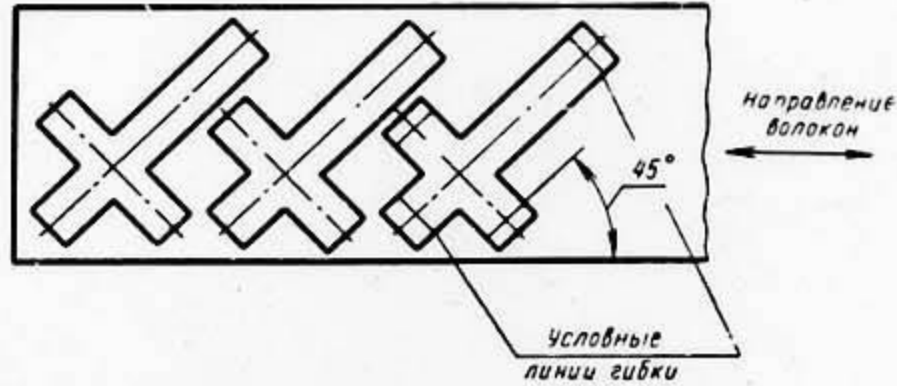
Безотходная штамповка

Черт. 5

6. РАСКРОЙ ПОЛОСЫ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ, ПОДВЕРГАЕМЫХ ГИБКЕ

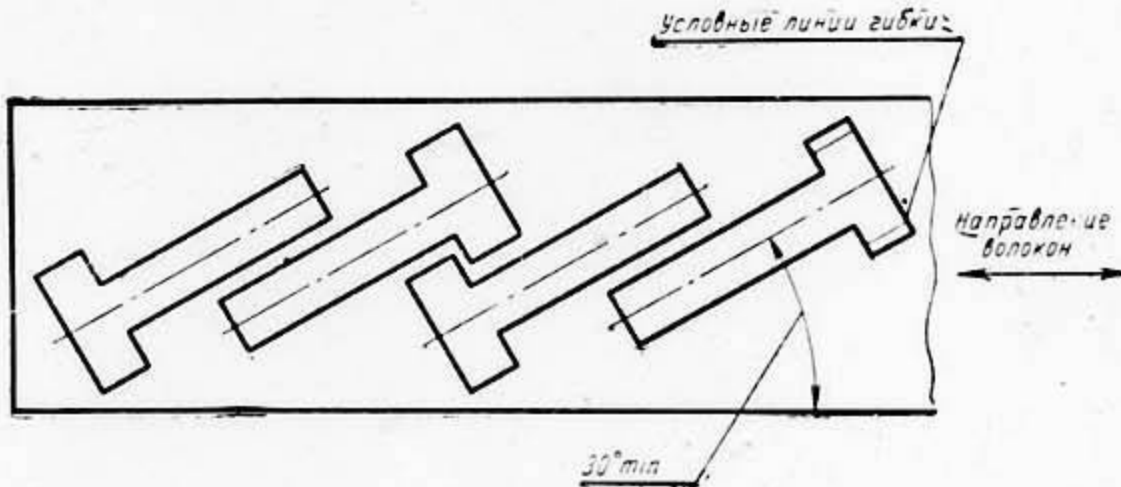
6.0.1. При вырезке деталей, подвергаемых в дальнейшем гибке в двух направлениях, линии гибки следует располагать под углом 45° к направлению волокон материала независимо от экономичности раскроя (черт. 6).

Исключение указанного требования допускается при гибке деталей из мягких материалов (отожженные медь, латунь и алюминий).



Черт. 6

6.0.2. При вырезке деталей, подлежащих в дальнейшем гибке в одном направлении, располагать детали следует так, чтобы наименьший угол между линиейгиба и направлением волокон составил 30° (черт. 7).

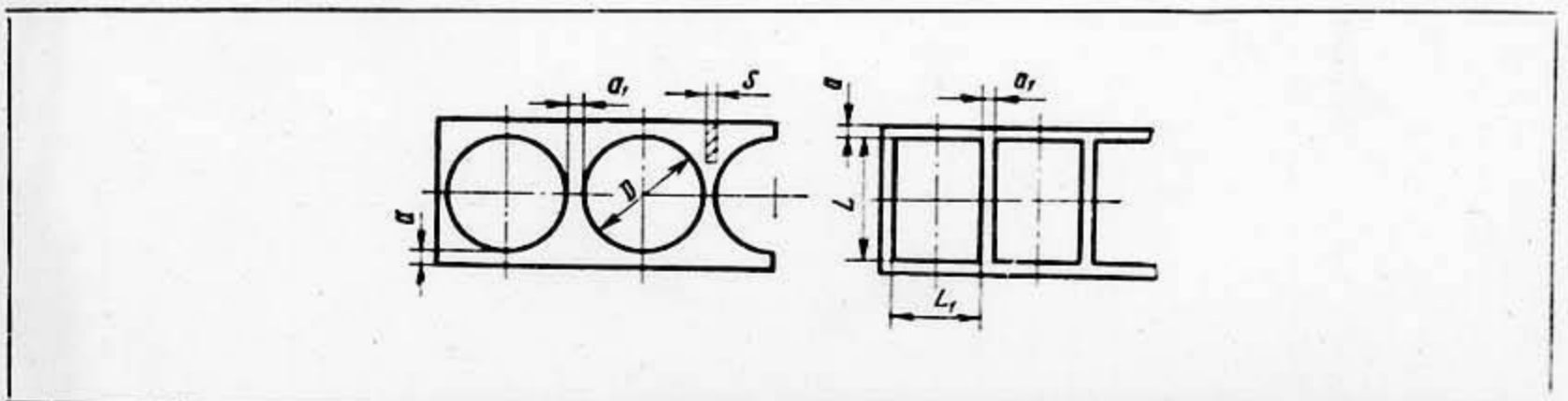


Черт. 7

7. ШИРИНА ПЕРЕМЫЧЕК ПРИ ВЫРЕЗКЕ

7.0.1. Минимальная ширина перемычек при однорядной вырезке круглых и прямоугольных деталей в зависимости от толщины материала указана в табл. 5.

Таблица 5



мм

Продолжение

Толщина материала, s	Обозначения перемычек	Минимальная ширина перемычек при однорядной вырезке							
		круглых деталей при D				прямоугольных деталей при L и L_1			
		До 50	Св. 50 до 100	Св. 100 до 200	Св. 200	До 50	Св. 50 до 100	Св. 100 до 200	Св. 200 до 300
До 0,5	a	1,5	1,7	1,9	2,2	1,8	2,0	2,5	3,0
	a_1	1,2	1,4	1,6	1,8	1,5	1,7	2,2	2,7
Св. 0,5 до 1	a	1,2	1,4	1,6	1,8	1,5	1,7	2,2	2,7
	a_1	0,8	1,0	1,2	1,4	1,0	1,2	1,7	2,2
. 1,0 . 1,5	a	1,5	1,7	1,9	2,1	1,9	2,1	2,6	3,1
	a_1	1,1	1,3	1,5	1,7	1,4	1,6	2,1	2,6
. 1,5 . 2,0	a	1,9	2,1	2,3	2,5	2,2	2,4	3,0	3,4
	a_1	1,5	1,7	1,9	2,1	1,7	1,9	2,5	2,9
. 2,0 . 2,5	a	2,3	2,5	2,7	2,9	2,6	2,8	3,3	3,8
	a_1	1,8	2,0	2,2	2,4	2,2	2,4	2,9	3,4
. 2,5 . 3,0	a	2,6	2,8	3,0	3,2	3,0	3,2	3,7	4,2
	a_1	2,1	2,3	2,5	2,7	2,5	2,7	3,2	3,7
. 3,0 . 3,5	a	3,0	3,2	3,4	3,6	3,4	3,6	4,1	4,6
	a_1	2,5	2,7	2,9	3,1	2,9	3,1	3,6	4,1
. 3,5 . 4,0	a	3,3	3,5	3,7	3,9	3,7	3,9	4,4	4,9
	a_1	2,8	3,0	3,2	3,4	3,2	3,4	3,9	4,4
. 4,0 . 4,5	a	3,6	3,8	4,0	4,2	4,0	4,2	4,7	5,2
	a_1	3,1	3,3	3,5	3,7	3,6	3,8	4,3	4,8
. 4,5 . 5,0	a	4,0	4,2	4,4	4,6	4,5	4,7	5,2	5,7
	a_1	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,2	4,7	5,2
. 5,0 . 6,0	a	4,2	4,5	4,8	5,0	4,5	5,5	5,5	6,0
	a_1	3,5	3,9	4,2	4,5	4,0	4,5	4,5	5,0
. 6,0 . 7,0	a	4,5	5,0	5,5	6,0	4,8	6,0	6,0	6,5
	a_1	3,6	4,0	4,2	4,5	4,3	5,0	5,0	5,5
. 7,0 . 8,0	a	5,0	5,5	5,8	6,0	5,3	6,5	7,0	7,8
	a_1	4,2	4,5	4,8	5,0	4,8	5,5	6,0	6,8
. 8,0 . 9,0	a	5,5	6,0	6,3	6,5	5,8	7,0	7,5	8,0
	a_1	4,5	5,0	5,2	5,5	5,3	6,0	6,5	7,0
. 9,0 . 10,0	a	6,0	7,0	7,5	8,0	6,3	7,0	7,5	8,0
	a_1	5,0	6,0	6,5	7,0	5,8	6,0	6,5	7,0

7.0.2. При вырезке с поворотом полосы ширину перемычек a и a_1 следует увеличить на 50% по сравнению с табличными значениями.

7.0.3. Ширину кромки, обрезаемой шаговым ножом, следует принять равной величине перемычки a_1 , как для прямоугольных деталей.

7.0.4. При вырезке деталей из неметаллических материалов ширину перемычек следует увеличить на 50% по сравнению с табличными значениями.

7.0.5. При вырезке пластинчатым штампом ширину перемычек следует принять в 1,5—2 раза больше табличных значений.

7.0.6. При многорядной вырезке перемычку a_1 между деталями следует определить по табл. 5, исходя из габарита штампуемой детали, а перемычку a по краям полосы, исходя из размера $A+D$ (см. черт. 3).

7.0.7. Для магниевых сплавов табличные значения ширины перемычек увеличить в 2 раза.

7.0.8. Для титановых сплавов табличные значения ширины перемычек увеличить: при штамповке сплавов ВТ1 без подогрева и ВТ5 с подогревом — на 25—30%; при штамповке сплава ВТ5 без подогрева — в 2 раза.

7.0.9. При необходимости в отдельных конструкциях штампов допускается принимать ширину перемычек меньше табличных значений.

7.1.0. Для материала толщиной свыше 10 мм ширина перемычек равна $0,7s$.

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ ПОЛОСЫ (ЛЕНТЫ)

8.0.1. Ширина полосы (ленты) определяется по формулам:

а) для круглых заготовок $B = D + 2a + \Delta_n$ } (5)
б) для прямоугольных заготовок $B = L + 2a + \Delta_n$ }

где B — ширина полосы, мм (округляется до ближайшего целого числа в большую сторону);
 D и L — размеры вырезаемой детали (поперек полосы), мм;

a — ширина перемычки по краям полосы (ленты) (табл. 5);

Δ_n — допуск на ширину полосы (ленты), мм.

Допуск на ширину полосы (ленты) принимается:

а) для стандартных полос (лент) — по соответствующим стандартам, приведенным в приложениях 11 и 14;

б) при разрезке листа на полосы на гильотинных ножницах — по табл. 6;

мм

Таблица 6

Ширина полосы	Толщина материала, s				
	До 1	Св. 1 до 2	Св. 2 до 3	Св. 3 до 5	Св. 5 до 10
	Допуски на ширину полосы, Δ_n				
До 50	0,4	0,5	0,7	0,9	1,8
Св. 50 до 100	0,5	0,6	0,8	1,0	2,0
• 100 • 150	0,6	0,7	0,9	1,1	2,5
• 150 • 220	0,7	0,8	1,0	1,2	3,0
• 220 • 300	0,8	0,9	1,1	1,3	4,0

Примечания:

1. Допуски на ширину полос принимать со знаком минус.

2. Допуски даны для длины реза не более 1000 мм;

в) при разрезке широких лент на узкие на многодисковых ножницах — по табл. 6а.

мм

Таблица 6а

Толщина материала, s	Допуски на ширину ленты, Δ_n					
	Нормальная точность			Повышенная точность		
	Ширина ленты					
	До 100	Св. 100 до 300	Св. 300	До 100	Св. 100 до 300	До 300
До 0,1	0,10	0,15	0,25	0,05	0,08	0,15
Св. 0,1 до 0,63	0,20	0,30	0,40	0,10	0,15	0,25
• 0,63 • 1,0	0,30	0,40	0,50	0,20	0,25	0,35
• 1,0 • 3,6	0,40	0,50	0,60	0,30	0,35	0,45

V. ШТАМПЫ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ

Схема классификации разделительных штампов приведена в МН 76—59 (группа I, подгруппа 15).

9. ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ШТАМПА И ТИПА БЛОКА

9.0.1. Для вырезки плоских деталей могут быть применены следующие конструкции разделительных штампов:

- а) с неподвижным направляющим съемником;
- б) с верхним прижимом;
- в) совмещенного действия.

9.0.2. Штампы с неподвижным направляющим съемником обеспечивают высокую производительность штамповки за счет:

- а) автоматического удаления детали через провальное окно;
 - б) возможности автоматизации процесса на быстроходных прессах-автоматах;
 - в) возможности широкого применения многорядной и многопереходной штамповки. Однако при штамповке имеет место частичное ухудшение плоскостности детали и отхода.
- Штампы с неподвижным направляющим съемником имеют наибольшее распространение.

Пакеты разделительных штампов с неподвижным съемником (заготовки) предусмотрены МН 883—60 и МН 887—60, а пакеты сменных разделительных штампов с неподвижным съемником (заготовки) — МН 1917—61.

9.0.3. Штампы с верхним прижимом имеют те же преимущества, но наличие верхнего прижима снижает жесткость штампов, вызывает необходимость установки дополнительного направления, усложняющего конструкцию штампа; несколько ухудшаются условия безопасности работы; стоимость оснастки выше по сравнению со штампами с неподвижным съемником. Однако наличие прижима повышает качество поверхности среза и плоскостность детали. Штампы с верхним прижимом рекомендуется применять при многошаговой штамповке деталей из материалов толщиной менее 0,5 мм. Пакеты для штампов с верхним прижимом предусмотрены МН 884—60, а пакеты сменных разделительных штампов (заготовки) с верхним прижимом — МН 1918—61.

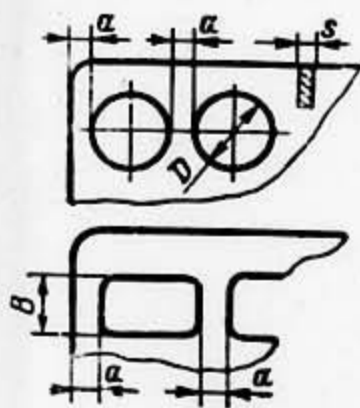
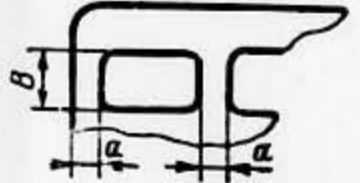
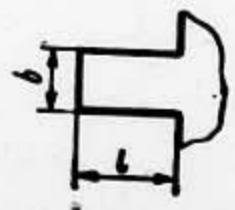
9.0.4. Штампы совмещенного действия рекомендуется применять:

- а) при штамповке деталей повышенной точности (3-го и 4-го классов);
- б) при наличии жестких допусков на размеры, определяющие расположение отверстий относительно контура (менее $\pm 0,1$ мм для размеров до 20 мм и $\pm 0,15$ мм для размеров от 20 до 50 мм);
- в) для деталей, имеющих форму тел вращения.

Пакеты для штампов совмещенного действия предусмотрены МН 885—60 и МН 886—60, а пакеты сменных разделительных штампов (заготовки) совмещенного действия — МН 1919—61.

9.0.5. При применении штампов совмещенного действия конструктивные элементы штампуемых деталей должны соответствовать рекомендациям, приведенным в табл. 7.

Таблица 7

Эскизы деталей	Конструктивные элементы деталей	Предел прочности материала σ_H , кгс/мм ²			
		100	60	30	10
	Минимальный диаметр D или ширина отверстия B	$1,5s$	s	$0,8s$	$0,6s$
	но не менее 0,5 мм				
	Минимальная ширина перемычки a : при $B < s$ и $D < 5s$ • $B = 2s$; $D = 10s$ • $B = 5s$; $D = 25s$	$1,5s$ $2s$ $2,5s$	s $1,5s$ $2s$	$0,8s$ s $1,5s$	$0,6s$ s s
	но не менее 1,0 мм				
	Минимальная ширина выступа b : при $l = s$; • $l = 2s$; • $l = 5s$	s $1,5s$ $2s$	$0,8s$ s $1,5s$	$0,6s$ $0,8s$ s	$0,5s$ $0,6s$ $0,8s$
	но не менее 0,5 мм				

Продолжение

Эскизы деталей	Конструктивные элементы деталей	Предел прочности материала σ_B , кгс/мм ²			
		100	60	30	10
	Минимальный угол α а) без закруглений: хрупкий материал пластичный материал б) с закруглением $R > 0,5s$ или площадкой $b > s$	90° 60° 45—60°	90° 60° 45°	60° 45° 30°	60° 45° 20°

Примечание. Рекомендуемая ширина перемычки a распространяется на детали с размерами $B < 10$ мм и $D < 15$ мм, в остальных случаях размер a принимать конструктивно.

9.0.6. При выборе типа блока необходимо руководствоваться следующими рекомендациями:

- а) блоки с диагональным расположением колонок и втулок (МН 878—62) применять для разделительных и комбинированных штампов при повышенных требованиях к точности и стойкости штампов, а также к качеству поверхности среза;
- б) блоки с задним расположением колонок и втулок (МН 879—60 и МН 880—62) применять для несложных гибочных, вытяжных, а также разделительных штампов в том случае, если консольное расположение колонок не влияет на стойкость рабочих деталей и качество поверхности среза. Эти же блоки применяются при штамповке из отходов;
- в) блоки с осевым расположением колонок и втулок (МН 881—60) применять для разделительных и формообразующих штампов, предназначенных для штучных заготовок;
- г) блоки прецизионные (МН 2534-61 — МН 2548-61) применять при штамповке малогабаритных деталей повышенной точности;
- д) блоки с шариковыми направляющими (МН 4763-63 — МН 4766-63) применять для разделительных штампов в условиях массового производства при высоких требованиях к стойкости штампов и точности штампуемых деталей, в особенности при толщине материала менее 0,5 мм; а также для штампов, оснащенных твердым сплавом;
- е) блоки со сменными пакетами разделительных штампов (МН 1912-61 — МН 1932-61) применять при мелкосерийном и серийном производстве деталей из материала толщиной до 3 мм, когда штампы используются не до полного износа;
- ж) блоки наладочных штампов с клиновым креплением пакетов (МН 5313—64 и МН 5314—64) применять при мелкосерийном и серийном производстве, а также при большой номенклатуре штампуемых деталей из материала толщиной свыше 3 мм и до 10 мм в случае экономической нецелесообразности изготовления отдельных штампов на каждую операцию и изделие.

9.0.7. Детали, штампуемые из металлов и сплавов с толщиной заготовок до 1,5 мм, а также из неметаллических материалов, должны изготавливаться на блоках с диагональным или осевым расположением колонок.

10. РАСЧЕТ УСИЛИЯ ВЫРЕЗКИ, УСИЛИЯ СНЯТИЯ И ПРОТАЛКИВАНИЯ ДЕТАЛИ ИЛИ ОТХОДА

10. 1. Расчет усилия вырезки в штампах с прямыми и скошенными режущими кромками

10. 1. 1. Расчетное усилие вырезки P в кгс определяется по формуле

$$P = Ls\tau_{cp}, \tag{6}$$

где L — периметр вырезаемого (пробиваемого) контура, мм;
 s — толщина материала, мм;
 τ_{cp} — сопротивление срезу, кгс/мм² (приложение 1).

10. 1. 2. Требуемое усилие прессы P_T в тс принимается равным:

$$P_T = \frac{1,25P}{1000} \leq P_{\text{номинал}}, \quad (7)$$

где P — расчетное усилие вырезки, определяемое по формуле (6);
 $P_{\text{номинал}}$ — номинальное усилие прессы.

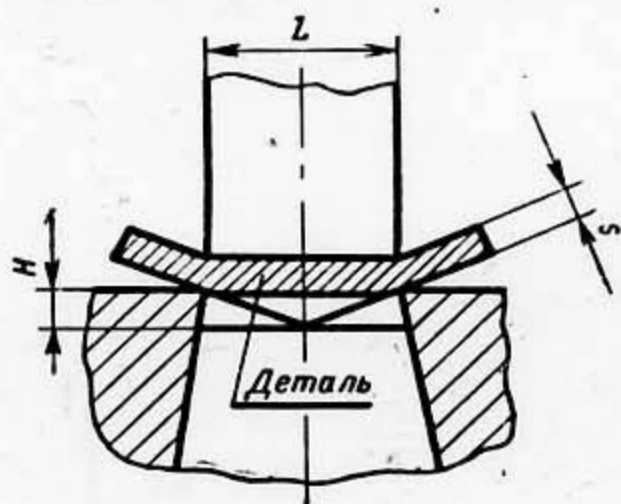
10. 1. 3. При отсутствии прессы с необходимым усилием вырезку можно производить на прессы с меньшим усилием, причем уменьшение усилия вырезки достигается двумя способами:

- а) применением пуансона или матрицы со скошенными режущими кромками;
- б) ступенчатым расположением пуансонов.

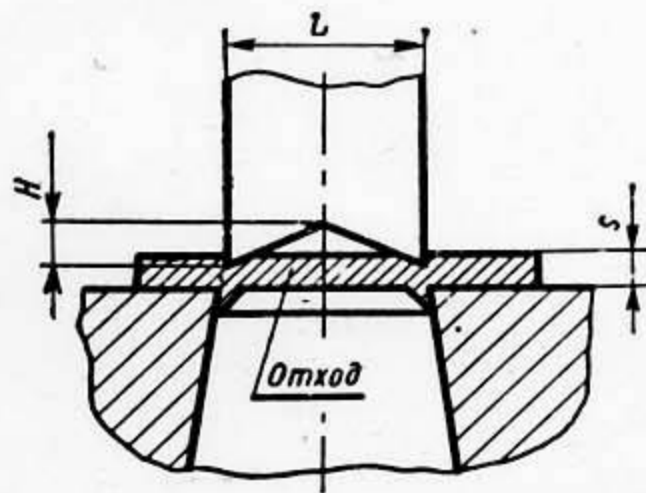
При вырезке наружного контура скос делается на матрице, при этом пуансон должен быть плоским. При пробивке отверстия скос делается на пуансоне, при этом матрица должна быть плоской (черт. 8). Соблюдение данных условий обеспечивает получение плоских изделий при изогнутых отходах.

Скосы делаются симметричными.

Высота скоса H в мм в зависимости от толщины материала s и длины L или диаметра D вырубаемой детали принимается по табл. 8.



Вырезка наружного контура (скос на матрице)



Пробивка отверстия (скос на пуансоне)

Черт. 8

мм

Таблица 8

s	L или D	H
До 1	150—200	3
Св. 1 до 2	100	4
	150	5
	200	6
. 2 . 3	100	5
	150—200	6
. 3 . 4	150	7
	200—250	8
. 4 . 6	200—250	8
	300	10

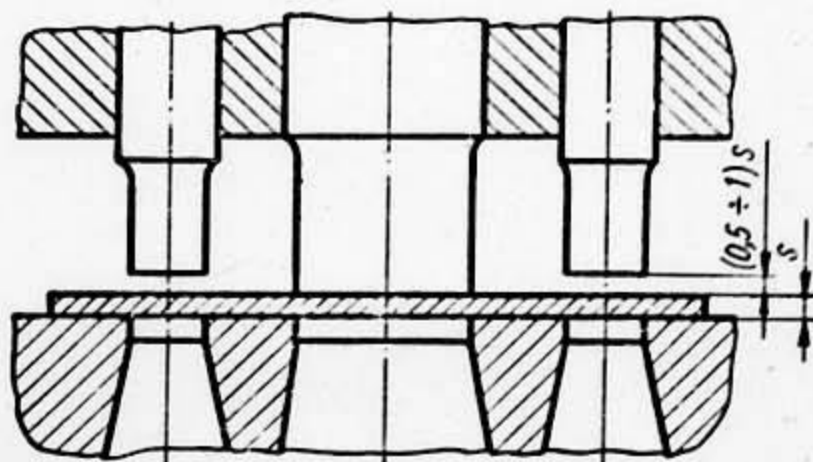
10. 1. 4. Усилие при вырезке скошенными режущими кромками P_1 в кгс ориентировочно определяется по формулам:

$$\text{при } H = s \quad P_1 = 0,6Ls\tau_{\text{ср}}; \quad (8)$$

$$\text{при } H > 2s \quad P_1 = 0,4Ls\tau_{\text{ср}} \quad (9)$$

(обозначения см. формулу 6).

10. 1. 5. Ступенчатое расположение пуансонов в многопуансонных штампах показано на черт. 9.



Черт. 9.

Ступенчатое расположение пуансонов создается за счет укорочения пуансонов, имеющих меньшее сечение, на величину, равную $(0,5 \div 1)s$. Усилие вырезки при ступенчатом расположении пуансонов определяется по наибольшему периметру одновременно вырезаемого (пробиваемого) контура детали.

Требуемое усилие прессы при ступенчатом расположении пуансонов $P_{т.с}$ определяется по формуле

$$P_{т.с} = \frac{1,35P}{1000} \leq P_{номин} \quad (7a)$$

(обозначения см. формулу 7).

10. 2. Расчет усилия снятия и проталкивания детали или отхода

10. 2. 1. Усилие снятия отхода или детали с пуансона $P_{сн}$ в кгс определяется по формуле

$$P_{сн} = PK_{сн}, \quad (10)$$

где P — расчетное усилие вырезки, определяемое по формуле (6);
 $K_{сн}$ — коэффициент, зависящий от штампуемого материала (табл. 9).

Таблица 9

Наименование материала	Значения коэффициентов	
	$K_{сн}$	$K_{пр}$
Сталь	От 0,03 до 0,05	От 0,02 до 0,06
Латунь	. 0,02 . 0,04	. 0,02 . 0,05
Медь	. 0,015 . 0,03	. 0,03 . 0,07
Алюминий	. 0,025 . 0,05	. 0,03 . 0,06
Дюралюминий и магниевые сплавы	. 0,02 . 0,05	. 0,02 . 0,06

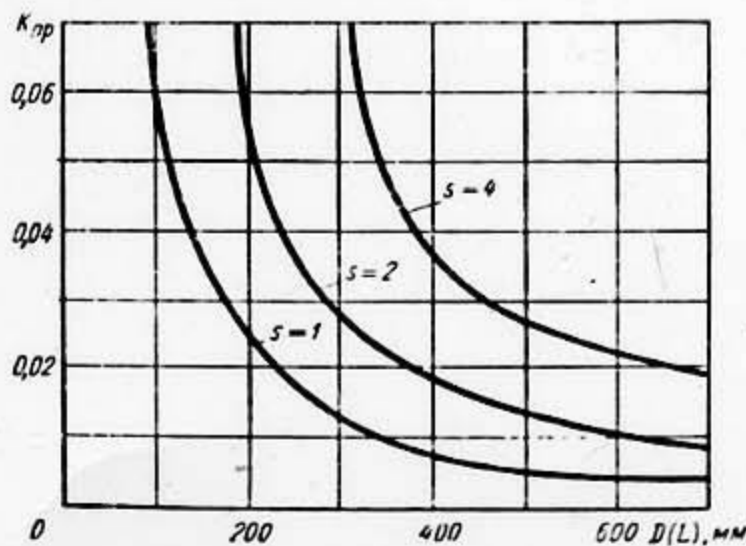
10. 2. 2. Усилие для проталкивания детали или отхода через матрицу $P_{пр}$ в кгс определяется по формуле

$$P_{пр} = PK_{пр}, \quad (11)$$

где P — расчетное усилие вырезки, определяемое по формуле (6);

$K_{пр}$ — коэффициент, зависящий от штампуемого материала.

При диаметре или длине детали (отхода) до 100 мм $K_{пр}$ выбирать по табл. 9, свыше 100 мм — по кривым, показанным на черт. 10.



Черт. 10.

10. 2. 3. При однорядной вырезке и круглой форме детали (отхода) значения $K_{пр}$ и $K_{сн}$ принимать минимальными.

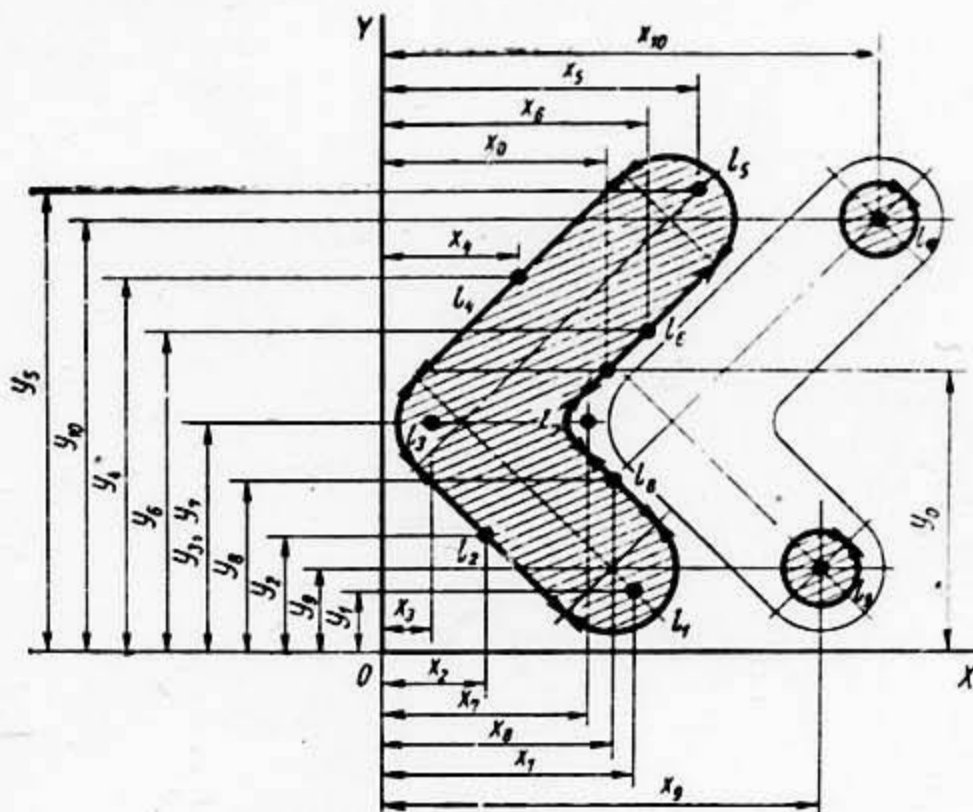
10. 2. 4. При сложной конфигурации деталей или многорядной вырезке (пробивке) значения $K_{пр}$ и $K_{сн}$ принимать ближе к верхнему пределу.

10. 2. 5. При работе без смазки приведенные значения коэффициентов увеличивать на 20—25%.

11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНТРА ДАВЛЕНИЯ ШТАМПА

11. 0. 1. Ось хвостовика необходимо располагать в центре давления штампа для предотвращения перекосов, несимметричности зазора, износа направляющих элементов штампа и быстрого выхода из строя рабочих деталей.

11. 0. 2. Определение центра давления следует производить для многопуансонных штампов, штампов последовательного действия и при несимметричном вырезаемом контуре. Координаты центра давления штампа x_0, y_0 (черт. 11) определяются аналитически.



Черт. 11.

$$x_0 = \frac{l_1 x_1 + l_2 x_2 + l_3 x_3 + l_4 x_4 + l_5 x_5 + l_6 x_6 + l_7 x_7 + l_8 x_8 + l_9 x_9 + l_{10} x_{10}}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 + l_{10}};$$

$$y_0 = \frac{l_1 y_1 + l_2 y_2 + l_3 y_3 + l_4 y_4 + l_5 y_5 + l_6 y_6 + l_7 y_7 + l_8 y_8 + l_9 y_9 + l_{10} y_{10}}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 + l_{10}}$$

где $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7, l_8, l_9, l_{10}$ — длины соответствующих участков контура вырубаемых (пробиваемых) деталей;

$x_2, x_4, x_6, x_8, x_9, x_{10}$ — расстояния от геометрического центра соответствующих прямолинейных участков до оси OY ;

x_1, x_3, x_5, x_7 — координаты центра тяжести криволинейных участков до оси OY ;

$y_2, y_4, y_6, y_8, y_9, y_{10}$ — расстояния от геометрического центра соответствующих прямолинейных участков до оси OX ;

y_1, y_3, y_5, y_7 — координаты центра тяжести криволинейных участков до оси OX ;

Пересечение координат x_0 и y_0 дает искомый центр давления штампа O .

Примечание. Координаты центра тяжести криволинейных участков определяются по табл. 69, 72 и 73.

12. ЗАЗОРЫ МЕЖДУ МАТРИЦЕЙ И ПУАНСОНОМ В ВЫРЕЗНЫХ И ПРОБИВНЫХ ШТАМПАХ

12. 0. 1. Величина зазора и его равномерное распределение между пуансоном и матрицей $\frac{z}{2}$ (черт. 12) оказывают существенное влияние на качество поверхности среза, величину усилия вырезки и износ режущих частей.

12. 0. 2. Величина зазора z зависит от толщины материала и его свойств. Величины зазоров при вырезке и пробивке различных материалов приведены в табл. 10, а слюды — в табл. 10, а.

Зазоры указаны для новых штампов (наименьшие).

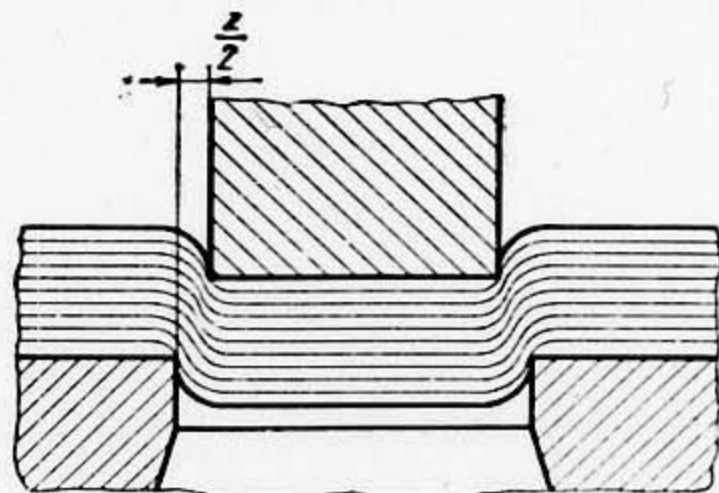
12. 0. 3. С целью получения чистой поверхности среза ($\nabla 5, \nabla 6$) и ликвидации зачистных операций для вырезки и пробивки деталей из алюминия, латуни и стали с $\sigma_s < 40 \text{ кгс/мм}^2$ допускается изготовление штампов с зазорами $0,01 \div 0,02 \text{ мм}$.

При этом, однако, снижается стойкость, а усилие штамповки возрастает.

Таблица 10

мм

Толщина материала <i>s</i>	Стали марок 10, 20; медь, латунь, алюминий		Стали марок 25, 35, 45; дюралюминий, бронза		Стали высокоуглеродистая, электротехническая, высоколегированная		Гетинакс и текстолит		Картон, бумага, кожа, асбест, резина		Магниевые сплавы		Титановые сплавы			
	<i>z</i>	Доп. откл. Δz	<i>z</i>	Доп. откл. Δz	<i>z</i>	Доп. откл. Δz	<i>z</i>	Доп. откл. Δz	<i>z</i>	Доп. откл. Δz	<i>z</i>	Доп. откл. Δz	<i>z</i>	Доп. откл. Δz	<i>z</i>	Доп. откл. Δz
0,1	0,005	—	0,006	—	0,007	—	0,004	—	0,002	—	—	—	—	—	—	—
0,2	0,010	+0,010	0,012	+0,010	0,014	+0,010	0,005	+0,005	0,003	+0,003	—	—	—	—	—	—
0,3	0,015		0,018		0,021		0,006		0,004							
0,4	0,020		0,024		0,028		0,008		0,005							
0,5	0,025	+0,020	0,030	+0,020	0,035	+0,020	0,010	+0,008	0,006	+0,008	0,017	+0,010	0,030	+0,020	0,075	+0,008
0,6	0,030		0,036		0,042		0,012		0,008		0,020		0,036		0,090	
0,7	0,035		0,042		0,049		0,014		0,009		0,025		0,042		0,105	
0,8	0,040	+0,030	0,048	+0,030	0,056	+0,030	0,016	+0,025	0,010	+0,025	0,030	+0,025	0,048	+0,050	0,120	+0,020
0,9	0,045		0,054		0,063		0,018		0,012		0,034		0,054		0,135	
1,0	0,050		0,060		0,070		0,020		0,015		0,035		0,060		0,150	
1,2	0,070	+0,050	0,080	+0,050	0,100	+0,050	0,024	+0,020	0,018	+0,020	0,042	+0,050	0,084	+0,100	0,192	+0,030
1,5	0,090		0,110		0,120		0,030		0,022		0,052		0,105		0,240	
1,8	0,110		0,130		0,140		0,036		0,027		0,062		0,125		0,288	
2,0	0,120	+0,100	0,140	+0,100	0,160	+0,100	0,040	+0,050	0,030	+0,050	0,070	+0,050	0,140	+0,100	0,320	+0,030
2,2	0,160		0,180		0,200		0,044		0,040		0,077		0,175		0,374	
2,5	0,180		0,200		0,230		0,050		0,045		0,090		0,200		0,425	
2,8	0,200	+0,200	0,220	+0,200	0,250	+0,200	0,056	+0,100	0,048	+0,100	0,098	+0,100	0,224	+0,100	0,475	+0,030
3,0	0,210		0,240		0,270		0,060		0,053		0,105		0,240		0,510	
3,5	0,280		0,320		0,350		0,070		0,070		0,122		0,315		0,595	
4,0	0,320	+0,300	0,360	+0,300	0,400	+0,300	0,080	+0,500	0,060	+0,500	0,140	+0,500	0,400	+0,100	0,680	+0,030
4,5	0,360		0,450		0,540		0,090		0,090		0,157		—		—	
5,0	0,400		0,500		0,600		0,100		0,100		0,175		—		—	
6,0	0,500	+0,500	0,600	+0,500	0,700	+0,500	—	—	—	—	0,210	—	—	—	—	—
7,0	0,700		0,900		1,00		—		—		—		—		—	
8,0	0,800		1,00		1,10		—		—		—		—		—	
9,0	1,10	+0,300	1,30	+0,300	1,40	+0,300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10,0	1,20		1,40		1,60		—		—		—		—		—	
11,0	1,60		1,80		2,00		—		—		—		—		—	
12,0	1,70	+0,500	1,90	+0,500	2,20	+0,500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13,0	2,10		2,30		2,60		—		—		—		—		—	
14,0	2,30		2,50		2,80		—		—		—		—		—	
15,0	2,70	+0,500	3,00	+0,500	3,30	+0,500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16,0	2,90		3,20		3,50		—		—		—		—		—	
17,0	3,40		3,80		4,10		—		—		—		—		—	
18,0	3,60	+0,500	4,00	+0,500	4,30	+0,500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19,0	4,20		4,60		5,00		—		—		—		—		—	
20,0	4,40		4,30		5,20		—		—		—		—		—	



Черт. 12

мм

Таблица 10а

Толщина слюды s	Наружный контур и круглые отверстия		Фасонные и прямоугольные отверстия	
	z	Доп. откл. Δz	z	Доп. откл. Δz
0,05	0,006	+0,005	0,018	+0,010
0,10	0,008		0,020	
0,20	0,010		0,025	
0,30	0,013	+0,010	0,030	+0,015
0,40	0,015		0,035	
0,50	0,018		0,040	

13. РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ МАТРИЦ И ПУАНСОНОВ

13. 0. 1. В зависимости от принятой технологии изготовления штампов применяются следующие методы расчетов исполнительных размеров:

а) определение исполнительных размеров матрицы для вырезки контура и пуансона для пробивки отверстия. Соответственно вторая рабочая деталь дорабатывается по первой с заданным зазором z ;

б) определение исполнительных размеров пуансонов для вырезки контура и для пробивки отверстия. Матрица дорабатывается по пуансонам с зазором z (способ изготовления матрицы по оттиску пуансона);

в) определение исполнительных размеров матрицы и пуансона при отдельном способе их изготовления.

Примечание. Раздельный способ изготовления рекомендуется преимущественно при круглом рабочем контуре и при допусках на штампуемую деталь не выше 4-го класса точности.

13. 0. 2. Наружный контур или отверстие штампуемой детали, имеющей сложную конфигурацию при расчете исполнительных размеров, следует разделить на элементы, размеры которых при износе штампа уменьшаются, увеличиваются или не изменяются.

13. 0. 3. Исполнительные размеры рассчитываются с учетом сохранения максимально допустимых припусков на износ матрицы и пуансона. Схема условного расположения допусков и зазоров изображена на черт. 13, а расчетные формулы приведены в табл. 11.

Вырезка контура		Пробивка отверстий	
Размеры для детали		Расчетные формулы	
		для вырезки контура	для пробивки отверстий
Номинальные размеры (обозначения)	Допуски	При доработке пуансона по матрице	При доработке матрицы по пуансону
Уменьшающиеся при износе штампа $l_0; l'_0; L_0; B_0; L'_0; L''_0$ и d	Односторонние (+ или -)	$L_m = (L_n + \Pi) - \delta$ (12) $L_n = L_m - z$ (12a)	$L_n = (L_m + \Pi + z - \delta') + \delta'$ (13) $L_n = (L_m - \Pi - z + \delta') - \delta'$ (16)
Увеличивающиеся при износе штампа $L; L_1; B; l_1$ и l_2		$L_m = (L_n - \Pi) + \delta$ (15) $L_n = L_m - z$ (15a)	$L_n = (L_m - \Pi - z + \delta') - \delta'$ (16) $L_n = (L_n - \Pi) + \delta'$ (17) $L_m = L_n + z$ (17a)
Не изменяющиеся при износе штампа A и b		L_m или $L_n = L_n^{+0,5\Delta}$ (18) — при плюсовом допуске на деталь L_m или $L_n = L_n^{-0,5\Delta}$ (19) — при минусовом допуске на деталь	
Уменьшающиеся при износе штампа $l_0; l'_0; L_0; B_0; L'_0; L''_0$ и d	Двухсторонние симметричные (\pm)	$L_m = L_n \pm 0,2\Delta$ (20)	$L_n = (L_m + z) \pm 0,2\Delta$ (21)
Увеличивающиеся при износе штампа $L; L_1; B; l_1$ и l_2		$L_n = L_m - z$ (20a)	$L_n = (L_n - z) \pm 0,2\Delta$ (22)
Не изменяющиеся при износе штампа A и b		L_m или $L_n = L_n \pm 0,5\Delta$ (24)	

Условные обозначения:

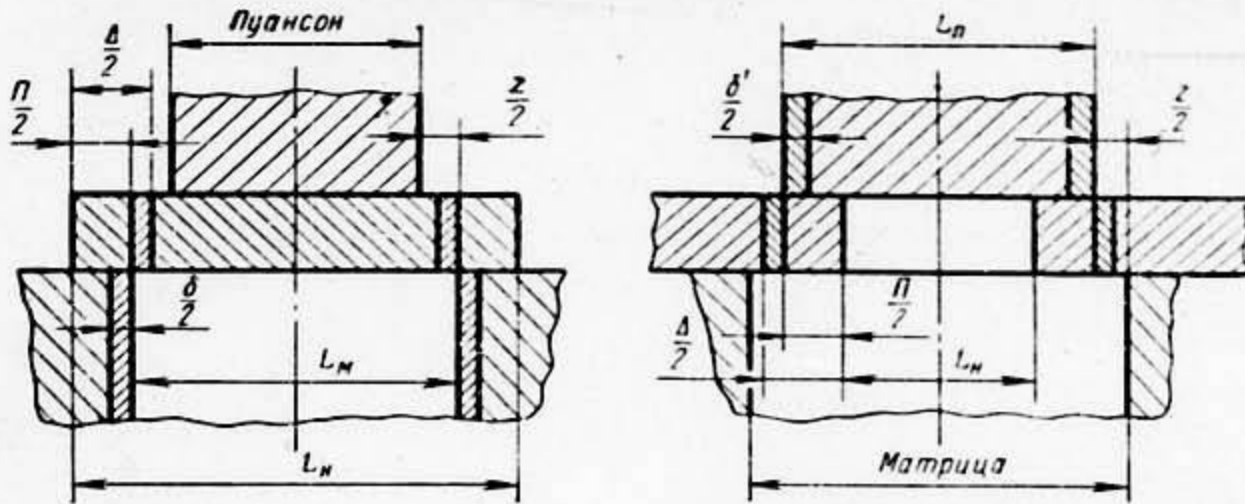
- $L_m; L_n$ — номинальные размеры матрицы и пуансона, мм;
- L_n — номинальные размеры штампуемой детали, мм;
- Π — припуск на износ матриц и пуансонов (табл. 12);
- z — зазор между матрицей и пуансоном (табл. 10 и 10а);
- δ и δ' — допуски на изготовление матриц и пуансонов (при совместном изготовлении матриц и пуансонов по табл. 12; при раздельном изготовлении — по табл. 13);
- Δ — допуск на штампуемые детали, мм.

Примечания:

1. При раздельном изготовлении матриц и пуансонов исполнительные размеры, подсчитанные по формулам с индексом «а», следует указывать соответственно с допуском δ или δ' .

2. При допусках на деталь $D - \Delta_1$ или $d + \Delta_1$ номинальные размеры пересчитываются:

$D_n = (D - \Delta_1) - (\Delta_2 - \Delta_1); d_n = (d + \Delta_1) + (\Delta_2 - \Delta_1)$, где D — диаметр контура, d — диаметр отверстия.



Размеры, увеличивающиеся при износе штампа (вырезка контура)

Размеры, уменьшающиеся при износе штампа (пробивка отверстия)

Черт 13.

13. 0. 4. В табл. 12 даны допуски на детали, штампуемые по 3, 4, 5 и 7-му классам точности, припуски на износ пуансонов и матриц и допуски на их изготовление (при совместном изготовлении матриц и пуансонов). Припуски на износ (Π) установлены в зависимости от допусков на штампуемые детали (Δ), а именно:

при $\Delta \leq 0,1$ мм $\Pi = \Delta$;

при $\Delta > 0,1$ мм $\Pi \approx 0,8\Delta$ (с целью получения округленных размеров).

При расчете исполнительных размеров величина припуска (Π) может быть принята:

$\Pi_{\min} = 0,5\Delta$;

$\Pi_{\max} = \Delta$.

мм

Таблица 12

Допуски на штампуемые детали по 3, 4, 5 и 7-му классам точности Δ	Припуски на износ Π	Допуски на изготовление		Допуски на штампуемые детали по 3, 4, 5 и 7-му классам точности Δ	Припуски на износ Π	Допуски на изготовление		
		матриц δ	пуансонов δ'			матриц δ	пуансонов δ'	
0,020	$\Pi = \Delta$	0,006	0,004	0,260	0,20	0,045		
0,025		0,008	0,005	0,280		0,25	0,060	
0,030		0,009	0,006	0,300			0,30	0,030
0,035		0,011	0,008	0,340	0,12			
0,040				0,360				
0,045		0,013	0,009	0,380	0,14		0,035	
0,050		0,015	0,011	0,140				
0,060		0,018	0,013	0,160	0,16	0,035		
0,070		0,021	0,015	0,170				
0,080		0,024	0,018	0,200				
0,090		0,027	0,020	0,230	0,18	0,035		
0,100		0,10	0,030	0,240				
0,120	0,250							

Таблица 13

Номинальные диаметры		Наименования рабочих деталей штампа	Толщина материала					
			До 0,5	Св. 0,5 до 1,0	Св. 1 до 2	Св. 2 до 3	Св. 3 до 6	Св. 6
Св.	До	Допуски на изготовление матриц и пуансонов						
1	3	Матрица	A (+0,010)					
		Пуансон	C (-0,006)					
3	6	Матрица	—	A (+0,013)			A ₃ (+0,025)	—
		Пуансон	—	C (-0,008)			C ₃ (-0,025)	—
6	10	Матрица	—	A (+0,016)			A ₃ (+0,030)	
		Пуансон	—	C (-0,010)			C ₃ (-0,030)	
10	18	Матрица	—	A (+0,019)			A ₃ (+0,035)	
		Пуансон	—	C (-0,012)			C ₃ (-0,035)	
18	30	Матрица	—	A (+0,023)			A ₃ (+0,045)	
		Пуансон	—	C (-0,014)			C ₃ (-0,045)	
30	50	Матрица	—	A (+0,027)			A ₃ (+0,050)	
		Пуансон	—	C (-0,017)			C ₃ (-0,050)	
50	80	Матрица	—	A (+0,030)			A ₃ (+0,060)	
		Пуансон	—	C (-0,020)			C ₃ (-0,060)	
80	120	Матрица	—	A (+0,035)			A ₃ (+0,070)	
		Пуансон	—	C (-0,023)			C ₃ (-0,070)	
120	180	Матрица	—	A (+0,040)			A ₃ (+0,080)	
		Пуансон	—	C (-0,027)			C ₃ (-0,080)	
180	260	Матрица	—	A (+0,045)			A ₃ (+0,090)	
		Пуансон	—	C (-0,030)			C ₃ (-0,090)	
260	300	Матрица	—	A (+0,050)			A ₃ (+0,100)	
		Пуансон	—	C (-0,035)			C ₃ (-0,100)	
360	500	Матрица	—	A (+0,060)			A _{2a} (+0,095)	A ₃ (+0,120)
		Пуансон	—	C (-0,040)			C _{2a} (-0,062)	C ₃ (-0,120)

В. Исполнительные размеры матрицы для вырезки элементов контура $8 \pm 0,05$; $15 \pm 0,06$ и $65 \pm 0,4$, не изменяющиеся при износе штампа, определить по формуле (24):

$$а) L_m = L_n \pm 0,5\Delta = 8 \pm 0,025;$$

$$б) L_m = L_n \pm 0,5\Delta = 15 \pm 0,03;$$

$$в) L_m = 65 \pm 0,5\Delta = 65 \pm 0,2.$$

Примечание. Пуансон для вырезки элементов контура пригоняется по матрице с зазором $z = 0,05$.

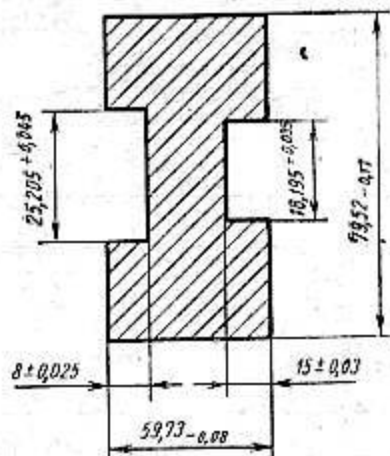
Г. Исполнительные размеры пуансонов для пробивки отверстий (черт. 16), уменьшающиеся при износе штампа, определить по формуле (14):

$$L_n = (L_n + \Pi)_{-\delta'} = (6 + 0,08)_{-0,018} = 6,08_{-0,018}.$$

Примечание. Отверстия в матрицах пригоняются по пуансону с зазором $z = 0,05$ (табл. 10)



Черт. 16



Черт. 17

Д. В случае применения профильной шлифовки пуансона для вырезки элементов контура и доработки матрицы по пуансону (черт. 17), рассчитываются размеры пуансона.

Исполнительные размеры пуансона для вырезки элементов контура $18^{+0,21}$ и $25^{+0,28}$, уменьшающиеся при износе штампа, определить по формуле (13):

$$а) L_n = (L_n + \Pi + z - \delta')^{+\delta'} = (18 + 0,18 + 0,05 - 0,035)^{+0,035} = 18,195^{+0,035};$$

$$б) L_n = (L_n + \Pi + z - \delta')^{+\delta'} = (25 + 0,20 + 0,05 - 0,045)^{+0,045} = 25,205^{+0,045}.$$

Е. Исполнительные размеры пуансона для вырезки элементов контура $80_{-0,74}$ и $60_{-0,4}$, увеличивающиеся при износе штампа, определить по формуле (16):

$$а) L_n = (L_n - \Pi - z + \delta')_{-\delta'} = (80 - 0,6 - 0,05 + 0,17)_{-0,17} = 79,52_{-0,17};$$

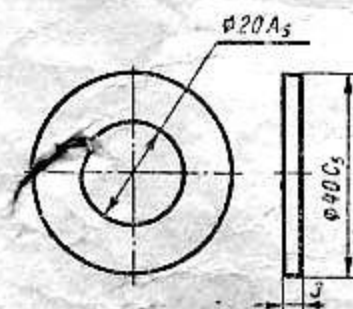
$$б) L_n = (L_n - \Pi - z + \delta')_{-\delta'} = (60 - 0,3 - 0,05 + 0,08)_{-0,08} = 59,73_{-0,08}.$$

Ж. Исполнительные размеры пуансона для вырезки элементов контура $8 \pm 0,05$; $15 \pm 0,06$, не изменяющиеся при износе штампа, определить по формуле (24), т. е. аналогично указанному в подп. В.

13.0.7. Ниже дан пример расчета исполнительных размеров круглых матриц и пуансонов (при раздельном их изготовлении) для штамповки шайб (черт. 18). Припуск на износ принимается по табл. 12, допуски на изготовление — по табл. 13, а зазоры — по табл. 10. Определяем по формулам (15) и (15,а) размеры матрицы и пуансона для вырезки контура (черт. 19).

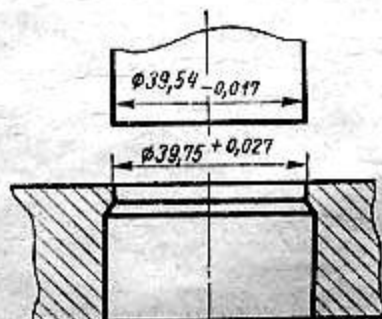
$$L_m = D_m = (40 - 0,25)^{+0,027} = 39,75^{+0,027};$$

$$L_n = D_n = (39,75 - 0,21)_{-0,017} = 39,54_{-0,017}.$$



Материал: сталь 20

Черт. 18

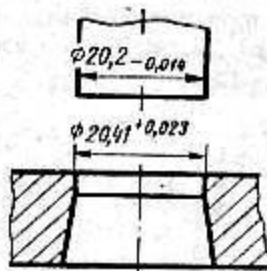


Черт. 19

Определяем по формулам (14) и (14,а) размеры пуансона и матрицы для пробивки отверстия (черт. 20)

$$L_n = D_n = (20 + 0,20) \cdot 0,014 = 20,2 \cdot 0,014;$$

$$L_v = D_v = (20,2 + 0,21) \cdot 0,023 = 20,41 \cdot 0,023$$



Черт. 20

14. МАТРИЦЫ

14. 1. Выбор габаритов матриц, расположение крепежных отверстий

14. 1. 1 Соотношение между размерами основных конструктивных элементов и габаритами матриц (черт. 21) рекомендуется принимать по табл. 14

Таблица 14

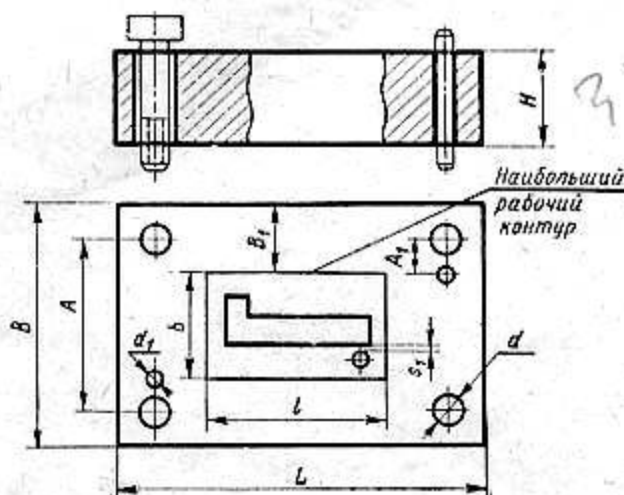
Наименования конструктивных элементов матриц	Обозначения	Рекомендуемые размеры, мм	
Толщина (наименьшая)	H	$H \approx 7 + s + K\sqrt{l + b}$	
Расстояние между краем матрицы и рабочим отверстием (наименьшее)	B_1	$B_1 \approx H$	
Диаметр (наименьший) и количество отверстий под винты	d	$d = 6,5$ при $L \times B$ до 80×60	4 отв.
		$d = 8,5$ при $L \times B$ свыше 80×60 до 120×100	
		$d = 10,5$ при $L \times B$ свыше 120×100 до 170×140	
	d	$d = 12,5$ при $L \times B$ свыше 170×140 до 300×200	6 отв.
		$d = 16,5$ при $L \times B$ свыше 300×200 до 600×300	8 отв.
Диаметр отверстий под штифты	d_1	$d_1 = d - (1 \div 2)$	
Расстояние между отверстиями под винт и под штифт (наименьшее)	A_1	$A_1 \approx 0,8d + \frac{d + d_1}{2}$	
Расстояние от края матрицы до центра крепежного отверстия (наименьшее)	$\frac{B-A}{2}$	$\frac{B-A}{2} = 1,2d$ при $d < 8,5$ $\frac{B-A}{2} = 1,4d$ при $d > 8,5$	
Толщина стенки между рабочими отверстиями (наименьшая)	s_1	$s_1 = 2s$, но не менее 1,5 мм (s — толщина штамповочного материала)	

Значение K принимать в зависимости от величины σ_B — временного сопротивления штампуемого материала:

σ_B кгс/мм ²	K
80	1,3
40	1,0
25	0,8
12	0,6

Расчетную толщину матрицы H округлять до ближайшего большего значения по следующему ряду размеров толщины: 10; 16; 20; 25; 30; 35; 40 мм.

Размеры l и b — по табл. 15.



Черт. 21

14. 1. 2. В табл. 15 приведены рекомендуемые наибольшие размеры рабочего контура матриц в зависимости от габаритных размеров матриц по МН 901—60 и МН 902—60.

Таблица 15

мм

Габаритные размеры прямоугольных матриц $L \times B$	Наибольшие размеры рабочего контура		Диаметры круглых матриц D	Наибольшие диаметры рабочего отверстия матриц d
	l	b		
60×50	28	20	60	20
80×60	40	30		
100×60	50	22	80	35
100×80		40		
120×80	70	50	100	50
120×100		50		
140×80	80	30	120	70
140×100		50		
140×120		70		
170×100	110	50	140	85
170×120		60		
170×140		80		
			160	105

мм

Продолжение

Габаритные размеры прямоугольных матриц $L \times B$	Наибольшие размеры рабочего контура		Диаметры круглых матриц D	Наибольшие диаметры рабочего отверстия матриц d
	l	b		
200×120	130	60	180	115
200×140		80		
200×170		100		
250×140	180	80	200	130
250×170		100		
300×170	220	90	220	150
300×200		110		

14.2. Профиль рабочего отверстия матриц

14.2.1. Профиль рабочего отверстия матриц для вырезного и пробивного штампа следует выбирать согласно рекомендациям, приведенным в табл. 16.

Таблица 16

Типы профилей отверстий матриц	Эскизы	Применение
I С цилиндрическим провальным окном		Для пробивки отверстий диаметром до 8 мм, а также для вырезки простых контуров, в которых отсутствуют консольно расположенные элементы, ослабляющие сечение матриц. Цилиндрическое провальное окно делается с целью упрощения изготовления штампа. Применять при мелкосерийном производстве
II С коническим провальным окном при $\beta > \alpha$		Для матриц, в которых имеются консольно расположенные элементы, ослабляющие сечение и исключающие возможность применения цилиндрического провального окна. Применять при мелкосерийном производстве
III С увеличенной высотой H_1 рабочего конического отверстия или с конусом по асф. высоте		Для матриц повышенной стойкости при небольших габаритах деталей и точности не выше 4-го класса; преимущественно для деталей, имеющих форму тела вращения, или при применении составных матриц
IV Со сквозным окном без уклона		Для матриц с обратным выталкиванием детали; преимущественно в штампах совмещенного действия

Примечание. При пробивке нескольких близко расположенных отверстий диаметром $D < 5$ мм допускается применение матриц типа II с коническим провальным окном диаметром до 10 мм.
В матрицах типа IV для штампов совмещенного действия допускается производить разделку рабочего окна по размерам выталкивателя, оставляя поясик высотой h по табл. 17.

14. 2. 2. Элементы профиля рабочего отверстия матриц в зависимости от толщины штампуемого материала выбираются по табл. 17.

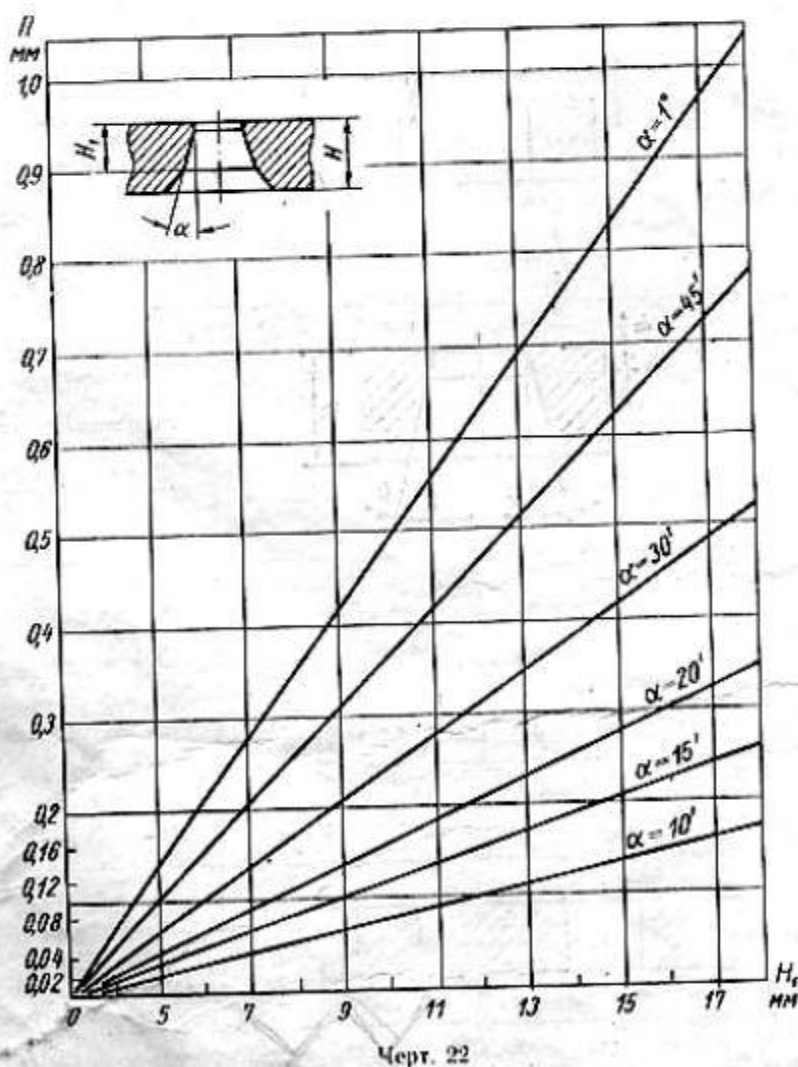
Таблица 17

Толщина материала s , мм	β	α	Конусность рабочего отверстия	Высота пояса h в зависимости от толщины матрицы H , мм	
				До 20	Св. 20
До 0,5	2°	0°10'	1 : 200	6	
Св. 0,5 . 1,0		0°15'	1 : 100	6	8
„ 1,0 . 2,5		0°20'			
„ 2,5 . 4,0	3°	0°30'	1 : 50	8	10
„ 4,0 . 5,0		0°45'	1 : 38		
„ 5,0 . 10		1°	1 : 30	15	

Примечания:

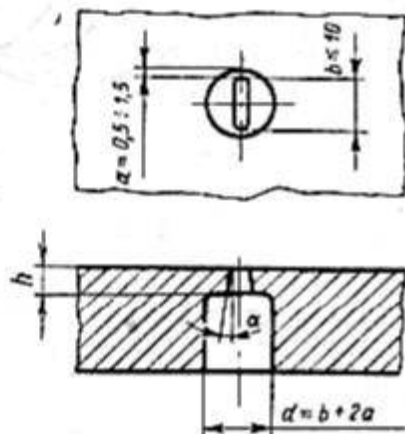
1. Для некаленных матриц $\alpha < 15'$.
2. Допускается при $s < 1$ мм $\alpha = 0'$; при $s > 1$ мм $\alpha = 0°30'$.
3. Конусность рабочего отверстия указана для случая обработки коническими развертками.

14. 2. 3. Высота рабочего конического отверстия (H_1), в матрицах типа III выбирается по черт. 22 в зависимости от припуска на износ (Π) (табл. 12) и угла α (табл. 17).

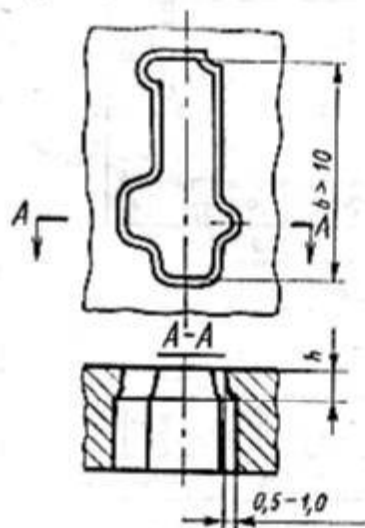


Примечание. Если высота матрицы $H < (H_1 + 5)$ мм, то угол α выполнять по всей высоте матрицы ($H_1 = H$).

14. 2. 4. В матрицах типов I и II, а также со сложной формой рабочего отверстия, вписываемой в окружность диаметром 10 мм, провальную часть рабочего отверстия необходимо выполнить круглой формы с размером, большим режущей части на 0,5—1,5 мм на сторону (черт. 23). В остальных случаях провальную часть следует делать по форме рабочего отверстия с развалом на 0,5—1,0 мм на сторону (черт. 24).

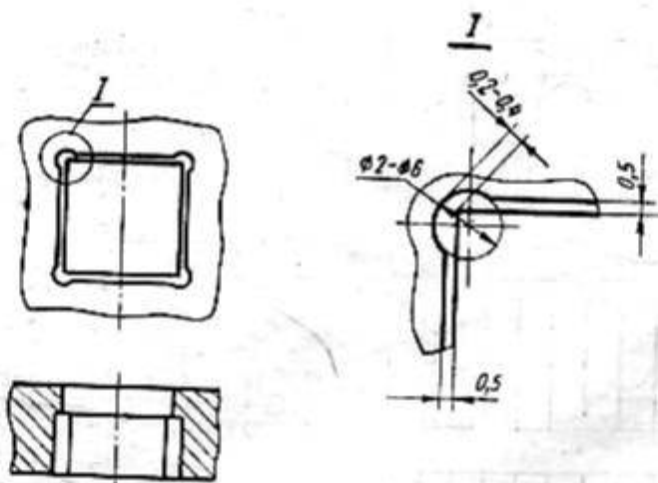


Черт. 23



Черт. 24

14. 2. 5. При наличии в рабочем отверстии матрицы острых или прямых углов провальную часть следует выполнять скругленной (черт. 25) *.



Черт. 25

15. СОСТАВНЫЕ МАТРИЦЫ

15. 0. 1. При сложной конфигурации штампуемых деталей, а также при их больших габаритах целесообразно применять штампы с составными матрицами.

15. 0. 2. Вырезные штампы с составными матрицами позволяют быстро заменять отдельные секции по мере их износа, при этом увеличивается стойкость штампов и уменьшается себестоимость штампуемых деталей.

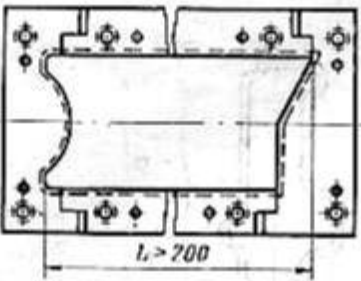
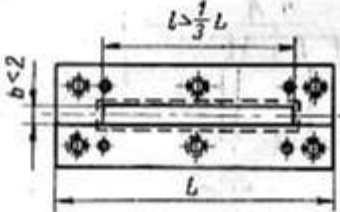
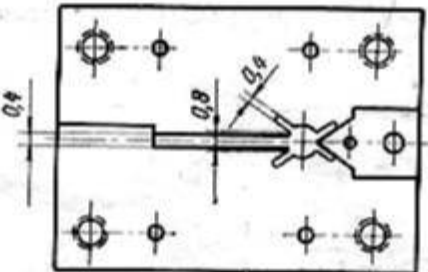
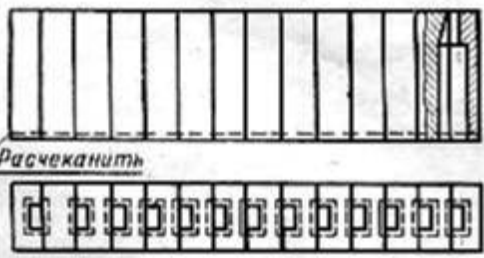
15. 0. 3. В зависимости от конфигурации штампуемых деталей матрицы выполняются:

- а) секционными;
- б) сборными с вкладышами;
- в) комбинированными.

15. 0. 4. Секционные матрицы состоят из двух или более секций, образующих контур рабочего окна.

Примеры применения секционных матриц приведены в табл. 18.

* Рекомендация относится также к конструированию съёмников.

Эскизы секционных матриц	Применение
	<p>При рабочих окнах с $L > 200$ мм с прямыми, острыми и тупыми углами или с закруглениями в углах</p>
	<p>При рабочих окнах с размерами $b < 2$ мм и $l > \frac{1}{3}L$</p>
	<p>При сложной конфигурации штампуемых деталей и пазов труднодоступных мест для обработки матриц в цельном виде</p>
	<p>При изготовлении пуансон-матриц, имеющих труднодоступные для обработки места рабочего контура</p>

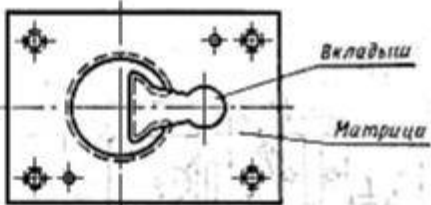
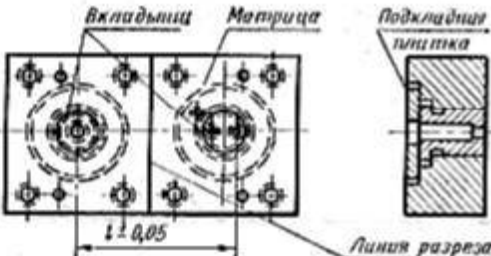
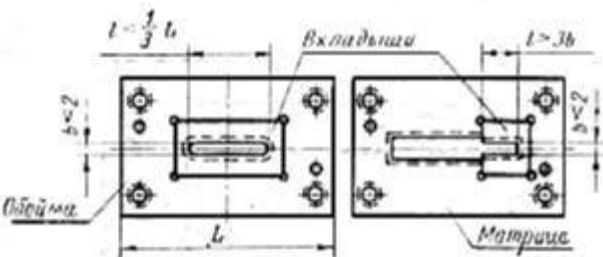
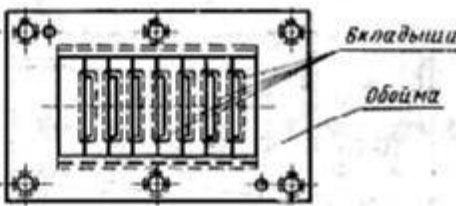
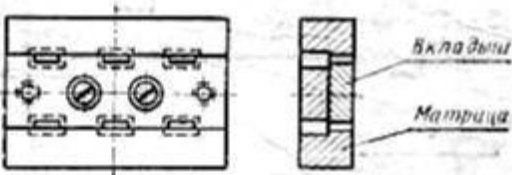
Примечания:

1. Установку секций матрицы в некаленную обойму следует производить по посадке F_7 .
2. Каждая секция прямоугольной матрицы фиксируется двумя штифтами, а круглой — одним.

15.0.5. Сборная матрица состоит из некаленной обоймы или корпуса основной части матрицы и одного или более закаленных вкладышей.

Примеры исполнения сборных матриц приведены в табл. 19.

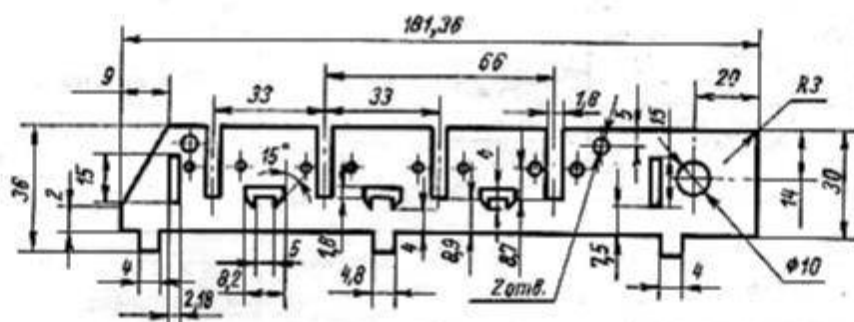
Таблица 19

Эскизы сборных матриц	Применение
	<p>При наличии выступов в рабочем окне</p>
	<p>При наличии отверстий диаметром до 5 мм в матрицах с $L > 200$ мм (Для обеспечения точности межосевых расстояний матрицу следует делать разрезной)</p>
	<p>При наличии рабочих контуров с участками $b < 2$ мм и $l < \frac{1}{3} L$. При наличии рабочего участка $b < 2$ и $l > 3b$, труднодоступного для обработки, матрицу рекомендуется проектировать с местным вкладышем</p>
	<p>При наличии нескольких одинаковых по конфигурации рабочих отверстий</p>
	<p>При наличии большого числа одинаковых по конфигурации рабочих отверстий, расположенных по краям детали</p>

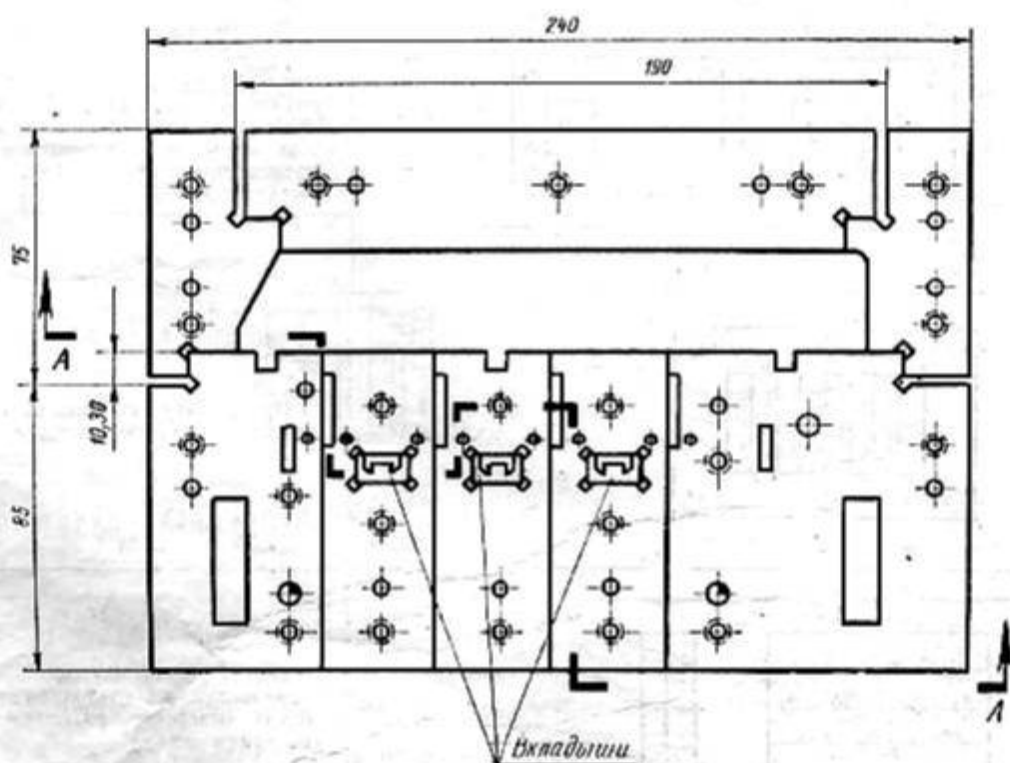
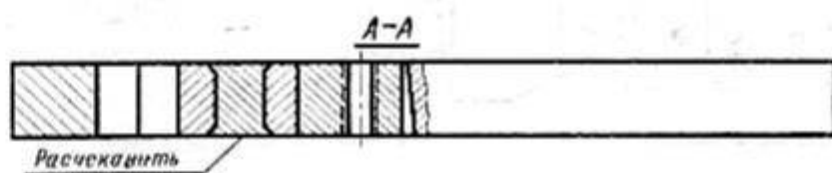
Примечания:

1. Установка вкладышей производится: в накалившую обойму — по посадке G , в накалившую матрицу — по посадке H .
2. Вкладыши круглой формы предпочтительно выполнять с буртиком; допускается крепление расклейкой.

15.0.6. Комбинированная матрица состоит из двух или более секций, в которые запрессовывается один или более вкладышей, в совокупности образующих контур рабочего окна. Эту конструкцию рекомендуется применять в случае необходимости сочетания секционных матриц со сборными. Конструкция комбинированной матрицы, состоящей из 8 секций, представлена на черт. 26.



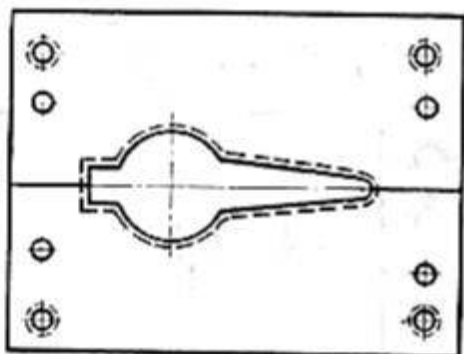
Штампуемая деталь

Комбинированная матрица
Черт. 26

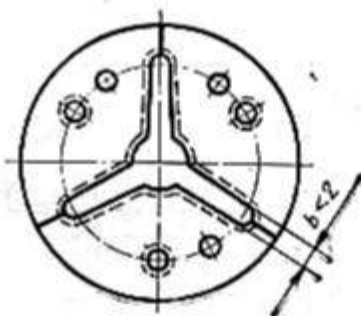
15.0.7. Линии стыков в составных и комбинированных матрицах устанавливаются с учетом следующих требований:

- облегчения обработки рабочего окна;
- возможности одновременной обработки нескольких секций.

Количество секций определяется конфигурацией штампуемой детали.
На черт. 27 приведены примеры простых конструкций секционных матриц.



Двухсекционная матрица

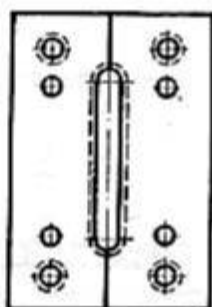


Трёхсекционная матрица

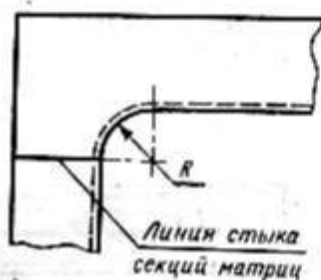
Черт. 27

15.0.8. Линия стыка секций должна проходить через центр дуги, соединяющей две стороны рабочего окна (черт. 28).

15.0.9. При сопряжении дуги с прямыми участками рабочего окна линию стыка секций следует располагать, как показано на черт. 29.



Черт. 28

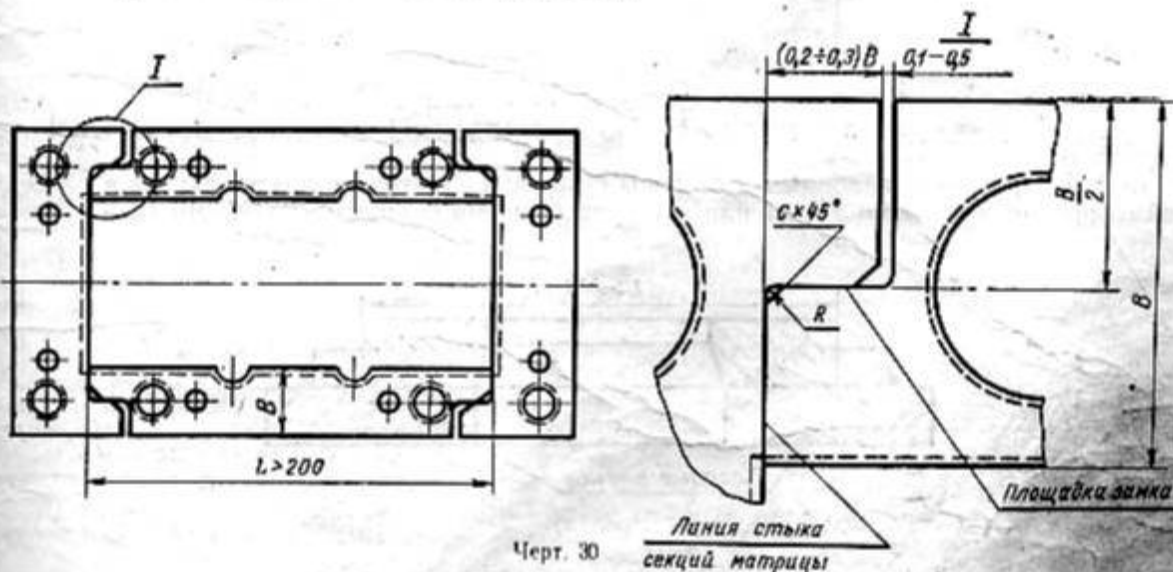


Черт. 29

15.1.0. Соединение секций составной матрицы должно исключать возможность их смещения в продольном и поперечном направлениях, это достигается путем:

- соединения в замок;
- врезкой в обойму или плиту;
- креплением каждой секции винтами и штифтами.

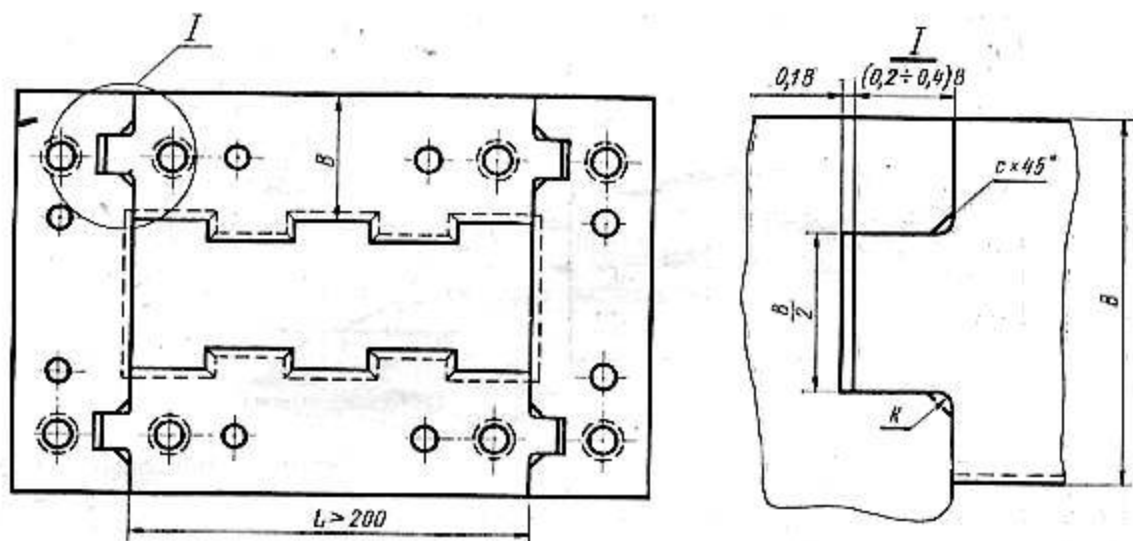
15.1.1. Для соединения секций матрицы при усилиях штамповки до 20 тс рекомендуется конструкция Z-образного замка (черт. 30).



Черт. 30

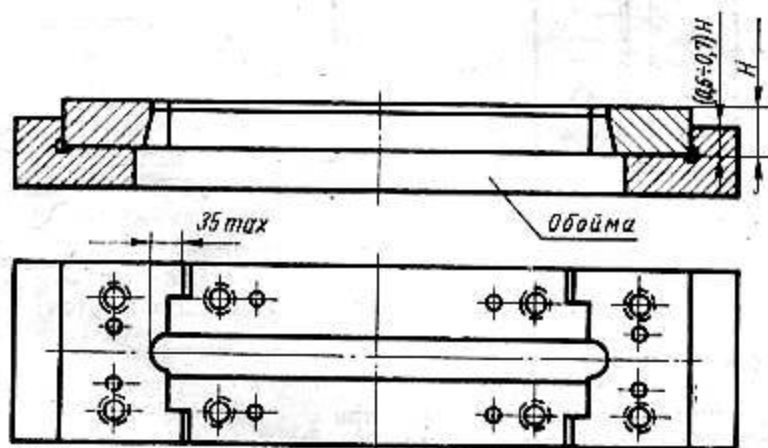
Линия стыка
секций матрицы

15.1.2. Для соединения секций матрицы при усилении штамповки более 20 тс рекомендуется конструкция П-образного замка (черт. 31).



Черт. 31

15.1.3. При наличии замка врезка секций в обойму должна осуществляться по сторонам, перпендикулярным площадке замка (черт. 32).



Черт. 32

15.1.4. Глубина врезки матрицы в обойму принимается равной 0,6—0,7 высоты матрицы (черт. 32).

15.1.5. При длине наибольшей стороны секционной матрицы свыше 300 мм в качестве обоймы рекомендуется применять плиты с приваренными опорными планками (черт. 33).

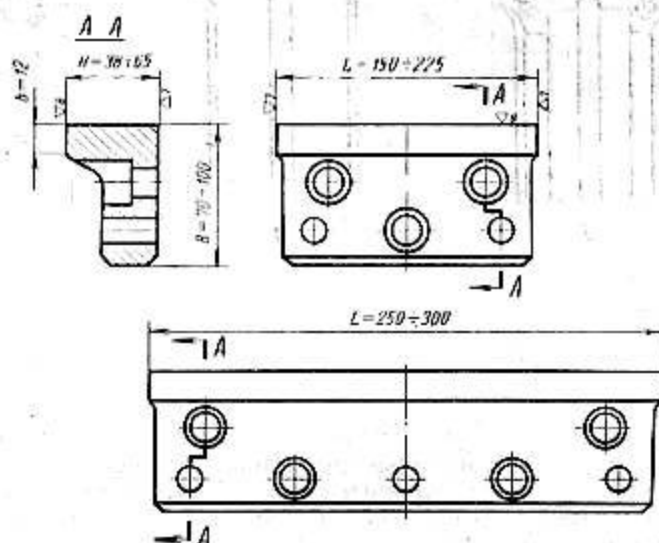


Черт. 33

16. РЕЖУЩИЕ И ФЛАНЦОВОЧНЫЕ СЕКЦИИ

16.0.1. Режущие секции применяются в разделительных (разрезных, отрезных, вырезных) и формообразующих (фланцовочных) штампах при больших габаритах деталей (выше 120 мм).

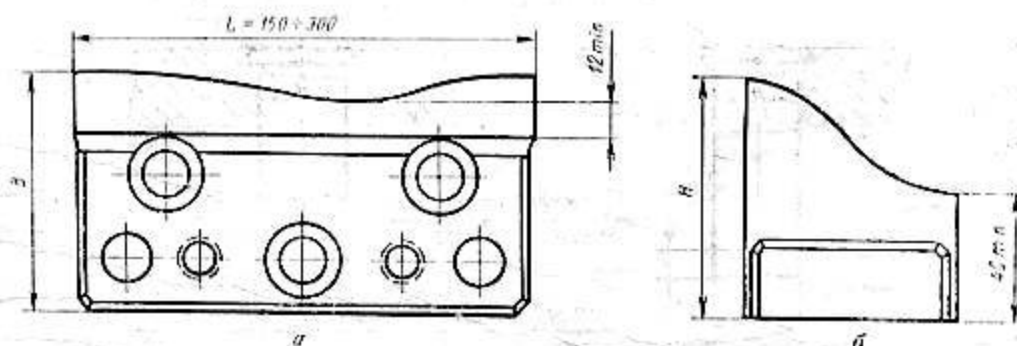
16.0.2. На черт. 34 показана конструкция режущих секций по МН 842—60 с шириной рабочей грани $b=12$ мм, применяемых в разделительных штампах. Материал режущих секций — сталь марки У10А.



Черт. 34

16.0.3. Секции с шириной рабочей грани $b=18,5 \div 24,5$ мм и длиной $L=150 \div 300$ мм предусмотрены МН 5535—64. Указанные секции могут быть применены в разделительных и фланцовочных штампах.

16.0.4. Для секций по МН 5535—64, применяемых в штампах для изделий со сложной формой, наибольшая допустимая кривизна по длине L показана на черт. 35,а, а по высоте H — на черт. 35,б; форма кривизны устанавливается в соответствии с формой изготавливаемого изделия.



Черт. 35

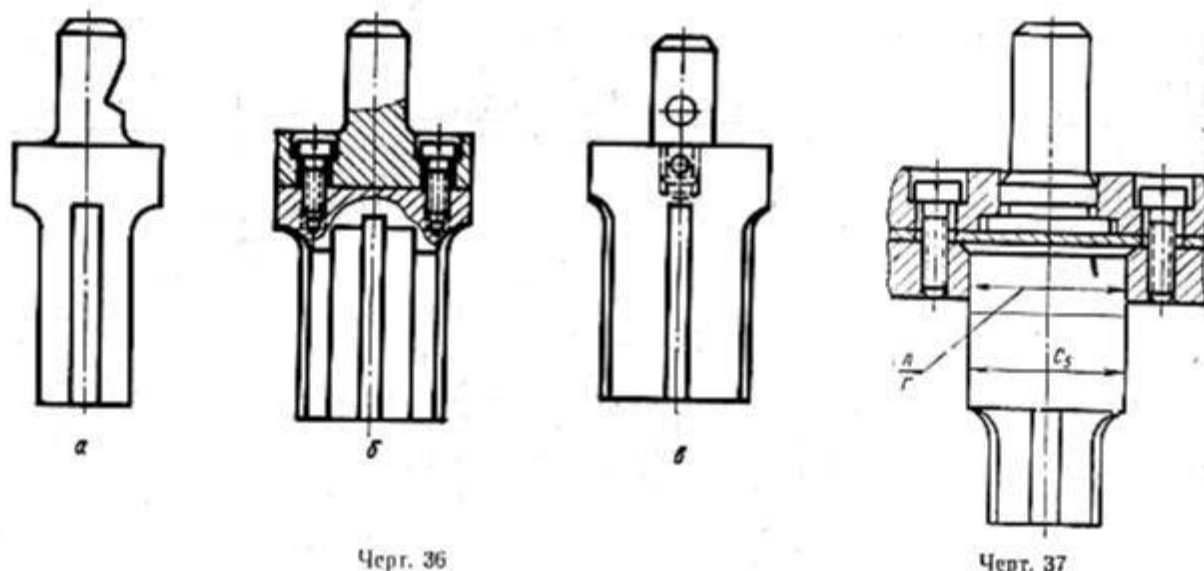
17. ПУАНСОНЫ

17.1. Способы крепления и конструктивные элементы

17.1.Г. На черт. 36 и 37 изображены наиболее часто применяемые способы крепления пуансонов:

а) пуансоны, выполненные совместно с хвостовиком (черт. 36,а), применяются при штамповке мелких деталей в штампах без верхней плиты;

б) пуансоны с креплением к верхней плите или к хвостовику (черт. 36,б и 36,в) применяются в штампах без направляющих колонок при штамповке средних и крупных деталей;



Черт. 36

Черт. 37

в) пуансоны с креплением в пуансонодержателе (черт. 37) применяются, в основном, в штампах с верхней плитой или при наличии нескольких пуансонов;

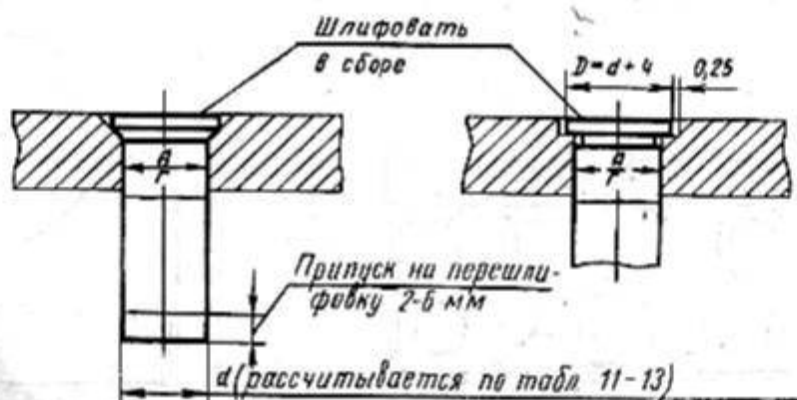
г) пуансоны диаметром до 10 мм крепятся только в пуансонодержателях.

Пуансонодержатели предусмотрены МН 893—60 и МН 894—60, а державки для пуансонов — МН 828—62; МН 829—62 и МН 832-60—МН 834-60.

17. 1. 2. При конструировании пуансонов необходимо соблюдать следующие требования:

а) во избежание смещения осей пуансоны с простым рабочим контуром следует делать с одинаковым сечением по всей длине;

б) посадочную часть пуансона (черт. 38 и 39) выполнять по посадке I (в отдельных случаях допускается выполнять по посадке II);

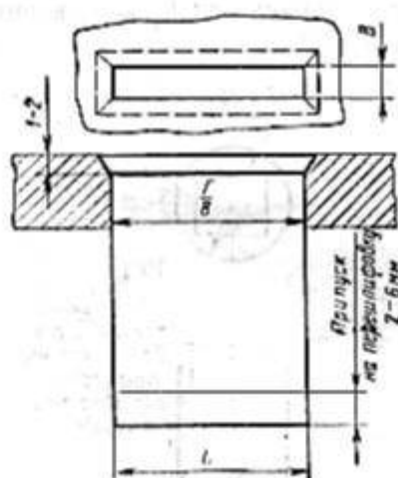


Черт. 38

в) посадку пуансонов, за исключением круглых, следует осуществлять по системе вала за счет пригонки отверстия в пуансонодержателе. Затыльную часть пуансонов выполнять с буртиками (см. черт. 38), под расчеканку или расклепку (см. черт. 39).

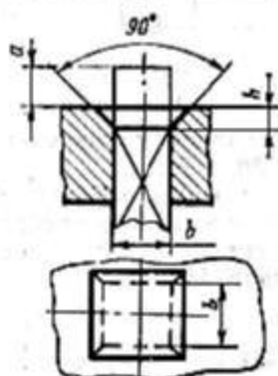
Не рекомендуется применять расклепку при штамповке материалов толщиной более 4 мм, так как под действием усилия съема не исключено вырывание пуансонов из пуансонодержателя.

17. 1. 3. При применении расклепки следует предусматривать припуск по табл. 20, учитываемый при определении номинальной длины пуансона.



Черт. 39

Таблица 20



мм

$b \times b$	Припуск на раскленку, a		
	при $h = 1$	при $h = 1,5$	при $h = 2$
2×2	1,7	—	—
3×3	1,2	—	—
4×4	0,9	—	—
5×5	—	1,4	2,5
6×6	—	1,2	2,0

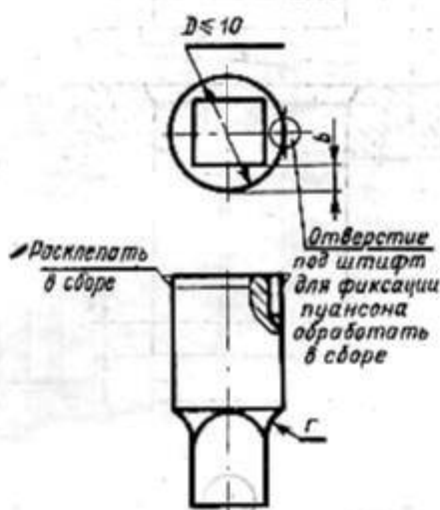
Примечание. Пуансоны размером более 6×6 мм, как правило, расчеканиваются.

17.1.4. Для пуансонов со сложным рабочим контуром следует предусматривать посадочную часть простой формы. При этом наибольшие размеры посадочной части должны совпадать с габаритными размерами рабочего контура. Увеличение размеров посадочной части допускается в случае необходимости повышения прочности пуансона.

17.1.5. Пуансоны, рабочий контур которых вписывается в окружность диаметром $D < 10$ мм, должны проектироваться с круглой посадочной частью. Радиус r перехода от основания к рабочему контуру следует принимать от 1 до 4 мм, причем для малых величин b радиус r брать наименьший (черт. 40).

17.1.6. С увеличением длины прочность пуансонов уменьшается, поэтому следует стремиться к максимальному их укорочению. Уменьшение длины рабочей части пуансона может

быть достигнуто за счет введения цилиндрической или конической выточки в съемнике (черт. 59).

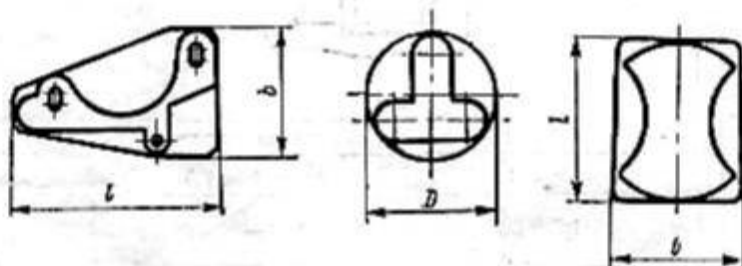


Черт. 40

17.1.7. При определении высоты пуансона необходимо предусматривать припуск на перешлифовку, равный 2—6 мм (черт. 38 и 39).

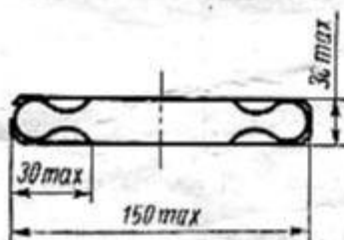
17.1.8. К пуансонам, имеющим сложный рабочий контур и обрабатываемым на оптико-шлифовальном станке, предъявляются следующие требования:

а) рабочий профиль пуансона должен быть не более $b \times l = 40 \times 80$ мм или $D < 40$ мм при шлифовке всего рабочего контура (черт. 41);



Черт. 41

б) при шлифовке части режущего контура ширина пуансона должна быть не более 150 мм, а ширина шлифуемой части контура — не более 30 мм (черт. 42);



Черт. 42

в) максимальная высота пуансона (H) должна быть не более 70 мм (черт. 43);

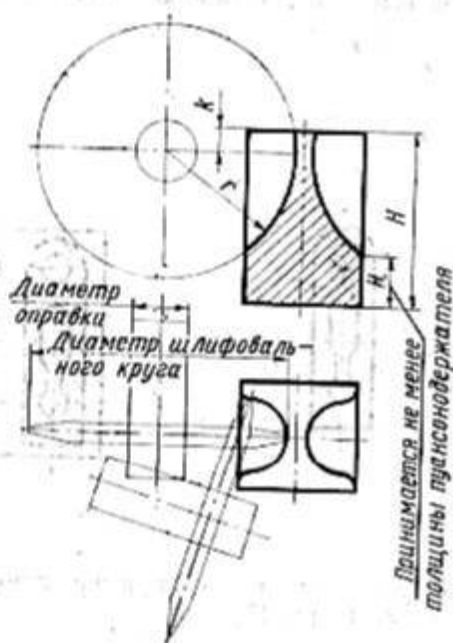
г) прямой участок рабочего профиля k (черт. 43) берется конструктивно, но не менее $h + h_1 + \Delta$,

где h — толщина направляющих планок;

h_1 — высота направляющей части в съемнике;

Δ — припуск на переточку пуансона (2—6 мм);

д) радиус перехода от рабочего контура к основанию пуансона r следует принимать от 25 до 40 мм и определять графически по схеме (черт. 43) в зависимости от диаметров шлифовального круга и оправки (табл. 21).

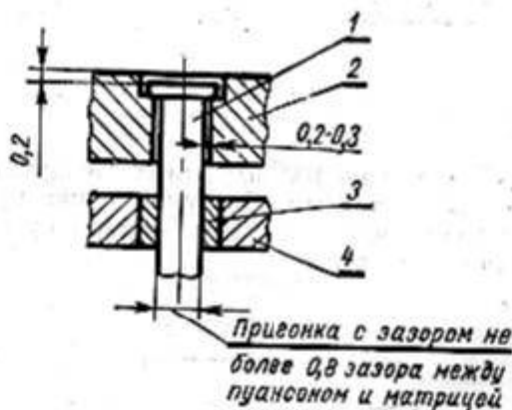


Черт. 43

Таблица 21

Диаметр шлифовального круга	Диаметр оправки
50	20
80	30

17.1.9. В многопуансонных штампах при необходимости точного направления каждого пуансона при помощи съемника пуансоны могут быть выполнены «плавающими» с зазором в пуансонодержателе (черт. 44):



Черт. 44

1 — пуансон; 2 — пуансонодержатель; 3 — втулка или заливка пластмассой; 4 — съемник

17.2. Составные пуансоны

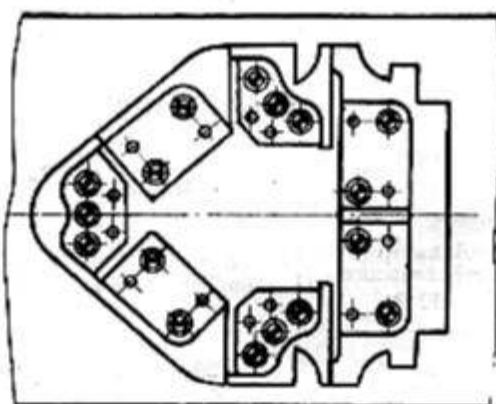
17.2.1. При сложных конфигурациях штампуемых крупногабаритных деталей пуансоны, в целях упрощения изготовления, рекомендуется делать составными (черт. 45). Составные части пуансона крепятся в общем пуансонодержателе при помощи болтов и фиксирующих штифтов или прессовой посадки.*

17.2.2. При применении штампов с составными пуансонами и матрицами плоскости разреза составной матрицы не должны совпадать с плоскостями разреза составного пуансона.

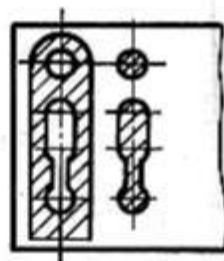
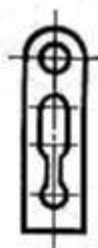
* Конструирование составных пуансонов и основой аналогично конструированию составных матриц (см. разд. 15).

17.2.3. При сложной конфигурации штампуемой детали и невозможности изготовления одного пуансона для вырезки всего контура необходимо расчленить сложный контур на несколько элементов.

На черт. 46 приведена схема последовательной вырезки и пробивки сложной детали несколькими пуансонами.

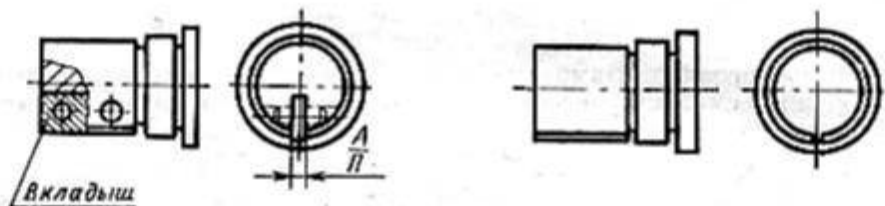


Черт. 45



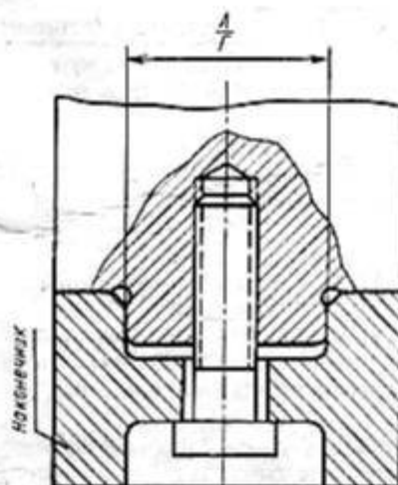
Черт. 46

17.2.4. При наличии на штампуемой детали узких канавок (например, шпоночных пазов) пуансоны выполнять с вкладышем или цельными (черт. 47).



Черт. 47

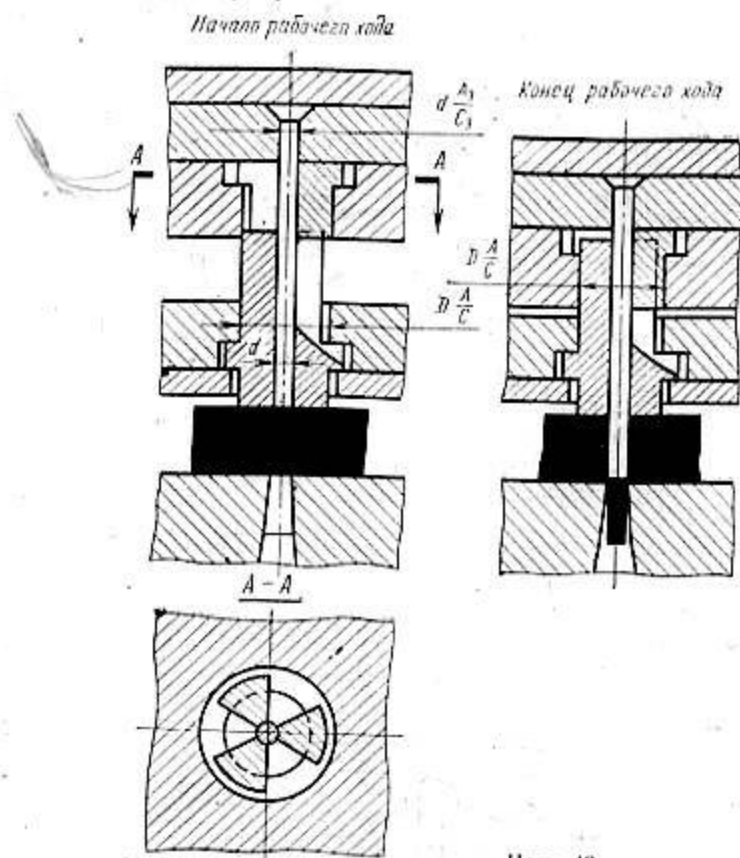
17.2.5. Пуансоны размером свыше 100 мм, в целях экономии инструментальной стали, рекомендуется выполнять с наконечниками. Для уменьшения площади шлифовки в наконечнике пуансона делается выборка (черт. 48). Верхняя часть пуансона изготавливается из конструкционной термообработанной стали.



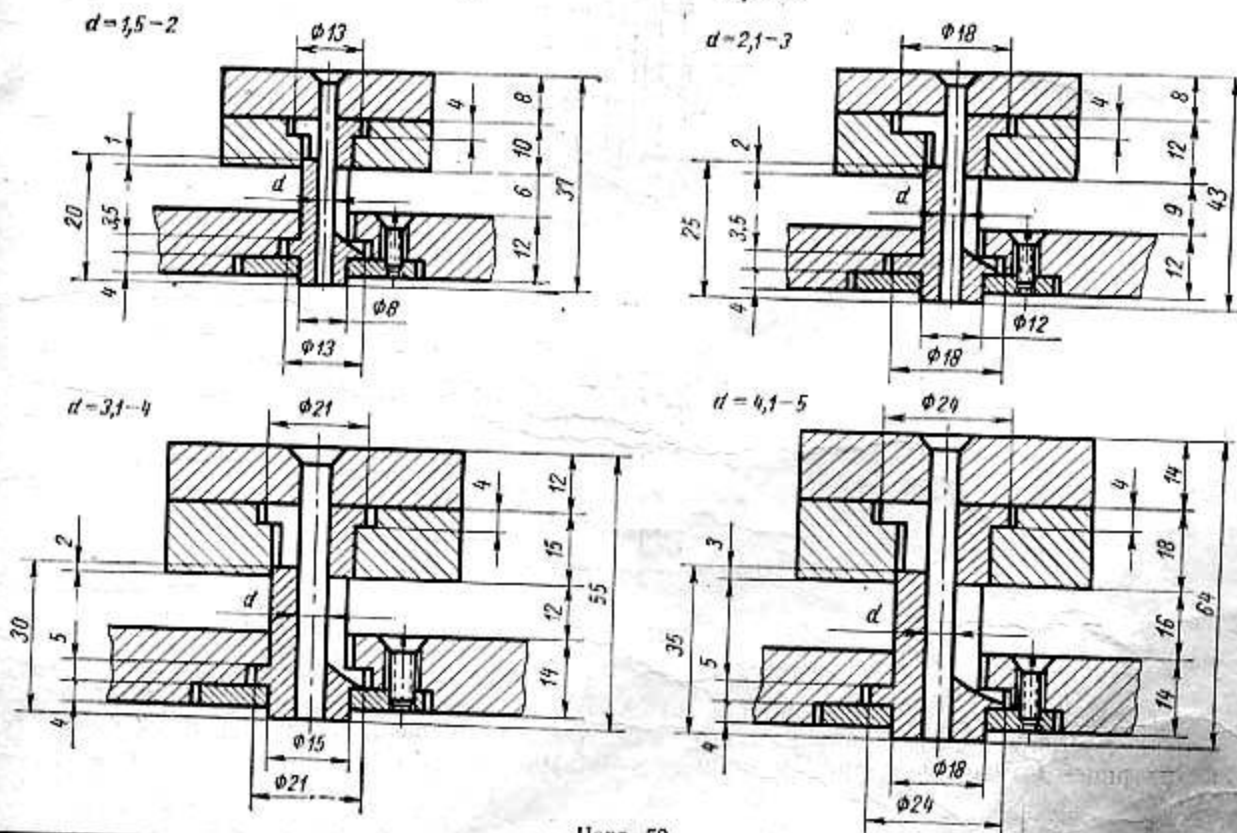
Черт. 48

17.3. Пуансоны для пробивки отверстий малых диаметров

17.3.1. Для пробивки отверстий малых диаметров в толстолистовых материалах ($d \leq s$) рекомендуется применять пуансоны, имеющие специальные втулки для непрерывного направления (черт. 49). Зазор между пуансоном и отверстием во втулках следует принимать $(0,01 \div 0,02)d$, где d — диаметр пуансона.

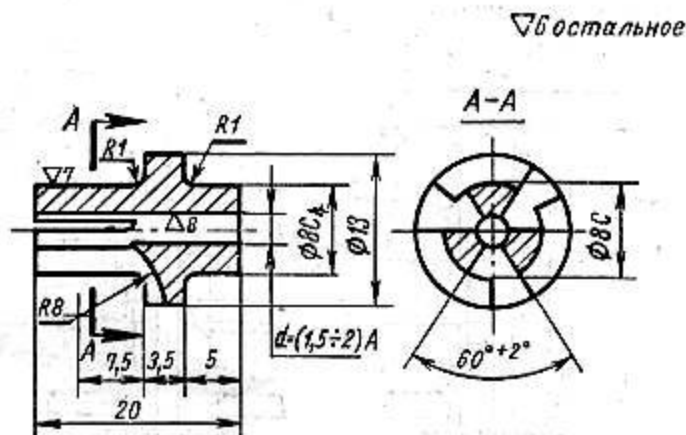


Черт. 49



Черт. 50

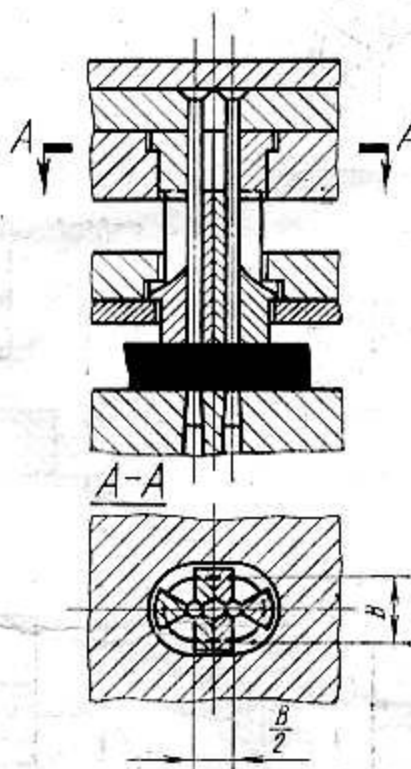
17.3.2. На черт. 50 приведены основные размеры направляющих элементов для пуансонов диаметром $d=1,5-2$; $2,1-3$; $3,1-4$ и $4,1-5$ мм, а на черт. 51 — исполнительные размеры направляющей втулки для пуансона диаметром $d=1,5-2$ мм.



Пределные отклонения размеров, не ограниченных допусками, — по A_7 и B_7

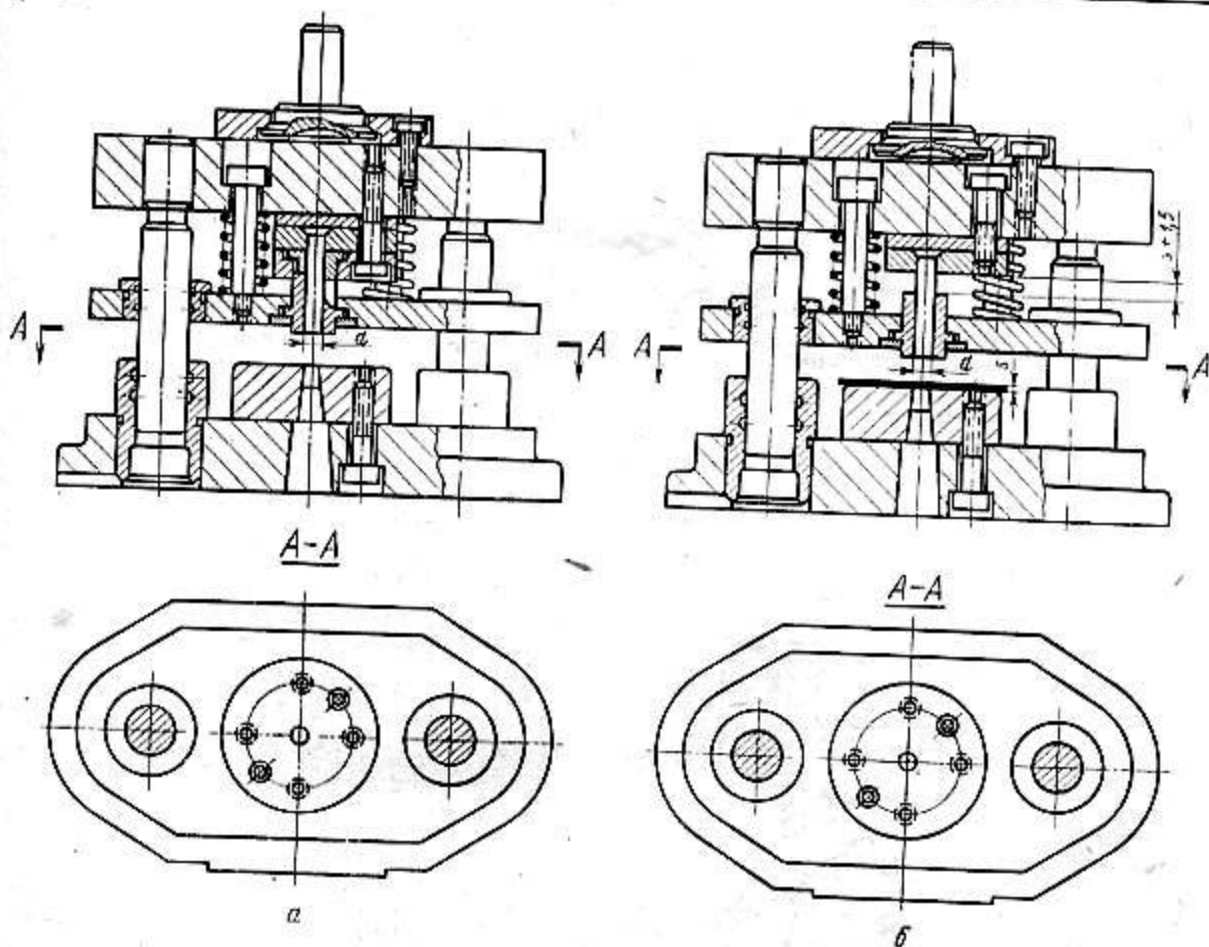
Черт. 51

17.3.3. На черт. 52 приведена конструкция направляющих элементов для двух близко расположенных пуансонов.



Черт. 52

17.3.4. Пробивка отверстий производится с прижимом материала усилием не менее величины усилия съема. Типовая конструкция штампа приведена на черт. 53,а. Зазоры между матрицей и пуансоном принимаются по табл. 10.

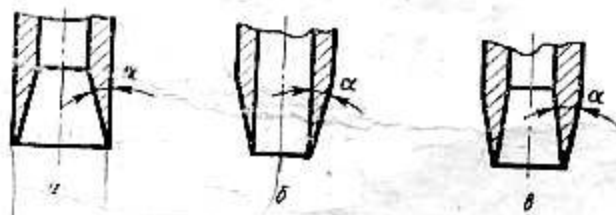


Черт. 53

17.3.5. Если $1 < \frac{s}{a} < 2$, то могут быть применены цельные направляющие втулки взамен направляющих элементов по черт. 50 и 51. Конструкция штампа с цельной направляющей втулкой приведена на черт. 53,б.

17.4. Пуансоны для вырезки неметаллических материалов

17.4.1. Для вырезки деталей из неметаллических материалов (кожи, резины, бумаги, картона и т. п.) рекомендуется применять трубчатые пуансоны (черт. 54).



Черт. 54

Черт. 54,а — для вырезки отверстия;

Черт. 54,б — для вырезки контура;

Черт. 54,в — для вырезки наружного или внутреннего контура деталей из тонкого материала, если смятием можно пренебречь.

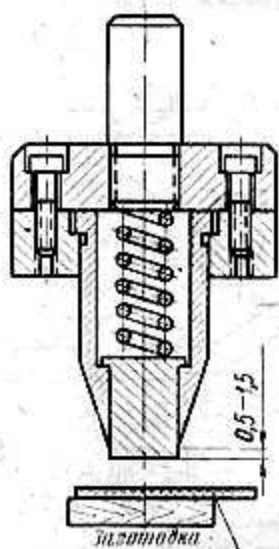
17.4.2. Значение угла α рекомендуется принимать по табл. 22.

Таблица 22

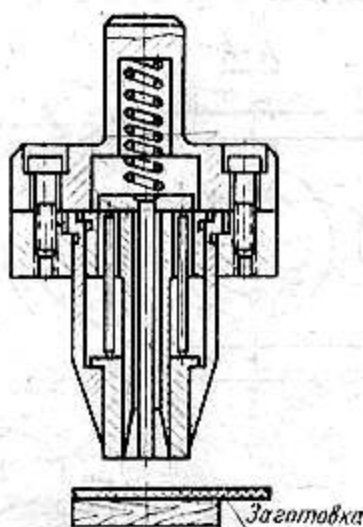
Наименование штампуемого материала	α
Эбонит в нагретом состоянии	8—12°
Бумага, пробка, кожа, резина	16—18°
Фибра, текстолит	45°

17.4.3. Типовая конструкция штампа для вырезки контура деталей из неметаллических материалов представлена на черт. 55, а для вырезки контура и пробивки отверстия — на черт. 56.

Во избежание преждевременного затупления пуансона под штампуемый материал следует подкладывать плиту из дерева твердой породы.



Черт. 55



Черт. 56

18. СЪЕМНИКИ

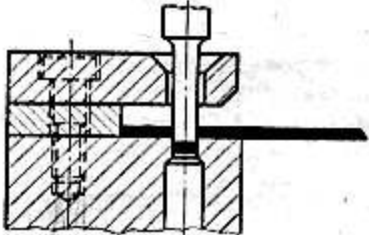
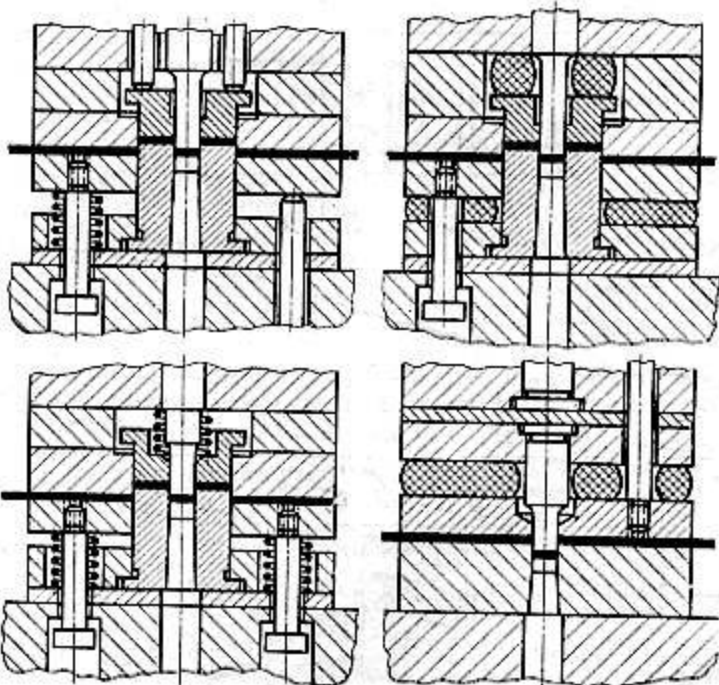
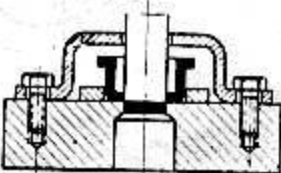
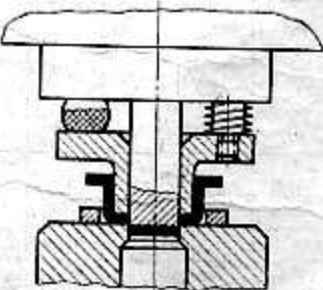
18.1. Типы съемников.

18.1.1. Основные типы съемников для вырезных штампов приведены в табл. 23.

Таблица 23

Типы съемников	Эскизы	Применение
Неподвижный закрытый МН 890—60		В штампах для лент и полос

Продолжение

Типы съемников	Эскизы	Применение
<p>Неподвижный открытый</p>		<p>В штампах для штучных заготовок</p>
<p>Подвижный соприкасающийся с пружинами или резиной МН 895-60— МН 897-60</p>		<p>В штампах совмещенного действия или с верхним прижимом</p>
<p>Неподвижный скобообразный</p>		<p>Для съема полых деталей при пробивке отверстий в донышке</p>
<p>Подвижный цилиндрический ступенчатый</p>		<p>То же. Одновременно служит фиксатором по внутреннему контуру</p>

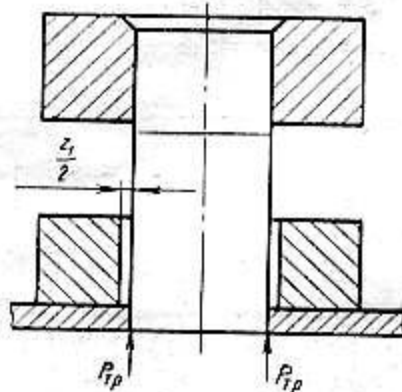
18.2. Зазоры между съемником и пуансоном

18.2.1. В зависимости от конструкции штампа, размеров пуансонов и толщины штампуемого материала съемники вырезных штампов могут применяться:

- для съема отходов полосы с пуансонов;
- для точного направления пуансонов.

Примечание. Заготовки для съемников предусмотрены МН 890-60; МН 895-60—МН 897-60.

18.2.2. Если съемник применяется только для снятия отходов полосы с пуансонов, то зазор между пуансоном и отверстием в съемнике должен быть таким, чтобы не происходило затягивания материала под действием сил трения $P_{тр}$ при съеме (черт. 57).



Черт. 57.

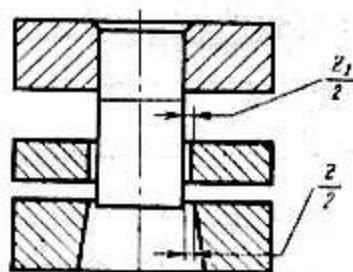
18.2.3. Съемник пригоняется по пуансону с зазором z_1 не более величин, указанных в табл. 24.

Таблица 24

Марка материала	Максимальный зазор, z_1											
	Толщина материала											
	0,1	0,2	0,35	0,5	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	4
Медь мягкая М1, М2, М3, Алюминиевый сплав АМцА-М	0,04	0,08	0,15	0,20	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,3	1,7
Латунь Л62, Л68 мягкая	0,05	0,1	0,18	0,25	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	2,2
Латунь ЛС 59-1 мягкая	0,06	0,12	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,3
Сталь марок 10 и 45	0,09	0,18	0,3	0,4	0,7	0,8	1,0	1,3	1,7	2,2	2,6	3,5
Дюралюминий Д1А-Т	0,10	0,20	0,35	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	1,9	2,4	2,9	3,9
Алюминиевый сплав АМцА-П	0,14	0,3	0,5	0,7	1,1	1,4	1,7	2,1	2,9	3,6	4,3	5,8

Примечание. Односторонний зазор $\frac{z_1}{2}$ между отверстием съемника и пуансоном не должен быть более 0,5 ширины перемычки (табл. 5).

18.2.4. Точное направление пуансона в съемнике необходимо для обеспечения равномерного зазора между матрицей и пуансоном. Зазор z_2 между пуансоном и отверстием в съемнике в этом случае должен быть не более зазора z между пуансоном и матрицей. Рекомендуемая величина двухстороннего зазора z_2 (черт. 58) принимается по табл. 10 с коэффициентом не более 0,8 ($z_2 = 0,8z$).



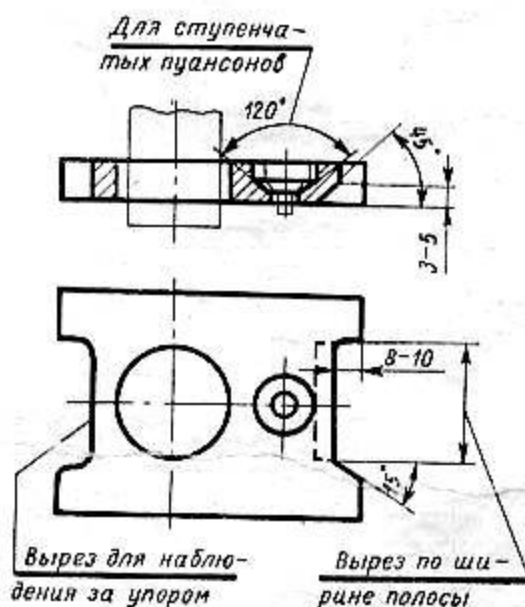
Черт. 58

18.2.5. Точное направление пуансона в съемнике может быть рекомендовано:

- в штампах без направляющих колонок;
- в многопуансонных штампах с различными размерами пуансонов;
- в штампах с малыми размерами пуансонов, если невозможно обеспечить необходимую прочность только за счет усиления самого пуансона;
- при вырезке в штампе с верхним прижимом заготовок из металлических тонколистовых ($s \leq 0,5$ мм) и неметаллических материалов.

18.3. Неподвижные съемники

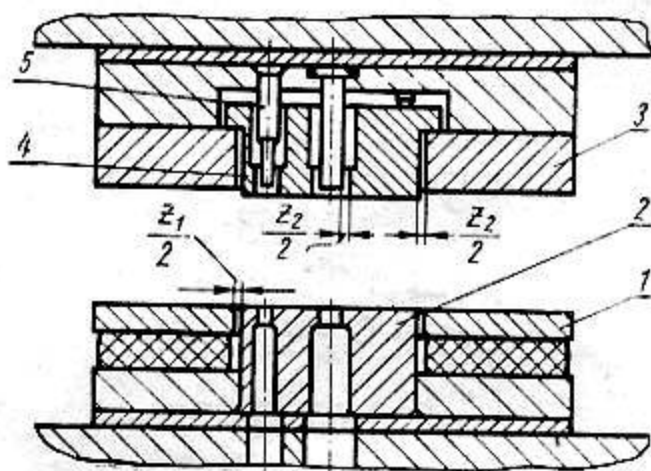
18.3.1. Вырез для захода полосы в неподвижных съемниках производится согласно черт. 59. Место выреза выбирается в зависимости от направления подачи полосы. На этом же чертеже показана рассверловка съемников для ступенчатых пуансонов.



Черт. 59

18.4. Съемники для штампов совмещенного действия и с верхним прижимом

18.4.1. В штампах совмещенного действия (черт. 60) и в штампах с верхним прижимом (черт. 61) максимальный зазор между съемником и пуансон-матрицей z_1 принимается по табл. 24. Максимальный зазор z_2 между матрицей и выталкивателем, а также между выталкивателем и пуансонами принимается по табл. 10 с коэффициентом 0,8 или по табл. 24, в зависимости от требуемой точности направления пуансонов.



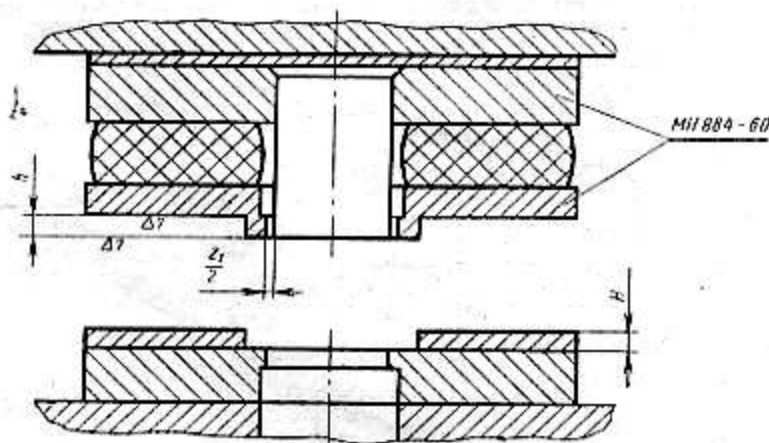
Черт. 60

1 — съемник; 2 — пуансон-матрица; 3 — матрица; 4 — выталкиватель; 5 — пуансон

18.4.2. Высота уступа прижима h в мм в штампах с верхним прижимом (черт. 61) определяется по формуле

$$h = H - s - 0,05, \quad (25)$$

где H — толщина направляющих планок, мм (табл. 27);
 s — толщина штампуемого материала, мм.



Черт. 61

18.4.3. Размеры отверстий в нижней плите и съемнике под специальные винты по МН 862—60 или МН 863—60 указаны на черт. 62 и в табл. 25.

18.4.4. Глубина H_1 в мм отверстия диаметром D в нижней плите под головку специального винта определяется по формуле

$$H_1 = H + h + h_2, \quad (26)$$

где H — высота головки специальных винтов в мм по МН 862—60 или МН 863—60;

h — ход съемника, мм;

h_2 — гарантийный зазор не менее 10 мм.

18.4.5. Длина L в мм специальных винтов определяется по формуле

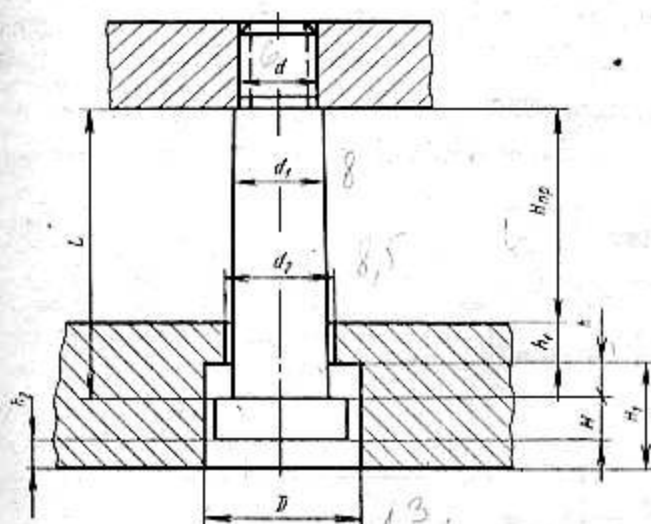
$$L = H_{сп} + h + h_1, \quad (27)$$

где $H_{сп}$ — высота сжатой пружины или резиновой прокладки, мм;

$h_1 > 0,5d$.

мм

Таблица 25



Черт. 62

Диаметры винтов		Диаметры отверстий под винты	
d	d_1	d_2	D
M4	6	6,5	10
M6	8	8,5	13
M8	10	10,5	16
M10	12	13	20
M12	14	15	22
M14	16	17	24
M16	18	19	26

Полученная длина L округляется до ближайшего большего значения по МН 862—60 или МН 863—60.

18.4.6. Расчет высоты $H_{пр}$ в мм сжатой пружины приведен в разд. 70, а резиновой прокладки— в разд. 73.

19. НАПРАВЛЯЮЩИЕ ПЛАНКИ

19.0.1. Расстояние между направляющими планками B_1 в мм (черт. 63) определяется по формуле

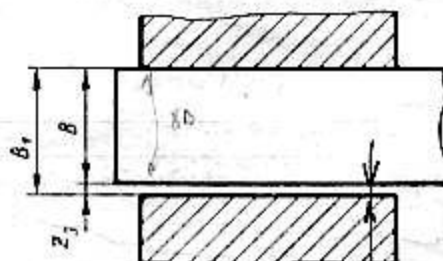
$$B_1 = (B + z_1), \quad (28)$$

где B — ширина полосы, мм, определяется по формуле (5);

z_1 — зазор, мм (табл. 26).

Допуск на расстояние между направляющими планками B_1 назначается по A_4 .

Примечание. Заготовки направляющих планок предусмотрены МН 900—60.



Черт. 63
мм

Таблица 26

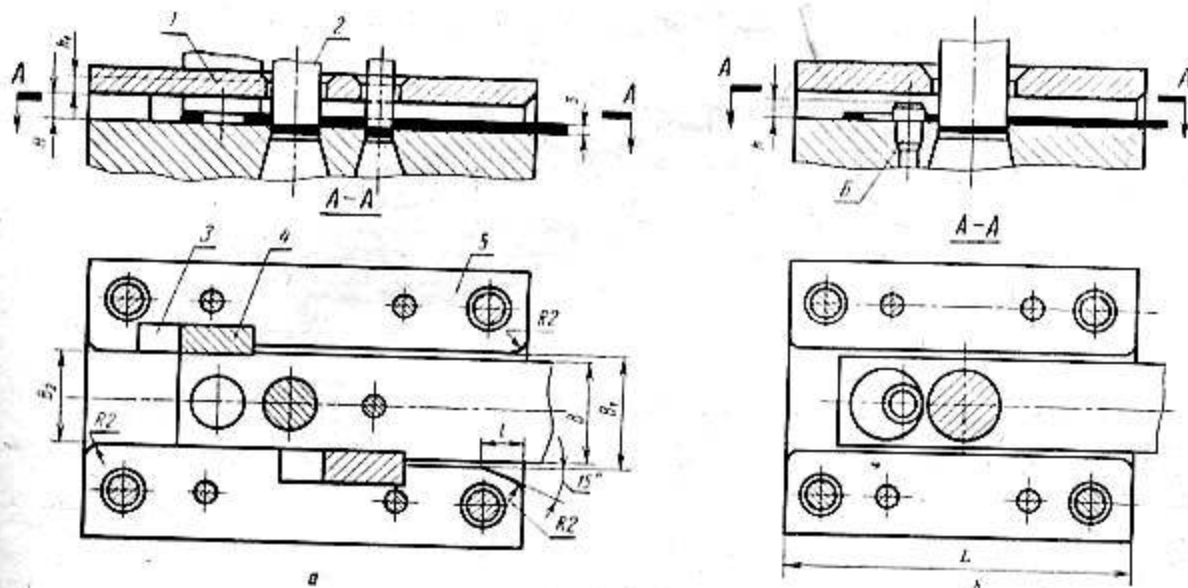
Ширина полосы B	Толщина материала, s				
	Св. 0,5 до 1	Св. 1 до 2	Св. 2 до 3	Св. 3 до 5	Св. 5 до 10
	Зазор, z_1^*				
До 50	0,50	0,75	1,0	1,0	1,5
Св. 50 до 100	0,75	0,80	1,0	1,2	1,5
100 — 150	1,00	1,00	1,2	1,4	2,0
150 — 200	1,00	1,20	1,4	1,6	2,0
200 — 300	1,20	1,40	1,5	2,0	2,5

* При применении ленточного материала или полос, разрезанных на многодисковых поновцах, указанные в таблице зазоры уменьшить вдвое.

19.0.2. Для штампов с шаговыми ножами (черт. 64,а) расстояние между направляющими планками со стороны входа полосы B_1 определяется по формуле (28).

Со стороны выхода полосы расстояние между направляющими планками B_2 принимается равным расстоянию между шаговыми ножами.

Примечание. Допускается увеличить со стороны выхода полосы расстояние между направляющими планками (для компенсации уширения полосы).



Черт. 64

1 — съемник; 2 — пуансон; 3 — упор ножевой; 4 — нож шаговый; 5 — планка направляющая; 6 — упор неподвижный

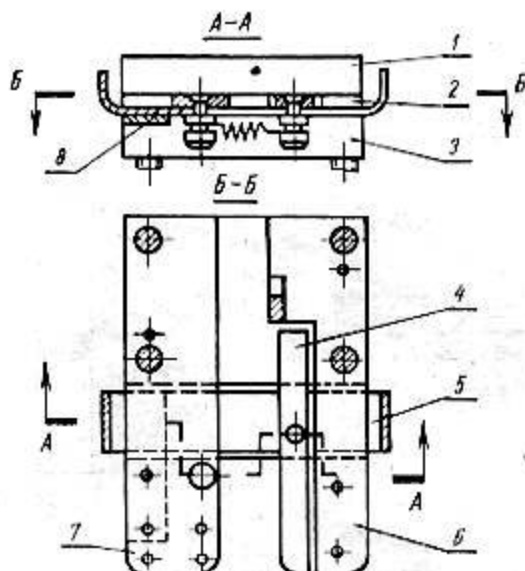
19.0.3. Высота неподвижного упора h и толщина направляющих планок H (черт. 64, а, б) выбираются в зависимости от толщины материала, наличия штифтового или ножевого упора и длины матрицы по табл. 27.

мм

Таблица 27

Толщина материала s	Высота неподвижного упора h	Толщина направляющих планок, H		
		при штифтовом упоре и при длине матрицы, L		при ножевом или автоматическом упоре
		До 200	Св. 200	
До 1	2	6	10	3
Св. 1 до 2	3			
. 2 . 3	4	10	15	6
. 3 . 4				
. 4 . 6	6	15	20	
. 6 . 8	8			
. 8 . 10		20	25	
		25		

19.0.4. Для штамповки деталей из тонких материалов рекомендуется делать удлиненные направляющие планки, снабженные устройством для прижима полосы (черт. 65).



Черт. 65

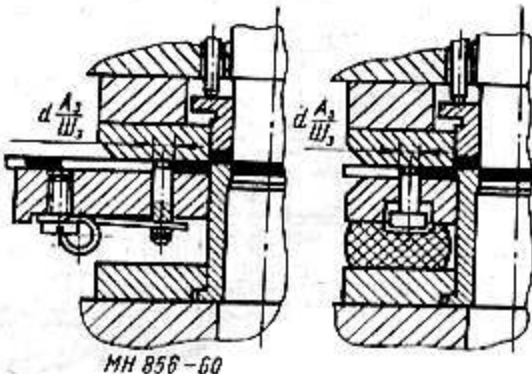
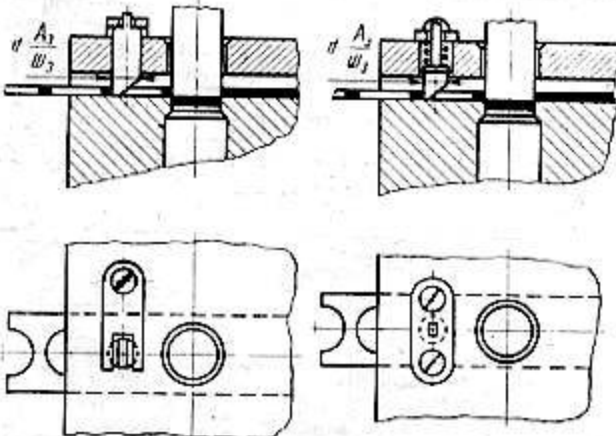
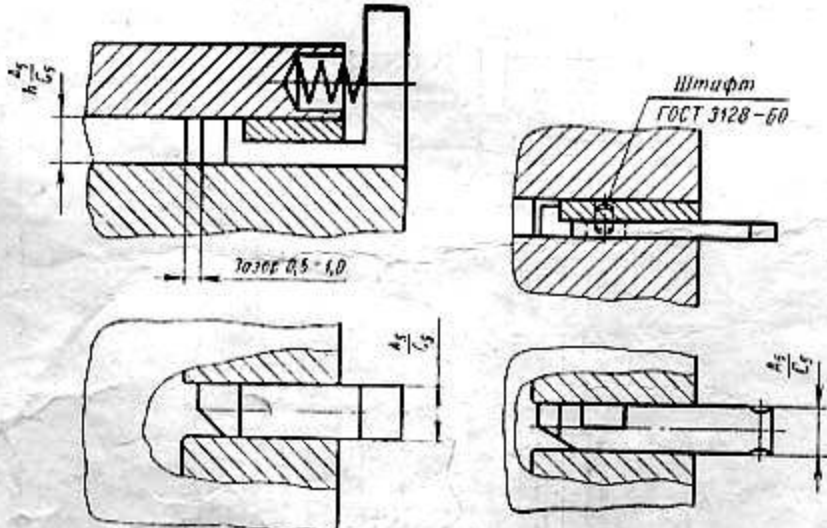
1 — съемник; 2 — направляющая планка; 3 — матрица;
4 — планка для прижима полосы; 5 — подвижная планка;
6 — лоток; 7 — направляющая планка (удлиненная);
8 — опора подвижной планки

20. УПОРЫ

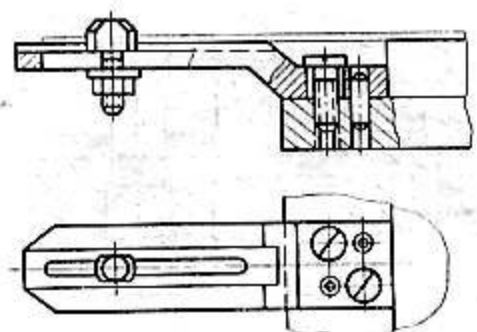
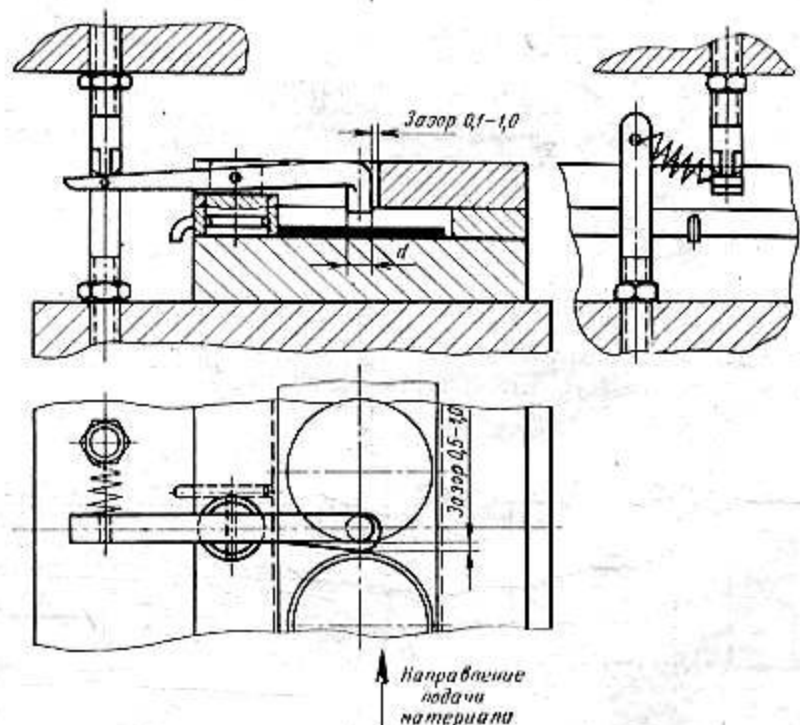
20. 0. 1. Упоры предназначены для ограничения подачи полосы. Основные типы упоров приведены в табл. 28.

Таблица 28

Типы упоров	Эскизы	Применение
Постоянный грибовый МН 850—60		Для штампов с неподвижным съемником и последовательного действия при ручной подаче материала
Постоянный крючкообразный МН 851—60		То же, но в случае, когда посадочную часть упора требуется отдалить от режущей кромки матрицы
Утопающий со стержнем		Для штампов с одновременного действия

Типы уловок	Эскизы	Применение
Утопающий с пружиной или с резиновой прокладкой	 <p style="text-align: center;">МН 856—60</p>	Для штампов совмещенного действия
Подвижный в продольном и обратном действиях	 <p style="text-align: center;">С пластинчатой пружиной С винтовой пружиной</p>	В вырезных штампах с неподвижным съёмником при вырезке узких деталей (от 6 до 20 мм) толщиной не менее 0,8 мм
Временный	 <p style="text-align: center;">С пружиной МН 848—60 Без пружины</p>	Для штампов последовательного действия при установке полосы на первый переход

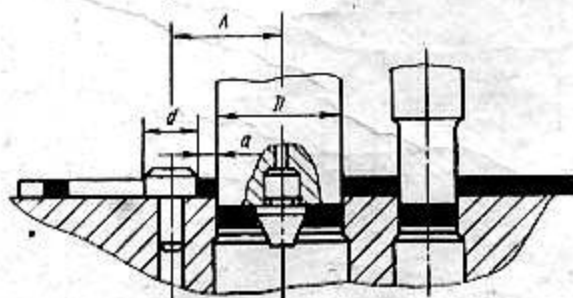
Продолжение

Типы уюров	Эскизы	Применение
Переставной регулируемый		<p>Для универсальных отрезных штампов</p>
Автоматический		<p>Для штампов вырезных и последовательного действия, для деталей малых и средних размеров, при толщине материала не менее 0,5 мм. Приводится в действие от рабочего хода ползуна прессы</p>

20. 0. 2. Координаты A и A_1 расположения постоянного упора при штамповке с ловителем определяются:

а) при расположении упора по черт. 66 — по формуле

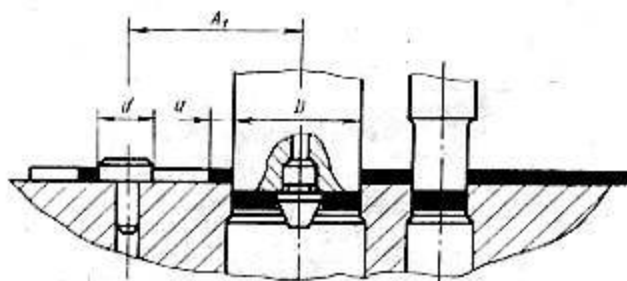
$$A = \frac{D}{2} + a + \frac{a}{2} + 0,1; \quad (29)$$



Черт. 66

б) при расположении упора по черт. 67 — по формуле

$$A_1 = \frac{3D}{2} + a - \frac{d}{2} - 0,1. \quad (29a)$$



Черт. 67

20. 0. 3. Координаты A и A_1 расположения постоянного упора при штамповке без ловителей определяются:

а) при расположении упора по черт. 66 — по формуле

$$A = \frac{D}{2} + a + \frac{d}{2}; \quad (30)$$

б) при расположении упора по черт. 67 — по формуле

$$A_1 = \frac{3D}{2} + a - \frac{d}{2}, \quad (31)$$

где D — диаметр пуансона, мм;

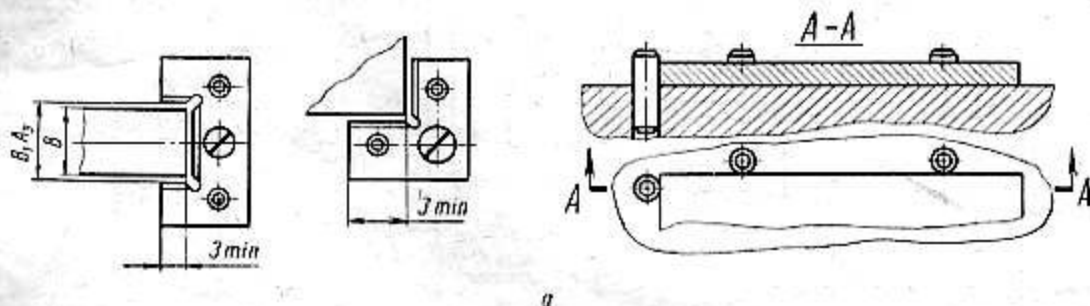
d — диаметр упора, мм;

a — ширина перемычки в ленте между вырезаемыми деталями, мм.

21. ФИКСАТОРЫ

21. 0. 1. В зависимости от конструкции штампуемых деталей (черт. 68, а и б) фиксирование заготовок в штампах может осуществляться:

а) по наружному контуру деталей

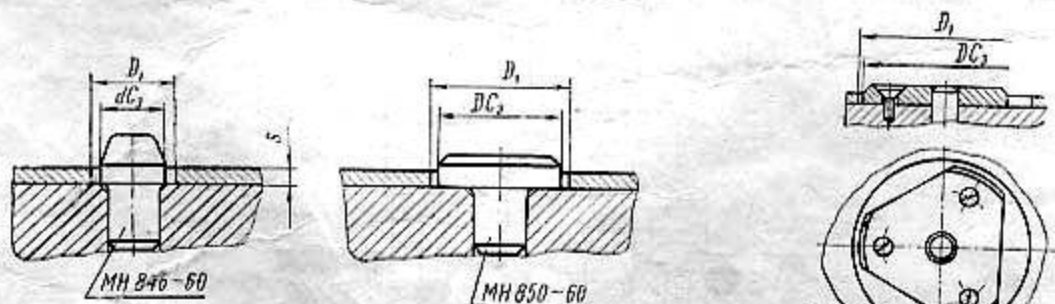


б) по отверстиям деталей

диаметром до 15 мм

диаметром свыше 15 до 30 мм

диаметром свыше 30 мм



б
Черт. 68

21.0.2. Величины зазоров для фиксаторов приведены в табл. 29.

Таблица 29

мм

Толщина материала, s	Зазоры ($B_1 A_3 - B$); ($D_1 - d C_3$); ($D_1 - DC_3$)
До 1	0,05
Св. 1,0 до 3,5	0,08
• 3,5 • 5,0	0,10
• 5,0 • 10,0	0,12

$A_1 = \frac{3 \cdot 40}{2} + 6,5 = 66,5$
 $\frac{60}{6,5} = 9,23$
 $\frac{66,5}{9,23} = 7,2$

22. ЛОВИТЕЛИ

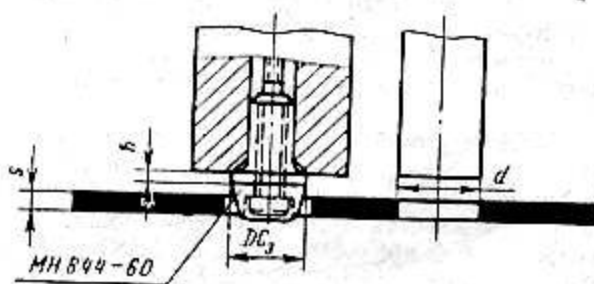
22.0.1. Ловители применяются в штампах последовательного действия для фиксации полосы по ранее пробитым отверстиям.

22.0.2. Диаметр ловителя D в мм определяется по формуле

$$D = d - z_a \quad (32)$$

где d — диаметр пробивного пуансона, мм;

z_a — зазор между ловителем и отверстием штампуемой детали, мм (черт. 69).



Черт. 69

$68,15 - 0,1 = 68,05$
 $\frac{50,28}{49,6} = 1,01$
 $49,68$

22.0.3. Допуск на диаметр ловителя D принимается по C_3 . Значения зазора z_a и высоты пояса h приведены в табл. 30

Таблица 30

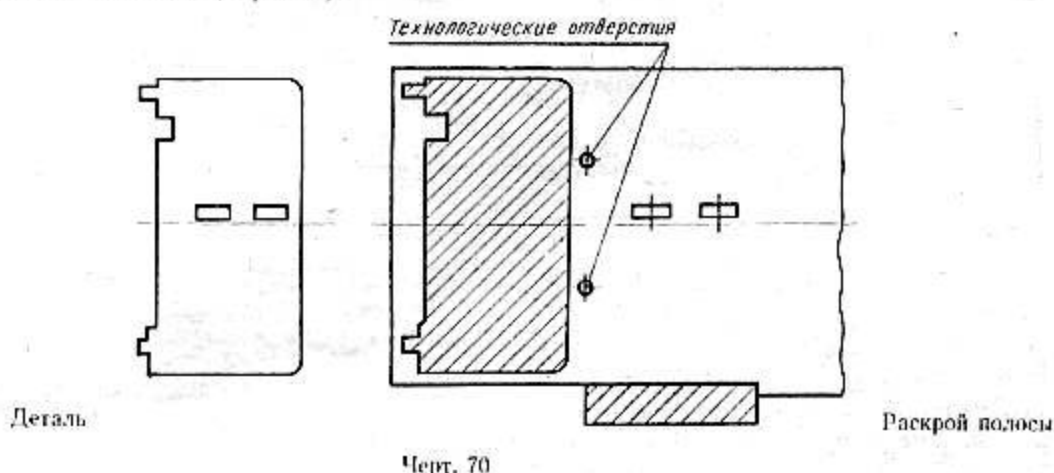
мм

Толщина материала, s	Зазор, z_a ($DC_3 - d$)	Высота пояса, h
До 1	0,05	0,5
Св. 1 до 1,5		1,0
• 1,5 • 2,0	0,08	1,5
• 2,0 • 3,5		2,0
• 3,5 • 5,0	0,10	3,0
• 5,0 • 7,0		5,0
• 7,0 • 10	0,12	7,0

$\frac{20}{+0,05} = 19,95$

Примечание. Размеры ловителей предусмотрены МН 843—60 и МН 844—60.

22. 0. 4. Для обеспечения заданного расположения отверстий относительно наружного контура и расстояния между отверстиями рекомендуется применять ловители также в штампах с шаговыми ножами. Количество ловителей выбирается конструктивно. При сложных конфигурациях отверстий, поэлементной вырезке в многошаговых штампах, размерах отверстий меньше 1,5 или больше 50 мм, в полосе, в местах отхода, пробиваются технологические отверстия для ловителей (черт. 70).



23. НОЖИ ШАГОВЫЕ, НОЖИ ДЛЯ РАЗРЕЗКИ ОТХОДОВ

23. 0. 1. Шаговые ножи применяются, в основном, в штампах последовательного действия для обеспечения точной подачи полосы и повышения производительности.

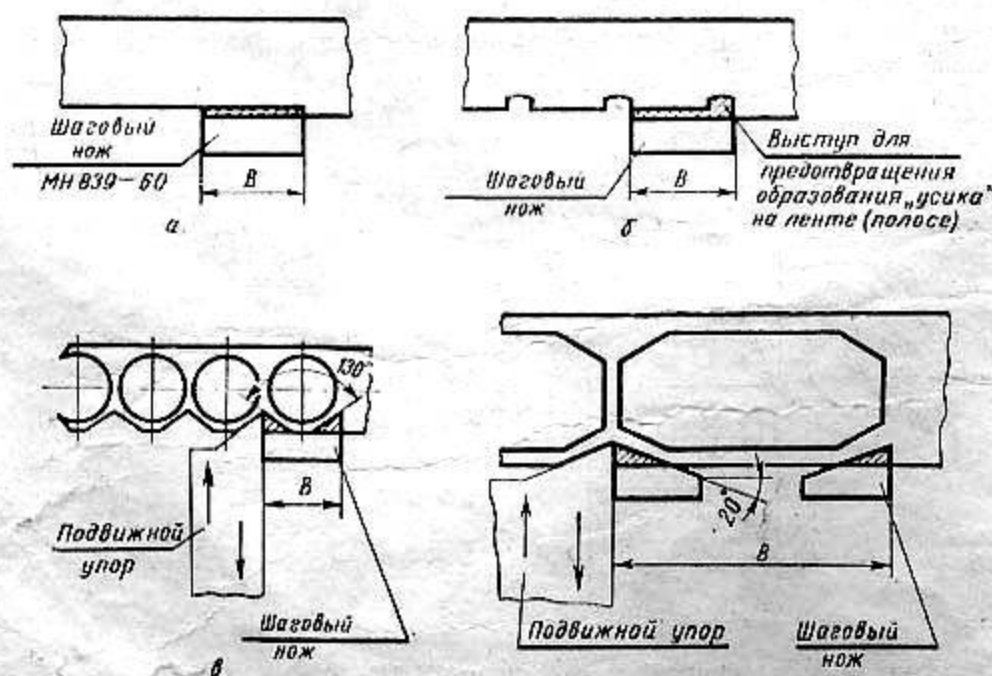
23. 0. 2. Шаговые ножи рекомендуется применять:

- в многопереходных штампах;
- при небольшом шаге, когда нет возможности установить постоянные или временные упоры;
- при необходимости обрезки одной или двух сторон полосы для получения детали.

23. 0. 3. В зависимости от конфигурации детали и точности подачи в штампе могут устанавливаться один или два ножа. Если при одном ноже невозможно создать упор для вырезки последней детали, рекомендуется применять два ножа.

23. 0. 4. Размеры шаговых ножей предусмотрены МН 839—60. Наиболее распространенные конструктивные формы шаговых ножей показаны на черт. 71:


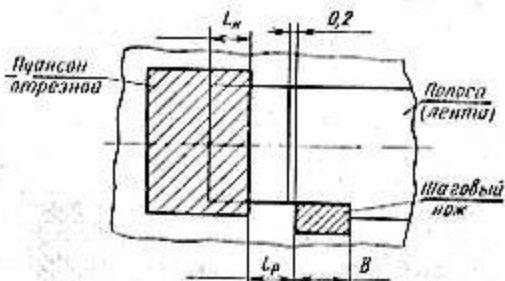
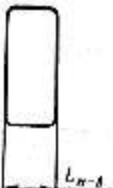
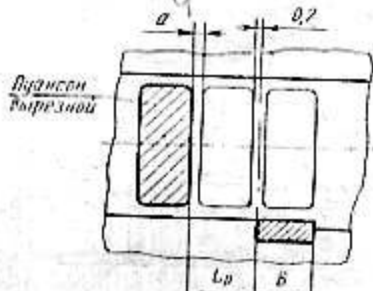
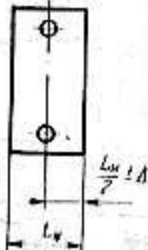
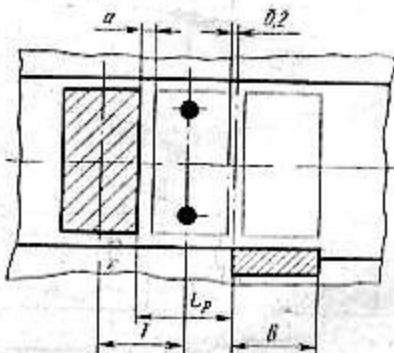
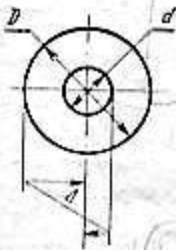
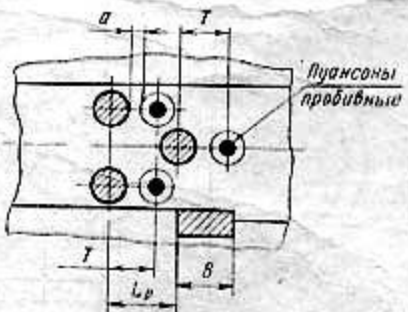
форма *a* наиболее простая в изготовлении. Недостатком является образование «усеков» при затуплении ножа;



Черт. 71

форма б более сложная; образование «усенков» исключено;
форма в позволяет уменьшить ширину полосы ввиду отсутствия специального припуска для обрезки кромки шаговым ножом;
форма г также не требует дополнительного припуска для обрезки кромки шаговым ножом, применяется в штампах с большим шагом (свыше 30 мм).
23. 0. 5. Схемы расположения шаговых ножей и пуансонов в зависимости от формы штампуемых деталей, а также расчетные формулы приведены в табл. 31.

Таблица 31

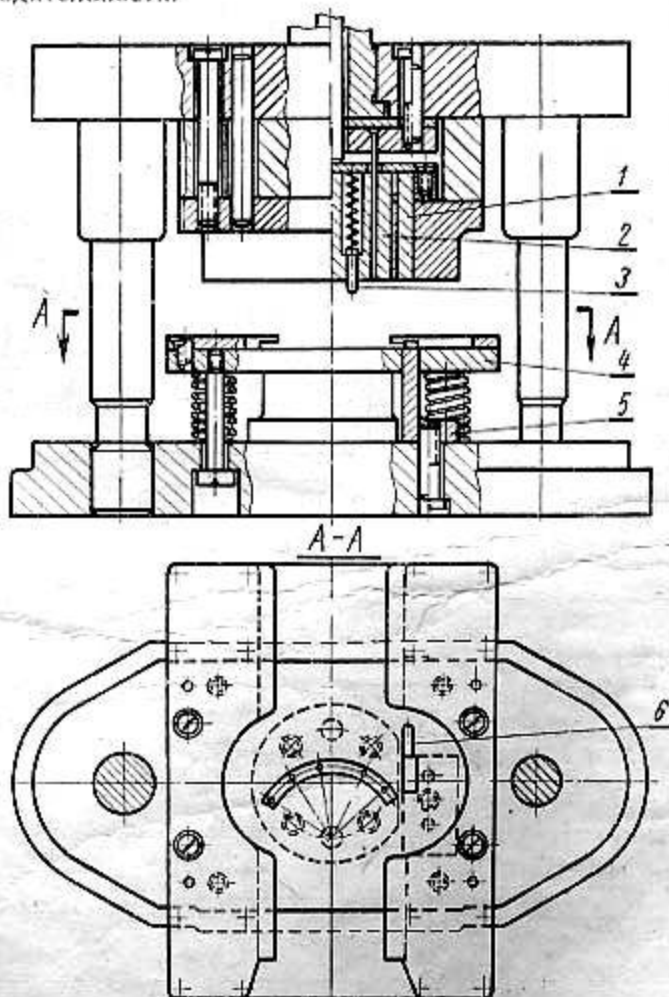
Эскизы штампуемых деталей	Схемы расположения шаговых ножей и пуансонов	Расчетные формулы
		$L_p = (L_n + 0,2) \pm 0,1$ $B = L_n - \left(\frac{\Delta}{2}\right) - \frac{\Delta}{4}$
		$L_p = (L_n + a + 0,2) \pm 0,1$ $B = (L_n + a) - 0,05$ <p><i>Handwritten:</i> $L_p = (95 + 4 + 0,2) = 33,2$ $B = (29 + 4) = 33$</p>
		$L_p = (L_n + a + 0,2) \pm 0,1$ <p>При применении лонцетей: $T = (L_n + a) \pm 0,05$ $B = (T + 0,2) - 0,03$ При отсутствии лонцетей: $T = (L_n + a) \pm \frac{\Delta}{2}$ $B = T \pm \frac{\Delta}{4}$ </p> <p><i>Handwritten:</i> $L_p +$</p>
		$L_p = 1,5(D + a) \pm 0,1$ $T = (D + a) \pm \frac{\Delta}{4}$ <p>При применении лонцетей: $B = (T + 0,2) - 0,03$ При отсутствии лонцетей: $B = T \pm \frac{\Delta}{8}$ </p>

Эскизы штампуемых деталей	Схемы расположения шаговых ножей и пуансонов	Расчетные формулы
		$L_p = [2(L_n + a) + 0.2] \pm 0.1$ $T = (L_n + a) \pm \frac{\Delta}{4}$ При применении лонцетелей: $B = (T + 0.1)_{-0.03}$ При отсутствии лонцетелей: $B = T \pm \frac{\Delta}{4}$

Условные обозначения:

- L_p — расстояние между режущими кромками отверстий в матрице под пуансон и шаговый нож (или между осями отверстий в матрице под вырезные пуансоны и режущей кромкой отверстия под шаговый нож при вырезке симметричных деталей), мм;
- L_n — номинальный размер по чертежу штампуемой детали, мм;
- B — ширина шагового ножа, мм;
- Δ — допуск на штампуемую деталь, мм;
- a — ширина перемычки, мм;
- T — шаг между деталями, мм.

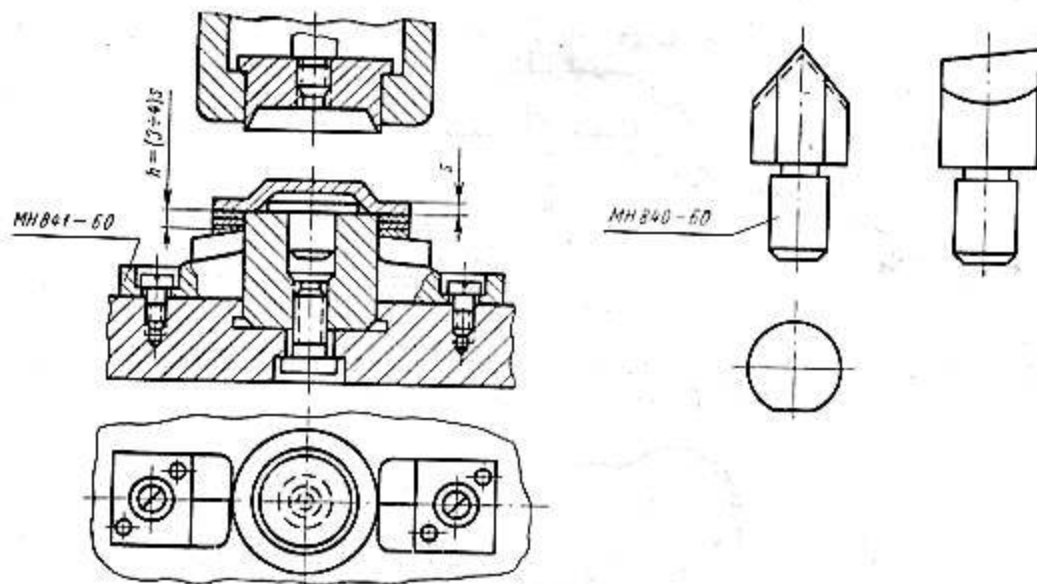
23.0.6. Шаговые ножи могут применяться также в штампах совмещенного действия (черт. 72) для повышения производительности.



Черт. 72
 1 — выталкиватель отходов;
 2 — выталкиватель детали;
 3 — отгибатель; 4 — съемник;
 5 — нож; 6 — упор ножевой.

23.0.7. Ножи прямоугольной или круглой формы (черт. 73) для разрезки отходов на обрезных операциях применяются вместо съемника.

Ножи устанавливаются впереди и сзади вплотную к пуансону ниже уровня его режущей кромки на величину $h = (3 \div 4) s$.



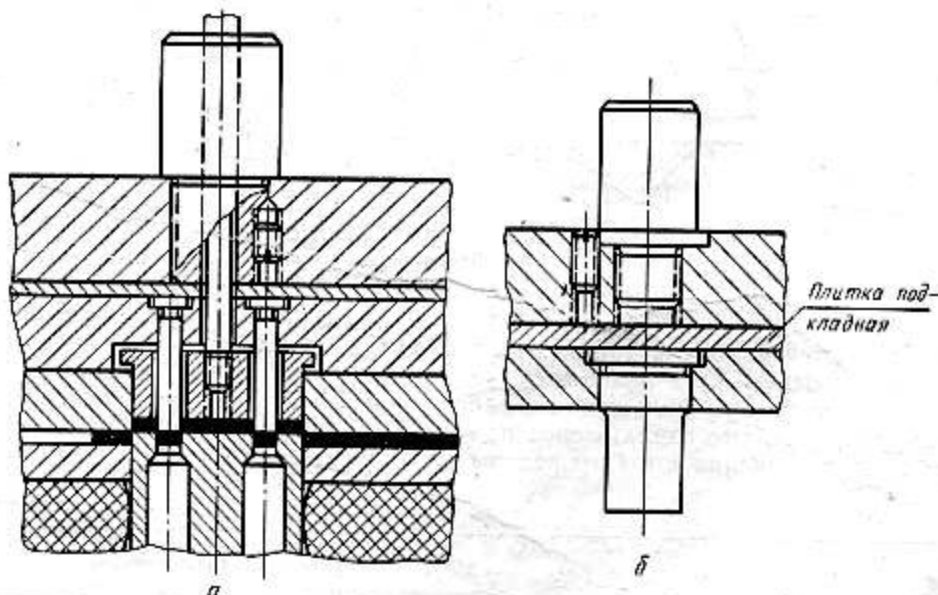
Черт. 73

24. ПОДКЛАДНЫЕ ПЛИТКИ

24.0.1. Подкладные плитки применяются в штампах в следующих случаях:

- при диаметре головок пуансонов до 10 мм (черт. 74, а) или при ослаблении плиты над опорной частью пуансонов (черт. 74, б);
- если удельное давление, передаваемое опорной частью пуансона или пуансон-матрицей, превышает 5 кгс/мм² при чугунных плитах и 10 кгс/мм² при стальных плитах.

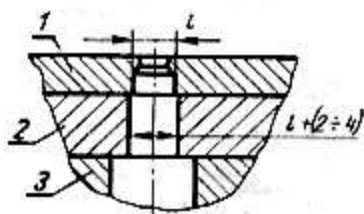
Подкладные плитки предусмотрены МН 891—60 и МН 892—60.



Черт. 74

25. ПРОВАЛЬНЫЕ ОТВЕРСТИЯ В ПЛИТАХ

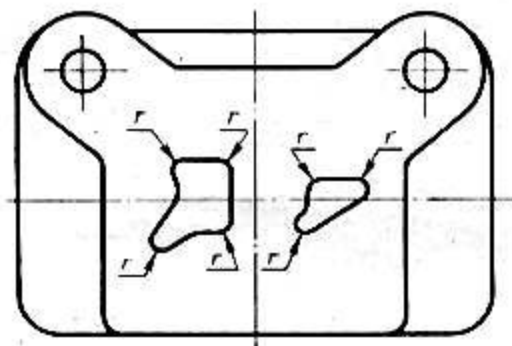
25.0.1. Размеры провального отверстия в плите штампа должны быть на 2—4 мм больше размера провального отверстия матрицы (черт. 75).



Черт. 75

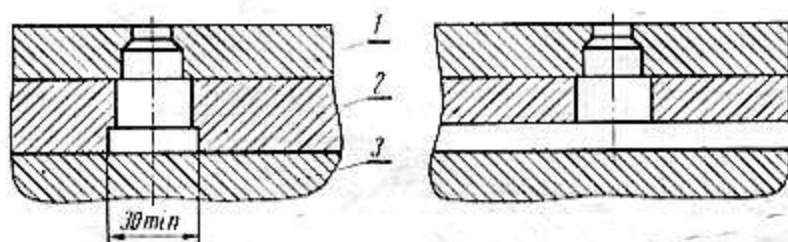
1 — матрица; 2 — плита штампа;
3 — плита прессы

25.0.2. Наименьшее значение радиусов закругления r в провальных отверстиях следует принимать равным 1,5 мм (черт. 76).



Черт. 76

25.0.3. Если в плите прессы нет отверстия или его размеры меньше отверстия в плите штампа, необходимо предусматривать сквозные пазы для удаления деталей (черт. 77).



Черт. 77

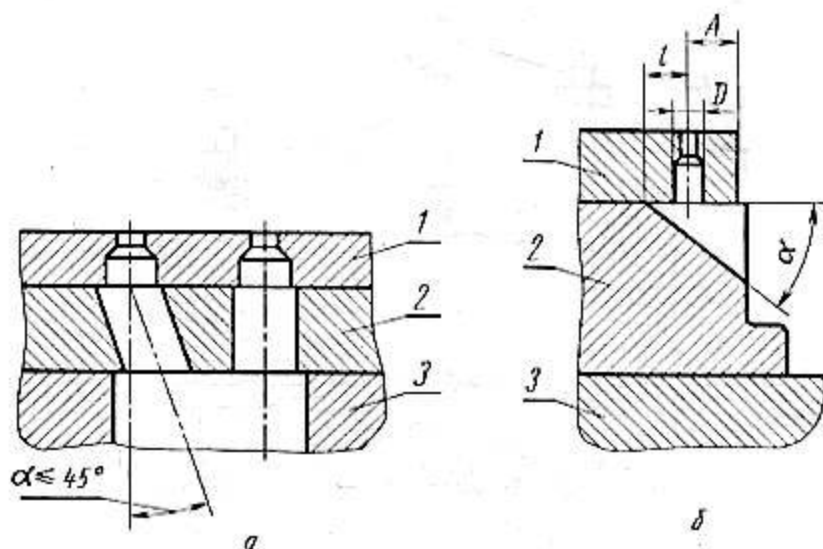
1 — матрица; 2 — плита штампа; 3 — плита прессы

25.0.4. Если отверстие в матрице выходит за пределы провального отверстия в плите прессы, провальное отверстие в плите штампа следует выполнить под углом α (черт. 78,а). Если отверстие в матрице расположено на расстоянии $A=2D$ от края, то для провала отхода в плите штампа необходимо сделать скос под углом α (черт. 78,б).

Рекомендуемые значения α и l приведены в табл. 32.

Таблица 32

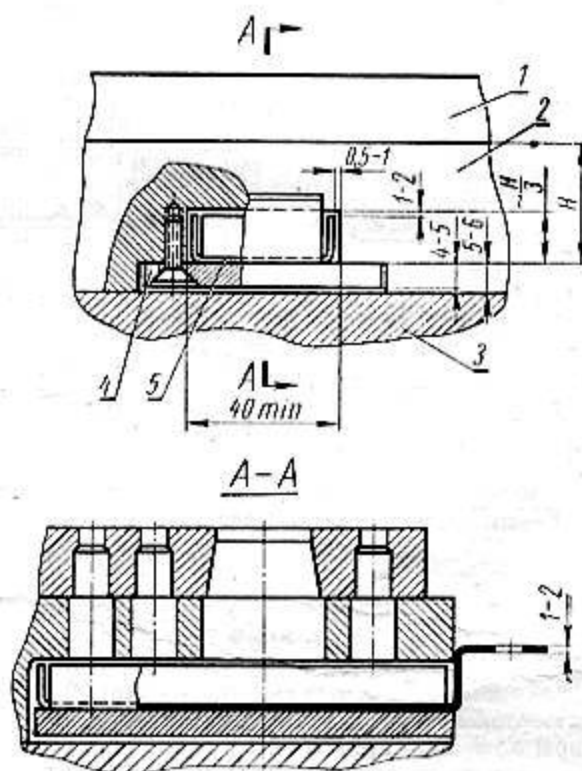
α	30°	35°	40°	45°
l	$3s + \frac{D}{2}$	$3,5s + \frac{D}{2}$	$4,2s + \frac{D}{2}$	$5,2s + \frac{D}{2}$



Черт. 78

1—матрица; 2—плита штампа; 3—плита прессы

25.0.5. Для удаления отходов в крупногабаритных штампах, когда пробиваемые отверстия в штампуемых деталях не совпадают с провальным окном в плите прессы, рекомендуется применять лотки (черт. 79).

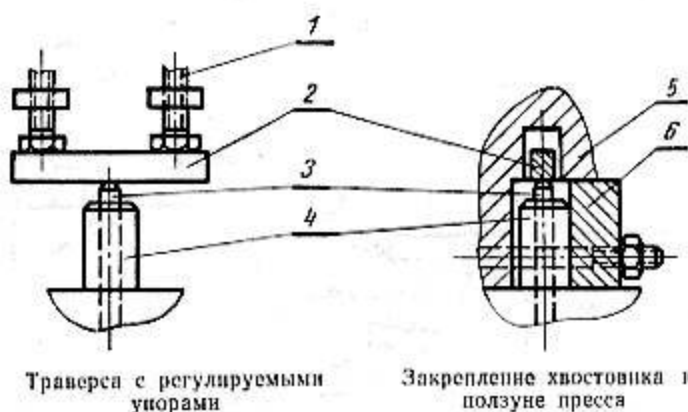


Черт. 79

1—матрица; 2—плита штампа; 3—плита прессы;
4—планка; 5—лоток

26. ТОЛКАТЕЛИ И ОТЛИВАТЕЛИ

26.0.1. Принудительное выталкивание деталей из матрицы, расположенной в верхней части штампа, осуществляется верхним выталкивающим устройством прессы и толкателем, упирающимся в выталкивающую планку (траверсу), проходящую через прямоугольный прорез в ползуне прессы (черт. 80).



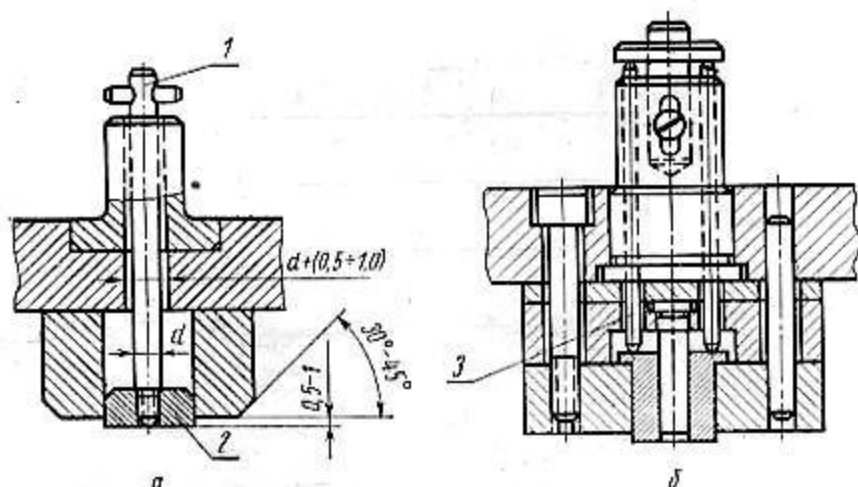
Траверса с регулируемыми упорами

Закрепление хвостовика в ползуне прессы

Черт. 80

1 — регулируемый упор; 2 — выталкивающая планка;
3 — толкатель; 4 — хвостовик; 5 — ползун; 6 — вкладыш

26.0.2. Длина толкателя, обуславливающая максимальный ход выталкивающей планки (траверсы), выбирается с учетом высоты прямоугольного прореза в ползуне прессы. Передача давления от толкателя на деталь осуществляется: а) непосредственно через выталкиватель (черт. 81, а); б) через промежуточные шпильки или штифты (черт. 81, б). Конструктивные размеры толкателей предусмотрены МН 860—60.



Черт. 81

1 — толкатель; 2 — выталкиватель; 3 — штифт

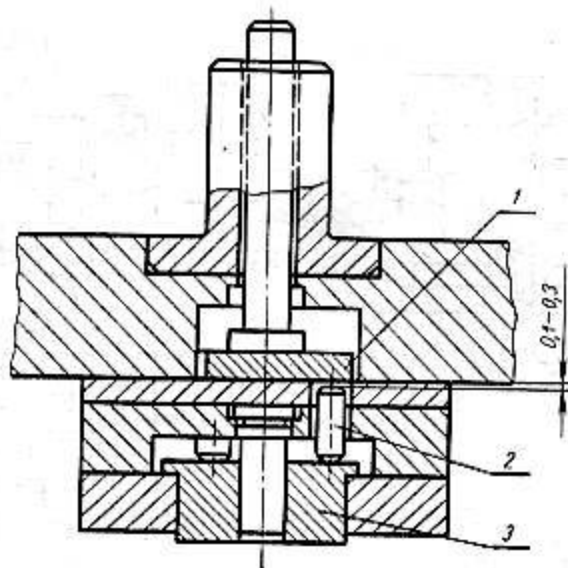
26.0.3. При применении выталкивающего устройства с промежуточной планкой (черт. 82) последнюю рекомендуется выполнять в виде звездочки.

26.0.4. Отлипатели (сбрасыватели) рекомендуется применять по всем штампам совмещенного действия при вырезке деталей из материала толщиной менее 0,6 мм. Конструкции отлипателей приведены на черт. 83.

Рекомендуемые размеры d , d_1 и H приведены в табл. 33.

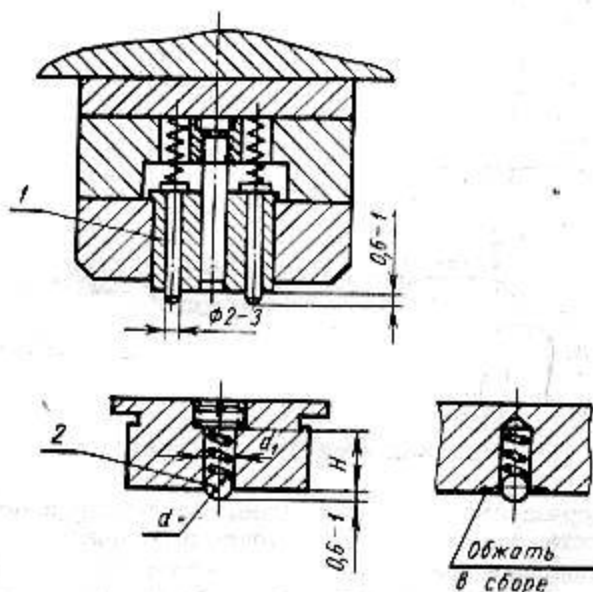
Таблица 33

мм		
d	d_1	H
3	3,2	9
4	4,2	12
6	6,3	17



Черт. 82

1 — планка промежуточная (звездочка); 2 — штифт;
3 — выталкиватель



Черт. 83

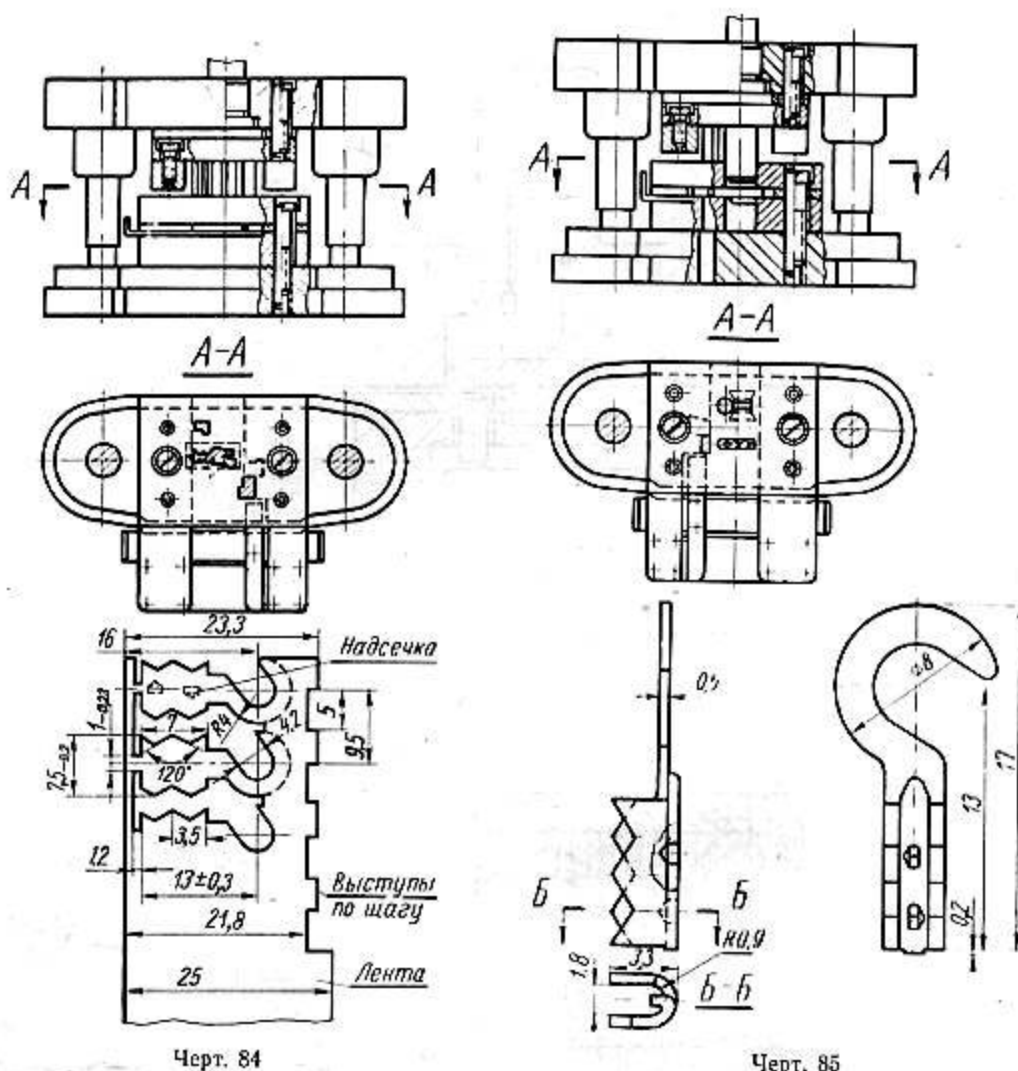
1 — отливатель стержневой; 2 — отливатель шариковый

27. ШТАМПЫ ДЛЯ ВЫРЕЗКИ С ПЕРФОРАЦИЕЙ

27.0.1. При изготовлении деталей, особенно малогабаритных, требующих нескольких штамповочных операций (вырезка с гибкой и т. д.), не всегда целесообразно применять сложные комбинированные штампы. Операционная штамповка значительно повышает трудоемкость. В этих случаях применяется штамповка с перфорацией.

27.0.2. Способ операционной штамповки с перфорацией заключается в том, что контур детали на первой операции вырезается частично и деталь остается в ленте. Одновременно вырезаются перфорирующие отверстия. На второй операции деталь окончательно дорабатывается и отделяется от ленты. Лента фиксируется по перфорирующим выступам (отверстиям).

27.0.3. На черт. 84 и 85 изображена схема изготовления детали в двух штампах: в первом производится вырезка основного контура и надсечка (без отделения детали от ленты), а во втором — гибка и отрезка от ленты.



Черт. 84

Черт. 85

28. ЧИСТОВАЯ ВЫРЕЗКА И ПРОБИВКА

28.0.1. Поверхность среза при вырезке и пробивке детали в обычных штампах имеет значительную шероховатость, зависящую от условий штамповки.

28.0.2. Уменьшение шероховатости поверхности среза может быть достигнуто применением зачистных (см. разд. 33) или специальных штампов для чистой вырезки и пробивки.

28.0.3. Для чистой вырезки и пробивки применяются:

а) вырезные штампы с матрицами, имеющими закругленные режущие кромки (черт. 86).

Указанные штампы применяются для изготовления деталей из низкоуглеродистой отожженной стали, алюминиевых, медноникелевых и других сплавов цветных металлов.

Усилие при чистой вырезке на 10—20% выше по сравнению с усилием, подсчитанным по формуле (6).

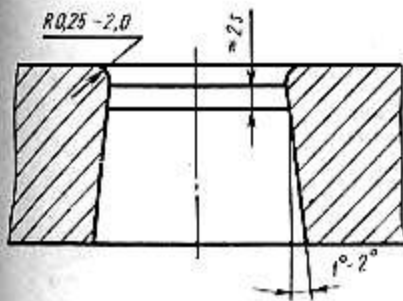
Чистовая вырезка и пробивка должны производиться с применением смазки индустриальным маслом 20 по ГОСТ 1707—51;

б) вырезные штампы с высоким удельным давлением прижима материала в зоне деформации и с прижимом-выталкивателем (черт. 87).

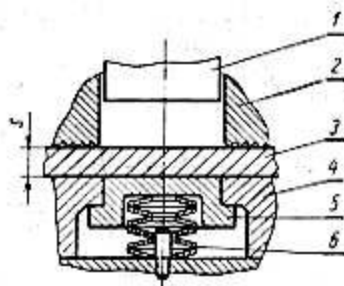
Указанные штампы применяются для изготовления деталей из материала толщиной до 4 мм.

Удельное давление прижима должно быть равным временному сопротивлению штампуемого материала σ_v ;

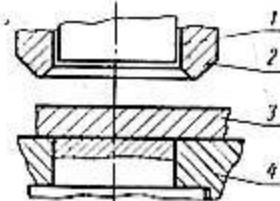
в) вырезные штампы с высоким удельным давлением прижима материала в зоне деформации и с прижимом, снабженным кольцевым ребром (черт. 88).



Черт. 86



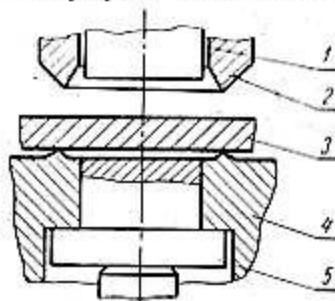
Черт. 87
1 — пуансон; 2 — прижим с кольцевой зубчатой насечкой; 3 — материал; 4 — матрица; 5 — прижим-выталкиватель; 6 — тарельчатая пружина



Черт. 88
1 — пуансон; 2 — прижим с кольцевым ребром; 3 — материал; 4 — матрица

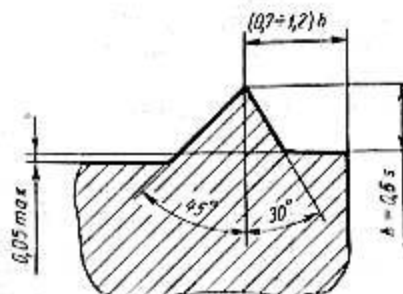
Указанные штампы применяются для изготовления деталей из материалов толщиной свыше 4 мм. При вырезке деталей из материалов толщиной свыше 6 мм ребро предусматривается также и на матрице (черт. 89).

Рабочий профиль кольцевого ребра матрицы показан на черт. 90.



Черт. 89
1 — пуансон; 2 — прижим; 3 — материал; 4 — матрица; 5 — выталкиватель

28. 0. 4. Ширину перемычек полосы для чистой вырезки и пробивки следует принимать по табл. 5 с коэффициентом 2,5.



Черт. 90

28. 0. 5. Усилие прижима P в кгс определяется по формуле

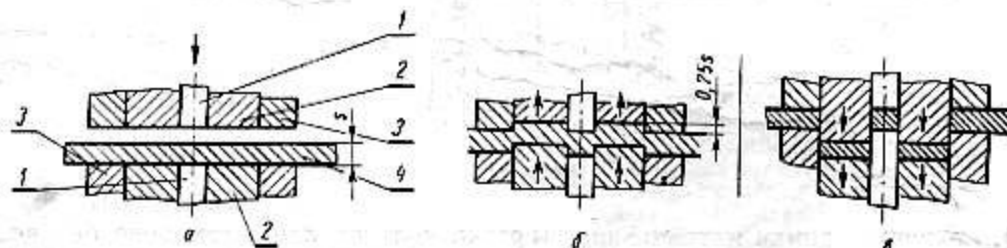
$$P = k l h_1 \quad (32a)$$

где k — удельное давление прижима в зависимости от штампуемого материала (табл. 34);

l — периметр кольцевого ребра, мм;

h_1 — глубина проникновения кольцевого ребра прижима в материал, мм ($\approx 0,5 s$).

28. 0. 6. Реверсивная чистовая вырезка и пробивка (черт. 91, а, б, в) применяется в штампах совмещенного действия.



Черт. 91

1 — пуансоны; 2 — пуансон-матрицы; 3 — матрицы; 4 — заготовка

Заготовка помещается между двумя матрицами, пуансон-матрицами и пуансонами (черт. 91,а), установленными concentрично, и зажимается. Штамповка производится в два этапа. На первом этапе (черт. 91,б) пуансон-матрицы движутся вверх на высоту, равную

примерно 0,25 с; на втором этапе (черт. 91,а) реверсируется направление движения и происходит окончательная вырезка и пробивка. Так как деталь остается в полосе (ленте), штамповочная операция должна производиться на гидравлическом прессе тройного действия.

Таблица 34

Наименования материалов	Удельное давление прижима k , кгс/мм ²
Алюминий нагартованный	0,5
Лента медная твердая	1,3
Лента латуинная твердая	1,8
Сталь марки 45	2,5
Сталь марки X18H9T	3,0

28.0.7. Штампы для чистовой вырезки и пробивки должны иметь повышенную жесткость по сравнению с обычными штампами. Для обеспечения надежности и большой жесткости рекомендуется применять блоки с шариковыми направляющими и плавающими хвостовиками по МН 4763-63—МН 4775-63.

28.0.8. Зазоры между матрицей и пуансоном при чистовой вырезке и пробивке следует принять равными $0,01 \div 0,02$ мм.

29. ШТАМПЫ ДЛЯ ВЫРЕЗКИ И ПРОБИВКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ, НЕРЖАВЕЮЩИХ И ЖАРОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ

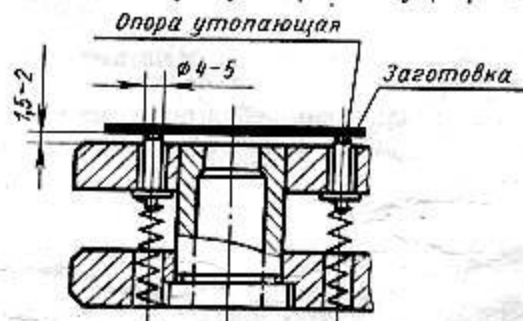
29.0.1. Детали из магниевых сплавов штампуются в холодном и нагретом состоянии, причем в холодном состоянии штампуются заготовки с припуском на последующую обработку.

Вырезка и пробивка деталей из отожженного материала толщиной до 2 мм производятся в холодном состоянии, а деталей из материала толщиной более 2 мм — в нагретом состоянии.

29.0.2. Для вырезки и пробивки деталей из магниевых сплавов рекомендуется применять штампы совмещенного действия.

При штамповке с нагревом пластинчатые штампы не применяются.

29.0.3. Для снижения теплоотдачи нагретого материала рекомендуется ставить утопающие опоры, обеспечивающие воздушную прослойку (черт. 92).



Черт. 92

29.0.4. Режущие кромки матрицы для вырезки контура при штамповке без подогрева следует делать скошенными (см. разд. 31.2, черт. 93), а резьбовые отверстия в съемнике под ступенчатые винты — глухими.

29.0.5. При штамповке с подогревом исполнительные размеры детали L' в мм рассчитываются с учетом усадки:

$$L' = L_0 (1 + \beta), \quad (33)$$

где L_0 — размер по чертежу детали, мм;

β — коэффициент, учитывающий линейное расширение при нагреве.

Для сплава МА8М значения β в зависимости от температуры нагрева приведены в табл. 35.

Таблица 35

Температура нагрева, °С	β	Температура нагрева, °С	β
150	0,004	300	0,008
200	0,005	350	0,0096
250	0,0065	400	0,011

29. 0. 6. Детали из нержавеющей и жаропрочных сталей штампуются в холодном состоянии. Для восстановления структуры материала детали из жаропрочных сталей после штамповки следует подвергать термической обработке.

30. ШТАМПЫ ДЛЯ ВЫРЕЗКИ И ПРОБИВКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

30. 0. 1. Для штамповки обычно применяются следующие марки титановых сплавов: BT1—1; BT1—2 и BT5—1.

Штамповка деталей производится:

- из сплава BT1—1 — в холодном состоянии;
- из сплава BT1—2 — с нагревом до 300—400°С;
- из сплава BT5—1 — в холодном состоянии при толщине материала до 2 мм и с нагревом до температуры 300—400°С при толщине свыше 2 мм.

30. 0. 2. Независимо от температурного режима и любой штамповочной операции (вырезка, пробивка, гибка, зачистка, вытяжка, разбортовка и др.) все детали из титановых сплавов подвергаются межоперационному и окончательному отжигу (табл. 36).

Таблица 36

Марка сплава	Температура нагрева при отжиге, °С	Время выдержки при нагреве	Охлаждение
BT1—1 и BT1—2	550—600	10—15 мин на 1 мм толщины материала	На воздухе
BT5—1	650—700		

30. 0. 3. Во избежание трещин на готовых деталях рекомендуется предусматривать припуск на зачистку.

31. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ШТАМПОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ГЕТИНАКСА И ТЕКСТОЛИТА

31. 0. 1. Штамповка деталей из гетинакса и текстолита производится с подогревом и без подогрева. Предельная толщина материала, при которой вырезка может производиться без подогрева, приведена в табл. 37

Таблица 37

Наименование материала	Марка материала	Предельная толщина материала, мм		
		Детали простой формы	Детали сложной формы	Пробивка отверстий диаметром до 5 мм
Гетинакс	В; Вс; Д; Ав; Бв; Гв; Дв	1,5	1,0	1,5
Текстолит	Все марки	2,0	1,5	2,0

31.0.2. При вырезке и пробивке деталей из материала большей толщины, чем в табл. 37, необходим предварительный подогрев. Температура и продолжительность подогрева материала приведены в табл. 38.

Таблица 38

Наименование материала	Марка материала	Температура подогрева, °С	Время подогрева
Гетинакс	В; Вс; Д	80—90	5—8 мин на 1 мм толщины материала
	Ав; Бв; Вв; Гв; Дв	110—120	
Текстолит	Все марки	80—90	

31.0.3. При вырезке материала с подогревом усадка размеров, совпадающих с продольным направлением листового материала, несколько меньше усадки размеров, совпадающих с поперечным направлением. Поэтому при штамповке деталей прямоугольной формы раскрой листа на полосы рекомендуется производить так, чтобы длина детали совпадала с длиной листа, а ширина — с шириной.

31.1. Расчет исполнительных размеров матриц и пуансонов

31.1.1. Исполнительные размеры пуансона L_n и матрицы L_m в мм при пробивке отверстия в слоистых пластиках без подогрева материала определяются с учетом упругой деформации e по формулам:

$$L_n = (L + \frac{\Delta}{2} + e) - \delta_n \quad (34)$$

$$L_m = (L_n + z), \quad (34a)$$

где L — номинальный размер отверстия штампуемой детали, мм;
 Δ — допуск на соответствующий размер штампуемой детали, мм;
 e — упругая деформация, мм. Ориентировочные значения выбираются по табл. 39;
 δ_n — допуск на рабочие размеры пуансона (табл. 12);
 z — зазор между матрицей и пуансоном (табл. 10).

Таблица 39

Толщина материала, s	Упругая деформация, e	
	гетинакса	текстолита
До 0,5	0,02	0,025
Св. 0,5 до 1,0	0,02—0,04	0,025—0,05
• 1,0 • 1,5	0,04—0,06	0,05—0,08
• 1,5 • 2,0	0,06—0,08	0,08—0,10
• 2,0 • 3,0	—	0,10—0,15

31.1.2. Исполнительные размеры матрицы L_m и пуансона L_n при вырезке деталей с подогревом материала определяются с учетом усадки и по следующим формулам:

а) при вырезке наружного контура $L_m = (L + P_{нар}) + \delta_m$; (35)

$$L_n = L_m - z; \quad (36)$$

б) при пробивке отверстия $L_n = (L + P_{пр}) - \delta_n$; (37)

$$L_m = L_n + z, \quad (38)$$

где $P_{нар}$ — припуск на рабочие размеры при вырезке наружного контура (табл. 40 и 41);
 $P_{пр}$ — припуск на рабочие размеры при пробивке отверстий (табл. 40а и 41а);
 δ_m и δ_n — допуски на рабочие размеры матрицы и пуансона (табл. 12);
 z — зазор между матрицей и пуансоном (табл. 10).

Припуски $P_{нар}$ на рабочие размеры отверстий матриц при вырезке наружного контура деталей из гетинакса с подогревом материала приведены в табл. 40.

мм

Таблица 40

Номиналь- ные раз- меры вы- резаемого контура	Допуски на вырезаемый контур деталей из гетинакса									
	C_5					B_7				
	Толщина материала									
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
	Припуски $H_{нар}$ при вырезке с подогревом									
Св. 1 до 3	-0,08	-0,09	-0,10	-0,11	-0,12	-0,14	-0,15	-0,16	-0,17	-0,18
3 . 6	-0,10	-0,11	-0,12	-0,12	-0,13	-0,18	-0,20	-0,21	-0,21	-0,22
6 . 18	-0,11	-0,12	-0,13	-0,13	-0,14	-0,20	-0,21	-0,22	-0,22	-0,23
18 . 30	-0,11	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,23	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24
30 . 50	-0,11	-0,13	-0,10	-0,10	-0,05	-0,24	-0,27	-0,24	-0,24	-0,19
50 . 70	-0,09	-0,09	-0,08	-0,07	-0,06	-0,26	-0,26	-0,25	-0,24	-0,24
70 . 80	-0,07	-0,07	-0,05	-0,04	-0,03	-0,24	-0,24	-0,22	-0,21	-0,20
80 . 100	-0,06	-0,05	-0,03	-0,02	+0,00	-0,26	-0,25	-0,23	-0,22	-0,20
100 . 110	-0,04	-0,06	-0,01	+0,01	+0,03	-0,24	-0,23	-0,21	-0,19	-0,17
110 . 120	-0,02	-0,01	+0,02	+0,03	+0,06	-0,22	-0,21	-0,18	-0,17	-0,14
120 . 130	-0,03	-0,01	+0,01	+0,03	+0,06	-0,27	-0,25	-0,23	-0,21	-0,18
130 . 140	-0,01	+0,01	+0,04	+0,06	+0,09	-0,25	-0,23	-0,20	-0,18	-0,15
140 . 150	+0,01	+0,03	+0,06	+0,08	+0,12	-0,23	-0,21	-0,18	-0,16	-0,12
150 . 170	+0,05	+0,07	+0,11	+0,14	+0,18	-0,19	-0,17	-0,13	-0,10	-0,06
170 . 180	+0,07	+0,10	+0,14	+0,16	+0,21	-0,17	-0,14	-0,10	-0,08	-0,03
180 . 190	+0,05	+0,08	+0,12	+0,15	+0,20	-0,22	-0,19	-0,15	-0,12	-0,07
190 . 210	+0,09	+0,12	+0,17	+0,21	+0,26	-0,18	-0,15	-0,10	-0,06	-0,01
210 . 220	+0,11	+0,14	+0,20	+0,24	+0,29	-0,16	-0,13	-0,07	-0,03	+0,02
220 . 230	+0,13	+0,16	+0,22	+0,26	+0,31	-0,14	-0,11	-0,05	-0,01	+0,04
230 . 240	+0,15	+0,19	+0,25	+0,29	+0,35	-0,12	-0,08	-0,02	+0,02	+0,08
240 . 250	+0,17	+0,21	+0,27	+0,31	+0,38	-0,10	-0,06	-0,00	+0,04	+0,11

Примечание. При подсчете исполнительных размеров матрицы величины со знаком минус вычитаются из номинального размера детали; величины со знаком плюс прибавляются к номинальному размеру детали, например, при вырезке детали размером 150×20 мм с допуском по C_5 из гетинакса толщиной 2 мм исполнительные размеры матрицы равны

$$L_1 = 150 + 0,06 = 150,06 \text{ мм}; L_2 = 20 - 0,12 = 19,88 \text{ мм}.$$

Припуски $P_{\text{шт}}$ на рабочие размеры пуансонов при пробивке отверстий в деталях из гетинакса с подогревом материала приведены в табл. 40а.

мм

Таблица 40а

Номинальные размеры пробиваемых отверстий	Допуски на отверстия в деталях из гетинакса														
	A_4					A_5					A_7				
	Толщина материала														
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Припуски $P_{\text{шт}}$ при пробивке с подогревом															
Св. 1 до 3	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,14	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
. 3 . 6	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,16	0,16	0,16	0,18	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
. 6 . 10	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	0,20	0,20	0,20	0,20	0,22	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
. 10 . 18	0,14	0,15	0,17	0,19	0,22	0,24	0,24	0,24	0,25	0,28	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
. 18 . 25	0,16	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,28	0,28	0,30	0,33	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
. 25 . 30	0,17	0,20	0,22	0,25	0,29	0,28	0,28	0,30	0,32	0,36	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
. 30 . 40	0,21	0,24	0,27	0,32	0,35	0,34	0,34	0,36	0,41	0,44	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
. 40 . 50	0,24	0,27	0,30	0,34	0,40	0,34	0,36	0,39	0,43	0,49	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
. 50 . 60	0,28	0,32	0,36	0,40	0,47	0,40	0,42	0,46	0,50	0,57	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
. 60 . 70	0,30	0,35	0,39	0,44	0,52	0,40	0,45	0,50	0,54	0,62	0,74	0,74	0,74	0,74	0,79
. 70 . 80	0,33	0,38	0,43	0,48	0,57	0,43	0,48	0,53	0,58	0,67	0,74	0,74	0,74	0,74	0,84
. 80 . 90	0,36	0,42	0,47	0,53	0,63	0,48	0,54	0,59	0,65	0,75	0,87	0,87	0,87	0,87	0,95
. 90 . 100	0,39	0,45	0,51	0,57	0,68	0,51	0,57	0,63	0,69	0,80	0,87	0,87	0,87	0,87	1,0

Примечание. При подсчете исполнительного размера пуансона припуски прибавляются к номинальному размеру отверстия, например, при пробивке отверстия $\varnothing 5A_4$ в гетинаксе толщиной 2 мм с подогревом материала исполнительный размер пуансона равен

$$D_{\text{п}} = 5 + 0,11 = 5,11 \text{ мм.}$$

Припуски $P_{\text{мат}}$ на рабочие размеры матриц при вырезке контура деталей из текстолита с подогревом материала приведены в табл. 41.

мм

Таблица 41

Номинальные размеры вырезаемого контура			Допуски на вырезаемый контур деталей из текстолита					
			C_4			B_7		
			Толщина материала					
			2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
			Припуски $H_{\text{пр}}$ при вырезке с подогревом					
Св.	1 до	3	-0,13	-0,15	-0,17	-0,19	-0,21	-0,23
»	3 »	6	-0,15	-0,17	-0,18	-0,24	-0,25	-0,27
»	6 »	18	-0,16	-0,18	-0,19	-0,25	-0,27	-0,28
»	18 »	30	-0,16	-0,17	-0,18	-0,28	-0,29	-0,30
»	30 »	50	-0,15	-0,15	-0,15	-0,29	-0,29	-0,29
»	50 »	70	-0,14	-0,13	-0,12	-0,31	-0,30	-0,29
»	70 »	80	-0,12	-0,11	-0,10	-0,29	-0,28	-0,27
»	80 »	100	-0,11	-0,09	-0,07	-0,31	-0,29	-0,27
»	100 »	110	-0,09	-0,07	-0,04	-0,29	-0,27	-0,24
»	110 »	120	-0,08	-0,05	-0,02	-0,27	-0,24	-0,21
»	120 »	130	-0,07	-0,04	-0,01	-0,32	-0,29	-0,26
»	130 »	140	-0,06	-0,02	+0,01	-0,30	-0,26	-0,23
»	140 »	150	-0,04	+0,00	+0,04	-0,28	-0,24	-0,20
»	150 »	170	+0,00	+0,05	+0,09	-0,24	-0,19	-0,15
»	170 »	180	+0,00	+0,06	+0,11	-0,22	-0,17	-0,12
»	180 »	190	+0,02	+0,07	+0,12	-0,27	-0,21	-0,16
»	190 »	210	+0,04	+0,10	+0,17	-0,23	-0,17	-0,10
»	210 »	220	+0,06	+0,13	+0,20	-0,21	-0,14	-0,07
»	220 »	230	+0,08	+0,15	+0,23	-0,19	-0,12	-0,04
»	230 »	240	+0,10	+0,18	+0,25	-0,17	-0,09	-0,02
»	240 »	250	+0,12	+0,20	+0,28	-0,15	-0,07	+0,01

Примечание. При подсчете исполнительных размеров матрицы величины со знаком минус вычитаются из номинальных размеров детали; величины со знаком плюс прибавляются к номинальному размеру детали, например, при вырубке детали 250×20 мм с допуском по C_4 из текстолита толщиной 2 мм исполнительные размеры матрицы равны

$$L_1 = 250 + 0,12 = 250,12 \text{ мм};$$

$$L_2 = 20 - 0,16 = 19,84 \text{ мм}.$$

Припуски $H_{\text{пр}}$ на рабочие размеры пуансонов при пробивке отверстий в деталях из текстолита с подогревом материала приведены в табл. 41а.

мм

Таблица 41а

Номинальные размеры пробиваемых отверстий			Допуски на отверстия в деталях из текстолита								
			A_4			A_6			A_7		
			Толщина материала								
			2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
			Припуски $H_{\text{пр}}$ при пробивке с подогревом								
Св.	1 до	3	0,12	0,14	0,16	0,15	0,17	0,19	0,25	0,25	0,25
»	3 »	6	0,14	0,16	0,18	0,18	0,20	0,22	0,30	0,30	0,30
»	6 »	10	0,16	0,18	0,21	0,21	0,23	0,26	0,36	0,36	0,36
»	10 »	18	0,19	0,21	0,24	0,25	0,27	0,30	0,43	0,43	0,43
»	18 »	25	0,21	0,24	0,28	0,28	0,31	0,35	0,52	0,52	0,52
»	25 »	30	0,23	0,26	0,30	0,30	0,33	0,37	0,52	0,52	0,52
»	30 »	40	0,26	0,30	0,34	0,35	0,39	0,43	0,62	0,62	0,62
»	40 »	50	0,29	0,33	0,38	0,38	0,42	0,47	0,62	0,62	0,62
»	50 »	60	0,34	0,38	0,44	0,44	0,48	0,54	0,74	0,74	0,74
»	60 »	70	0,36	0,41	0,47	0,46	0,51	0,57	0,74	0,74	0,74
»	70 »	80	0,39	0,44	0,51	0,49	0,54	0,61	0,74	0,74	0,78
»	80 »	90	0,42	0,48	0,55	0,54	0,60	0,67	0,87	0,87	0,87
»	90 »	100	0,45	0,51	0,59	0,57	0,63	0,71	0,87	0,87	0,91

Примечание. При подсчете исполнительного размера пуансона размеры припусков прибавляются к номинальному размеру отверстия, например, при пробивке отверстия $\varnothing 5A_4$ в текстолите толщиной 2 мм с подогревом материала исполнительный размер пуансона равен

$$D_n = 5 + 0,14 = 5,14 \text{ мм}.$$

31.1.3. Межосевые расстояния L в мм или другие размеры, не изменяющиеся при износе штампа, определяются:

- при штамповке без подогрева материала по формуле (24) и табл. 11;
- при штамповке с подогревом по формуле

$$L = L_n(1 + K) \pm 0,5\Delta, \quad (39)$$

где L_n — номинальный размер штампуемой детали, мм;

Δ — допуск на соответствующий размер штампуемой детали, мм;

K — коэффициент, учитывающий усадку (табл. 42).

Таблица 42

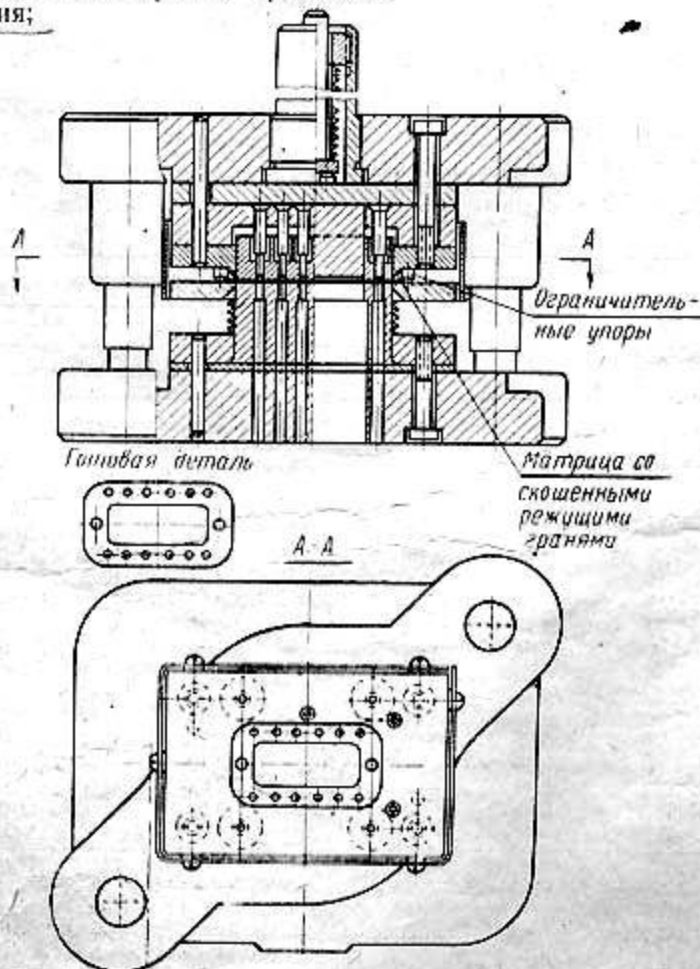
Толщина материала, s мм	K	
	для гетинакса	для текстолита
1	0,001	0,0007
2	0,0015	0,0010
3	0,0020	0,0015

31.1.4. Для всех остальных случаев расчет исполнительных размеров производится по формулам, указанным в табл. 11.

31.2. Выбор конструкции штампа

31.2.1. При вырезке или пробивке деталей из гетинакса и текстолита рекомендуется применять следующие конструкции штампов:

- последовательного действия с верхним прижимом;
- совмещенного действия;
- специальные.



31.2.2. Штампы последовательного действия с верхним прижимом рекомендуются для вырезки деталей из гетинакса толщиной до 1 мм и текстолита до 2 мм при расстоянии пробиваемых отверстий от края детали не менее $(1,5 \div 2)s$, где s — толщина материала.

31.2.3. Штампы совмещенного действия рекомендуются для вырезки деталей из гетинакса толщиной свыше 1 мм и текстолита свыше 2 мм, а также для деталей сложной конфигурации из материала толщиной меньше указанной или для деталей с отверстиями, близко расположенными у края.

31.2.4. К специальным конструкциям штампов относятся штампы со скошенными режущими гранями матрицы, обеспечивающие получение более чистой поверхности среза. Эти штампы рекомендуется применять для вырезки из гетинакса толщиной свыше 2 мм деталей закругленной формы.

Конструкция такого штампа изображена на черт. 93. Угол скоса режущих граней матрицы равен 45° .

Для того, чтобы не происходило затупление режущих граней матрицы при случайном включении пресса без установки штампуемого материала, рекомендуется устанавливать ограничительные упоры. Торцовая поверхность упоров должна выступать над зеркалом матрицы на величину несколько меньшую толщины штампуемого материала. Ограничительные упоры расположены так, что они не препятствуют прижиму полбсы при вырезке деталей.

31.3. Расчет усилия прижима, конструкция прижимных устройств ✓

31.3.1. В целях повышения качества поверхности среза, предотвращения трещин и «выпучивания» (расслоения) материала при пробивке и вырезке в штампах необходимо применение сильного прижимного устройства.

31.3.2. Усилие прижима $P_{пр}$ в кгс определяется по формуле

$$P_{пр} \geq q_{пр} L s, \quad (40)$$

где $q_{пр}$ — давление (табл. 43);

L — периметр среза, мм;

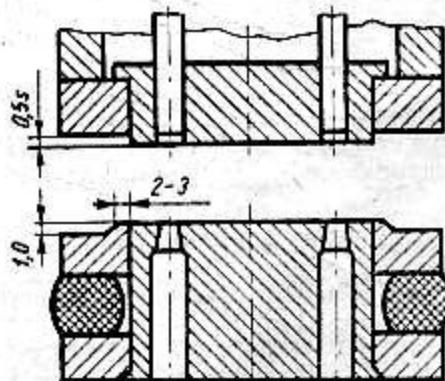
s — толщина материала, мм.

Таблица 43

s , мм	$q_{пр}$, кгс/мм ²
До 1,0	0,6—1,0
Св. 1,0 . 2,0	1,0—1,5
. 2,0 . 3,0	1,5—2,0

Примечание. Предварительное сжатие прижимных устройств (пружины или резины) должно быть равно расчетному усилию прижима.

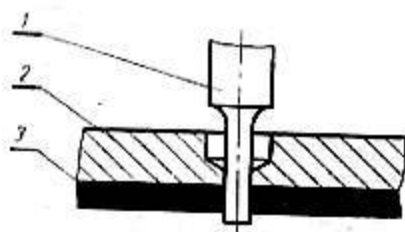
31.3.3. Конструкция прижимных устройств выбирается в зависимости от усилия прижима: при величине расчетного усилия прижима от 30 до 50 кгс могут применяться спиральные пружины, а свыше 50 кгс — резиновый буфер или тарельчатые пружины.



Черт. 94

31.3.4. Давление прижима следует сосредоточить возможно ближе к режущим краям пуансона и матрицы. Для этого на съемнике рекомендуется предусмотреть выступающие лепточки шириной 2—3 мм и высотой до 1 мм (черт. 94).

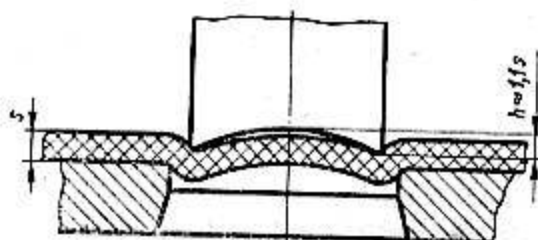
31.3.5. Во избежание выпучивания материала при пробивке размер отверстий в съемнике следует принять равным рабочему размеру пуансона (черт. 95).



Черт. 95
1 — пуансон; 2 — съемник; 3 — деталь

31.4. Форма заточки пуансонов

31.4.1. В тех случаях, когда требуется уменьшить усилие при пробивке отверстий, рекомендуется криволинейная форма заточки пуансона (черт. 96).



Черт. 96

31.4.2. Криволинейная форма заточки пуансона рекомендуется и в тех случаях, если в деталях из гетинакса толщиной свыше 1,5 мм пробиваются несколько близко расположенных небольших отверстий, а также, когда отверстия имеют прямоугольную форму без закруглений или с небольшими радиусами закругления углов.

32. ПРИМЕНЕНИЕ САМОТВЕРДЕЮЩИХ ПЛАСТМАСС В ШТАМПАХ

32.0.1. С целью снижения трудоемкости изготовления штампов и повышения точности применяются акриловые самоотвердеющие пластмассы: стиракрил ТШ и акрилат технический АСТ-Т, а также эпоксидный компаунд ЭК-340.

32.0.2. Стиракрил ТШ и акрилат АСТ-Т применяются для получения неподвижных соединений (для закрепления пуансонов в пуансонодержателе) и подвижных соединений (для образования отверстий высокой точности в направляющих втулках концентрично направляющим колонкам в блоках, для точного направления пуансонов в съемнике и др.).

32.0.3. Низкий коэффициент трения самоотвердеющих пластмасс по стали обеспечивает высокую износостойкость направляющих поверхностей в подвижных соединениях, а незначительные величины усадки при отверждении — малые величины зазоров.

32.0.4. Эпоксидный компаунд ЭК-340 обладает высокими адгезионными свойствами и применяется в штампах исключительно для неподвижных соединений (закрепление колочков и втулок в плитах блоков, пуансонов и ножей в пуансонодержателях и др.).

32.0.5. Способы применения самоотвердеющих пластмасс и эпоксидного компаунда ЭК-340 в конструкциях штампов приведены в РТМ 45—62 «Штампы для холодной штамповки. Применение самоотвердеющих пластмасс в конструкциях штампов».

33. ШТАМПЫ ЗАЧИСТНЫЕ

33.1. Назначение и область применения зачистных штампов

33.1.1. Зачистные штампы применяются в тех случаях, когда в предварительно вырезанных деталях требуется получить:

- высокую чистоту и перпендикулярную к плоскости детали поверхность среза;
- более высокую точность по сравнению с получаемой на обычных вырезных штампах.

33.1.2. В табл. 44 приведены рекомендуемые операции и области применения штампов для получения штампованных деталей с чистотой по 5-му и 7-му классам.

Таблица 44

Наименование операций	Толщина материала, мм	Отношение толщины материала к длине детали (диаметру)	Форма поверхности среза	Твердость поверхности среза	Применение
Вырезка с зачисткой в штампе	0,5—5	От 1 : 1 до 1 : 1000	С острыми кромками	Одинаковая по сравнению с другими поверхностями детали	В часовой промышленности, точном машино- и приборостроении
Вырезка и обкатка в матрице с закругленным краем	1—8	От 2 : 1 до 1 : 1000	Без острых кромок	Повышенная по сравнению с другими поверхностями детали	Для предметов украшения, орденов и т. п.
Вырезка с применением сильного прижима штампуемого материала*	3—20	От 4 : 1 до 1 : 10	С острыми кромками		Для сильно нагруженных деталей механизмов в точном машино- и приборостроении

* Штампы для вырезки с применением сильного прижима материала показаны на черт. 87—89.

33.1.3. Шероховатость поверхности после зачистки:

а) при толщине материала до 3 мм — не выше 7-го класса;

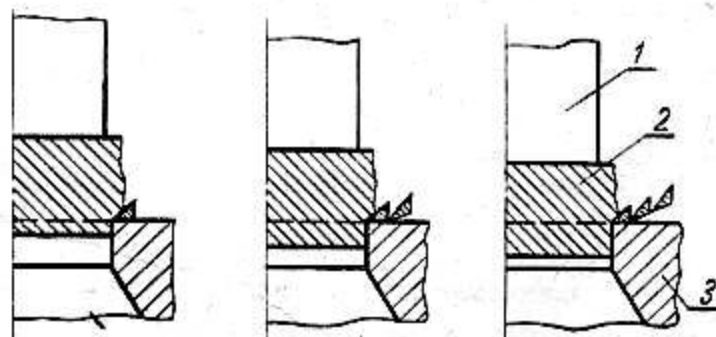
б) при толщине материала свыше 3 до 5 мм — не выше 6-го класса по ГОСТ 2789—59;

в) при зачистке деталей из цветных металлов и сплавов — 7—9-й класс.

33.1.4. Точность деталей после зачистки в штампах с прижимом соответствует 3-му классу, а после зачистки «на провал» — 3а и 4-му классам точности.

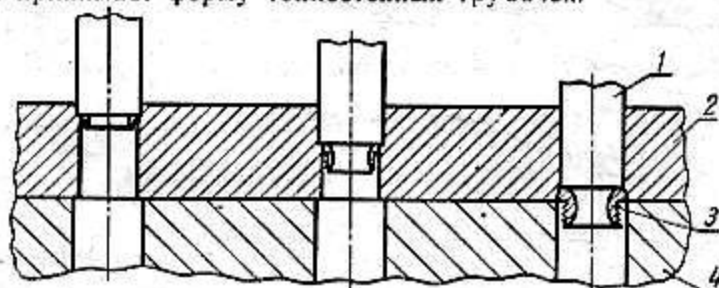
33.1.5. Операция зачистки сопровождается снятием тонкой стружки с наружной или внутренней поверхности обрабатываемой детали режущими кромками матрицы или пуансона.

33.1.6. При зачистке наружной поверхности (черт. 97) заготовка 2 с размерами больше размеров матрицы 3 на величину припуска под действием пуансона 1 вдавливается в матрицу.



Черт. 97

33.1.7. При зачистке внутренней поверхности (черт. 98) получаемая стружка не разрывается, а принимает форму тонкостенных трубочек.



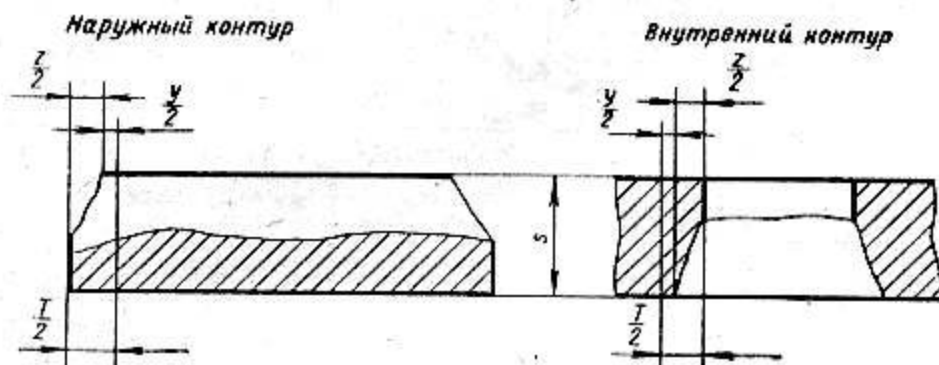
Черт. 98
1 — пуансон; 2 — обрабатываемая деталь; 3 — стружка; 4 — матрица

33. 2. Припуски на зачистку

33. 2. 1. Двухсторонние припуски y на первую зачистную операцию в зависимости от формы зачищаемой детали приведены в табл. 45. При однократной зачистке двухсторонняя толщина снимаемого слоя T в мм (черт. 99) определяется по формуле

$$T = y + z, \quad (41)$$

где z — величина скола, равная зазору между матрицей и пуансоном (табл. 10).



Черт. 99

Таблица 45

Форма зачищаемой детали	Двухсторонние припуски на первую зачистную операцию y , мм
Круглая или с радиусом закругления сопрягающихся участков $r > 5s$	0,15 — 0,20
Сложная с радиусом закругления сопрягающихся участков $r < 5s$	0,20 — 0,30

33. 2. 2. При многократной зачистке общая толщина снимаемого слоя равна

$$T = y_1(0,7n + 0,3) + z, \quad (41a)$$

где n — количество зачистных операций.

33. 2. 3. Ниже даны рекомендации по выбору величины припуска:

при зачистке гетинакса и текстолита двухсторонний припуск принимать равным $(0,2 \div 0,5) s$;

при зачистке титановых сплавов припуск принимать равным $(0,2 \div 0,3) s$.

33. 2. 4. Количество зачистных операций определяется ориентировочно по табл. 46.

Таблица 46

Форма зачищаемой детали	Толщина материала s , мм			
	До 3		Св. 3 до 5	
	Мягкий	Твердый	Мягкий	Твердый
Количество операций				
Круглая или с радиусом закругления сопрягающихся участков $r > 5s$	1	2—3	2	3—4
Сложная с радиусом закругления сопрягающихся участков $r < 5s$	2	3—4	3	4—5

33.2.5. Для обеспечения высокой чистоты поверхности при зачистке необходимо:
а) устанавливать заготовку в зачистном штампе широкой стороной (блестящим пояском) в сторону матрицы;

б) фиксировать заготовку, обеспечив равномерное распределение припуска по всему периметру.

33.3. Расчет исполнительных размеров матриц и пуансонов

33.3.1. Исполнительные размеры матрицы для зачистки контура детали подсчитываются по формулам, приведенным в табл. 11 (для гетинакса и текстолита — см. разд. 31). Пуансон при этом пригоняется к матрице с минимальным зазором 0,005—0,01 мм.

33.3.2. Исполнительные размеры пуансона $L_{пз}$ в мм для зачистки отверстий подсчитываются по формулам, приведенным в табл. 11 (для гетинакса и текстолита — см. разд. 31). Для отверстий детали по 2 и 3-му классам точности учитывается величина упругой деформации после удаления пуансона, т. е.

$$L_{пз} = (L_n + e)_{-δ'} \quad (42)$$

где L_n — исполнительный размер пуансона, рассчитывается по формулам, приведенным в табл. 11;

e — величина упругой деформации (табл. 47);

$δ'$ — допуск на изготовление пуансона (табл. 12).

Матрица при этом пригоняется к пуансону с зазором 0,03—0,05 мм.

Таблица 47

Наименование материала	Толщина материала s , мм	
	До 3	Св. 3
	e , мм	
Цветные металлы	0,005 — 0,01	0,01 — 0,04
Сталь мягкая	0,008 — 0,015	Установить экспериментально

33.3.3. Исполнительные размеры матрицы для вырезки наружного контура L_m в мм или пуансона для пробивки отверстия L_n в мм с последующей зачисткой подсчитываются с учетом необходимого припуска под зачистку по формулам:

а) при вырезке наружного контура под зачистку

$$L_m = (L_{мз} + T)^{+δ} \quad (43)$$

Пуансон при этом пригоняется к матрице с зазором z (табл. 10);

б) при пробивке отверстия под зачистку

$$L_n = (L_{пз} - T)_{-δ'} \quad (43a)$$

Матрица при этом пригоняется к пуансону с зазором z .

В формулах 43 и 43а приняты следующие обозначения:

$L_{мз}$, $L_{пз}$ — исполнительные размеры матрицы для зачистки контура и пуансона для зачистки отверстия, мм;

T — по формуле (41) и (41а)

$δ$ и $δ'$ — допуски на изготовление матрицы для вырезки наружного контура и пуансона для пробивки отверстия (табл. 12).

33.3.4. Рекомендуемый класс чистоты рабочих поверхностей пуансонов и матриц зачистных штампов $\nabla 10$ (ГОСТ 2789—59).

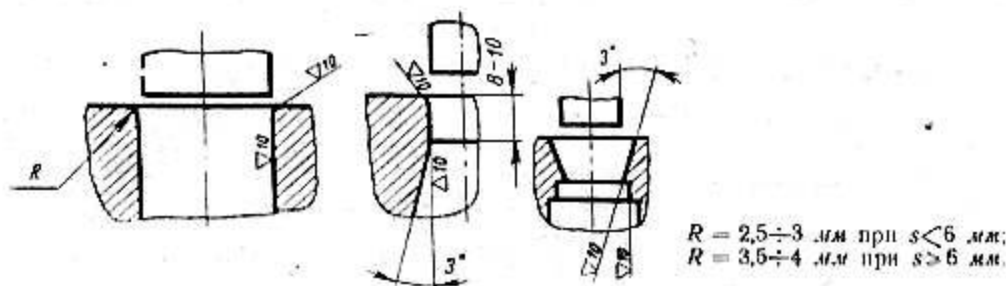
33.4. Штампы для зачистки контура обжатием

33.4.1. Зачистка контура обжатием отличается от обычного процесса зачистки тем, что в данном случае нет отделения материала в виде стружки. Под давлением пуансона вырезанная заготовка входит в матрицу, имеющую закругленные рабочие кромки, обжимается и получает гладкую чистую боковую поверхность.

33.4.2. Зачистка контура обжатием применяется для мягких отожженных материалов (алюминия, латуни, низкоуглеродистых сталей марок 10 и 20, мягкого дюралюминия и ней-

зильбера); припуск на зачистку принимается на 50% меньше, чем величина припуска по табл. 45.

33.4.3. Исполнительные размеры матрицы определяются по формуле (43). Формы рабочих окон матрицы для зачистки обжатием приведены на черт. 100.

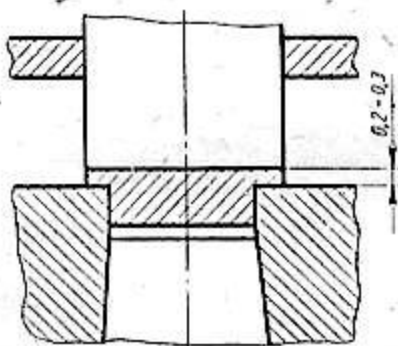


Черт. 100

33.4.4. Зачистка обжатием наружного контура детали производится:

- а) пуансоном больше матрицы;
- б) пуансоном меньше матрицы.

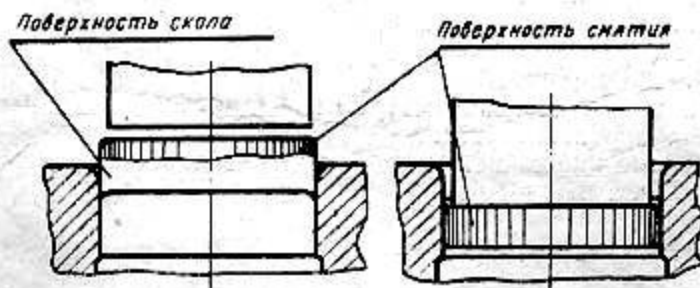
33.4.5. Схема штампа для зачистки обжатием наружного контура пуансоном больше матрицы изображена на черт. 101.



Черт. 101

При этом методе зачистки пуансон рассчитывается по размерам заготовки, подлежащей зачистке. При настройке штампа нижняя плоскость пуансона (при нижнем положении ползуна) должна быть выше верхней плоскости матрицы на 0,2—0,3 мм. Окончательное проталкивание детали через матрицу производится следующей деталью.

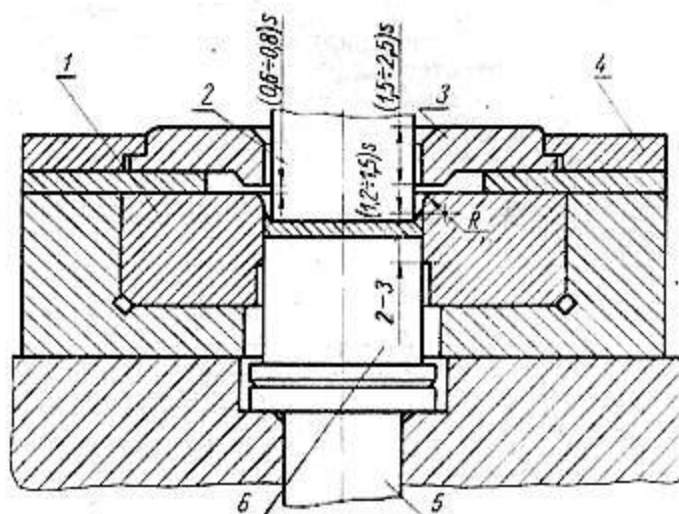
33.4.6. Схема штампа для зачистки обжатием наружного контура пуансоном меньше матрицы изображена на черт. 102. При этом методе зачистки настройка штампа производится так, чтобы пуансон входил в матрицу на $(1,2 \div 1,5) s$, где s — толщина материала.



Черт. 102

33.4.7. При зачистке с проталкиванием детали через матрицу (на провал) увеличиваются отклонения от ее плоскости.

При высоких требованиях к плоскостности рекомендуется производить одновременную подчеканку детали на «жестком» выталкивателе. Схема штампа для зачистки обжатием с подчеканкой изображена на черт. 103. Заготовка устанавливается поверхностью скола, обращенной в сторону матрицы, как показано на черт. 102.



Черт. 103

1 — матрица; 2 — пуансон; 3 — шибер; 4 — направляющая планка; 5 — толкатель; 6 — выталкиватель.

33.4.8. Зазор между матрицей и пуансоном в штампах для зачистки обжатием пуансоном меньше матрицы принимается равным 0,01—0,02 мм.

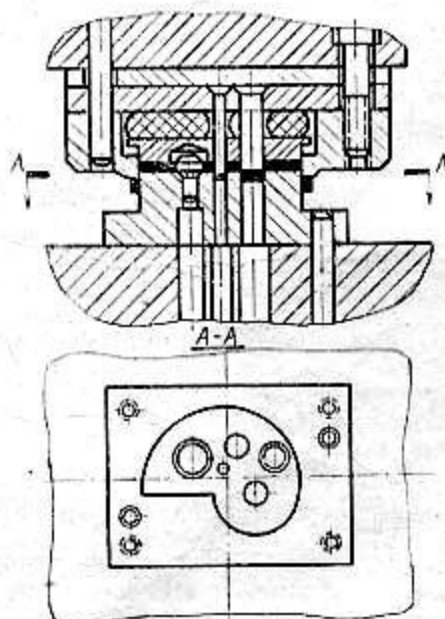
33.4.9. Количество зачистных операций устанавливается, исходя из условия, что толщина снимаемого на каждой операции слоя материала T не должна превышать 0,3 мм на сторону.

33.5. Рекомендации по конструированию зачистных штампов

33.5.1. Зачистные штампы с прижимом детали рекомендуется применять при отношении ширины B детали к толщине материала s

$$\frac{B}{s} \geq 8 \div 10.$$

33.5.2. Фиксирование детали в зачистном штампе должно обеспечить равномерное распределение припуска по всему периметру. Лучшие результаты получаются при фиксировании



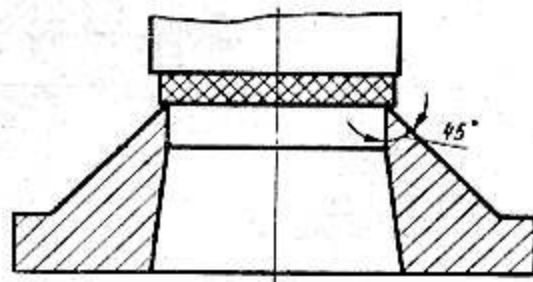
Черт. 104

детали по отверстиям (рабочим или технологическим). При отсутствии в детали отверстий и невозможности применения технологических отверстий фиксирование производится по наружному контуру.

33.5.3. Во избежание перекосов штампов хвостовики зачистных штампов рекомендуется выполнять плавающими.

33.5.4. При необходимости наружной и внутренней зачистки рекомендуется применять совмещенные зачистные штампы, обеспечивающие высокую точность взаимного расположения контура и отверстий. В тонкостенных деталях при этом способе зачистки исключается влияние упругих деформаций. Схема штампа для одновременной зачистки наружного контура и отверстий показана на черт. 104.

33.5.5. Для зачистки неметаллических материалов (гетинакс, текстолит и др.) рекомендуется применять матрицы с углом скоса режущих граней 45° (черт. 105). Пуансон делается больше матрицы. Зачистка деталей высокой точности из гетинакса и текстолита производится без подогрева материала.



Черт. 105

33.5.6. Зачистку стальных деталей рекомендуется производить с применением смазки или фосфатирования; при зачистке обжатием рекомендуется применять фосфатирование или меднение (приложение 10, табл. 2).

33.6. Определение усилия при зачистке

33.6.1. Расчет усилия при зачистке P в кгс производится по формуле

$$P = L\tau_{\text{ср}} \left(\frac{T}{2} + 0,1sn \right), \quad (44)$$

где L — периметр среза, мм;

$\tau_{\text{ср}}$ — сопротивление срезу, кгс/мм² (приложения 11—16);

$\frac{T}{2}$ — односторонняя толщина снимаемого слоя, мм, подсчитывается по формуле (41);

s — толщина материала, мм;

n — количество деталей, находящихся одновременно в матрице.

33.6.2. Расчет усилия при зачистке обжатием с подчеканкой P в кгс (черт. 103) производится по формуле

$$P = qF, \quad (45)$$

где q — удельное давление, кгс/мм²;

F — площадь заготовки, мм².

Для мягких сталей $q=35-45$ кгс/мм²; для стали средней твердости $q=50-65$ кгс/мм².

VI. ШТАМПЫ ГИБОЧНЫЕ

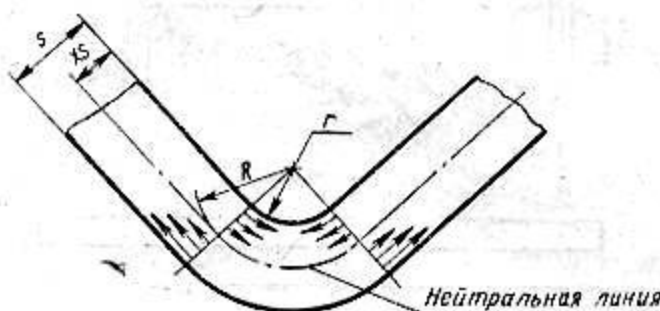
34. КЛАССИФИКАЦИЯ ГИБОЧНЫХ ШТАМПОВ

Гибочные штампы классифицируются по МН 76—59. Гибочные штампы для U-образных деталей предусмотрены МН 4357-63—МН 4373-63 «Штампы для холодной штамповки. Пакеты гибочных штампов и детали».

35. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ РАЗВЕРТКИ ПРИ ГИБКЕ

35.0.1. Элементы заготовки, расположенные в деформируемой зоне и прилегающие к внутренней поверхности изгибаемой детали (со стороны пуансона), подвергаются сжатию, а

прилегающие к внешней поверхности (со стороны матрицы) — растяжению. Между растянутыми и сжатыми волокнами находится нейтральная линия, длина которой не изменяется (черт. 106).



Черт. 106

35.0.2. Радиус нейтральной линии R в мм (черт. 106) определяется по формуле

$$R = r + \alpha s, \quad 0,8 + 0,8 \cdot 0,421 = \quad (46)$$

где r — радиус гибки, мм;

s — толщина материала, мм;

α — коэффициент, величина которого зависит от отношения $\frac{r}{s}$ (табл. 48).

Таблица 48

Отношение $\frac{r}{s}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0 ✓	1,2
Коэффициент α	0,323	0,340	0,356	0,367	0,379	0,389	0,400	0,413	0,421	0,426
Отношение $\frac{r}{s}$	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10 и более
Коэффициент α	0,441	0,455	0,463	0,469	0,477	0,480	0,485	0,490	0,495	0,500

При заливке шарниров (петель) вследствие наличия внешних сил трения, препятствующих деформированию, коэффициент α определяется по табл. 48а.

Таблица 48а

Отношение $\frac{r}{s}$	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
Коэффициент α	0,56	0,51	0,52	0,51	0,5	0,5	0,5

35.0.3. Длина развертки изгибаемой детали L_p в мм (черт. 107) определяется по формуле

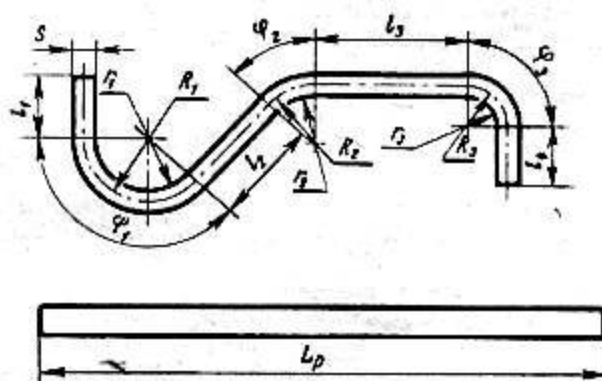
$$L_p = (l_1 + l_2 + l_3 + \dots) + \frac{\pi}{180} (\varphi_1 R_1 + \varphi_2 R_2 + \varphi_3 R_3 + \dots), \quad (47)$$

где $l_1; l_2; l_3$ — прямые участки, мм;

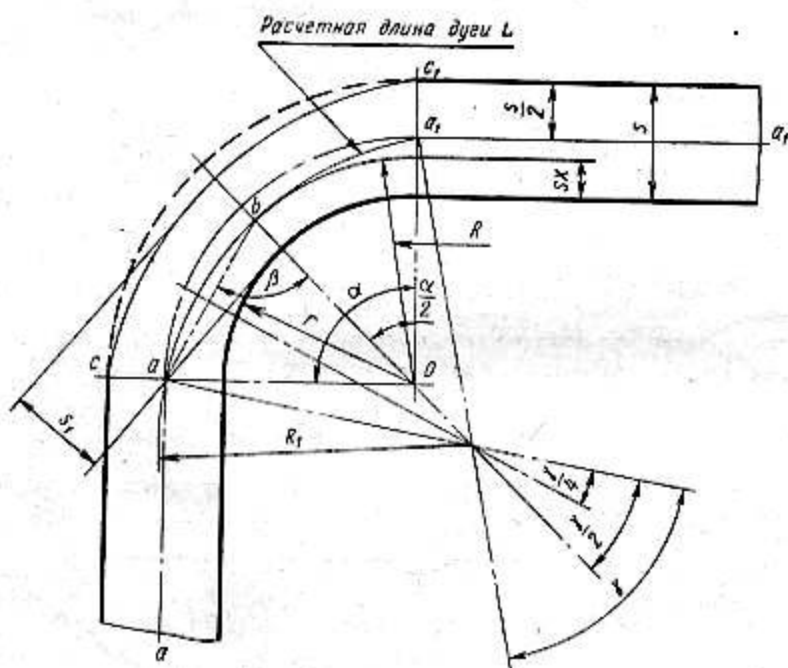
$\varphi_1; \varphi_2; \varphi_3$ — углы гибки, град;

$R_1; R_2; R_3$ — радиусы нейтральной линии, определяемые по формуле (46).

35.0.4. При гибке материалов толщиной свыше 3 мм под углом 90° с радиусом гибки $r < s$ радиус нейтральной линии R , рассчитанный по формуле (46), должен быть скорректирован до величины R_1 (черт. 108), исходя из условия целостности материала и сопряжения в точках a и a_1 криволинейного участка радиусом R_1 с прямыми $a-a_1$ и a_1-a_1 , проходящими через середину толщины s . На участке $C-C_1$ пунктиром показан внешний контур при расчете без учета утонения материала. В связи с утонением при гибке толщина s_1 на этом участке меньше исходной s .



Черт. 107



Черт. 108

Значения R_1 радиуса скорректированной нейтральной линии и длину дуги aba_1 следует подсчитать по формулам:

$$R_1 = \frac{ab}{2\cos\beta} \quad \text{и} \quad (48)$$

$$aba_1 = \frac{\pi R_1 \gamma}{180^\circ}, \quad (48a)$$

где

$$ab = \sqrt{R^2 + \left(r + \frac{s}{2}\right)^2 - 2\cos\frac{\alpha}{2} R \left(r + \frac{s}{2}\right)};$$

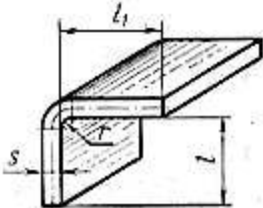
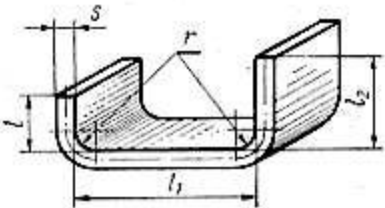
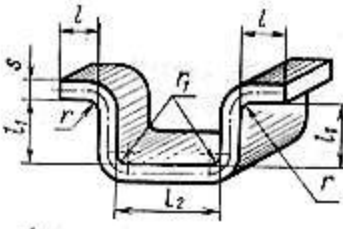
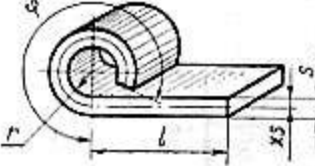
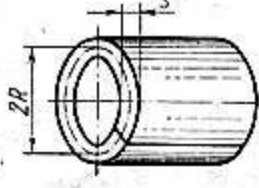
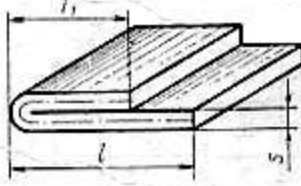
$$\sin\beta = \frac{\left(r + \frac{s}{2}\right) \sin\frac{\alpha}{2}}{ab};$$

$$\gamma = 4(90^\circ - \beta).$$

R — определяется по формуле (46); r — радиус гибки, мм; остальные обозначения показаны на черт. 108.

35.0.5. Формулы для определения размеров разверток часто применяемых гнутых деталей приводятся в табл. 49.

Таблица 49

Конфигурация гнутых деталей	Эскизы	Формулы для определения длины развертки, мм
С одним углом 90°		$L_p = l + l_1 + y$
С двумя углами 90°		$L_p = l + l_1 + l_2 + 2y$ <p style="text-align: right;">66 110</p>
С четырьмя углами 90°		$L_p = 2l + 2l_1 + l_2 + 2y_1 + 2y_2$ <p style="text-align: right;">206 054 973</p>
С шарниром		$L_p = l + \frac{\pi\varphi}{180^\circ}(r + xs)$
Круглая		$L_p = 2\pi R,$ <p>где R определяется в зависимости от отношения $\frac{r}{s}$ по формуле (46) и табл. 48</p>
С соприкасающимися сторонами		$L_p = l + l_1 - 0,43s$

Примечания:

1. y , y_1 , y_2 — величины, учитывающие изменение длины развертки при гибке под углом 90° . При толщине материала до 2,5 мм принимаются по табл. 50, а при толщине 3 мм и выше при $l < s$ — по табл. 50а.

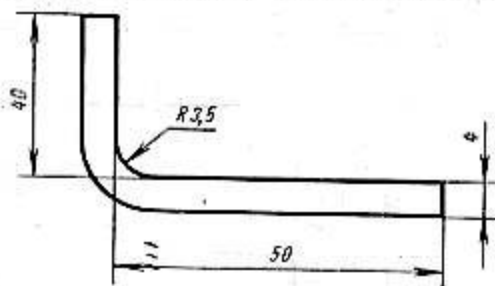
2. x — коэффициент, определяется по табл. 48а.

Таблица 50

мм

Толщина материала s	Радиус гибки, r																		
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	8,0	10,0	12,0	15,0	
	Величина, учитывающая изменение длины развертки, u																		
0,1	+0,023	-0,015	-0,056	-0,098	-0,14	-0,267	-0,353	-0,437	-0,566	-0,78	-0,936	-1,21	-1,64	-2,07	-3,36	-4,22	-5,08	-6,37	
0,2	+0,076	+0,046	+0,01	-0,03	-0,07	-0,2	-0,28	-0,37	-0,49	-0,70	-0,92	-1,13	-1,56	-1,99	-3,28	-4,14	-5,00	-6,30	
0,3	+0,127	+0,102	+0,071	+0,035	0,000	-0,125	-0,21	-0,3	-0,42	-0,64	-0,85	-1,05	-1,5	-1,92	-3,20	-4,06	-4,92	-6,21	
0,4	+0,180	+0,153	+0,124	+0,095	+0,05	-0,06	-0,14	-0,22	-0,35	-0,56	-0,78	-1,0	-1,42	-1,84	-3,13	-3,99	-4,85	-6,14	
0,5	+0,22	+0,2	+0,18	+0,15	+0,12	0,000	-0,07	-0,16	-0,28	-0,48	-0,70	-0,9	-1,35	-1,76	-3,05	-3,91	-4,77	-6,06	
0,6	+0,264	+0,259	+0,228	+0,2	+0,174	0,00	-0,01	-0,09	-0,21	-0,42	-0,63	-0,84	-1,26	-1,68	-2,97	-3,83	-4,69	-5,98	
0,7	+0,31	+0,30	+0,27	+0,26	+0,22	+0,12	+0,05	-0,03	-0,14	-0,35	-0,56	-0,77	-1,19	-1,62	-2,89	-3,75	-4,6	-5,9	
0,8	+0,37	+0,35	+0,33	+0,31	+0,28	+0,18	+0,11	+0,04	-0,07	-0,3	-0,5	-0,7	-1,12	-1,55	-2,80	-3,67	-4,53	-5,82	
1,0	+0,47	+0,45	+0,43	+0,41	+0,38	+0,3	+0,23	+0,15	+0,05	-0,14	-0,35	-0,54	-1,0	-1,40	-2,67	-3,52	-4,38	-5,67	
1,2	+0,56	+0,55	+0,53	+0,51	+0,48	+0,4	+0,35	+0,25	+0,15	-0,01	-0,23	-0,45	-0,84	-1,27	-2,53	-3,37	-4,22	-5,50	
1,4	—	+0,63	+0,62	+0,62	+0,58	+0,51	+0,45	+0,4	+0,28	+0,10	-0,09	-0,29	-0,71	-1,12	-2,39	-3,21	-4,08	-5,35	
1,5	—	+0,70	+0,67	+0,66	+0,63	+0,55	+0,5	+0,45	+0,35	+0,15	-0,02	-0,21	-0,6	-1,06	-2,32	-3,16	-4,00	-5,27	
2,0	—	+0,93	+0,91	+0,89	+0,88	+0,81	+0,76	+0,70	+0,63	+0,46	+0,28	+0,09	-0,3	-0,71	-1,97	-2,80	-3,66	-4,92	
2,5	—	—	+1,16	+1,15	+1,13	+1,07	+1,01	+0,96	+0,88	+0,75	+0,57	+0,39	0,00	-0,36	-1,62	-2,46	-3,30	-4,57	

Пример. Определить длину развертки для детали, изображенной на черт. 109.

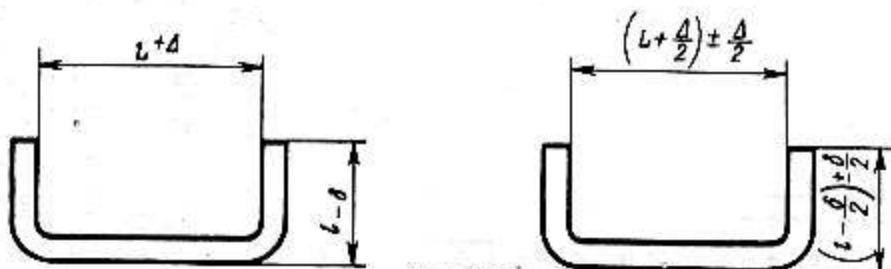


Черт. 109

Согласно табл. 49 $L_p = l + l_1 + y$, где l и l_1 — длины прямых участков гнутой детали, y — находим по табл. 50а.

При $s = 4$ мм и $r = 3,5$ мм $y = 1,22$ мм $L_p = 50 + 40 + 1,22 = 91,22$ мм.

35.0.6. Если в рабочем чертеже детали заданы односторонние допуски, то для подсчета длины развертки эти допуски должны быть пересчитаны на двухсторонние, с сохранением заданного поля допуска. При этом должны быть также пересчитаны номинальные размеры детали (черт. 110).



Черт. 110

Размеры и допуски на чертеже

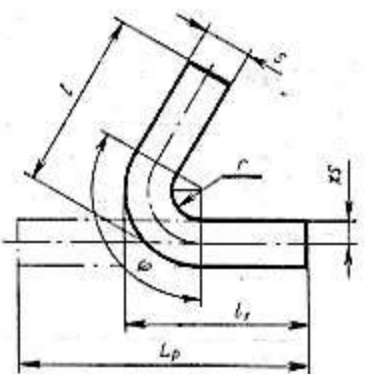
Технологические размеры и допуски

35.0.7. В табл. 51 и 52 приведены формулы для расчета длины развертки гнутых деталей при различных исходных данных на рабочем чертеже и различных формах сопряжений.

Таблица 51

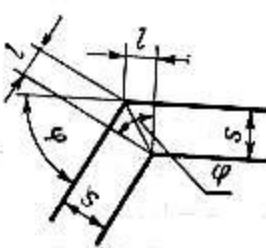
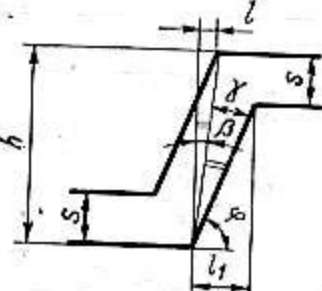
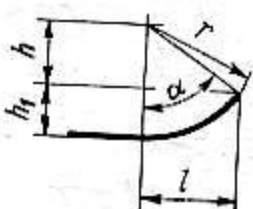
Исходные данные	Эскизы	Формулы для определения длины развертки, мм
Размеры даны от центра радиуса		$L_p = l + l_1 + \frac{\pi \cdot \varphi}{180^\circ} (r + xs)$
Размеры даны от точки пересечения продолжения линий наружного контура		$L_p = l + l_1 + \frac{\pi \cdot \varphi}{180^\circ} (r + xs) - \frac{2(r + s)}{\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}}$

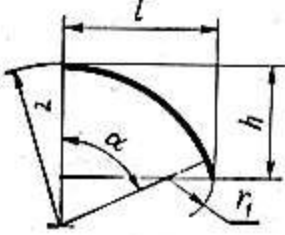
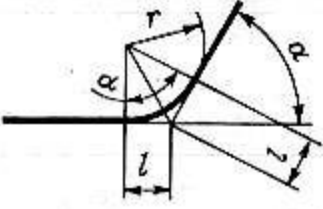
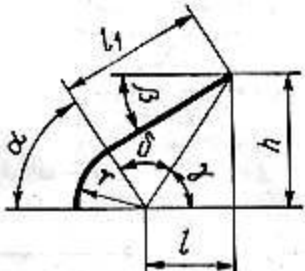
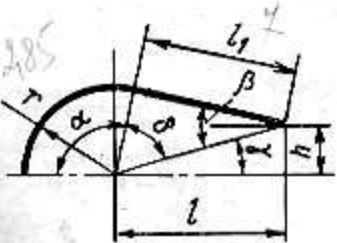
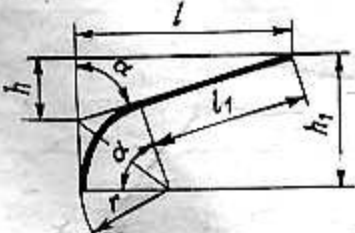

Продолжение

Исходные данные	Эскизы	Формулы для определения длины развертки, мм
<p>Размеры даны от касательных к наружному контуру</p>		$L_p = l + l_1 + \frac{\pi \cdot \varphi}{180^\circ} (r + xs) - 2(r + s)$

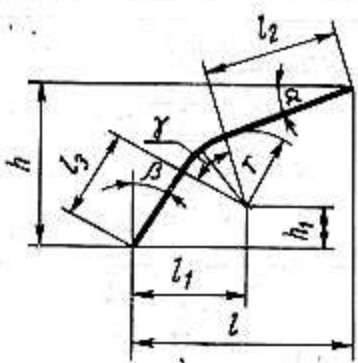
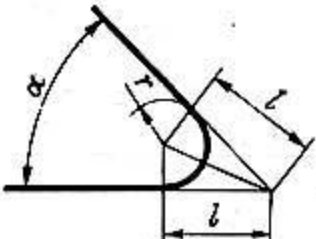
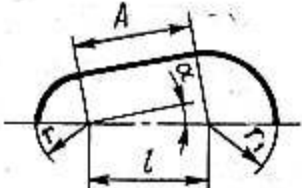
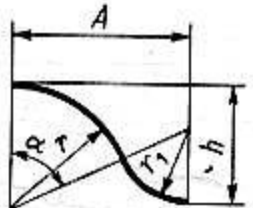
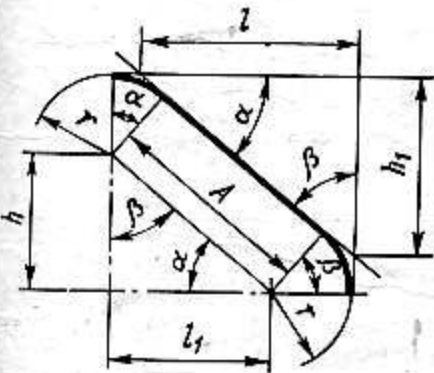
Примечание. x — коэффициент, определяется по табл. 48.

Таблица 52

Эскизы	Исходные данные	Требуется найти	Решение
	φ s	l	$l = s \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}$
	h l s	β γ φ l_1	$\operatorname{tg} \beta = \frac{l}{h}$ $\sin \gamma = \frac{s}{\sqrt{l^2 + h^2}}$ $\alpha = 90^\circ - (\beta + \gamma)$ $l_1 = (h - s) \operatorname{ctg} \varphi$
	l r	α h	$\sin \alpha = \frac{l}{r}$ $h = \sqrt{r^2 - l^2}$
<p>3,17 · 90 180</p> <p>(3,65 + 0,5 · 0,3)</p> <p>0,15</p>	h_1 l	r	$l = \sqrt{r^2 - h^2}$ $l = \sqrt{r^2 - h^2}$ $r = \frac{h_1^2 + l^2}{2h_1}$

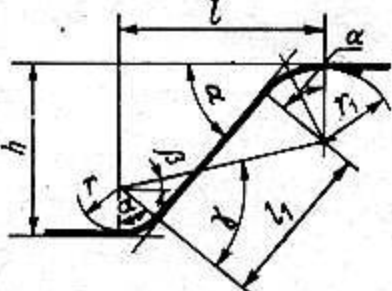
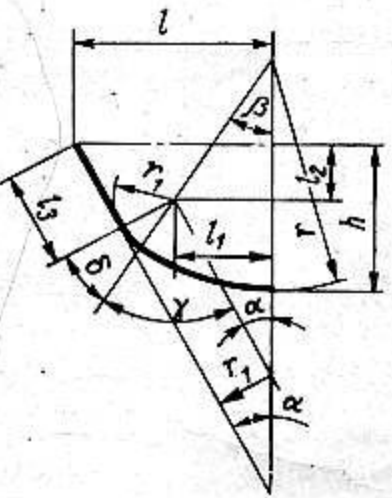
Эскизы	Исходные данные	Требуется найти	Решение
	l r r_1	h α	$h = r - \sqrt{(r - r_1)^2 - (l - r_1)^2}$ $\sin \alpha = \frac{l - r_1}{r - r_1}$
	h l r	r_1	$r_1 = \frac{l^2 + h^2 - 2hr}{2(l - r)}$
	h l r_1	r	$r = \frac{l^2 + h^2 - 2lr_1}{2(h - r_1)}$
	r α	l	$l = r \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$
	h l r	l_1 γ δ α β	$l_1 = \sqrt{h^2 + l^2 - r^2}$ $\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{l}$ $\operatorname{tg} \delta = \frac{l_1}{r}$ $\alpha = 180^\circ - (\gamma + \delta)$ $\beta = 90^\circ - \alpha$
	h l r	l_1 γ , δ α β	$l_1 = \sqrt{h^2 + l^2 - r^2}$ $\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{l}; \operatorname{tg} \delta = \frac{l_1}{r}$ $\alpha = 180^\circ - (\gamma + \delta)$ $\beta = \alpha - 90^\circ + \gamma$
	h l r	α l_1 h_1	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{h}$ $l_1 = \sqrt{l^2 + h^2} - r \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ $h_1 = r \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + h$
	h l r	β α l_1 h_1	$\operatorname{tg} \beta = \frac{h}{l}$ $\alpha = 90^\circ + \beta$ $l_1 = \sqrt{h^2 + l^2} - r \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ $h_1 = r \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - h$

Продолжение

Эскизы	Исходные данные	Требуется найти	Решение
	h l α β r	γ l_2 l_3 l_1 h_1	$\gamma = 90^\circ - \alpha - \beta$ $l_2 = \frac{(l - h \operatorname{tg} \beta) \cos \beta}{\sin \gamma} - r \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$ $l_3 = \frac{(h - l \operatorname{tg} \alpha) \cos \alpha}{\sin \gamma} - r \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$ $l_1 = \frac{(h - l \operatorname{tg} \alpha) \cos \alpha \sin \beta}{\sin \gamma} + r \cos \beta$ $h_1 = \frac{(h - l \operatorname{tg} \alpha) \cos \alpha \cdot \cos \beta}{\sin \gamma} - r \sin \beta$
	r α	l	$l = r \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$
	l r r_1	α A	$\sin \alpha = \frac{r_1 - r}{l}$ $A = l \cos \alpha$
	h r r_1	α A	$\cos \alpha = \frac{r + r_1 - h}{r + r_1}$ $A = (r + r_1) \sin \alpha = \sqrt{2h(r + r_1) - h^2}$
	h l_1 r	α β A	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{l_1}$ $\beta = 90^\circ - \alpha$ $A = \sqrt{h^2 + l_1^2}$ <hr/> $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h_1}{l}$ $\beta = 90^\circ - \alpha$ $A = \sqrt{l^2 + h_1^2} - r \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \right)$ $h = h_1 + r \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} - r$ $l_1 = l + r \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - r$

Эскизы	Исходные данные	Требуется найти	Решение
	h l r r_1 $r > r_1$	A α_1 α_2 α β	$A = \sqrt{h^2 + l_1^2 - (r - r_1)^2}$ $\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{h}{l_1}$ $\sin \alpha_2 = \frac{r - r_1}{\sqrt{h^2 + l_1^2}}$ $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$ $\beta = 90^\circ - \alpha$
	h l r r_1 $r + r_1 = h$	A α	$A = \sqrt{l^2 - (r + r_1)^2}$ $\sin \alpha = \frac{r + r_1}{l}$
	h l r r_1 $r = r_1$ или $r \neq r_1$ $r + r_1 > h$	l_1 β ν α	$l_1 = \sqrt{l^2 + h^2 - 2h(r + r_1)}$ $\operatorname{tg} \beta = \frac{r + r_1 - h}{l}$ $\operatorname{tg} \nu = \frac{l_1}{r + r_1}$ $\alpha = 90^\circ - (\beta + \nu)$
	h l l_2 r, r_1 $r + r_1 = h$	α l_1 l_2 α l_1	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{l}$ $l_1 = \sqrt{l^2 + h^2} - h \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ $l_2 = l + h \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ $\sin \alpha = \frac{h}{l_2}$ $l_1 = \sqrt{l_2^2 - h^2}$

Продолжение

Эскизы	Исходные данные	Требуется найти	Решение
	h l r r_1 $r+r_1 < h$	l_1 β γ α	$l_1 = \sqrt{l^2 + h^2 - 2h(r+r_1)}$ $\operatorname{tg} \beta = \frac{h-r-r_1}{l}$ $\operatorname{tg} \gamma = \frac{l_1}{r+r_1}$ $\alpha = 90^\circ - (\gamma - \beta)$
	l h α r r_1	γ β δ l_1 l_2 l_3	$\sin \gamma = \frac{\sin \alpha (r-h) + l \cos \alpha - r_1}{r-r_1}$ $\beta = \gamma - \alpha$ $\delta = 90^\circ - \gamma$ $l_1 = (r-r_1) \sin \beta$ $l_2 = (r-r_1) \cos \beta - r + h$ $l_3 = \frac{l}{\sin \alpha} - r_1 \operatorname{ctg} \alpha - (r-r_1) \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$

35.0.8. Размеры разверток гнутых деталей, рассчитанных по формуле (47), следует уточнить опытным путем в случаях:

а) когда в одном штампе совмещены две или несколько гибочных операций (черт. 111 и 112,а).

б) при гибке ушков, петель и т. п. (черт. 112,б);

в) когда допуски на размеры гнутых деталей меньше допусков 5-го класса точности.

Необходимость уточнения размеров разверток вызывается смещением нейтральной линии в процессе гибки вследствие колебания механических свойств материала, различных условий трения на контактных поверхностях обрабатываемого материала и рабочих деталей штампа и т. п.



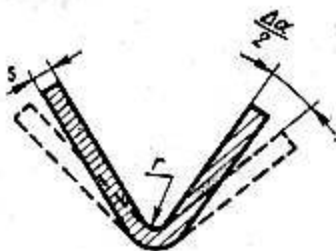
Черт. 111



Черт. 112

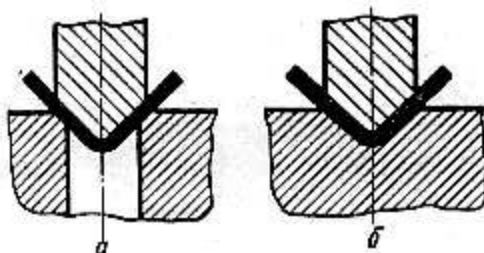
36. УГЛЫ ПРУЖИНЕНИЯ ПРИ ГИБКЕ

36.0.1. Гнутые детали после снятия со штампа распружиниваются, т. е. упруго изменяется угол гибки на величину угла пружинения $\Delta\alpha$ (черт. 113).



Черт. 113

36.0.2. Угол пружинения зависит от механических свойств и толщины материала, радиуса гибки, формы детали и способа гибки (свободная гибка или гибка с калибровкой). На черт. 114,а приведена свободная гибка, а на черт. 114,б гибка с калибровкой деталей V-образной формы.



Черт. 114

36.0.3. Углы пружинения (средние значения) при свободной гибке V-образных деталей приведены в табл. 53—56, а также на диаграммах (черт. 115—119).

Средние значения углов пружинения при гибке под углом 90° деталей из латуни, алюминия, цинка и бронзы (без калибровки) приведены в табл. 53.

Таблица 53

Материал	Отношение внутреннего радиуса гибки к толщине материала $\frac{r}{s}$	При толщине материала, мм		
		До 0,8	Св. 0,8 до 2	Св. 2
		Угол пружинения		
Латунь, алюминий, цинк	До 1	4°	2°	0°
	От 1 до 5	5°	3°	1°
	Св. 5	6°	4°	2°
Латунь твердая ($\sigma_b > 35 \text{ кгс/мм}^2$)	До 1	5°	2°	0°
	От 1 до 5	6°	3°	1°
Бронза твердая	Св. 5	8°	5°	3°

Средние значения углов пружинения при гибке деталей из легированных сталей (без калибровки) приведены в табл. 54.

Таблица 54

Марка стали	Отношение внут- реннего радиуса гибки к толщине материала $\frac{r}{s}$	Угол гибки		
		120°	90°	60°
		Угол пружинения		
30ХГСА отожженная	1	1°	2°	2°30'
	3	2°	3°	4°
	5	3°	4°30'	5°30'
	8	5°	6°30'	8°
	10	6°	8°	9°30'
Жаропрочные стали X18H9T и X23H18	1	1°	1°30'	2°
	3	2°	3°	3°30'

Средние значения углов пружинения при гибке деталей из дюралюминия (без калибровки) приведены в табл. 55.

Таблица 55

Марка сплава	Отношение внутреннего радиуса гибки к тол- щине ма- териала $\frac{r}{s}$	Отожженный			Нагартованный		
		Угол гибки					
		120°	90°	60°	120°	90°	60°
Угол пружинения							
Д16	2	1°30'	2°30'	3°	3°30'	4°30'	6°
	5	2°30'	4°	5°	6°30'	8°30'	10°
	8	4°30'	5°30'	6°30'	10°	12°	14°
	10	5°	6°30'	8°	12°	14°	16°
В95	3	2°30'	3°	3°30'	7°	8°30'	9°
	5	3°30'	4°	5°	8°30'	11°30'	13°30'
	8	5°	6°	7°	13°30'	16°30'	19°
	10	5°30'	7°	8°	16°	19°	22°

Средние значения углов пружинения $\Delta\alpha$ при гибке деталей из титановых сплавов (без калибровки) приведены в табл. 56.

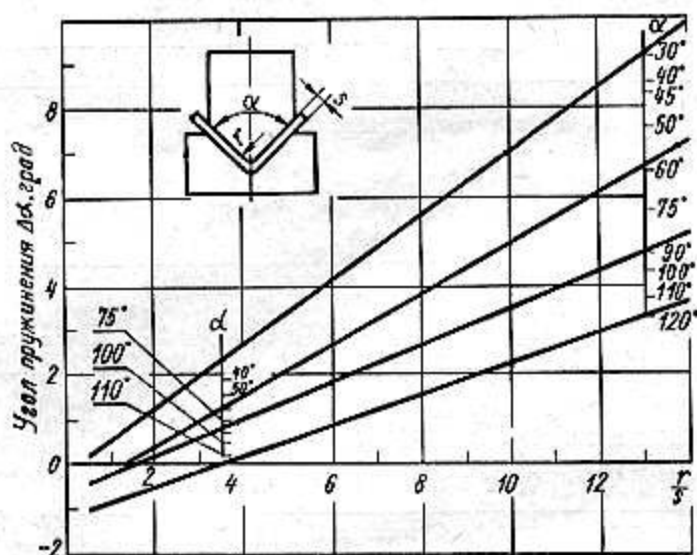
Таблица 56

Марка сплава	Отношение внутреннего радиуса гибки к толщине материала $\frac{r}{s}$	Угол пружинения при температуре гибки			
		20° С	300° С	400° С	600—750° С
BT1	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°	—
BT5	2	10—15°	—	1°30'—5°	0°30'—1°
	4	12—17°	—	4—6°	0°30'—1°
	6	14—20°	—	6—10°	0°30'—1°
	8	20—24°	—	10—14°	1—2°
	10	24—30°	—	14—18°	1°30'—3°
	12	30—38°	—	18—20°	2°30'—3°

Примечание к табл. 53—56. При гибке V-образных деталей с подчеканкой (черт. 114) различные значения углов пружинения принимать с коэффициентом 0,75—0,8, а при гибке U-образных деталей — с коэффициентом 0,8—0,85.

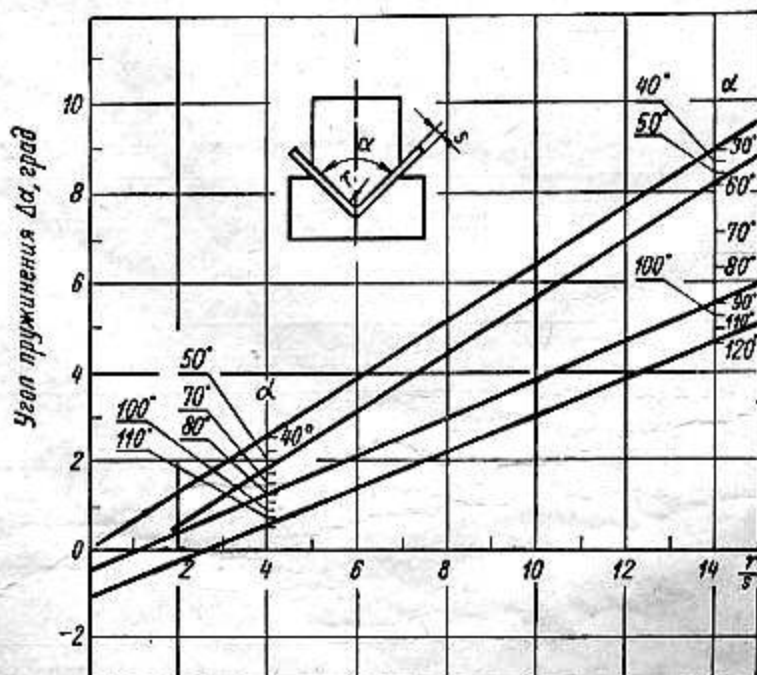
BT5 : $S = 2 \text{ мм}$ без отжига $R_{m,0.2} = 45 \rightarrow R_{пучок} = 2,9 \text{ мм}$

Углы пружинения $\Delta\alpha$ при гибке деталей из сталей марок Ст.1, 08 и 10 приведены на графике (черт. 115).



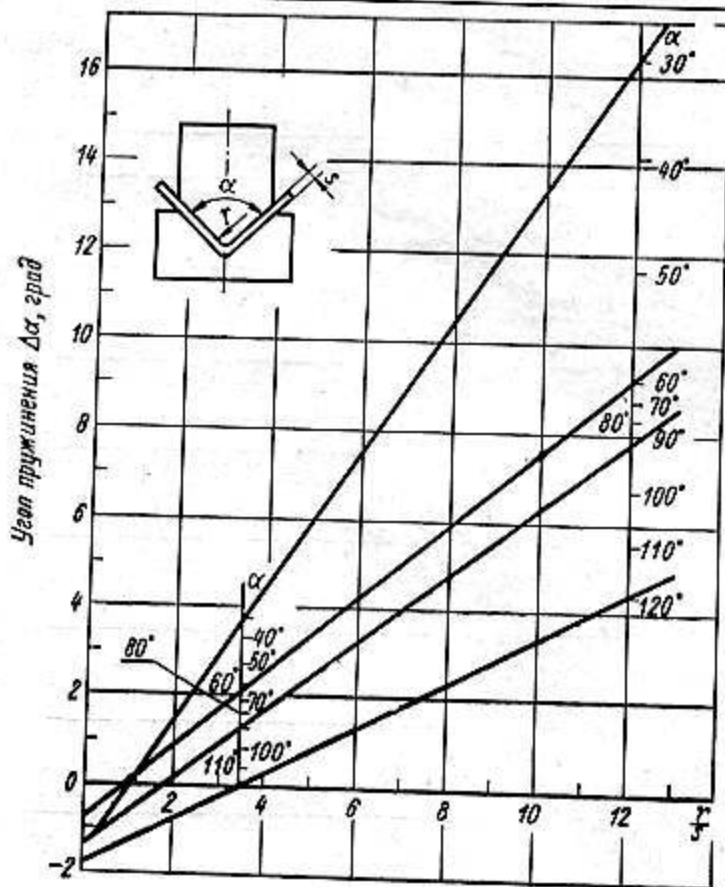
Черт. 115

Углы пружинения $\Delta\alpha$ при гибке деталей из сталей марок Ст.2, Ст.3, 15 и 20 приведены на графике (черт. 116).



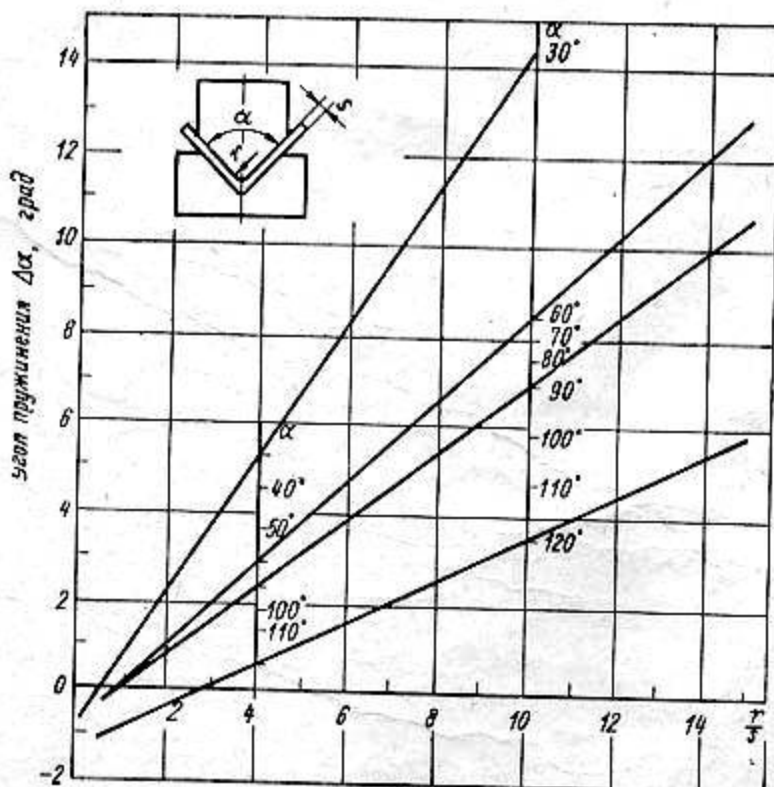
Черт. 116

Углы пружинения $\Delta\alpha$ при гибке деталей из сталей марок Ст.4 и 25 приведены на графике (черт. 117).



Черт. 117

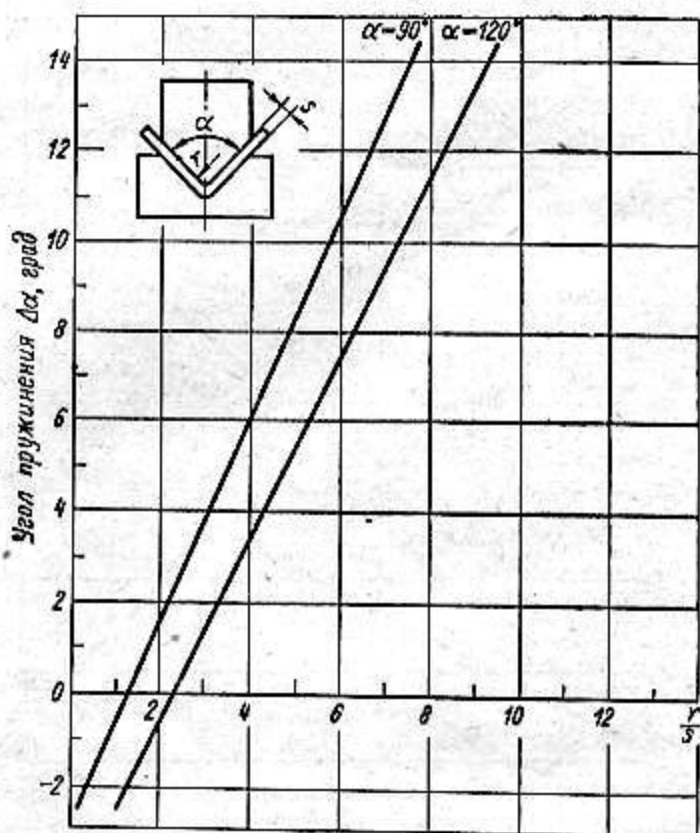
Углы пружинения $\Delta\alpha$ при гибке деталей из сталей марок Ст.5 и 35 приведены на графике (черт. 118).



Черт. 118

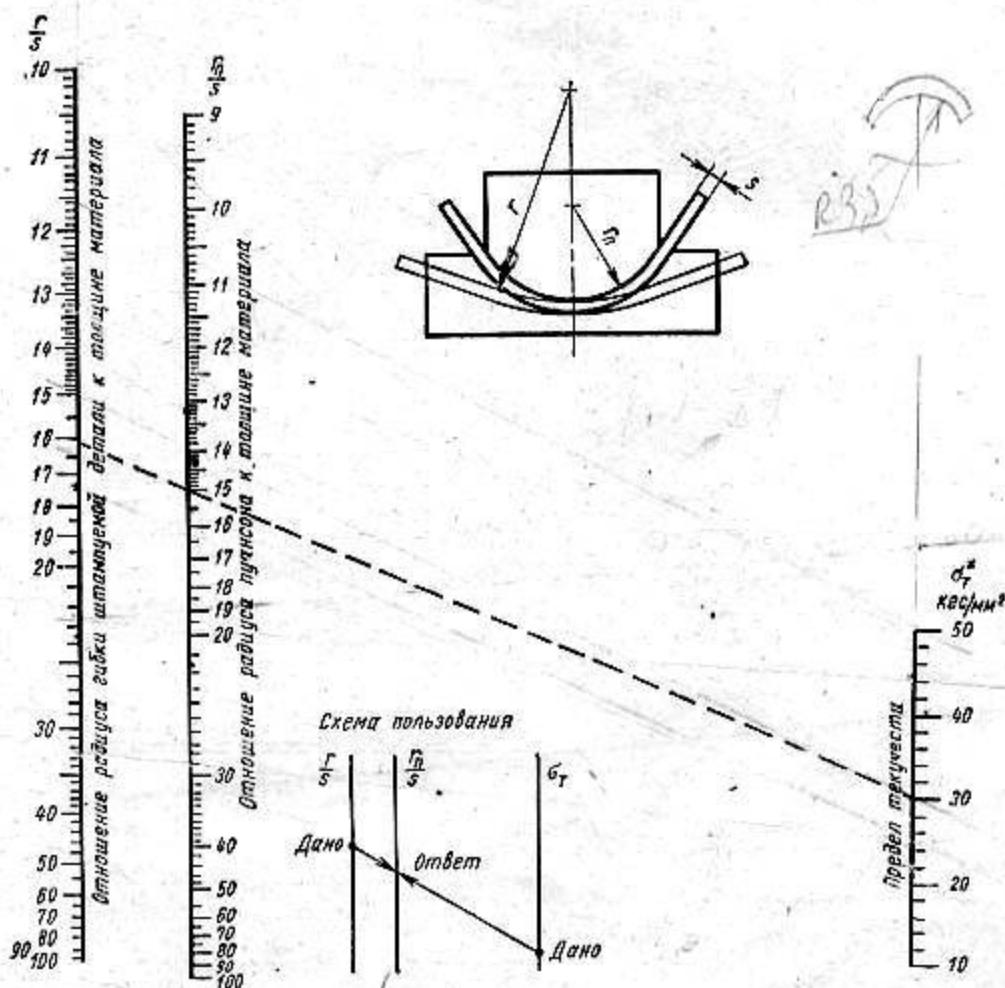
Примечание к чертежам 115—118. Для промежуточных значений углов гибки (в пределах от 30 до 120°) углы пружинения определяются интерполированием.
 α — угол пуансона и матрицы равен углу α_0 по чертежу детали с учетом величины $\Delta\alpha$ — угла пружинения: со знаком минус при положительном значении угла $\Delta\alpha$ и со знаком плюс при отрицательном значении угла $\Delta\alpha$.

Углы пружинения $\Delta\alpha$ при гибке деталей из стали марки У9 приведены на графике (черт. 119).



Черт. 119

36.0.4. Радиусы пуансонов гибочных штампов для гибки деталей из сталей по ГОСТ 380—60 и ГОСТ 1050—60 при отношении $\frac{r}{s} > 10$ приведены на диаграмме (черт. 120), а углы пружинения — на диаграмме (черт. 121).



Черт. 120

* См. табл. 57.

r — радиус гибки штампуемой детали, мм; r_n — радиус пуансона, мм.

Расчетная формула

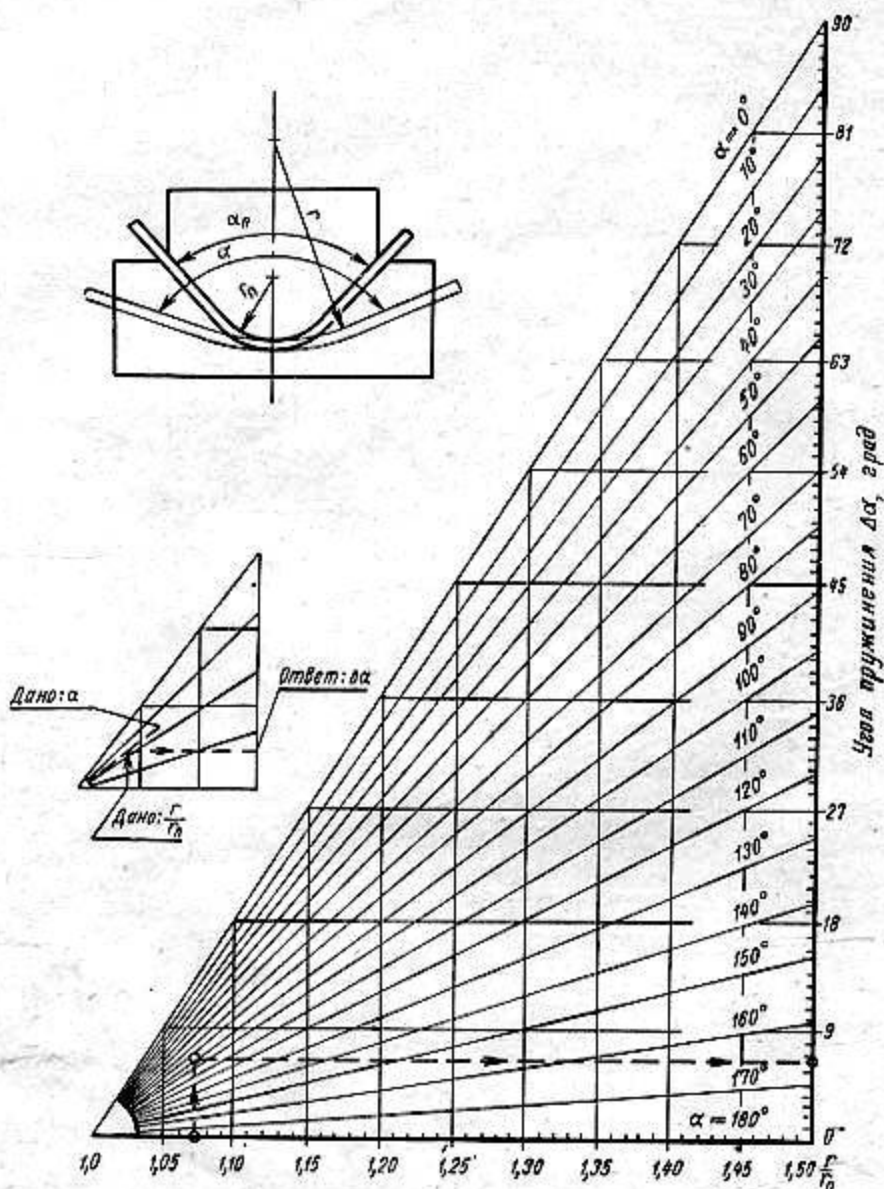
$$\frac{r_n}{s} = \frac{\frac{r}{s}}{1 + 3 \frac{\sigma_T s}{E s}} ; \quad E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ кгс/мм}^2$$

Пример 1. Определить радиус пуансона r_n .

Дано $r=80$ мм; $s=5$ мм; $\sigma_T=30$ кгс/мм².

Решение. Находим на линии σ_T точку, соответствующую $\sigma_T=30$ кгс/мм², на линии $\frac{r}{s}$ — точку, соответствующую отношению $\frac{r}{s} = \frac{80}{5} = 16$. Проводим прямую через обе найденные точки. Точка пересечения этой прямой с линией $\frac{r_n}{s}$ будет искомым соотношением $\frac{r_n}{s} = 15$, т. е. $r_n = 15 \cdot 5 = 75$ мм.

$\frac{r_n}{s} = 10,6$
 $0,3$



Черт. 121

r — радиус гибки штампуемой детали, мм; α — внутренний угол гнутой детали, град;
 r_n — радиус нуансона, мм; α_n — угол нуансона, град; $\Delta\alpha$ — угол пружинения, град;

$$\Delta\alpha = \alpha - \alpha_n$$

$$\Delta\alpha = (180^\circ - \alpha) \left(\frac{r}{r_n} - 1 \right)$$

Значения предела текучести сталей σ_T в кгс/мм², часто применяемых при штамповке, приведены в табл. 57.

Пример 2. Определить угол пружинения $\Delta\alpha$ при $\frac{r}{s} > 10$.

Дано: $r = 80$ мм; $\alpha = 85^\circ$; $r_n = 75$ мм (найден в примере 1 по диаграмме черт. 120).

Находим $\frac{r}{r_n} = \frac{80}{75} = 1,07$.

Согласно черт. 121 при $\frac{r}{r_n} = 1,07$

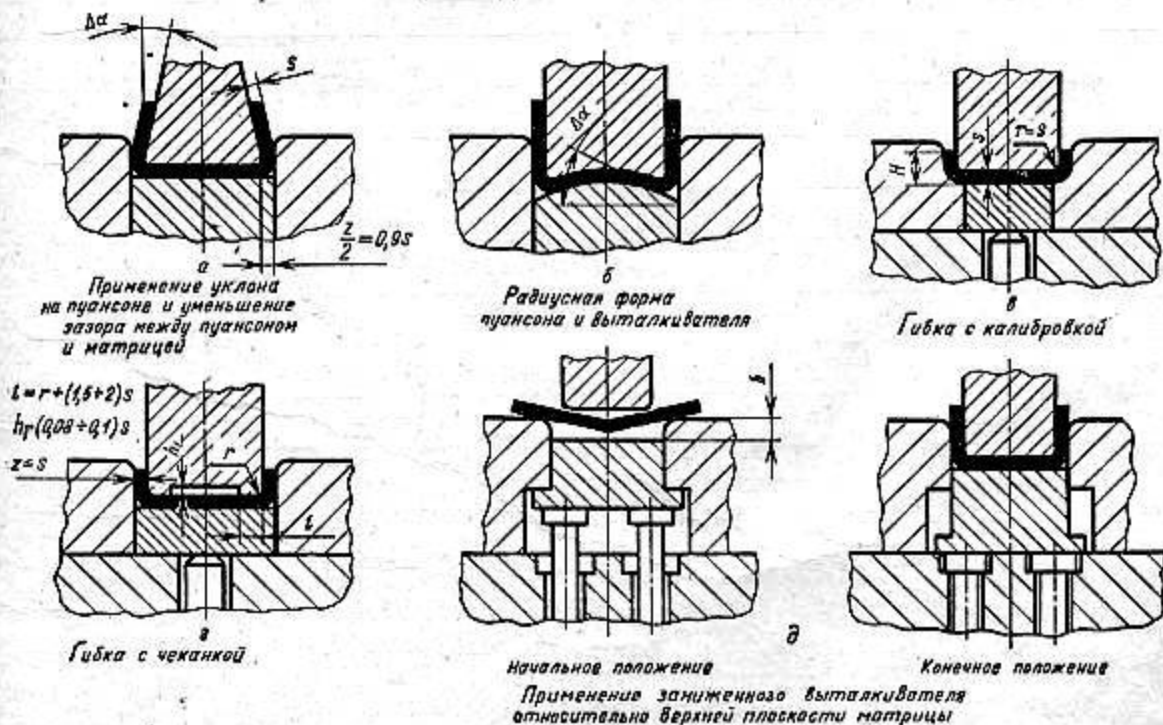
$$\Delta\alpha = 6^\circ 30'$$

$$\alpha_n = \alpha - \Delta\alpha = 85^\circ - 6^\circ 30' = 78^\circ 30'$$

Таблица 57

Марки сталей по ГОСТ 380—60	Предел текучести σ_T кгс/мм ²	Марки сталей по ГОСТ 1050—60	Предел текучести σ_T кгс/мм ²
Ст. 2	22	08 кп	20
		10	21
Ст. 3	24	15	23
		20	25
Ст. 4	26	25	28
		30	30
Ст. 5	28	35	32
		40	34
Ст. 6	31	45	36
		50	38

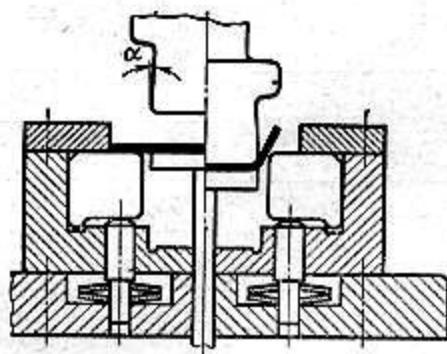
36.0.5. Для компенсации угла пружинения при гибке U-образных деталей рекомендуется применять один из способов, показанных на черт. 122 и 123. Гибку с калибровкой (черт. 122,в) рекомендуется применять для низких деталей при $H \leq (2 \div 3) s$ с внутренним радиусом закругления $r = s$. Гибку с чеканкой (черт. 122,з) рекомендуется применять для деталей из мягких материалов толщиной до 1 мм.



Черт. 122

При гибке по способу, указанному на черт. 122,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.

Для гибки стальных деталей с высокими полками рекомендуется применять штампы с секционной поворотной матрицей (черт. 123), позволяющие получать гнутые изделия с прямым углом без пружинения.



Гибка в штампе с секционной поворотной матрицей

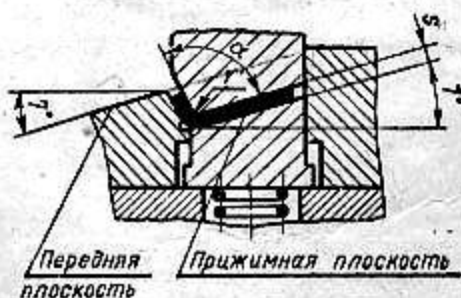
Черт. 123

36.0.6. Значения углов пружинения $\Delta\alpha$ (черт. 122,а) при U-образной гибке с утонением деталей из мягких или отожженных материалов (односторонний зазор $z = 0,9s$) рекомендуется принимать по табл. 58.

Таблица 58

$\frac{r}{s}$	Марки алюминиевых сплавов				Марки сталей			
	Д16А-Т	Д16А-М	В95А-Т	В95А-М	20	30ХГСА	Х18Н9Т	Х23Н18
Значения углов пружинения, $\Delta\alpha$								
1	—	—	—	—	-1°	-0°30'	-1°	-1°
2	0°	0°	—	-2°	-0°30'	-1°	-0°30'	-0°30'
3	+1°30'	+30'	+7°	-1°30'	0°	0°	0°	0°
4	+3°	+1°	+8°	-1°	+30'	+1°	+1°	+1°
5	+4°	+1°	+9°	-1°	+1°30'	+1°30'	+1°30'	+1°30'
6	+5°	+1°30'	+10°	-30'	+2°	+2°	+2°	+2°
8	—	—	+13°30'	—	—	—	—	—

36.0.7. При гибке L-образных деталей с прижимом (черт. 124) переднюю и прижимные плоскости следует располагать под углом 7° к горизонтальной плоскости, а углы пружинения $\Delta\alpha$ принимать по табл. 59.



Черт. 124

Таблица 59

Наименование и марка материала	Толщина материала, s	Радиус гибки, r	Угол пружинения, $\Delta\alpha$
	мм		
Алюминиевый сплав Д16А-М; АМцА-П	До 3	$r=s$	2°
Алюминиевый сплав АМцА-М			0°30'
Сталь 10 и 20			
Бронза Бр. А5			
Латунь ЛС59—1; Л62			1°30'
Сталь 65Г (до закалки)	До 2		3°
Сталь У8А			
Бронза Бр. ОФ и Бр. Б2	До 1,5		5°
Алюминиевый сплав Д16А-Т	До 3		
Бронза Бр. ОФ	До 1,5	От 3,5 до 5	4°
Алюминиевый сплав Д16А-Т	До 2		

37. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАБОЧИХ ДЕТАЛЕЙ ГИБОЧНЫХ ШТАМПОВ

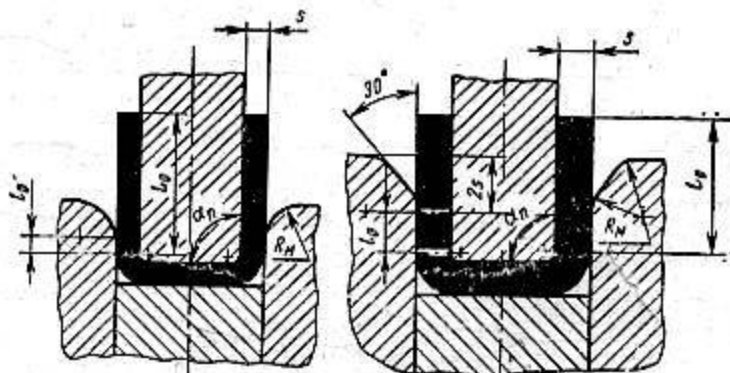
37.0.1. Величина угла пуансона α_n в град (черт. 125) определяется по формуле

$$\alpha_n = \alpha \pm [\Delta\alpha], \quad (49)$$

где α — внутренний угол штампуемой детали, град;

$[\Delta\alpha]$ — угол пружинения, принимаемый по табл. 53—56 и диаграммам (черт. 115—119) со знаком минус, если пружинение вызывает увеличение угла, и со знаком плюс, если пружинение вызывает уменьшение угла.

37.0.2. В табл. 60 приведены значения радиусов закругления R_n гибочных матриц, а также значения глубины матриц l_0 при U-образной гибке (черт. 125).



При толщине материала до 4 мм.

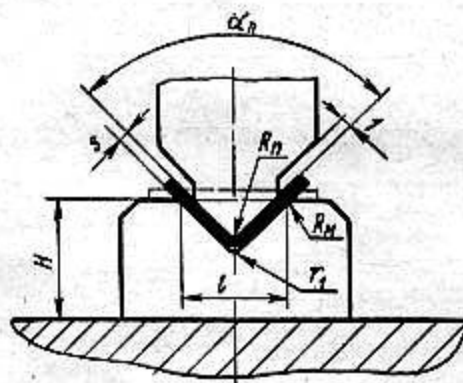
При толщине материала свыше 4 мм.

Черт. 125

37.0.3. При V-образной гибке (угол гибки 85—95°) размеры основных конструктивных элементов рабочих деталей штампов рекомендуется принимать по черт. 126 и табл. 61, а размер l по диаграмме (черт. 127).

мм

Высота загибаемой полки, L_0	Толщина материала, s															
	До 0,5		Св. 0,5 до 2,0		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		12		15		20								
„ 20 „ 35		12	4	15	5	20		25								
„ 35 „ 50	3	15		20		25		30								
„ 50 „ 75		20		25	6	30	5	35		35						
„ 75 „ 100				30		35		40		6	40		40		40	
„ 100 „ 150			5	35	8	40		50		7	50		50	8	50	
„ 150 „ 200				45		55		65			65		65		65	10
																80



Черт. 126

Обозначение конструктивных элементов	Толщина материала, s					
	До 0,5	Св. 0,5 до 1	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	12	15—25	25—40	40—75	75—100

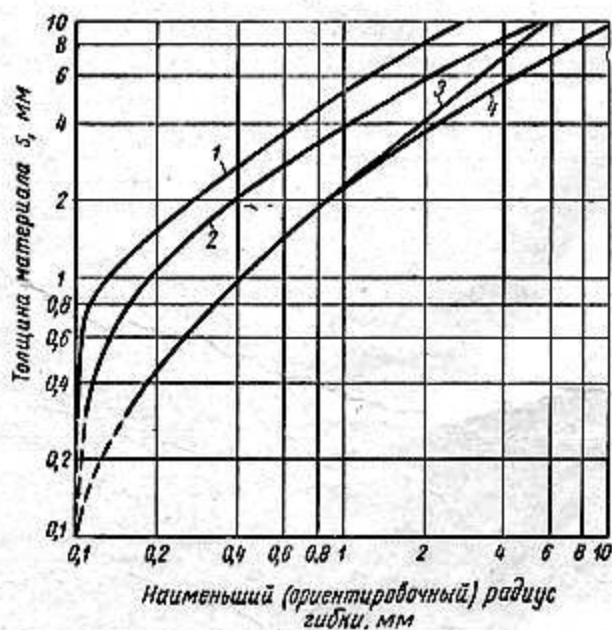
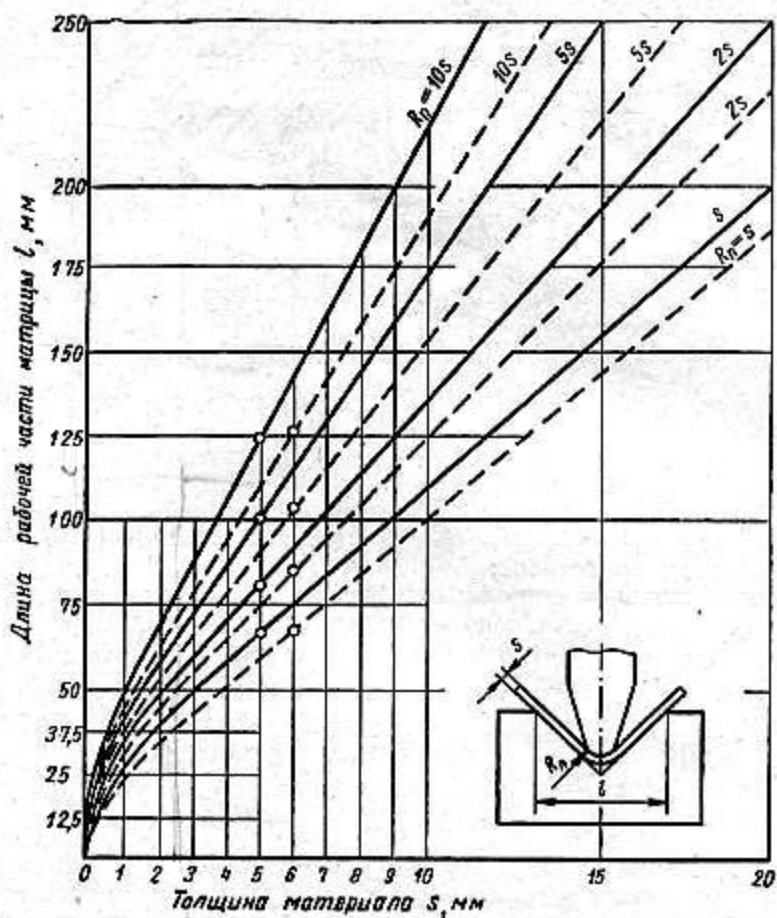
Примечание. Большие значения H даны для больших толщин s .

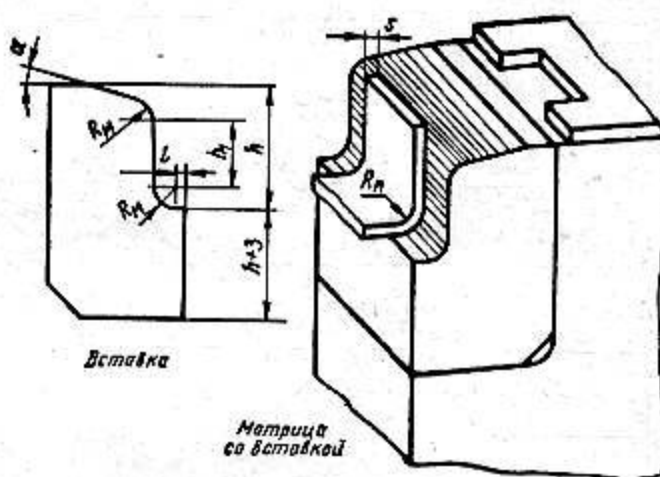
37.0.4. Наименьшие (ориентировочные) радиусы гибки в зависимости от материала и его толщины даны на диаграмме (черт. 128).

37.0.5. Радиусы закругления во впадинах угловых матриц r_1 в мм (черт. 126) устанавливаются по формуле

$$r_1 = (0,6 \div 0,8) (R_M + s). \quad (50)$$

37.0.6. В гибочных матрицах, особенно при калибровке, рекомендуется применять вставки (черт. 129).





Черт. 129

Конструктивные размеры вставок:
 $\alpha = 15 \div 30^\circ$ (в зависимости от толщины и твердости материала);

$$h = 3s, \text{ но не менее } 15 \text{ мм};$$

$$h_1 = s, \text{ » » » } 5 \text{ мм};$$

$$l = \frac{1}{3}s, \text{ » » » } 0,5 \text{ мм};$$

$$R_n = \frac{1,57R_n + 0,45s}{1,57} \quad (\text{для алюминия и меди}); \quad (51a)$$

$$R_n = \frac{1,57R_n + 0,33s}{1,57} \quad (\text{для других металлов}). \quad (51б)$$

37.0.7. Величина зазора z между матрицей и пуансоном принимается равной двойной толщине материала с учетом максимального плюсового допуска на толщину.

При гибке точных деталей, с целью уменьшения угла пружинения, рекомендуется принять зазор:

а) для цветных металлов — по наименьшей толщине материала (т. е. с учетом минусового допуска на толщину материала);

б) для черных металлов — по номинальной толщине материала.

37.0.8. Исполнительные размеры матрицы и пуансона L_m и L_n в мм штампов для U-образной гибки подсчитываются по следующим формулам:

а) если на чертеже детали указан допуск на наружный размер (черт. 130),

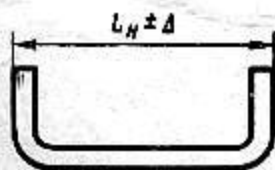
$$L_m = L_n + \delta_m, \quad (52)$$

пуансон пригоняется к матрице с зазором z ;

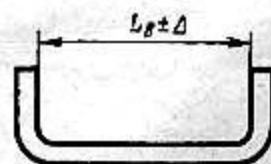
б) если на чертеже детали указан допуск на внутренний размер (черт. 131),

$$L_n = L_m - \delta_n, \quad (53)$$

матрица пригоняется к пуансону с зазором z .



Черт. 130



Черт. 131

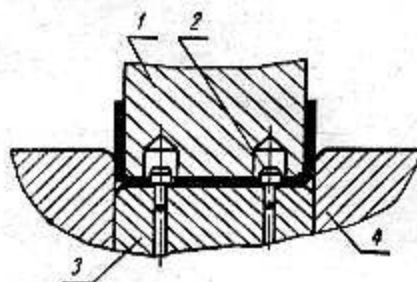
В формулах 52 и 53 приняты следующие обозначения:

L_n, L_m — номинальные размеры штампуемой детали, мм;

δ_m, δ_n — допуски на изготовление матрицы и пуансона, A_3 и C_3 .

37.0.9. Гибочные штампы средней сложности и сложные, а также для точных деталей следует проектировать с направляющими колонками.

37.1.0. При фиксировании заготовки в гибочном штампе по отверстиям следует применять фиксаторы с приемным конусом (черт. 132).

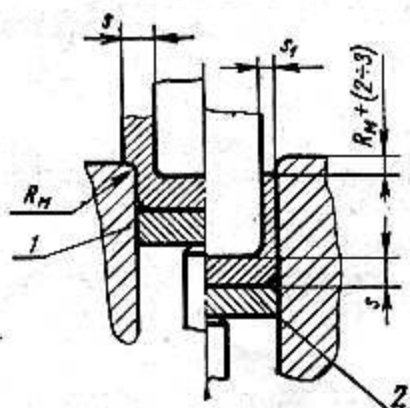


Черт. 132
1 — пуансон; 2 — фиксатор МН 846—60;
3 — прижим-выталкиватель; 4 — матрица

37.1.1. Для гибки U-образных и подобных деталей рекомендуется применять штампы с прижимом (черт. 133).

37.1.2. U-образные детали могут быть получены с неодинаковой толщиной средней и боковых полок за счет утонения последних.

Схема штампа для гибки с утонением приведена на черт. 133.



Черт. 133
1 — матрица; 2 — прижим

37.1.3. Максимальное утонение боковых полок гнутых деталей в процентах:

из мягкой стали	25—30;
» латуни	20—25;
» алюминия	27—35.

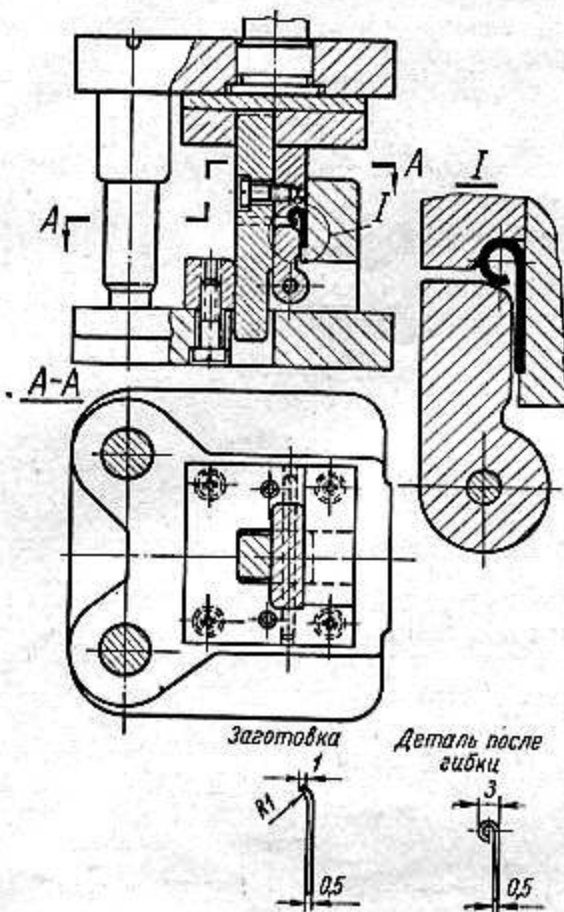
37.1.4. Гибка с утонением вызывает упрочнение (наклеп) деформируемых участков и требует значительно большее усилие по сравнению с усилием, подсчитанным по формуле (54).

37.1.5. При гибке с утонением пружинен не ничтожно мало.

38. ШТАМПЫ ДЛЯ ГИБКИ СЛОЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ (С ЗАМКНУТЫМ КОНТУРОМ)

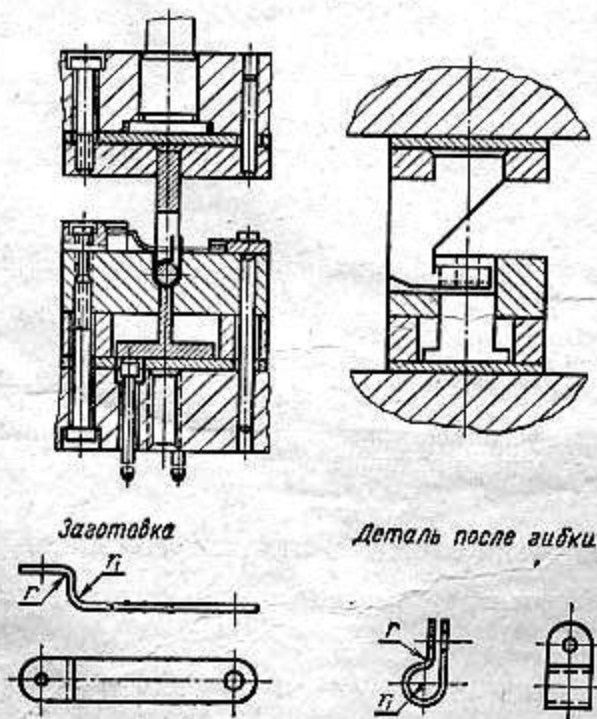
38.0.1. К гнутым деталям с замкнутым контуром относятся детали типа петель, трубок, закрытые многогранные гнутые детали и т. п. Гибка таких деталей производится как в одну, так и в несколько операций.

38.0.2. На черт. 134 изображен штамп для окончательной гибки (завивки) петли после предварительной подгибки по радиусу, равному радиусу отверстия петли. При окончательной гибке петли необходимо учитывать уширение детали по торцам.

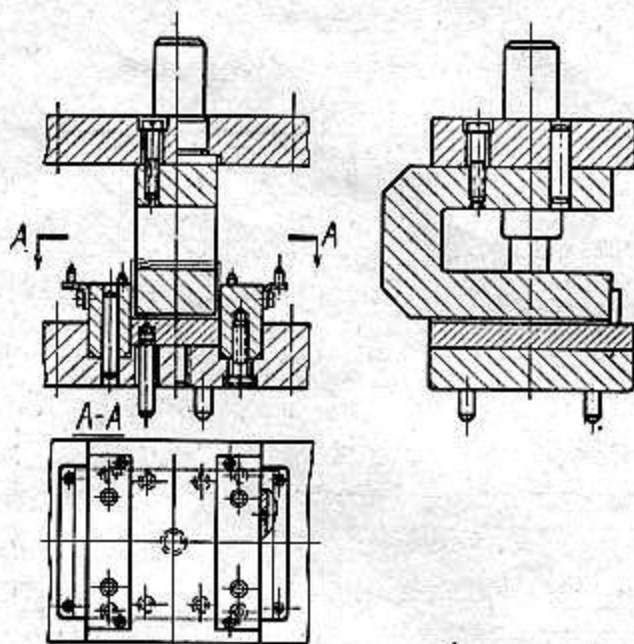


Черт. 134

38.0.3. На черт. 135 и 136 изображены штампы для окончательной гибки различных деталей с замкнутым контуром гибки.

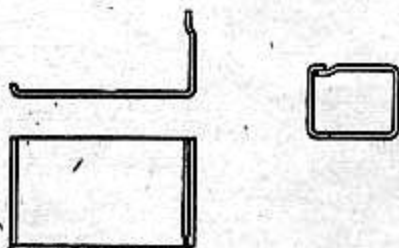


Черт. 135



Заготовка

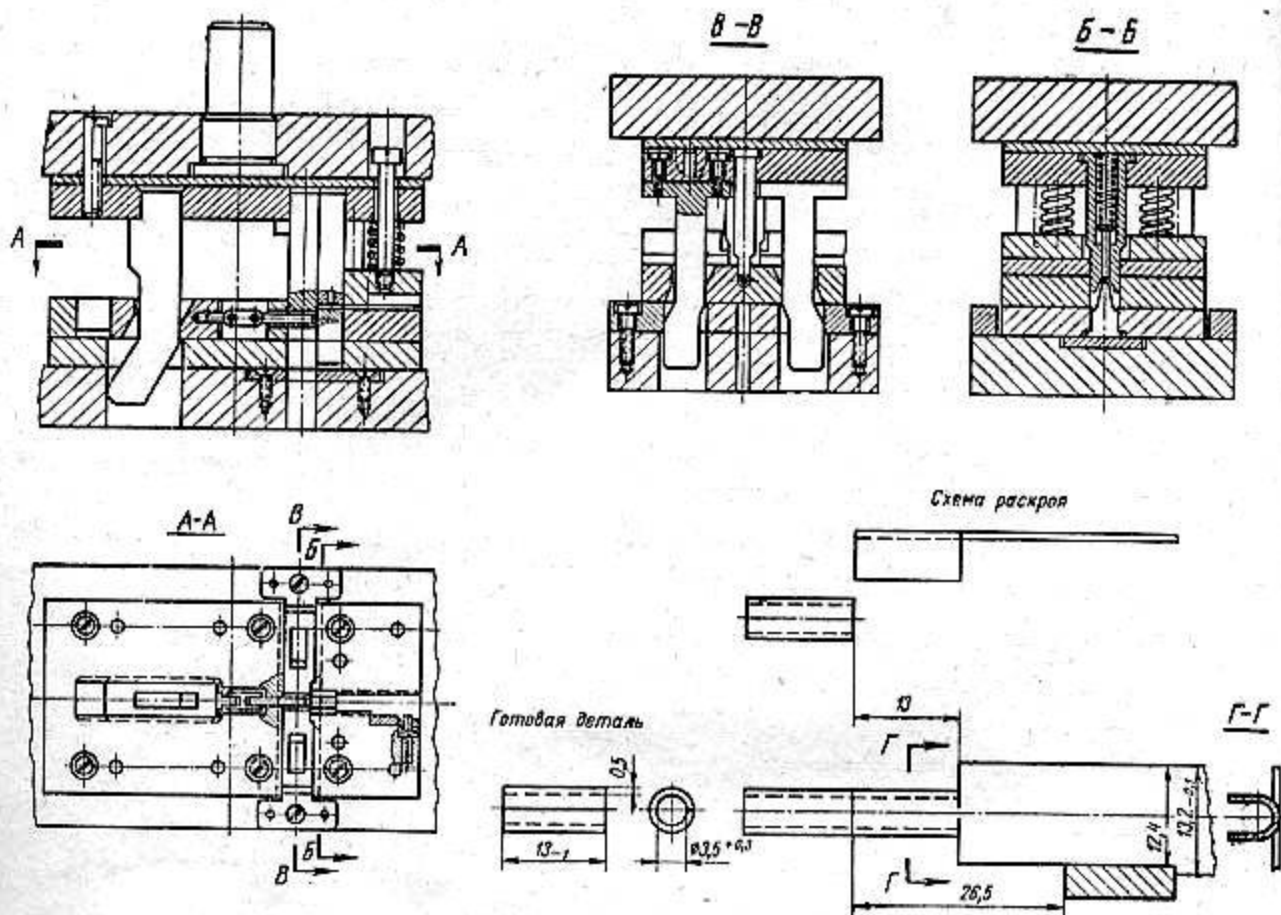
Деталь после гибки



Черт. 136



38.0.4. На черт. 137 показана конструкция комбинированного штампа для изготовления трубок из ленты за один рабочий ход ползуна.



Черт. 137

39. РАСЧЕТ УСИЛИЯ ГИБКИ

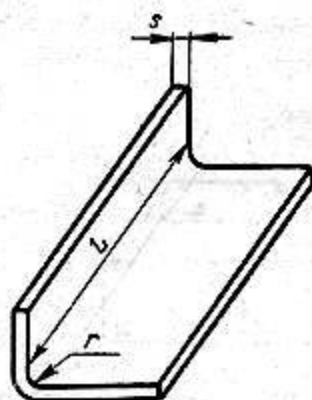
39.0.1. Усилие гибки P в кгс (без калибровки) определяется по формуле

$$P = 1,25\sigma_n L s K \quad (54)$$

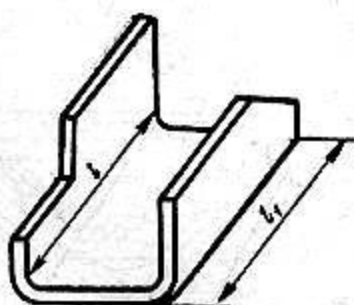
- где σ_n — временное сопротивление, кгс/мм²;
 L — суммарная длина линии гибки, мм (черт. 138);
 s — толщина материала, мм;
 K — коэффициент (табл. 62).

Таблица 62

r/s	0,1	0,25	0,5	1	1,5	2	3	4	5	10
K	0,55	0,48	0,40	0,30	0,25	0,20	0,16	0,12	0,10	0,06



Длина линии гибки, L



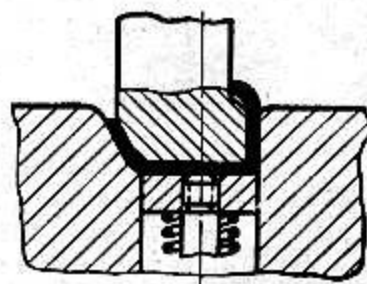
Суммарная длина линии гибки, $L = l + l_1$

Черт. 138

39. 0. 2. В случае гибки с прижимом (черт. 139) для определения общего усилия к усилию гибки прибавляется усилие прижима $P_{пр}$ в кгс, определяемое по формуле

$$P_{пр} = (0,25 \div 0,3)P, \quad (55)$$

где P — по формуле (54).

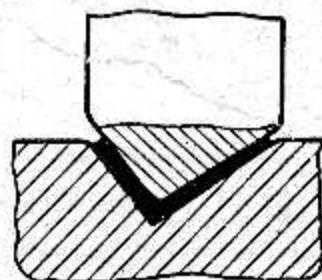


Черт. 139

39. 0. 3. Усилие, необходимое для одновременной гибки и калибровки P_k в кгс (черт. 140), подсчитывается по формуле

$$P_k = Fq, \quad (55a)$$

где F — проекция площади соприкосновения калибруемого изделия и пуансона, мм²;
 q — удельное давление (табл. 63).



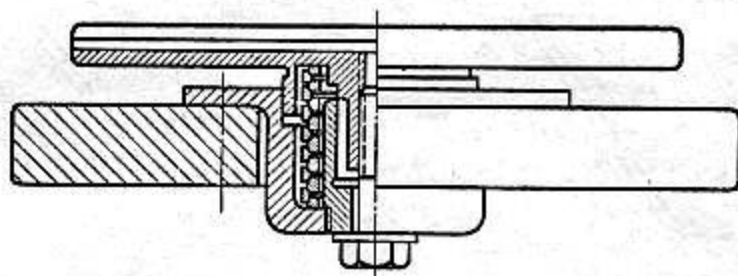
Черт. 140

Таблица 63

Наименование и марка материала	Удельное давление q , кгс/мм ²
Алюминий	6
Латунь	10
Сталь 10; 20	12
Сталь 25; 35	15
Титановый сплав BT1	21
Титановый сплав BT5	25

39.0.4. Во избежание поломки деталей прессы на операциях калибровки необходимо предусмотреть амортизирующее предохранительное устройство с кольцевыми пружинами (черт. 141).

Расчет кольцевых пружин дан в разд. 72.

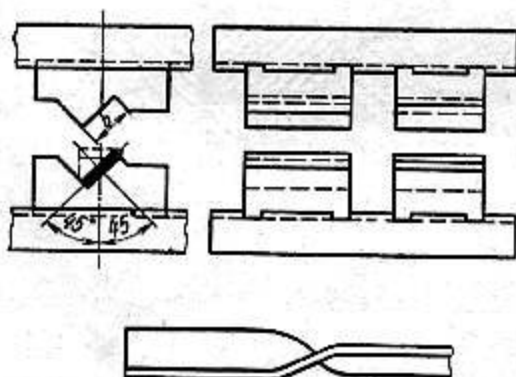


Черт. 141

40. ШТАМПЫ ДЛЯ РАЗВОРОТА

40.0.1. Штампы для разворота применяются для изготовления изделий, подобных изображенному на черт. 142. Разворот производится вправо и влево, в зависимости от формы детали.

40.0.2. Схема штампа для разворота плоских деталей показана на черт. 142. В штампе необходимо предусмотреть два фиксатора по концам детали для обеспечения ее правильного положения в начале операции.



Черт. 142

40.0.3. Пуансоны и матрицы штампов для разворота следует конструировать секционными для облегчения их обработки.

40.0.4. Ширина b (черт. 142) рабочей поверхности пуансона и матрицы должна быть равна ширине полосы с учетом плюсового допуска по ширине. Рабочий профиль пуансона и матрицы должен быть симметричным.

VII. ШТАМПЫ ВЫТЯЖНЫЕ

41. КЛАССИФИКАЦИЯ ВЫТЯЖНЫХ ШТАМПОВ

41.0.1. По характеру деформации разделяют вытяжку без утонения (черт. 143, а, б, в, г и д) и с утонением (черт. 143, е).

Для вытяжки без утонения применяют штампы:

а) с прижимом (черт. 143, а, в и д);

б) без прижима (черт. 143, б и г).

41.0.2. Для большинства полых деталей требуется несколько операций вытяжки, в связи с чем различают штампы:

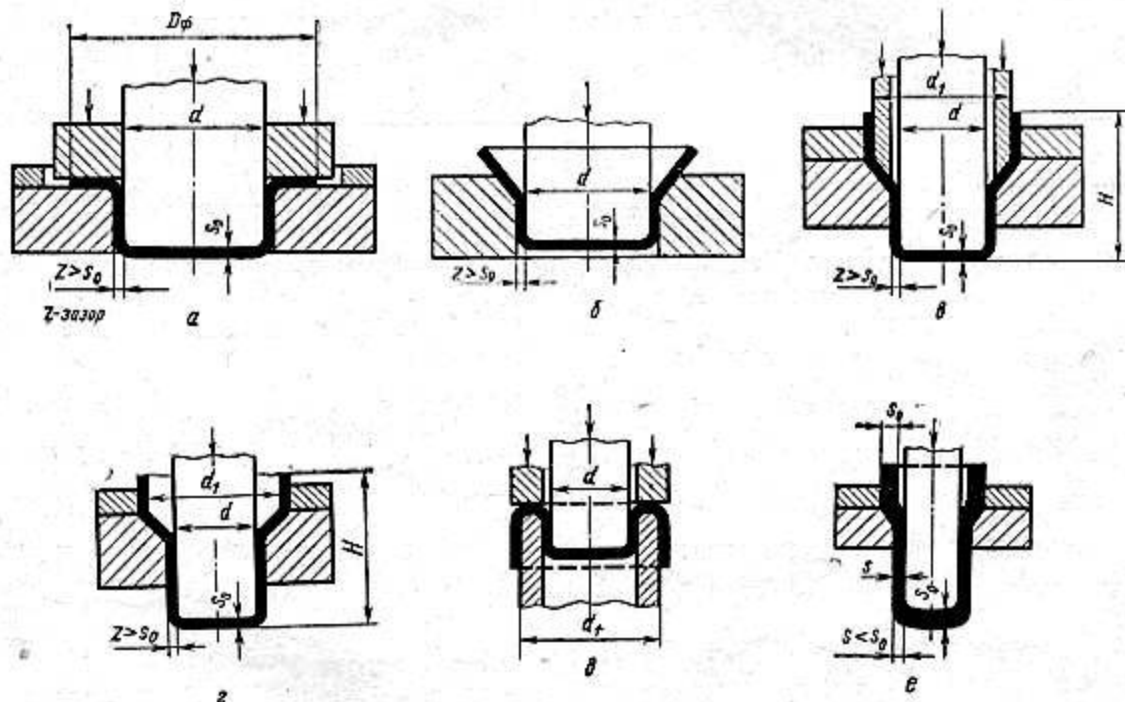
а) для вытяжки из плоской заготовки (черт. 143, а и б);

б) для 2-й и последующих операций вытяжки (черт. 143, в, г и д).

41.0.3. При наиболее часто применяемом прямом методе вытяжки материал протягивается в одном направлении (черт. 143, а, б, в, г и е). При методе обратной вытяжки материал на второй или последующих операциях протягивается в противоположном направлении (черт. 143, д).

41.0.4. По конструкции прессового оборудования различают вытяжные штампы для прессов:

- двойного (тройного) действия (черт. 143, а, в и д);
- простого действия с буферным устройством (черт. 152);
- простого действия без буферного устройства (черт. 143, б, г, е).



Черт. 143

Примечание. Стрелками указано направление действующего усилия пуансона и прижима.

41.0.5. Пакеты вытяжных штампов для круглых и прямоугольных деталей предусмотрены по МН 4399-63—МН 4432-63.

42. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЗАГОТОВОК ПОЛЫХ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ ДЛЯ ВЫТЯЖКИ БЕЗ УТОНЕНИЯ

42.0.1. Исходной формой заготовок для вытяжки полых тел вращения является круг.

42.0.2. За основу расчета диаметра заготовок для вытяжки тел вращения принято равенство поверхностей исходной заготовки и готовой детали с учетом припуска на обрезку.

42.1. Припуски на обрезку

42.1.1. Вследствие неоднородности металла верхние кромки деталей (черт. 143, б, в, г, д, е), а также края фланцев у деталей с фланцем (черт. 143, а) после вытяжки получаются неровными.

При расчете размеров заготовок необходимо учесть припуск ΔH на обрезку детали по высоте или ΔD на обрезку (обточку) неровных кромок фланца детали.

42.1.2. В табл. 64 и 65 даны величины припусков на обрезку при вытяжке цилиндрических деталей без фланца и с фланцем.

Таблица 64

мм

Высота детали, H	Относительная высота детали без фланца $\frac{H}{d}$			
	От 0,5 до 0,8	Св. 0,8 до 1,6	Св. 1,6 до 2,5	Св. 2,5 до 4
	Припуск ΔH			
10	1,5	1,8	2,3	3,0
20	2,2	3,0	3,7	4,5
50	3,5	4,5	6,0	7,0
100	5,0	6,5	8,5	10,0
150	6,5	8,0	10,5	12,0
200	7,5	9,0	12,0	15,0
250	9,0	11,0	13,5	16,0
300	10,0	13,0	15,0	18,0

мм

Таблица 65

Диаметр фланца D_{ϕ}	Относительный диаметр детали с фланцем $\frac{D_{\phi}}{d}$			
	До 1,5	Св. 1,5 до 2	Св. 2 до 2,5	Св. 2,5 до 3
	Припуск ΔD_{ϕ} на сторону			
25	2,5	2,2	2,0	1,5
50	4,0	3,0	2,5	2,5
100	5,0	4,5	3,7	3,0
150	6,0	5,0	4,0	3,5
200	7,0	6,0	5,0	4,0
250	8,0	7,0	5,5	4,2
300	9,0	7,5	6,0	4,5

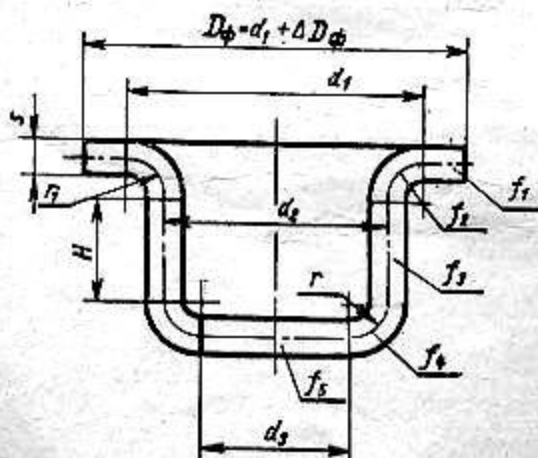
Примечание. Для деталей толщиной $s < 0,5$ мм припуски по табл. 64 и 65 следует увеличить на 30%.

42.2. Методы расчета диаметров заготовок

Для определения диаметра заготовки следует применять аналитический и графоаналитический методы расчета.

Аналитический метод

42.2.1. Расчет заготовки ведется по срединной поверхности детали. Для определения диаметра заготовки следует подсчитать всю поверхность обрабатываемой детали, исходя из величины суммы поверхностей составляющих простых геометрических элементов (черт. 144).



Черт. 144

Срединной поверхностью детали называется поверхность, делящая толщину стенки пополам.

Сумма площадей отдельных геометрических элементов Σf в мм² приравнивается к площади заготовки F_2 , т. е.:

$$\Sigma f = f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n = F_2 = \frac{\pi D_2^2}{4}, \quad (56)$$

где $f_1, f_2, f_3 \dots f_n$ — площади отдельных геометрических элементов (табл. 66).

Согласно черт. 144 и табл. 66 площади элементов равны:

$$f_1 = \frac{\pi}{4} (D_{\phi}^2 - d_1^2);$$

$$f_2 = \frac{\pi}{2} r_1 (\pi d_1 - 4r_1);$$

$$f_3 = \pi d_2 H;$$

$$f_4 = \frac{\pi}{2} r (\pi d_3 + 4r);$$

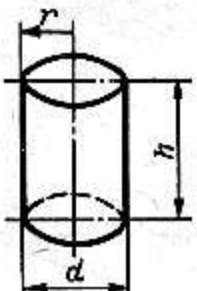
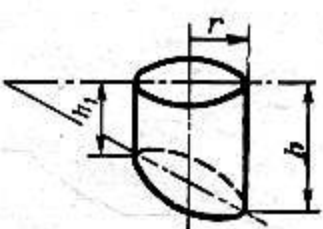
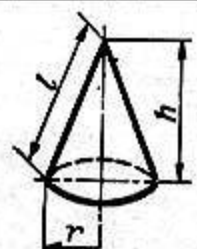
$$f_5 = \frac{\pi}{4} d_3^2.$$

Диаметр заготовки согласно формуле (56)

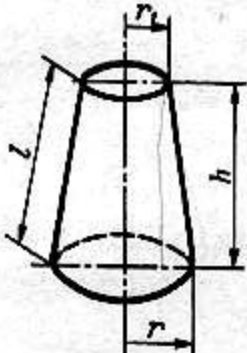
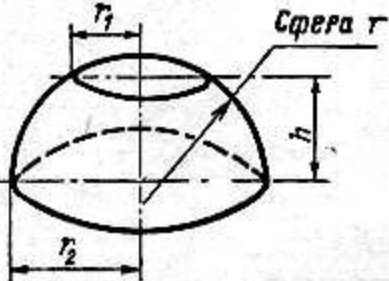
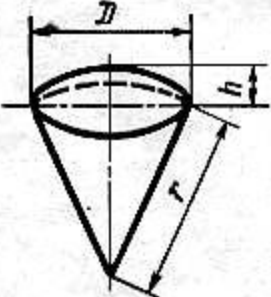
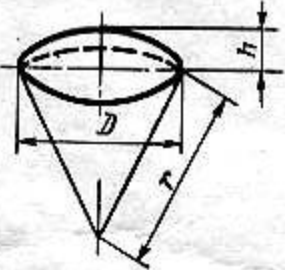
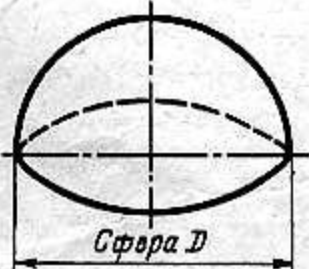
$$D_2 = 1,13 \sqrt{F_2}.$$

В табл. 66 приведены формулы для определения объемов и площадей боковых поверхностей изображенных фигур в целях облегчения расчетов площадей отдельных геометрических элементов сложных штампуемых деталей.


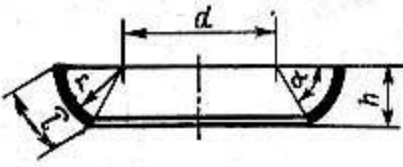
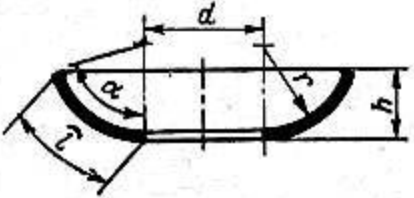
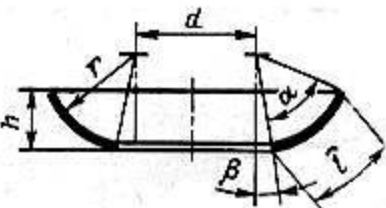
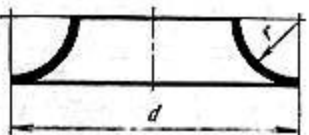
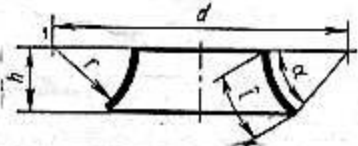
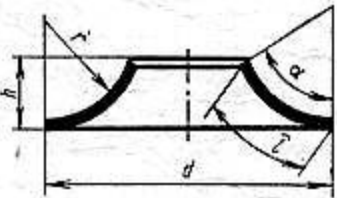
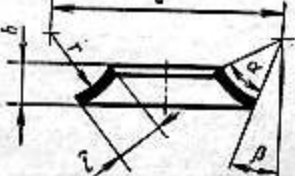
Таблица 66

Наименование геометрических фигур	Эскизы	Объем V	Площадь боковой поверхности f
Цилиндр		$\pi r^2 h = \frac{\pi d^2}{4} h$	$\pi d h$
Усеченный цилиндр		$\pi r^2 \frac{h + h_1}{2}$	$\pi r (h + h_1)$
Конус		$\frac{1}{3} \pi r^2 h$	$\pi r l = \pi r \sqrt{r^2 + h^2}$

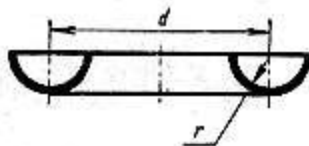
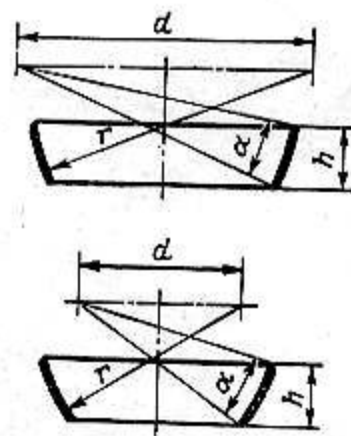
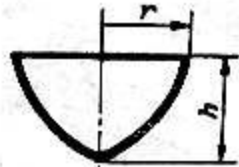
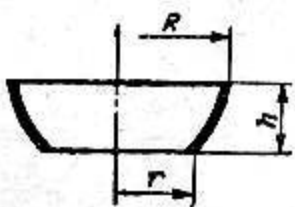
Продолжение

Наименования геометрических фигур	Эскизы	Объем V	Площадь боковой поверхности f
Усеченный конус		$\frac{1}{3} \pi h (r^2 + r_1^2 + r \cdot r_1)$	$\pi l (r + r_1)$
Шаровой пояс		$\frac{\pi h}{6} (3r_1^2 + 3r_2^2 + h^2)$	$2\pi r h$
Шаровой сектор		$\frac{2}{3} \pi r^3 h$	$\frac{1}{2} \pi r (4h + D)$
Шаровой сегмент		$\pi h^2 \left(r - \frac{h}{3} \right) =$ $= \pi h \left(\frac{D^2}{8} + \frac{h}{6} \right)$	$2\pi r h = \frac{\pi}{4} (D^2 + 4h^2)$
Полушарие		$\frac{\pi D^3}{12}$	$\frac{\pi D^2}{2}$

Продолжение

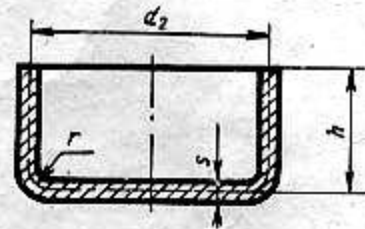
Наименования геометрических фигур	Эскизы	Объем V	Площадь боковой поверхности f
Четверть сферического кольца (выпуклая) $h = r$		$\frac{\pi r^2}{12} (3\pi d + 8r)$	$\frac{\pi r}{2} (\pi d + 4r)$
Часть сферического кольца (выпуклая) при $h < r$. Форма I		—	$\pi (dl + 2rh)$ $l = \frac{\pi r \alpha}{180^\circ}$ $h = r \cdot \sin \alpha$
Часть сферического кольца (выпуклая) при $h < r$. Форма II		—	$\pi (dl + 2rh)$ $l = \frac{\pi r \alpha}{180^\circ}$ $h = r (1 - \cos \alpha)$
Часть сферического кольца (выпуклая) при $h < r$. Форма III		—	$\pi (dl + 2rh)$ $l = \frac{\pi r \alpha}{180^\circ}$ $h = r [\cos \beta - \cos (\alpha + \beta)]$
Четверть сферического кольца (вогнутая) при $h = r$		$\frac{\pi r^2}{12} (3\pi d - 8r)$	$\frac{\pi r}{2} (\pi d - 4r)$
Часть сферического кольца (вогнутая) при $h < r$		—	$\pi (dl - 2rh)$ $l = \frac{\pi r \alpha}{180^\circ}$ $h = r \cdot \sin \alpha$
Часть сферического кольца (вогнутая) при $h < r$. Форма I		—	$\pi (dl - 2rh)$ $l = \frac{\pi r \alpha}{180^\circ}$ $h = r (1 - \cos \alpha)$
Часть сферического кольца (вогнутая) при $h < r$. Форма II		—	$\pi (dl - 2rh)$ $l = \frac{\pi r \alpha}{180^\circ}$ $h = r [\cos \beta - \cos (\alpha + \beta)]$

Продолжение

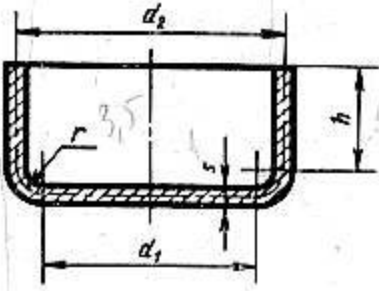
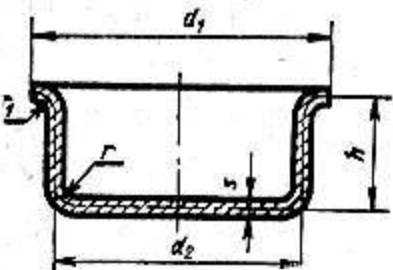
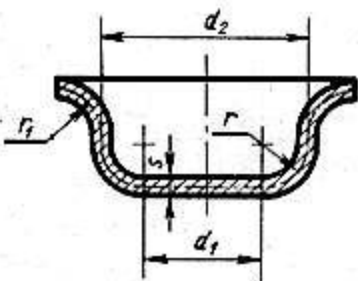
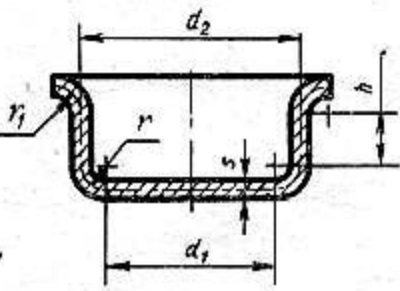
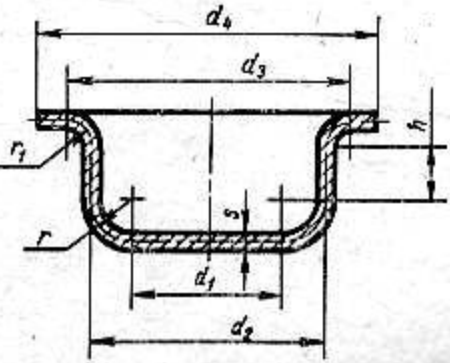
Наименования геометрических фигур	Эскизы	Объем V	Площадь боковой поверхности f
Кольцо полу-кругового сечения		$\frac{\pi^2}{2} dr^2$	$\pi^2 dr$
Усеченный конус с радиусной образующей		—	$2\pi r \left(h - d \cdot \frac{\pi\alpha}{360^\circ} \right)$
Параболоид вращения		$\frac{\pi}{2} r^2 h$	$\frac{2}{3} \cdot \frac{\pi}{p} [V(r^2 + p^2)^{3/2} - p^3]$ $p = \frac{r^2}{2h}$
Усеченный параболоид вращения		$\frac{\pi}{2} (R^2 + r^2) h$	$\frac{2}{3} \cdot \frac{\pi}{p} [V(p^2 + R^2)^{3/2} - V(p^2 + r^2)^{3/2}]$ $p = \frac{r^2}{2h}$

42.2.2. Для ускорения аналитических расчетов в табл. 67 приведены формулы для определения диаметров заготовок наиболее распространенных форм тел вращения.

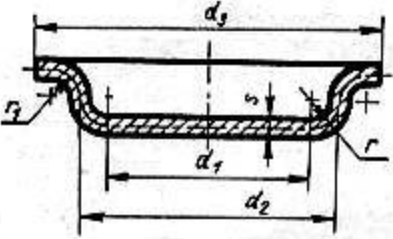
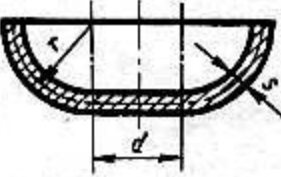
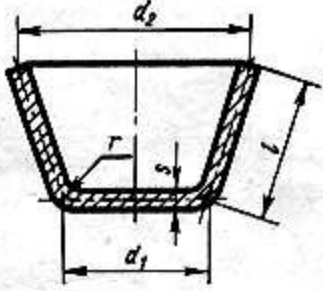
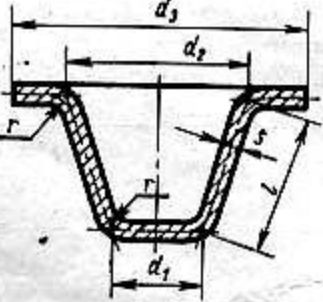
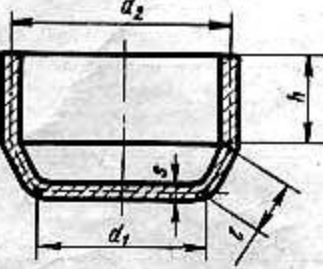
Таблица 67

Форма тел вращения	Диаметр заготовки D_3 и высота h
	$r < 0,5s$ $D_3 = \sqrt{d_2^2 + 4d_2h}$ $h = \frac{D_3^2 - d_2^2}{4d_2}$

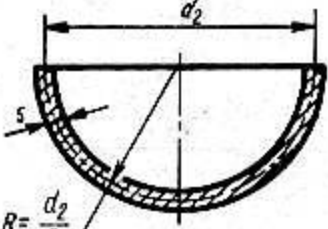
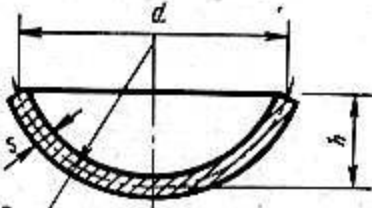
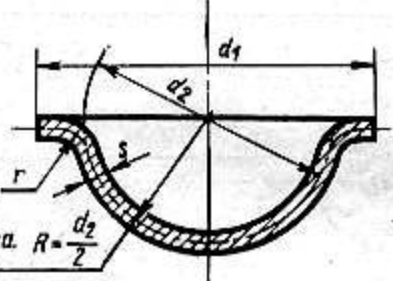
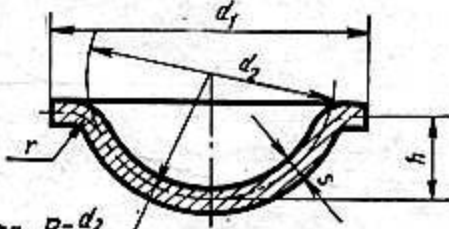
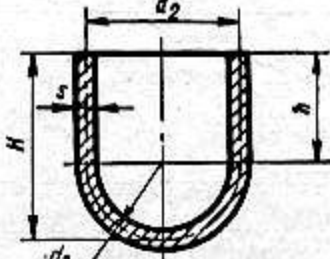
Продолжение

Форма тел вращения	Диаметр заготовки D_3 и высота h
	$r > 0,5s$ $D_3 = \sqrt{d_1^2 + 4d_2h + 2\pi r d_1 + 8r^2}$ $h = \frac{D_3^2 - d_1^2 - 2\pi r d_1 - 8r^2}{4d_2}$
	$r \text{ и } r_1 < 0,5s$ $D_3 = \sqrt{d_1^2 + 4d_2h}$ $h = \frac{D_3^2 - d_1^2}{4d_2}$
	$r \text{ и } r_1 > 0,5s$ $D_3 = \sqrt{d_1^2 + 2\pi r (d_1 + d_2) + 4\pi r^2}$
	$r_1 \neq r$ $D_3 = \sqrt{d_1^2 + 2\pi r d_1 + 8r^2 + 4d_2h + 2\pi r_1 d_2 + 4,56r_1^2}$ $r_1 = r$ $D_3 = \sqrt{d_1^2 + 4d_2h + 2\pi r (d_1 + d_2) + 4\pi r^2}$ $h = \frac{D_3^2 - d_1^2 - 2\pi r d_1 - 2\pi r d_2 - 4\pi r^2}{4d_2}$
	$r_1 \neq r$ $D_3 = \sqrt{d_1^2 + 2\pi r d_1 + 8r^2 + 4d_2h + 2\pi r_1 d_2 + 4,56r_1^2 + d_4^2 - d_3^2}$ $r_1 = r$ $D_3 = \sqrt{d_1^2 + 4d_2h + 2\pi r (d_1 + d_2) + 4\pi r^2 + d_4^2 - d_3^2}$ $h = \frac{D_3^2 - d_1^2 - 2\pi r d_1 - 2\pi r d_2 - 4\pi r^2 - d_4^2 + d_3^2}{4d_2}$

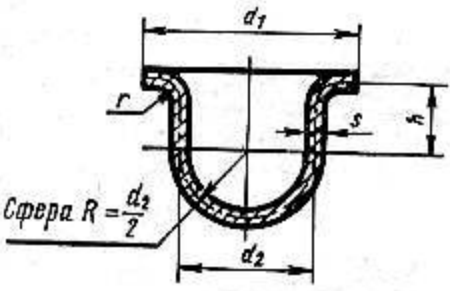
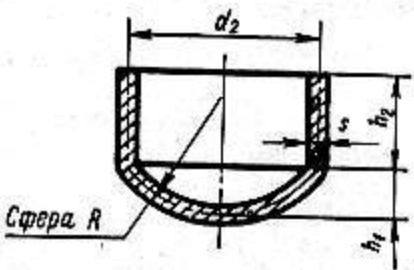
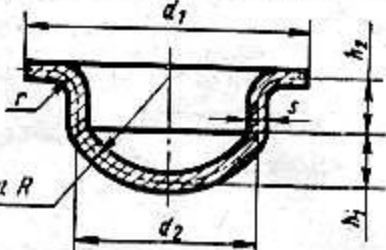
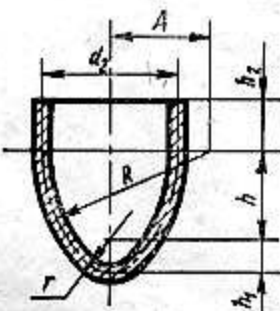
Продолжение

Форма тел вращения	Диаметр заготовки D_3 и высота h
	$D_3 = \sqrt{\frac{d_1^2 + 2\pi r d_1 + 8r^2 + 2\pi r_1 d_2 + 4,56r_1^2 + d_3^2 - (d_2 + 2r_1)^2}{r_1 + r}}$ $D_3 = \sqrt{\frac{d_1^2 + 2\pi r d_1 + 8r^2 + d_3^2 - d_2^2}{r_1 < 0,5s}}$ $D_3 = \sqrt{\frac{d_1^2 + 2\pi r (d_1 + d_2) + 4\pi r^2 + d_3^2 - (d_2 + 2r)^2}{r_1 = r}}$
	$D_3 = \sqrt{d^2 + 2r(\pi d + 4r)}$
	$D_3 = \sqrt{\frac{d_1^2 + 2l(d_1 + d_2)}{r < 0,5s}}$
	$D_3 = \sqrt{\frac{d_1^2 + 2l(d_1 + d_2) + d_3^2 - d_2^2}{r < 0,5s}}$
	$D_3 = \sqrt{d_1^2 + 2l(d_1 + d_2) + 4d_2 h}$ $h = \frac{D_3^2 - d_1^2 - 2l(d_1 + d_2)}{4d_2}$

Продолжение

Форма тел вращения	Диаметр заготовки D_3 и высота h
 <p>Сфера $R = \frac{d_2}{2}$</p>	$D_3 = \sqrt{2d_2^2} = 1,41d_2$ $= \sqrt{10000 + 361} = \sqrt{10361}$
 <p>Сфера R</p>	$D_3 = \sqrt{100^2 + 4 \cdot 9,5^2} =$ $D_3 = \sqrt{8Rh} \text{ или } D_3 = \sqrt{d^2 + 4h^2}$ $h = \frac{D_3^2 - d^2}{4} \text{ или } h = \sqrt{\frac{D_3^2 - d^2}{4}}$ $D_3 = \sqrt{8Rh} = \sqrt{8 \cdot 125,5 \cdot 9,5} = 135,38$
 <p>Сфера $R = \frac{d_2}{2}$</p>	$D_3 = \sqrt{8 \cdot 192 \cdot 24,4} = 184$ $r < 0,5s$ $D_3 = \sqrt{d_1^2 + d_2^2}$
 <p>Сфера $R = \frac{d_2}{2}$</p>	$r < 0,5s$ $D_3 = \sqrt{d_1^2 + 4h^2}$
 <p>Сфера $R = \frac{d_2}{2}$</p>	$D_3 = 1,41 \sqrt{d_2^2 + 2d_2h} = 2\sqrt{d_2h}$ $h = \frac{D_3^2 - 2d_2^2}{4d_2}$ $H = \frac{D_3^2}{4d_2}$

Продолжение

Форма тел вращения	Диаметр заготовки D_3 и высота h
 <p>Сфера $R = \frac{d_2}{2}$</p>	$D_3 = \sqrt{\frac{r < 0,5s}{d_2^2 + d_1^2 + 4d_2h}}$
 <p>Сфера R</p>	$D_3 = \sqrt{d_2^2 + 4(h_1^2 + d_2h_2)}$
 <p>Сфера R</p>	$D_3 = \sqrt{\frac{r < 0,5s}{d_1^2 + 4(h_1^2 + d_2h_2)}}$
	$D_3 = \sqrt{8R \left[h - A \left(\arcsin \frac{h}{R} \right) \right] + 4d_2h_2 + 8rh_1}$

Примечание. В случае вытяжки с последующей обрезкой к номинальным размерам высоты или диаметра фланца готовой детали необходимо прибавить величину припуска на обрезку.

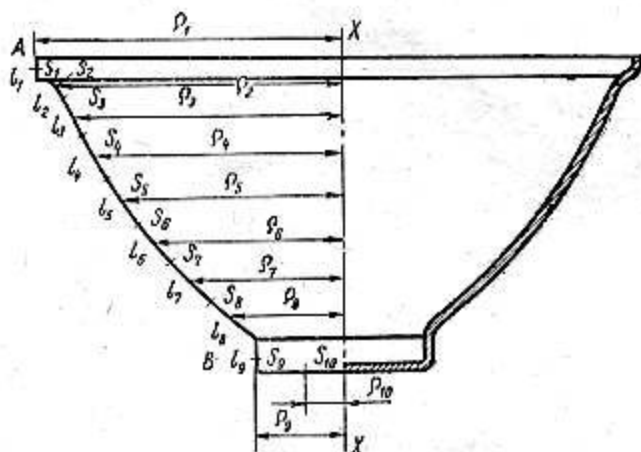
Графоаналитический метод

42.2.3. Графоаналитический метод применяется в основном для расчета заготовок сложных тел вращения. Порядок расчета следующий:

а) вычертить в натуральную величину или в увеличенном масштабе половину детали по средней линии с учетом припуска на обрезку;

б) контур детали разделить на отдельные элементы. Криволинейные участки делить на небольшие отрезки, которые условно принимаются за прямолинейные (черт. 145);

- в) по масштабу чертежа определить длины отрезков $l_1, l_2, l_3 \dots l_n$ и расстояния от центров тяжести до оси вращения $Q_1, Q_2, Q_3 \dots Q_n$;
г) определить и нанести на чертеж центры тяжести S каждого отрезка, которые находятся в середине этих отрезков;



Черт. 145

- д) вычислить радиус вращения R_c в мм центра тяжести кривой (образующей тела вращения) по формуле

$$R_c = \frac{l_1 \rho_1 + l_2 \rho_2 + l_3 \rho_3 + \dots + l_n \rho_n}{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n} = \frac{\sum l \rho}{\sum l} ; \quad (57)$$

- е) определить поверхность тела вращения M в мм², образованную вращением кривой AB (черт. 145) вокруг оси $X-X$.

$$M = 2\pi R_c L , \quad (58)$$

где R_c — определяется по формуле 57;

$L = \sum l$ — длина кривой, определяемая по масштабу чертежа, мм;

- ж) на основании равенства поверхности M штампуемой детали площади заготовки

$$2\pi R_c L = \frac{\pi D_3^2}{4}$$

находим

$$D_3 = \sqrt{8R_c L} . \quad (59)$$

Подставляя значения

$$R_c = \frac{\sum l \rho}{\sum l} \text{ и } L = \sum l,$$

получим

$$D_3 = \sqrt{8 \sum l \rho} . \quad (60)$$

42.2.4. Для ускорения графоаналитических расчетов в табл. 68 приведены размеры диаметров заготовок D_3 в зависимости от величины $\sum l \rho$.

$$\sum l \rho = l_1 \rho_1 + l_2 \rho_2 + l_3 \rho_3 + \dots + l_n \rho_n ,$$

где $\sum l \rho$ — сумма произведений длины каждого участка кривой на расстояние центра тяжести до оси.

мм

Таблица 68

D_3	Σl_p	D_3	Σl_p	D_3	Σl_p	D_3	Σl_p
20	50	47	276	74	684,5	101	1275
21	55	48	285,5	75	703	102	1300
22	60,5	49	300	76	722	103	1326
23	66	50	312,5	77	741	104	1352
24	72	51	325	78	760,5	105	1378
25	78	52	338	79	780	106	1404
26	84,5	53	351	80	800	107	1430
27	91	54	364,5	81	820	108	1458
28	98	55	378	82	840,5	109	1485
29	105	56	392	83	861	110	1512
30	112,5	57	406	84	882	111	1540
31	120	58	420,5	85	903	112	1568
32	128	59	435	86	924,5	113	1596
33	136	60	450	87	946	114	1624
34	144,5	61	465	88	968	115	1653
35	154	62	480,5	89	990	116	1682
36	162	63	496	90	1012,5	117	1711
37	171	64	512	91	1035	118	1740
38	180,5	65	528	92	1058	119	1770
39	190	66	544,5	93	1081	120	1800
40	200	67	561	94	1104,5	121	1830
41	210	68	578	95	1128	122	1860
42	220,5	69	595	96	1152	123	1891
43	231	70	612,5	97	1176	124	1922
44	242	71	630	98	1200	125	1953
45	253	72	645,5	99	1225	126	1984
46	264,5	73	666	100	1250	127	2016

мм

Продолжение

D_1	Σl_p	D_2	Σl_p	D_3	Σl_p	D_4	Σl_p
128	2048	155	3003	182	4140	218	5940
129	2080	156	3042	183	4186	220	6050
130	2112	157	3081	184	4232	222	6166
131	2145	158	3120	185	4278	224	6272
132	2178	159	3160	186	4324	226	6384
133	2211	160	3200	187	4371	228	6485
134	2244	161	3240	188	4418	230	6612
135	2278	162	3280	189	4465	232	6715
136	2312	163	3321	190	4512	234	6844
137	2346	164	3362	191	4560	236	6962
138	2380	165	3403	192	4608	238	7080
139	2415	166	3444	193	4656	240	7200
140	2450	167	3486	194	4704	242	7320
141	2485	168	3528	195	4753	244	7442
142	2520	169	3570	196	4802	246	7564
143	2556	170	3612	197	4851	248	7688
144	2592	171	3655	198	4900	250	7812
145	2628	172	3698	199	4950	252	7938
146	2664	173	3741	200	5000	254	8064
147	2701	174	3784	202	5100	256	8192
148	2738	175	3828	204	5202	258	8320
149	2775	176	3872	206	5304	260	8450
150	2812	177	3916	208	5408	262	8580
151	2850	178	3960	210	5512	264	8712
152	2888	179	4005	212	5618	266	8844
153	2926	180	4050	214	5724	268	8978
154	2964	181	4095	216	5832	270	9112

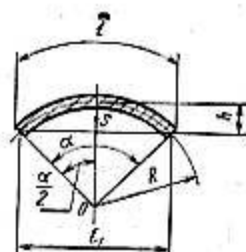
Продолжение

D_3	Σl_p	D_3	Σl_p	D_3	Σl_p	D_3	Σl_p
272	9248	335	14928	440	24200	545	37128
274	9385	340	14450	445	24753	550	37812
276	9522	345	14878	450	25312	555	38503
278	9660	350	15312	455	25878	560	39200
280	9800	355	15753	460	26450	565	39903
282	9940	360	16200	465	27028	570	40612
284	10082	365	16653	470	27612	575	41328
286	10224	370	17112	475	28203	580	42050
288	10368	375	17578	480	28800	585	42778
290	10512	380	18050	485	29403	590	43512
292	10658	385	18528	490	30012	595	44253
294	10804	390	19012	495	30628	600	45000
296	10952	395	19503	500	31250	610	46512
298	11100	400	20000	505	31878	620	48050
300	11250	405	20503	510	32512	630	49612
305	11628	410	21012	515	33153	640	51200
310	12012	415	21528	520	33800	650	52812
315	12403	420	22050	525	34453	660	54450
320	12800	425	22578	530	35112	670	56112
325	13203	430	23112	535	35778	680	57800
330	13612	435	23653	540	36450	690	59512

42.2.5. Ниже приведены вспомогательные таблицы для расчета размеров заготовок.

Расчет элементов дуги

Таблица 69



$$\widehat{l} = \pi R \frac{\alpha}{180^\circ}$$

$$l_1 = 2R \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \sqrt{2Rh - h^2}$$

$$h = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right) = R - \sqrt{R^2 - \frac{l_1^2}{4}}$$

$$OS = R \frac{l_1}{\widehat{l}}$$

где l_1 — длина хорды, мм;
 \widehat{l} — длина дуги, мм;
 h — стрелка, мм;
 OS — расстояние до центра тяжести, мм;
 S — центр тяжести дуги.

Пример. Определить длину дуги \widehat{l} при $R=16,5$ мм и $\alpha=33^\circ 15'$.

Решение:

α	\widehat{l}_0
$33^\circ 15'$	0,576 0,001
$33^\circ 15'$	0,580 мм

$$\widehat{l} = \widehat{l}_0 R = 0,580 \cdot 16,5 = 9,57 \text{ мм.}$$

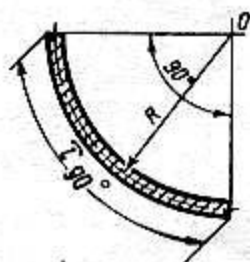
Длина дуги \widehat{l}_0 , мм при $R = 1$ мм и $\alpha < 90^\circ$

α , град						α , мин							
α	l_0	α	l_0	α	l_0	α	l_0	α	l_0	α	l_0		
1	0,018	24	0,419	46	0,803	69	1,204	1	—	21	0,006	41	0,012
2	0,035	25	0,436	47	0,820	70	1,222	2	—	22	0,006	42	0,012
3	0,052			26	0,454	48	0,838	71	1,239	3	0,001	23	0,007
4	0,070	27	0,471			49	0,855	72	1,257	4	0,001	24	0,007
5	0,087			28	0,489	50	0,873	73	1,274	5	0,001	25	0,007
6	0,105	29	0,506			51	0,890	74	1,291	6	0,002	26	0,008
7	0,122			30	0,524	52	0,908	75	1,309	7	0,002	27	0,008
8	0,140	31	0,541			53	0,925	76	1,326	8	0,002	28	0,008
9	0,157			32	0,559	54	0,942	77	1,344	9	0,003	29	0,009
10	0,174	33	0,576			55	0,960	78	1,361	10	0,003	30	0,009
11	0,192			34	0,593	56	0,977	79	1,379	11	0,003	31	0,009
12	0,209	35	0,611			57	0,995	80	1,396	12	0,003	32	0,009
13	0,227			36	0,628	58	1,012	81	1,414	13	0,004	33	0,010
14	0,244	37	0,646			59	1,030	82	1,431	14	0,004	34	0,010
15	0,262			38	0,663	60	1,047	83	1,449	15	0,004	35	0,010
16	0,279	39	0,681			61	1,065	84	1,466	16	0,005	36	0,011
17	0,297			40	0,698	62	1,082	85	1,483	17	0,005	37	0,011
18	0,314	41	0,716			63	1,100	86	1,501	18	0,005	38	0,011
19	0,332			42	0,733	64	1,117	87	1,518	19	0,006	39	0,012
20	0,349	43	0,750			65	1,134	88	1,535	20	0,006	40	0,012
21	0,366			44	0,768	66	1,152	89	1,553				
22	0,384	45	0,785			67	1,169	90	1,571				
23	0,401					68	1,187						

Определение длины дуги \widehat{l} при $\alpha=90^\circ$

$$l_{90^\circ} = \frac{\pi}{2} R$$

Таблица 70



Пример. Определить длину дуги \widehat{l} при $R=41,25$ мм.
Решение:

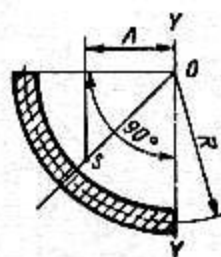
R	\widehat{l}_{90°
41	64,40
0,2	0,31
0,05	0,08
41,25 мм	64,79 мм

мм

R	\widehat{l}_{90°	R	\widehat{l}_{90°	R	\widehat{l}_{90°	R	\widehat{l}_{90°
0,01	0,02	13	20,42	42	65,97	71	111,52
0,02	0,03	14	21,99	43	67,54	72	113,09
0,03	0,05	15	23,56	44	69,11	73	114,66
0,04	0,06	16	25,13	45	70,68	74	116,24
0,05	0,08	17	26,70	46	72,25	75	117,81
0,06	0,09	18	28,27	47	73,82	76	119,38
0,07	0,11	19	28,84	48	75,40	77	120,95
0,08	0,12	20	31,42	49	76,97	78	122,52
0,09	0,14	21	32,99	50	78,54	79	124,09
0,1	0,16	22	34,56	51	80,11	80	125,66
0,2	0,31	23	36,13	52	81,68	81	127,23
0,3	0,47	24	37,70	53	83,25	82	128,80
0,4	0,63	25	39,27	54	84,82	83	130,37
0,5	0,79	26	40,84	55	86,39	84	131,94
0,6	0,94	27	42,41	56	87,96	85	133,52
0,7	1,10	28	43,98	57	89,53	86	135,09
0,8	1,26	29	45,55	58	91,10	87	136,66
0,9	1,41	30	47,12	59	92,67	88	138,23
1	1,57	31	48,69	60	94,25	89	139,80
2	3,14	32	50,26	61	95,82	90	141,37
3	4,71	33	51,84	62	97,39	91	142,94
4	6,28	34	53,41	63	98,96	92	144,51
5	7,85	35	54,98	64	100,53	93	146,08
6	9,42	36	56,55	65	102,10	94	147,65
7	11,00	37	58,12	66	103,67	95	149,22
8	12,57	38	59,69	67	105,24	96	150,79
9	14,14	39	61,26	68	106,81	97	152,36
10	15,71	40	62,83	69	108,38	98	153,94
11	17,28	41	64,40	70	109,95	99	155,51
12	18,85						

Определение расстояния A центра тяжести дуги от оси $Y-Y$ при $\alpha=90^\circ$

Таблица 71



Пример. Определить величину A для $R=52,37$ мм.
Решение:

R	A
52	33,12
0,3	0,19
0,07	0,05
52,37 мм	33,36 мм

мм

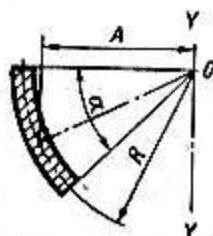
R	A	R	A	R	A	R	A
0,01	0,01	13	8,28	42	26,75	71	45,22
0,02	0,01	14	8,92	43	27,39	72	45,86
0,03	0,02	15	9,55	44	28,02	73	46,49
0,04	0,03	16	10,19	45	28,66	74	47,13
0,05	0,03	17	10,83	46	29,30	75	47,77
0,06	0,04	18	11,46	47	29,93	76	48,41
0,07	0,05	19	12,10	48	30,57	77	49,05
0,08	0,05	20	12,74	49	31,21	78	49,69
0,09	0,06	21	13,37	50	31,84	79	50,32
0,1	0,06	22	14,01	51	32,48	80	50,95
0,2	0,13	23	14,65	52	33,12	81	51,59
0,3	0,19	24	15,29	53	33,76	82	52,23
0,4	0,25	25	15,92	54	34,39	83	52,86
0,5	0,32	26	16,56	55	35,03	84	53,50
0,6	0,38	27	17,20	56	35,67	85	54,13
0,7	0,45	28	17,83	57	36,30	86	54,77
0,8	0,51	29	18,47	58	36,94	87	55,41
0,9	0,57	30	19,11	59	37,58	88	56,05
1	0,64	31	19,74	60	38,21	89	56,68
2	1,27	32	20,38	61	38,85	90	57,32
3	1,91	33	21,02	62	39,49	91	57,96
4	2,55	34	21,65	63	40,12	92	58,59
5	3,18	35	22,29	64	40,76	93	59,23
6	3,82	36	22,93	65	41,40	94	59,87
7	4,46	37	23,57	66	42,04	95	60,51
8	5,10	38	24,20	67	42,67	96	61,15
9	5,73	39	24,84	68	43,31	97	61,79
10	6,37	40	25,48	69	43,95	98	62,43
11	7,01	41	26,11	70	44,58	99	63,06
12	7,64						

Определение расстояния A центра тяжести дуги от оси $Y—Y$ при $\alpha < 90^\circ$

Таблица 72

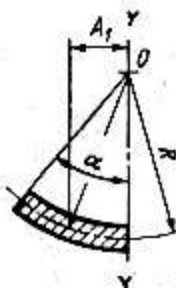
Пример. Определить величину A при $R=20$ мм и $\alpha=25^\circ$.

Решение: $A=A_0R=0,969 \cdot 20=19,38$ мм, где A_0 в мм — расстояние центра тяжести дуги от оси $Y—Y$ при $R=1$ мм.



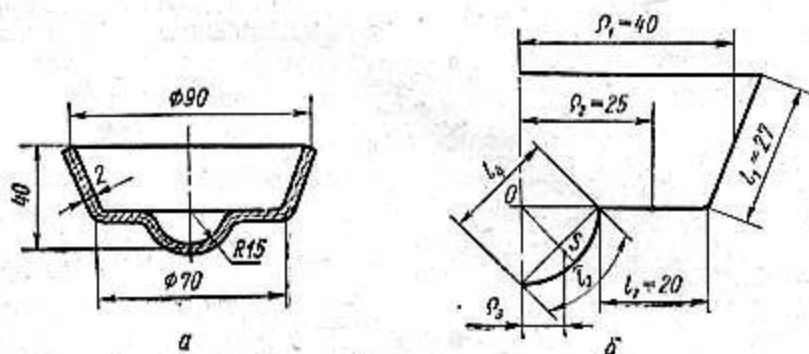
Пример. Определить величину A_1 при $R=25$ мм, $\alpha=38^\circ$.

Решение: $A_1=A_{10}R=0,320 \cdot 25=8$ мм, где A_{10} в мм — расстояние центра тяжести дуги от оси $Y—Y$ при $R=1$ мм.



α	A_0 мм	α	A_0 мм	α	A_0 мм	α	A_{10} мм	α	A_{10} мм	α	A_{10} мм
1°	1,000	30°	0,955	60°	0,827	1°	0,009	30°	0,256	60°	0,478
2°	1,000	31°	0,952	61°	0,822	2°	0,017	31°	0,264	61°	0,484
3°	1,000	32°	0,949	62°	0,816	3°	0,026	32°	0,272	62°	0,490
4°	0,999	33°	0,946	63°	0,810	4°	0,035	33°	0,280	63°	0,497
5°	0,999	34°	0,942	64°	0,805	5°	0,043	34°	0,288	64°	0,503
6°	0,998	35°	0,939	65°	0,799	6°	0,052	35°	0,296	65°	0,509
7°	0,998	36°	0,936	66°	0,793	7°	0,061	36°	0,304	66°	0,515
8°	0,997	37°	0,932	67°	0,787	8°	0,070	37°	0,312	67°	0,521
9°	0,996	38°	0,929	68°	0,781	9°	0,078	38°	0,320	68°	0,527
10°	0,996	39°	0,925	69°	0,775	10°	0,087	39°	0,327	69°	0,533
11°	0,994	40°	0,921	70°	0,769	11°	0,095	40°	0,335	70°	0,538
12°	0,993	41°	0,917	71°	0,763	12°	0,104	41°	0,343	71°	0,544
13°	0,992	42°	0,913	72°	0,757	13°	0,113	42°	0,350	72°	0,550
14°	0,990	43°	0,909	73°	0,751	14°	0,122	43°	0,358	73°	0,555
15°	0,989	44°	0,905	74°	0,745	15°	0,130	44°	0,366	74°	0,561
16°	0,987	45°	0,901	75°	0,738	16°	0,139	45°	0,373	75°	0,566
17°	0,985	46°	0,896	76°	0,731	17°	0,147	46°	0,380	76°	0,572
18°	0,984	47°	0,891	77°	0,725	18°	0,156	47°	0,388	77°	0,577
19°	0,982	48°	0,887	78°	0,719	19°	0,164	48°	0,395	78°	0,582
20°	0,980	49°	0,883	79°	0,712	20°	0,173	49°	0,402	79°	0,587
21°	0,978	50°	0,879	80°	0,705	21°	0,181	50°	0,409	80°	0,592
22°	0,976	51°	0,874	81°	0,699	22°	0,189	51°	0,416	81°	0,597
23°	0,974	52°	0,869	82°	0,692	23°	0,198	52°	0,423	82°	0,602
24°	0,972	53°	0,864	83°	0,685	24°	0,206	53°	0,430	83°	0,606
25°	0,969	54°	0,858	84°	0,678	25°	0,215	54°	0,437	84°	0,611
26°	0,966	55°	0,853	85°	0,671	26°	0,223	55°	0,444	85°	0,615
27°	0,963	56°	0,848	86°	0,665	27°	0,231	56°	0,451	86°	0,620
28°	0,960	57°	0,843	87°	0,658	28°	0,240	57°	0,458	87°	0,624
29°	0,958	58°	0,838	88°	0,651	29°	0,248	58°	0,464	88°	0,628
		59°	0,832	89°	0,644			59°	0,471	89°	0,633

42.2.6. Ниже дан пример определения диаметра заготовки детали (черт. 146,а) графо-аналитическим методом.



Черт. 146

Размеры элементов детали с припуском на обрезку показаны на черт. 146,б. Величины ρ_1 и ρ_2 , l_1 и l_2 определяются непосредственно по средней линии чертежа (по масштабу); величины ρ_3 и l_3 подсчитываются по данным, приведенным в табл. 69.

$$OS = R \frac{l_4}{l_3};$$

$$l_4 = 2R \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 15 \sin \frac{90^\circ}{2} = 2 \cdot 15 \cdot 0,707 = 21,2 \text{ мм};$$

$$l_3 = \pi R \frac{\alpha}{180^\circ} = 3,14 \cdot 15 \frac{90^\circ}{180^\circ} = 23,5 \text{ мм};$$

$$OS = 15 \frac{21,2}{23,5} = 13,6 \text{ мм};$$

$$\rho_3 = OS \cdot \sin 45^\circ = 13,6 \cdot 0,707 = 9,6 \text{ мм};$$

$$\Sigma l\rho = l_1\rho_1 + l_2\rho_2 + l_3\rho_3 = 27 \cdot 40 + 20 \cdot 25 + 23,5 \cdot 9,6 = 1806 \text{ мм}.$$

Округляем $\Sigma l\rho$ до ближайшей величины 1800 мм, указанной в табл. 68, и соответственно ей находим диаметр заготовки $D_3 = 120$ мм.

43. РАСЧЕТ ЧИСЛА ОПЕРАЦИЙ ПРИ ВЫТЯЖКЕ БЕЗ УТОНЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

43.0.1. Расчет числа операций при вытяжке производится, исходя из минимально допустимого диаметра вытягиваемого цилиндра.

Диаметр цилиндра, получаемый при вытяжке, определяется по формуле:

а) для 1-й операции

$$d_1 = m_1 D_3; \quad (61)$$

б) для последующих операций (2-й, 3-й, n -й)

$$d_2 = m_2 d_1; \quad d_3 = m_3 d_2; \quad d_n = m_n d_{n-1}, \quad (62)$$

(меньшим значениям коэффициентов вытяжки m соответствуют большие деформации).

В формулах приняты следующие обозначения:

d_1 ; d_2 ; d_3 — диаметры вытяжки 1-й, 2-й и 3-й операций;

d_{n-1} — диаметр вытяжки предпоследней операции;

d_n — диаметр вытяжки последней операции;

m_1 ; m_2 ; m_3 ; m_n — коэффициенты вытяжки 1-й, 2-й, 3-й и n -й (последней) операций.

Диаметры вытяжки определяются по средней линии.

43.0.2. Величина коэффициента вытяжки зависит: от вида и механических свойств материала, отношения толщины к диаметру заготовки, способа вытяжки (с прижимом или без него), с промежуточным отжигом или без него, рабочего профиля пуансонов и матриц, усилия прижима, качества поверхности, скорости вытяжки, применяемой смазки и т. п.

Допустимые коэффициенты вытяжки выбираются с учетом приведенных факторов.

43.0.3. В табл. 73 приведены предельные коэффициенты m_1 однооперационной вытяжки полых цилиндрических деталей и предельные отношения $\frac{h}{d_1}$ при оптимальном усилии прижима, высоком качестве поверхности рабочих деталей и низкой скорости деформации.

Таблица 73

Показатель вытяжки	Наименование материала					
	Сталь 08 и 10 ГОСТ 1050—60	Латунь Л62 ГОСТ 1019—47	Марки алюминиевых сплавов по ГОСТ 1946—50			
			АМцА-М	Д16А-М	Д16А-Т	В95А-Т ₁
m_1	0,48	0,48	0,50	0,50	0,68	0,70
$\frac{h}{d_1}$	0,85	0,85	0,78	0,78	0,32	0,28

Значения m_1 даны для отношения $\frac{s}{D_3} \cdot 100 = 1$. С увеличением отношения $\frac{s}{D_3} \cdot 100$ коэффициенты вытяжки должны быть соответственно уменьшены.

43.0.4. В табл. 74 приведены рекомендуемые коэффициенты многооперационной вытяжки с прижимом полых цилиндрических деталей из стали для глубокой вытяжки, латуни и алюминиевых сплавов АМцА-М, Д16А-М (при радиусе матрицы R_M и радиусе пуансона R_n , равном $4s$) в зависимости от отношения $\frac{s}{D_3} \cdot 100$.

Таблица 74

Кoeffици- енты вытяжки	Отношение $\frac{s}{D_3} \cdot 100$				
	0,20—0,30	0,30—0,60	0,60—1,0	1,0—1,5	1,5—2,0
m_1	0,58—0,60	0,55—0,58	0,53—0,55	0,50—0,53	0,48—0,50
m_2	0,79—0,80	0,78—0,79	0,76—0,78	0,75—0,76	0,73—0,75
m_3	0,81—0,82	0,80—0,81	0,79—0,80	0,78—0,79	0,76—0,78
m_4	0,83—0,85	0,82—0,83	0,81—0,82	0,80—0,81	0,78—0,80
m_5	0,86—0,87	0,85—0,86	0,84—0,85	0,83—0,84	0,81—0,82

43.0.5. В табл. 75 приведены рекомендуемые коэффициенты вытяжки с прижимом для полых цилиндрических деталей из нержавеющей стали, титановых сплавов и других материалов (с промежуточным отжигом — по мере надобности).

Таблица 75

Наименование и марка материала		Кoeffициент вытяжки, m	
		для 1-й операции	для 2-й и последующих операций
Сталь 1Х13	ГОСТ 5632—61	0,56—0,58	0,75—0,78
Сталь 1Х18Н9	ГОСТ 5632—61	0,50—0,52	0,70—0,75
Сталь 1Х18Н9Т	ГОСТ 5632—61	0,52—0,55	0,78—0,81

Продолжение

Наименование и марка материала	Коэффициент вытяжки, m	
	для 1-й операции	для 2-й и последующих операций
Сталь ЭИ401 ЧМТУ 3126—62	0,51—0,54	0,77—0,80
Сталь 0Х18Н12Б ГОСТ 5632—61	0,52—0,55	
Сталь Х23Н18 Сталь ХН78Т		0,78—0,81
Сталь Х20Н80Т ЧМТУ 3126—52		
Сталь 30ХГСА ГОСТ 11268—65	0,62—0,70	0,80—0,84
Жесть белая ГОСТ 5343—54, ГОСТ 9488—60	0,58—0,65	0,80—0,85
Цинк ГОСТ 3640—65	0,65—0,70	0,85—0,90
Целлулоид (нагретый в льняном масле до $t=200^{\circ}\text{C}$) ОСТ 10182—39	0,60	—
Кожа (нагретая в масле до $t=200^{\circ}\text{C}$)	0,40—0,45	—
Титановый сплав ВТ-1 без подогрева АМТУ 388—59	0,57—0,61	0,80—0,85
Титановый сплав ВТ-1 с подогревом АМТУ 388—59	0,40—0,44	0,70—0,72
Титановый сплав ВТ-5 без подогрева АМТУ 388—59	0,63—0,65	0,80—0,85

Примечание. Для материалов с отношением $\frac{s}{D_s} 100 < 1$ брать большие коэффициенты, для материалов с отношением $\frac{s}{D_s} 100 > 1$ брать меньшие коэффициенты.

43.0.6. Количество операций для вытяжки часто применяемых полых цилиндрических гладких колпачков из стали марок 08 и 10 приведены в табл. 76, а цилиндрических колпачков с фланцем из стали марок 08 и 10 — в таблице 77.

Таблица 76

Отношение высоты к диаметру цилиндра $\frac{h}{D}$	0,6	1,4	2,5	4	7	12
Число операций вытяжки (ориентировочно)	1	2	3	4	5	6

Отношение диаметра фланца к диаметру цилиндра $\frac{D_{\phi}}{D}$	Отношение высоты к диаметру цилиндра $\frac{h}{D}$		
	0,5	1	2
1,5	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5

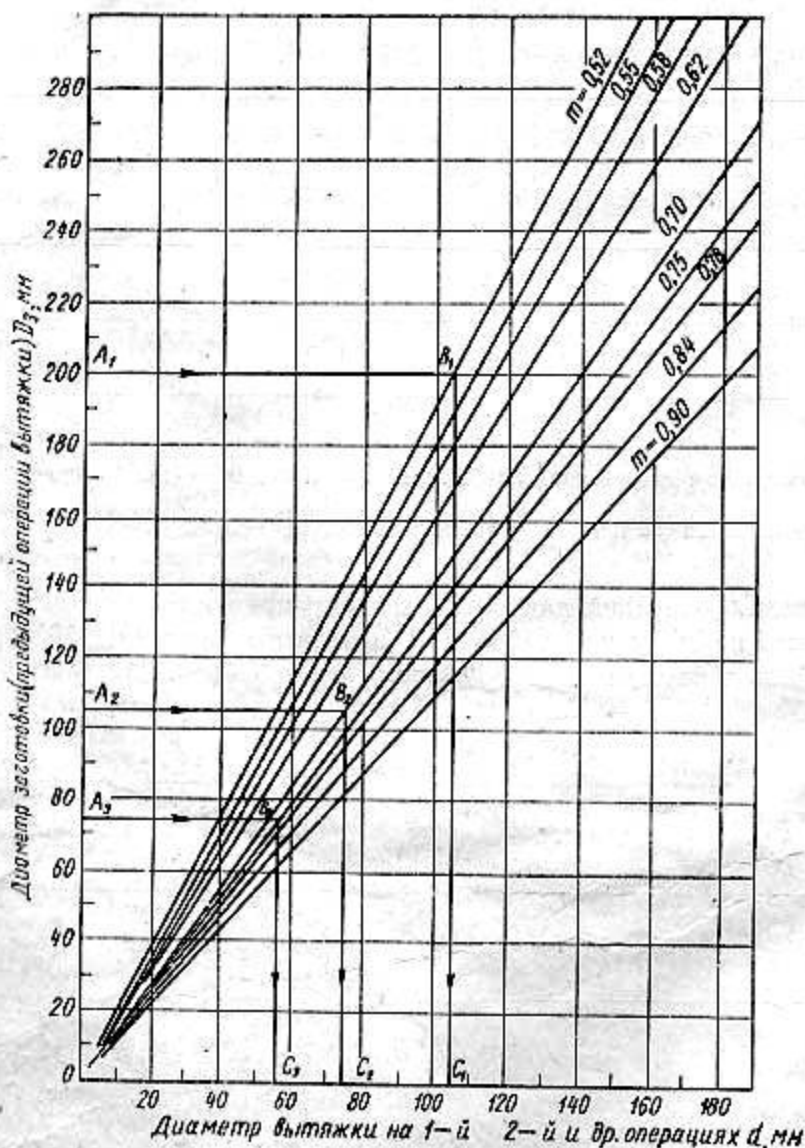
43. 0. 7. На черт. 147 дан графический метод определения диаметров и количества операций вытяжки, исходя из выбранных значений коэффициентов вытяжки m .

Примеры:

а) $D_3 = 200$ мм; $m_1 = 0,52$; $d_1 = 104$ мм;

б) $m_2 = 0,70$; $d_2 = 72,8$ мм;

в) $m_3 = 0,75$; $d_3 = 54,5$ мм.



Черт. 147

44. ПРИЖИМЫ (СКЛАДКОДЕРЖАТЕЛИ)

44.0.1. Прижим заготовки применяется для предотвращения образования складок на стенках или фланце детали при глубокой вытяжке. Усилие прижима должно быть подсчитано согласно разд. 62. Повышение давления вызывает увеличение усилия вытяжки, что приводит к отрыву дна или фланца детали; недостаточное давление прижима способствует образованию складок.

Удельные давления прижима для различных материалов даны в табл. 110 и 111.

44.0.2. Прижим рекомендуется применять для вытяжки из плоской заготовки при

$$D_2 - d_1 > 22s \quad (63)$$

или

$$\frac{s}{D_2} \cdot 100 \leq 4,5(1 - m_1),$$

где D_2 — диаметр плоской заготовки, мм;

d_1 — диаметр первой вытяжки, мм;

s — толщина материала, мм;

$m_1 = \frac{d_1}{D_2}$ — коэффициент первой вытяжки.

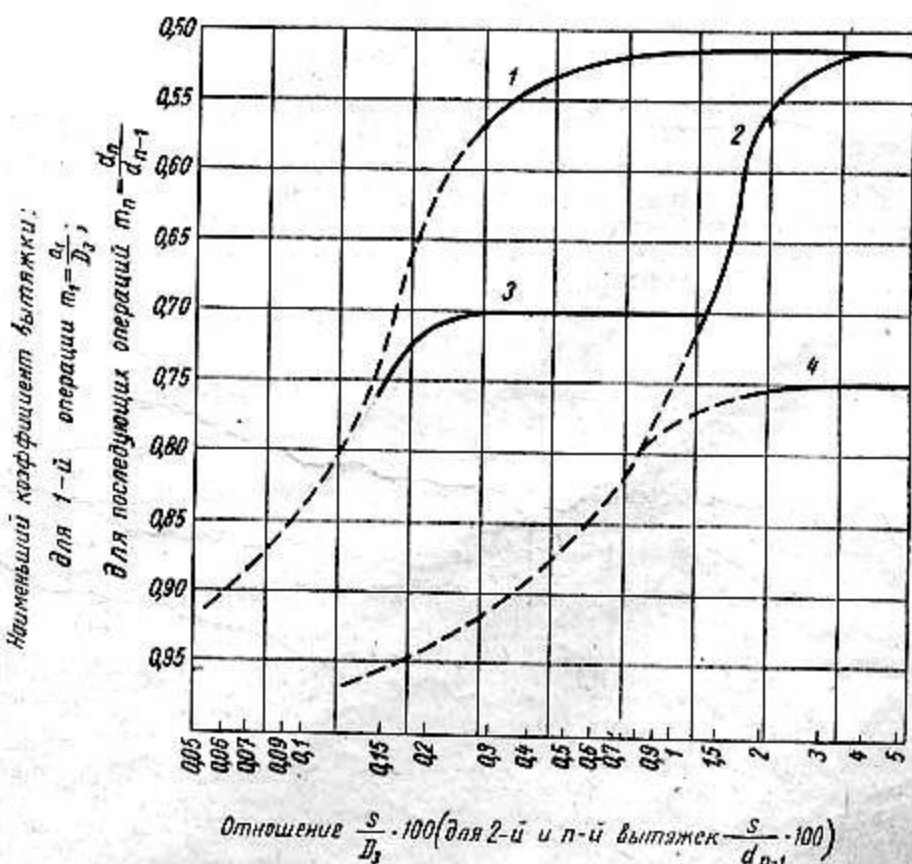
Примечание. Формула (63) имеет приближенный характер, так как не учитывает физико-механические свойства материала.

44.0.3. На черт. 148 приведены графики по выбору типа прессы в зависимости от отношения $\frac{s}{D_2} \cdot 100$ и $\frac{s}{d_{n-1}} \cdot 100$, а также коэффициентов вытяжки m_1 и m_n цилиндрических деталей из высокопластичных металлов и сплавов (стали, латуни, алюминия).

Коэффициент m_n дан с учетом применения промежуточного отжига и не распространяется на многопозиционные прессы-автоматы и на штамповку в ленте. Пунктиром показаны кривые коэффициентов вытяжки для малопластичных металлов.

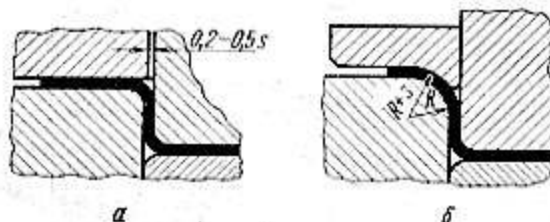
Примеры:

а) $\frac{s}{D_2} \cdot 100 = 2$. Находим оптимальные коэффициенты вытяжки по диаграмме (черт. 148): $m_1 = 0,56$ и $m_2 = 0,75$. Для вытяжки детали необходимо применить пресс простого действия (без буферного устройства);



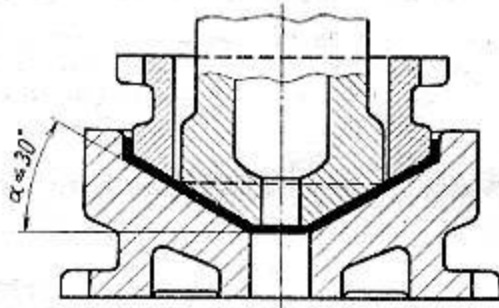
б) $\frac{s}{D_1} \cdot 100 = 0,5$. Определяем оптимальные коэффициенты вытяжки по диаграмме: $m_1 = 0,525$ и $m_2 = 0,7$. Для вытяжки детали необходимо применить пресс двойного действия (или простого действия с пневматическим буфером). Найденные решения соответствуют решениям по формуле (63).

44.0.4. В вытяжных штампах в основном применяются плоские прижимы (черт. 149,а). Прижимы с буртиком (черт. 149,б) применяются при вытяжке деталей из тонкого материала с малым фланцем и значительным радиусом закругления матрицы.



Черт. 149

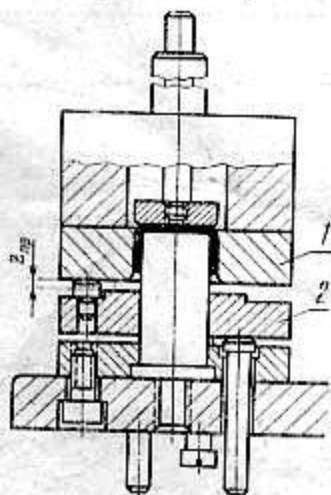
44.0.5. Для вытяжки конусных и сферических деталей на прессах двойного действия применяются конические или сферические прижимы, которые выполняют роль дополнительного пуансона (черт. 150).



Черт. 150

44.0.6. Прижимы с ограничителем (черт. 151 и 152) применяются в тех случаях, когда необходимо выдерживать определенный зазор под прижимом в течение всего хода пуансона для предотвращения слишком сильного зажима заготовки. Эта конструкция рекомендуется при вытяжке деталей из тонкого материала, а также с широким фланцем на прессах простого действия, снабженных резиновым или пружинным буфером.

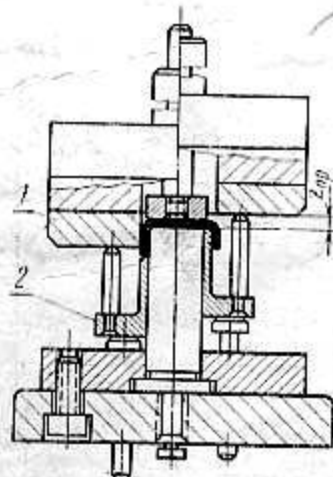
Ограничителями прижима материала могут служить упоры, прокладки, кольца, смонтированные на матрице или прижиме.



Вытяжка из плоской заготовки

Черт. 151

1 — матрица; 2 — прижим



Вытяжка из полый заготовки

Черт. 152

1 — матрица; 2 — прижим

Зазор между прижимом и матрицей Z_{np} в мм принимается равным:

а) для вытяжки деталей с большим фланцем

$$Z_{np} = s + (0,05 \div 0,1); \quad (64)$$

б) для вытяжки на провал деталей из алюминиевых сплавов

$$Z_{np} = 1,1s; \quad (64a)$$

в) для вытяжки деталей из тонколистовой стали

$$Z_{np} \leq 1,2s, \quad (64b)$$

где s — толщина материала.

45. ШТАМПЫ ДЛЯ ВЫТЯЖКИ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПОЛЫХ ДЕТАЛЕЙ БЕЗ ФЛАНЦА

45.1. Отличительные особенности вытяжки прямоугольных деталей

45.1.1. Процесс формоизменения протекает в сложных условиях: на криволинейных участках происходит вытяжка, а на прямолинейных — комбинированный процесс гибки и вытяжки.

Расчеты вытяжки прямоугольных полых деталей производятся с учетом следующих условий:

а) равенства поверхностей готовой детали, промежуточных операций и площади плоской заготовки;

б) равенства степеней деформации по короткой и длинной сторонам и в углах детали;

в) ограничения степени деформации за каждый переход.

45.1.2. При технологических расчетах вытяжки прямоугольных полых деталей следует различать вытяжку низких и высоких деталей. Расчет параметров вытяжки производится отдельно для низких и высоких деталей. Условие принято считать прямоугольные детали низкими при отношении $\frac{H_{np}}{B} < (0,6 \div 0,8)$ и высокими при $\frac{H_{np}}{B} > (0,6 \div 0,8)$.

H_{np} и B обозначены на черт. 153;

H_0 — высота готовой детали;

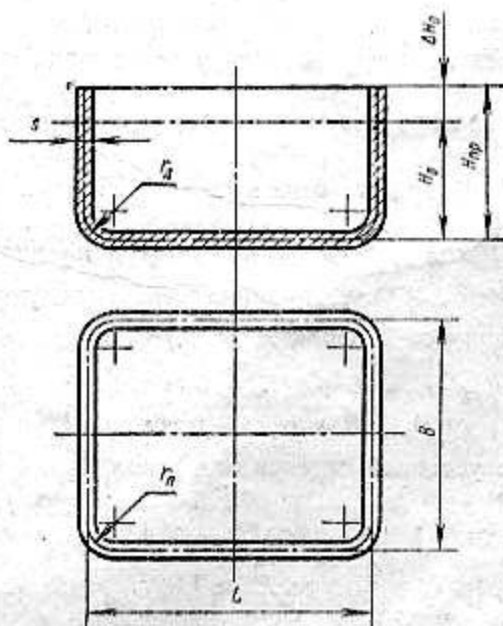
ΔH_0 — припуск на обрезку, определяемый по табл. 78.

Таблица 78

H_0	10	20	30	40	50	70	100	125	150
ΔH_0	1,5	2,5	3,0	4,0	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5

Примечание. Для деталей высотой свыше 150 мм припуски на обрезку вычислять по формуле

$$\Delta H_0 = 0,75 \cdot \sqrt{H_0} \quad (65)$$



Черт. 153

45. 1. 3. Прежде чем приступить к расчету вытяжки (расчет ведется по средней линии), следует определить параметры прямоугольной вытягиваемой детали (черт. 153):

отношение сторон в плане $\frac{L}{B}$;

относительную высоту $\frac{H_{np}}{B}$;

относительную толщину материала $\frac{s}{B} \cdot 100$;

отношение высоты к радиусу в углу $\frac{H_{np}}{r_n}$;

критический радиус вытяжки $R_k = 0,1 \sqrt{H_{np} B}$.

46. РАСЧЕТ ВЫТЯЖКИ НИЗКИХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПОЛЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ $\frac{H_{np}}{B} < (0,6 \div 0,8)$

46. 1. Определение количества операций

46. 1. 1. Предельные отношения $\frac{H_{np}}{B}$ в зависимости от отношений $\frac{L}{B}$ и $\frac{s}{B}$, при которых возможна вытяжка прямоугольных деталей (черт. 153) в одну операцию, приведены в табл. 79.

Таблица 79

Отношение сторон $\frac{L}{B}$	Относительная толщина материала $\frac{s}{B} \cdot 100$			Отношение $\frac{H_{np}}{r_n}$
	От 1,5 до 1,0	Менее 1,0 до 0,6	Менее 0,6 до 0,3	
	Предельное отношение $\frac{H_{np}}{B}$ при вытяжке в одну операцию			
1,0	0,70	0,63	0,56	До 12
1,2	0,75	0,67	0,60	
1,5	0,80	0,71	0,64	
2,0	0,90	0,81	0,72	
2,5	0,95	0,85	0,76	
3,0	1,00	0,90	0,80	

46. 1. 2. Если хотя бы одно из указанных соотношений не удовлетворяет величинам, приведенным в табл. 79, следует предусмотреть многооперационную вытяжку.

46. 2. Определение формы и размеров плоской заготовки

А. При отношении $\frac{H_{np}}{B} \leq 0,3$

46. 2. 1. Форма заготовки для вытяжки в одну операцию низких прямоугольных деталей с отношением $\frac{H_{np}}{B} \leq 0,3$ (черт. 154) устанавливается в следующем порядке:

а) строится прямоугольник со сторонами L_0 и B_0 :

$$L_0 = L + 2H_{np} - 0,86r_d; \quad (66)$$

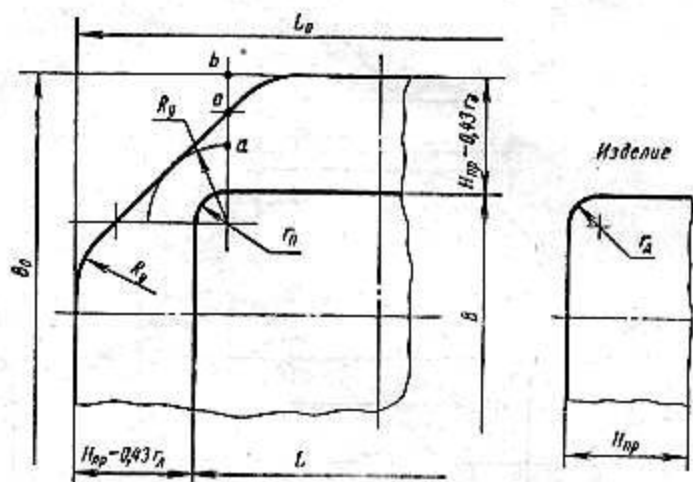
$$B_0 = B + 2H_{np} - 0,86r_d; \quad (67)$$

б) вычисляется радиус условной заготовки в углах R_y

$$R_y = \sqrt{r_n^2 + 2r_n(H_{np} - 0,43r_d)}; \quad (68)$$

$$\text{если } r_n = r_d, \text{ то } R_y \approx \sqrt{2H_{np} \cdot r_n}; \quad (68a)$$

в) строится угловой контур заготовки, для чего отрезок ab делят пополам и из точки o проводят касательную к дуге радиуса R_y , после чего углы между касательной и прямыми стенками скругляют радиусами R_y .

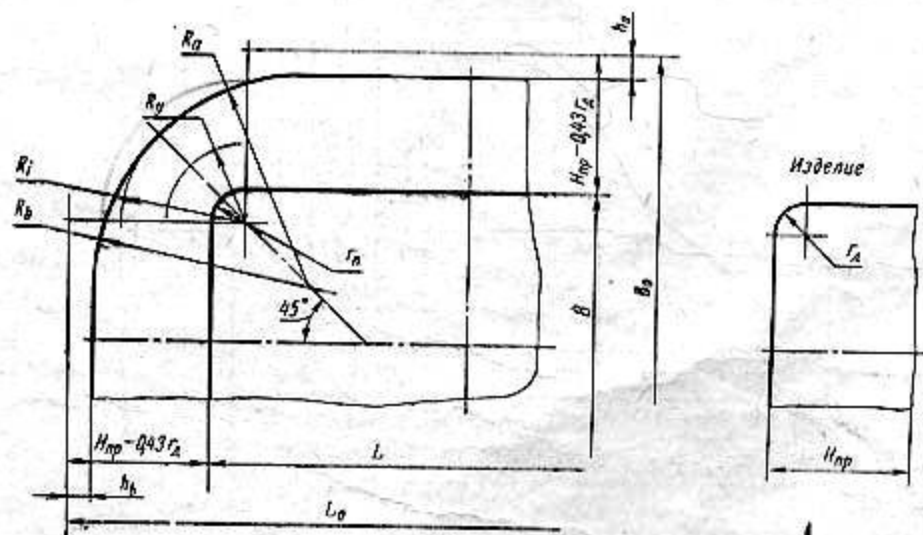


Черт. 154

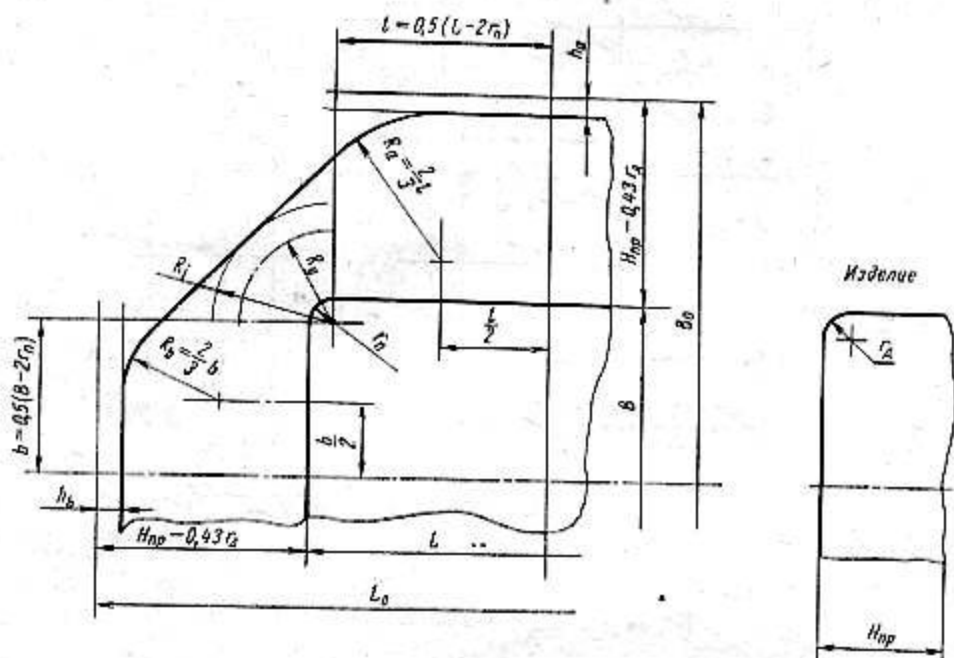
Б. При отношении $\frac{H_{пр}}{B} > 0,3$

46.2.2. Форма заготовки для вытяжки в одну операцию низких прямоугольных деталей с отношением $\frac{H_{пр}}{B} > 0,3$ устанавливается в следующем порядке:

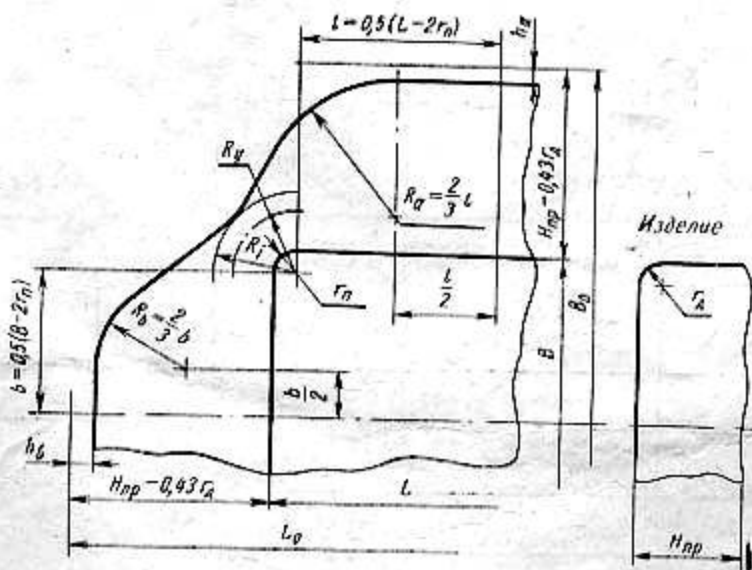
а) определяют длину и ширину прямых сторон развертки и радиус условной заготовки в углах по формулам (66—68,а) и строят развертку (конфигурация плоской заготовки зависит от соотношения величин R_y ; R_i ; $H_{пр}$ и $r_д$, как показано на черт. 155—158);



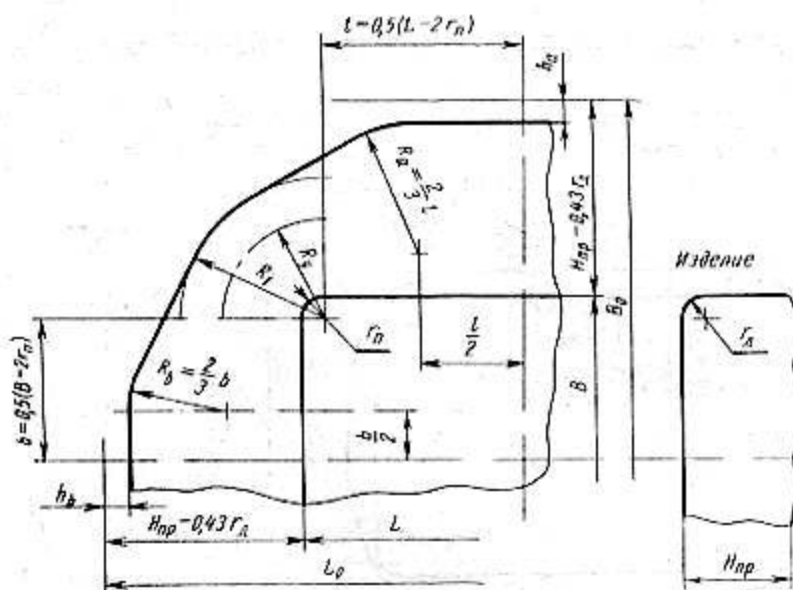
Черт. 155



Черт. 156



Черт. 157



Черт. 158

б) определяют увеличенный радиус в углах R_i :

$$R_i = R_y \cdot x, \quad (69)$$

где R_y находят по формулам (68 и 68а);
коэффициент x — по табл. 80 или по формуле

$$x = 0,074 \cdot \left(\frac{R_y}{2r_n}\right)^2 + 0,982; \quad (70)$$

в) уменьшают длину и ширину развертки на величины h_a и h_b , которые определяют по формулам

$$h_a = \frac{R_y^2}{L - 2r_n} \cdot y; \quad (71)$$

$$h_b = \frac{R_y^2}{B - 2r_n} \cdot y. \quad (72)$$

Коэффициент y устанавливают по табл. 80 или по формуле

$$y = 0,785(x^2 - 1). \quad (73)$$

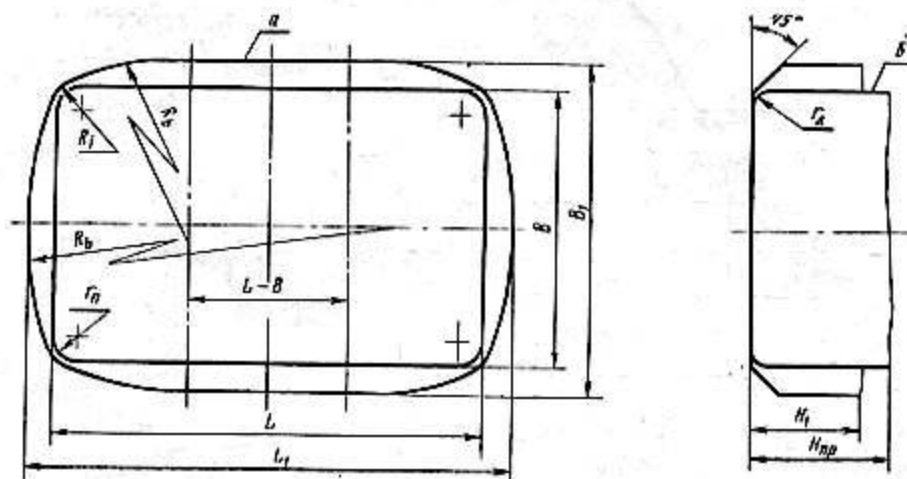
Таблица 80

$\frac{r_n}{B}$	Относительная высота детали $\frac{H_{пр}}{B}$											
	0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8	
	Значения коэффициентов											
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
0,10	1,07	0,12	1,09	0,15	1,12	0,20	1,16	0,27	1,20	0,35	1,25	0,45
0,15	1,05	0,08	1,07	0,12	1,10	0,16	1,12	0,20	1,15	0,26	1,19	0,33
0,20	1,04	0,06	1,06	0,09	1,08	0,13	1,10	0,16	1,12	0,20	1,14	0,24
0,25	1,035	0,05	1,05	0,08	1,06	0,10	1,08	0,12	1,09	0,15	1,11	0,18
0,30	1,03	0,04	1,04	0,06	1,05	0,08	1,06	0,10	1,07	0,12	1,09	0,15

Примечание. При отношении сторон $\frac{L}{B} > 2,5$ поправка h_a на ширину развертки не вводится.

г) строят плавный контур заготовки, сопрягая стороны и дуги в углах радиусами R_a и R_b (черт. 155).

46. 2. 3. Если отношения $\frac{L}{B}$ и $\frac{H_{пр}}{B}$ соответствуют табл. 79, но отношение $\frac{H_{пр}}{B} > 12$, вытяжка производится в две операции. Контур *a* полый заготовки после 1-й операции вытяжки и контур *b* готовой детали показаны на черт. 159.



Черт. 159

46. 2. 4. Построение контура полый заготовки ведется в следующем порядке:

а) определяют вспомогательный угол β в град по формуле

$$\beta = 45 \left(1 - \sqrt{\frac{12 r_n}{H_{пр}}} \right); \quad (74)$$

б) определяют вспомогательную величину b в мм по формуле

$$b = 0,5 B \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}. \quad (75)$$

Если $b < (3 \div 4) \cdot s$, то его значение принимают равным $4s$ и пересчитывают величину β ;

в) вычисляют радиус закругления сторон R_b в мм полый заготовки и угловой радиус R_1 в мм по формулам

$$R_b = \frac{0,5 B - r_n}{\sin \beta} + R_1 \quad (76)$$

$$R_1 = 1,1 r_n; \quad (76a)$$

г) вычисляют ширину B_1 в мм и длину L_1 в мм полый заготовки по формулам

$$B_1 = (B - 2r_n) \left(1 + \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \right) + 2,2 r_n; \quad (77)$$

$$L_1 = (L - B) + B_1; \quad (77a)$$

д) вычисляют высоту H_1 полый заготовки по формуле

$$H_1 \approx 0,9 H_{пр}. \quad (78)$$

Обозначения к формулам указаны на черт. 159.

Плоская заготовка рассчитывается согласно п. 46. 2.

46. 3. Вытяжка без прижима прямоугольных полых деталей

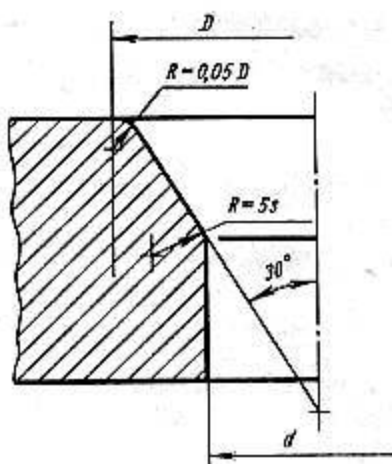
46. 3. 1. Вытяжка без прижима прямоугольной детали в одну операцию осуществима, если $\frac{H_{пр}}{s} \leq 14$, при одновременном соблюдении отношений $\frac{H_{пр}}{B} < 0,7$ и $\frac{r_n}{s} > 1$.

46. 3. 2. Вытяжка без прижима на 2-й операции осуществима, если соблюдено условие

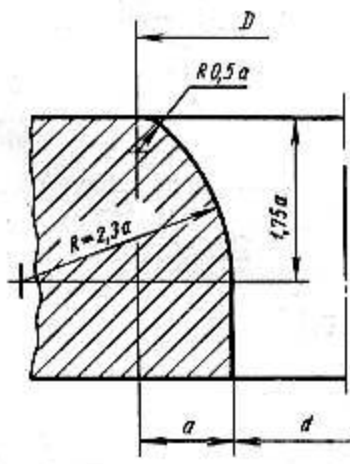
$$B_1 - B \leq (12 \div 14) s. \quad (79)$$

46. 3. 3. При вытяжке без прижима в углах матрицы возникают большие усилия, которые приводят к смятию материала и задирам стенок матрицы. Поэтому такая вытяжка может быть рекомендована только для деталей из мягких материалов (алюминия, меди, латуни).

46. 3. 4. На черт. 160 и 161 показаны оптимальные формы рабочих профилей матриц при вытяжке без прижима.



Черт. 160



Черт. 161

Матрица с коническим входным профилем под углом 30° (черт. 160) применяется при коэффициенте вытяжки $m \geq 0,6$. Матрица с криволинейным профилем (черт. 161) применяется для вытяжки без прижима при коэффициенте вытяжки $m < 0,6$. Рабочий профиль матрицы рассчитывается отдельно для прямых участков и для закруглений в углах прямоугольной детали. Участки соединяются плавными переходами.

47. РАСЧЕТ ВЫТЯЖКИ ВЫСОКИХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПОЛЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ $\frac{H_{пр}}{B} > (0,6 \div 0,8)$.

47. 1. Определение количества операций.

47. 1. 1. При отношении $\frac{H_{пр}}{B}$ выше значений, приведенных в табл. 79, и значениях $H_{пр} > 0,4L$, $L < 5B$ и $r_n \geq 0,1 \sqrt{H_{пр}B}$ для изготовления прямоугольных деталей требуется несколько операций. Количество их определяется по табл. 81.

Таблица 81

Количество операций	Относительная толщина условной заготовки $s_y = \frac{s}{1,13\sqrt{r}} \cdot 100$					
	От 2,0 до 1,5	Менее 1,5 до 1,0	Менее 1,0 до 0,6	Менее 0,6 до 0,3	Менее 0,3 до 0,15	Менее 0,15 до 0,08
	Суммарный коэффициент вытяжки $m_c = \frac{\Sigma L}{\pi D_y} = \frac{L+B-0,86 r_n}{1,75\sqrt{r}}$					
2	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,55
3	0,33	0,35	0,38	0,40	0,42	0,45
4	0,26	0,28	0,30	0,32	0,35	0,38
5	0,21	0,23	0,25	0,27	0,30	0,33
6	0,17	0,19	0,21	0,23	0,26	0,29
7	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,25

Условные обозначения:

D_y — диаметр условной заготовки, мм;

ΣL — периметр детали, мм;

F — суммарная площадь поверхности вытягиваемой детали, мм², определяется по формуле

$$F = LB - 0,86 r_n^2 + 2(L + B - 0,86 r_n)(H_{np} - 0,43 r_n). \quad (80)$$

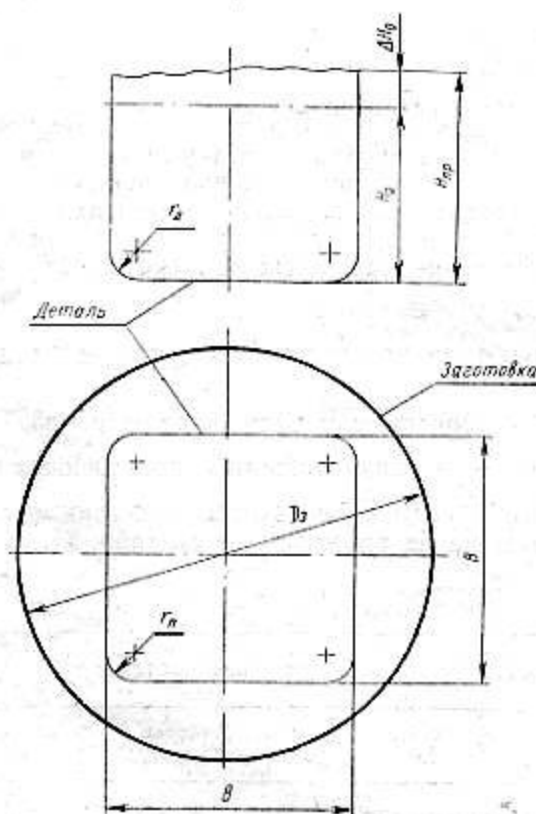
Остальные обозначения — см. черт. 153.

47.2. Определение формы и размеров плоской заготовки

47.2.1. Плоская заготовка для вытяжки квадратных полых деталей имеет форму круга, диаметр которого D_3 в мм определяется по формуле

$$D_3 = 1,13 \cdot \sqrt{B^2 - 0,86 \cdot r_n^2 + 4(B - 0,43 r_n)(H_{np} - 0,43 \cdot r_n)}. \quad (81)$$

Принятые в формуле (81) обозначения показаны на черт. 162.



Черт. 162

47.2.2. Плоская заготовка для вытяжки прямоугольных полых деталей имеет форму эллипса, однако для облегчения изготовления штампов эллипс следует заменить овалом (черт. 163), оси которого определяются по формулам

$$L_0 = \sqrt{1,27 F + 0,5 C^2}; \quad (82)$$

$$B_0 = \sqrt{1,27 F - 0,5 C^2}; \quad (82a)$$

где L_0 и B_0 — оси овала, мм;

C — расстояние между фокусами эллипса с осями, равными осям овала в мм

$$C = \sqrt{(L-B)(L+B-0,76 r_n)}; \quad (83)$$

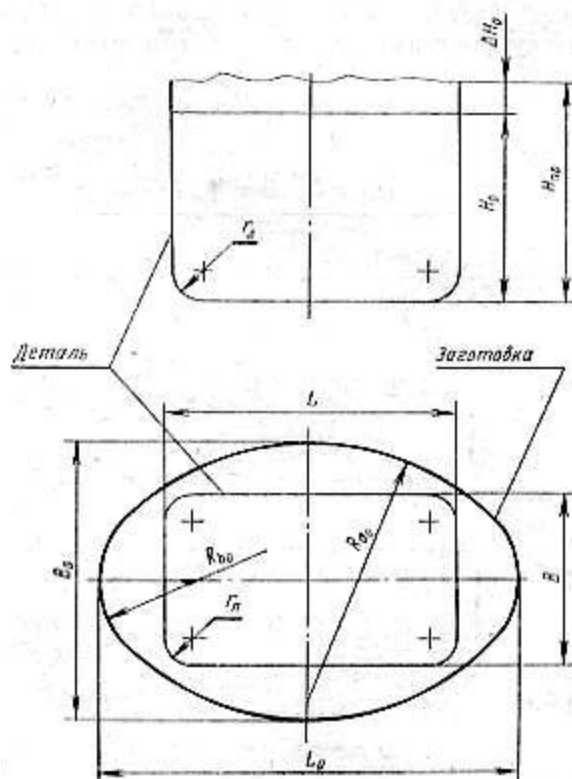
F рассчитывается по формуле (80).

47. 2. 3. Радиусы овала R_b и R_n в мм рассчитать по формулам

$$R_{b_0} = \frac{0,707 \cdot B_0}{\sqrt{\left(\frac{L_0}{B_0}\right)^2 + 1}}; \quad (84)$$

$$R_{a_0} = \frac{0,25(L_n^2 + B_0^2) - L_0 \cdot R_{b_0}}{B_0 - 2R_{b_0}}. \quad (84a)$$

Обозначения, принятые в формулах, показаны на черт. 163.



Черт. 163

47. 3. Определение формы и размеров вытяжек на промежуточных операциях

47. 3. 1. Расчет формы и размеров вытяжек на промежуточных операциях следует производить, начиная с расчета предпоследней операции. Для установления формы вытяжки на предпоследней операции определяют критический радиус закругления в углах R_k согласно п. 45. 1. 3.

47. 3. 2. Для квадратной детали, у которой $r_n \geq R_k$, предпоследняя вытяжка имеет форму круга, а для прямоугольной детали — форму эллипсовидного овала (черт. 164).

47. 3. 3. Для квадратной детали, у которой $r_n < R_k$, предпоследняя вытяжка имеет форму квадрата с выпуклыми сторонами, а для прямоугольной детали — форму прямоугольника с выпуклыми сторонами. В настоящем РТМ приведен расчет заготовки только при $r_n \geq R_k$.

47. 4. Определение формы и размеров вытяжек деталей с радиусами в углах $r_n \geq R_k$

47. 4. 1. Вытяжка квадратной детали на предпоследней операции имеет форму круга, диаметр которого d_{n-1} определяется по формуле

$$d_{n-1} = 1,41 \cdot (B - 0,38 r_n), \quad (85)$$

где B и r_n обозначены на черт. 162.

47. 4. 2. Размеры на остальных промежуточных операциях вытяжки следует рассчитывать по методике, приведенной в п. 43.

47. 4. 3. Для прямоугольных деталей полая заготовка предпоследней вытяжки (черт. 164) имеет форму овала, оси которого определяются по формулам

$$L_{n-1} = L - B + 2R_{bn-1}; \quad (86)$$

$$B_{n-1} = \sqrt{L_{n-1}^2 - C^2}, \quad (86a)$$

где R_{bn-1} — меньший радиус овала, мм;

$$R_{bn-1} = 0,707B - 0,26r_n; \quad (86b)$$

L и B — размеры готовой детали черт. 164;

C — расстояние между фокусами эллипса с осями, равными осям овала, определяется по формуле (83).

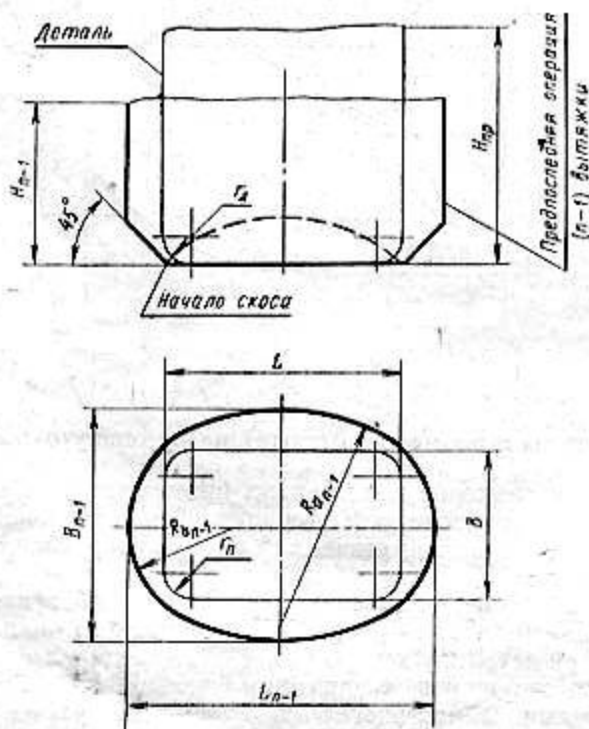
47. 4. 4. Большой радиус закругления овала R_{an-1} в мм, на предпоследней операции определяется по формуле

$$R_{an-1} = \frac{0,25 \cdot (L_{n-1}^2 + B_{n-1}^2) - L_{n-1} \cdot R_{bn-1}}{B_{n-1} - 2R_{bn-1}}. \quad (87)$$

47. 4. 5. Высота H_{n-1} в мм вытяжки на предпоследней операции определяется по формуле

$$H_{n-1} = 0,86 H_{np}. \quad (88)$$

Принятые обозначения показаны на черт. 164.



Черт. 164

47. 4. 6. Возможность получения вытяжки из плоской заготовки за одну операцию следует проверить по табл. 79.

Если вытяжка не осуществима, следует определить форму и размеры $n-2$ перехода.

Этот и дальнейшие расчеты всех предшествующих переходов производится в следующем порядке:

а) определяют коэффициент вытяжки m_{n-1} для многооперационных высоких прямоугольных деталей по табл. 82.

Таблица 82

Номера операций	Относительная толщина заготовки $s_y = \frac{s}{1,13\sqrt{F}} \cdot 100$					Наименования операций и коэффициенты вытяжки
	От 2,0 до 1,5	Менее 1,5 до 1,0	Менее 1,0 до 0,6	Менее 0,6 до 0,3	Менее 0,3 до 0,15	
	Коэффициент вытяжки, m					
1	0,50	0,53	0,55	0,58	0,60	Первая операция m_1
2	0,75	0,76	0,78	0,79	0,80	Промежуточные и пред-последняя операции $m_2; m_3; m_{n-1}$
3	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	
4	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85	
5	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	Окончательная операция m_n

б) вычисляют размеры осей L_{n-2} и B_{n-2} овала образующего контур $n-2$ -й операции по формулам

$$L_{n-2} = L_{n-1} + B_{n-1} \cdot \frac{1 - m_{n-1}}{m_{n-1}}; \quad (89)$$

$$B_{n-2} = B_{n-1} + L_{n-1} \cdot \frac{1 - m_{n-1}}{m_{n-1}}; \quad (89a)$$

в) определяют радиусы закруглений короткой R_{bn-2} и длинной R_{an-2} сторон эллипсoidalного овала по формулам (84 и 84a) с указанием индекса $n-2$ -й операции

$$R_{bn-2} = \frac{0,707 \cdot B_{n-2}}{\sqrt{\left(\frac{L_{n-2}}{B_{n-2}}\right)^2 + 1}};$$

$$R_{an-2} = \frac{0,25 \cdot (L_{n-2}^2 + B_{n-2}^2) - L_{n-2} \cdot B_{n-2}}{B_{n-2} - 2 \cdot R_{bn-2}};$$

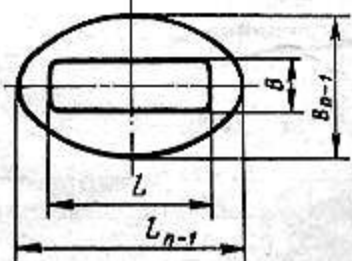
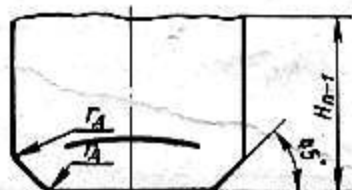
г) высоту вытяжки на $n-2$ -й операции вычисляют по формуле

$$H_{n-2} = \frac{1,27F - 0,25(L_{n-2} + B_{n-2})^2}{2(L_{n-2} + B_{n-2})} + 2s, \quad (90)$$

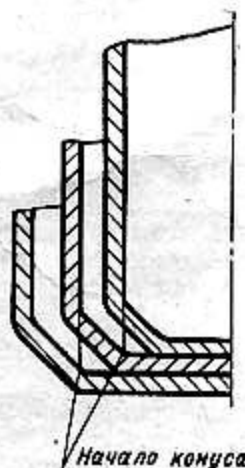
где F рассчитывается по формуле (80).

Аналогичный расчет повторяют для всех операций вытяжки, включая первую.

47. 4. 7. Для улучшения условий деформирования металла контур дна вытяжки на пред-последней операции должен соответствовать контуру дна готовой детали. Сопряжения боковых стенок и дна остальных переходов вытяжки следует выполнять под углом 45° (черт. 165, а).



а



б

Черт. 165

При этом меньший размер конусной части должен быть равен внутреннему размеру следующего перехода вытяжки (черт. 165, б).

47. 4. 8. Радиус сопряжения дна и боковой стенки r_d с конусной частью на промежуточных операциях принимается равным $(3 \div 5) s$.

48. ВЫТЯЖКА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ С УТОНЕНИЕМ СТЕНОК

48. 0. 1. Диаметр заготовки для вытяжки деталей с утонением стенок следует определять, исходя из объема детали.

Объем заготовки V_3 в $мм^3$ принимать на 15—20% больше объема детали, подсчитанного по номинальным размерам, для учета припуска на обрезку и угар при отжиге

$$V_3 = (1,15 - 1,20)V_d \tag{91}$$

Если для получения готовой детали требуется больше 4—5 операций, необходимо производить промежуточную обрезку по высоте.

48. 0. 2. Для установления числа операций и размеров промежуточных вытяжек необходимо определить:

а) толщину стенок по операциям $s_1, s_2 \dots s_n$ в мм

$$s_1 = s\varphi_1; s_2 = s_1\varphi_2 \dots s_n = s_{n-1} \cdot \varphi_n \tag{92}$$

где s — толщина заготовки, мм;
 $s_1; s_2 \dots s_n$ — толщины стенок на промежуточных операциях вытяжки, мм (после 1-й, 2-й и n -й);

$\varphi_1; \varphi_2; \varphi_n$ — коэффициенты вытяжки с утонением стенок (табл. 83).

Таблица 83

Наименование материала	φ_1	$\varphi_2 - \varphi_3 - \varphi_n$
Латунь	0,70	0,55
Алюминий	0,75	0,60
Сталь для глубокой вытяжки	0,75	0,65
Сталь средней твердости	0,85	0,75

б) диаметр 1-й вытяжки

$$d_1 = 0,75D_3 \tag{93}$$

Высоту детали по операциям h в мм определить для 1-й операции

$$h_1 = \frac{s(D_3^2 - d_{n1}^2)}{s_1 \cdot 2(d_{n1} + d_{n2})} \tag{94}$$

для 2-й операции

$$h_2 = \frac{s(D_3^2 - d_{n2}^2)}{s_2 2(d_{n1} + d_{n2})} \tag{94 а}$$

где s — толщина исходной заготовки, мм;

s_1 — определяем по формуле (92);

D_3 — диаметр исходной заготовки, мм;

d_{n1} — наружный диаметр вытяжки после 1-й операции, мм;

d_{n2} — наружный диаметр вытяжки после 2-й операции, мм;

d_{n1} — внутренний диаметр вытяжки после 1-й операции, мм;

d_{n2} — внутренний диаметр вытяжки после 2-й операции, мм.

Уменьшение внутреннего диаметра вытяжки на каждой операции, кроме 1-й, примерно равно:

$$(d_{n2} - d_{n1}) \approx (d_{n3} - d_{n2}) \approx (d_{nn} - d_{n(n-1)}) \approx (0,15 - 0,3) \text{ мм.} \tag{95}$$

48. 0. 3. Ниже дан пример определения диаметра исходной заготовки для вытяжки с утонением цилиндра (черт. 166). Объем цилиндра V_{II} в $мм^3$ (вычисленный как разность наружного V_{II} в $мм^3$ и внутреннего V_{III} в $мм^3$ объемов) равен объему заготовки V_3 в $мм^3$

$$V_{II} = V_{II} - V_{III} = V_3 \tag{96}$$

$$V_n = \frac{\pi D^2}{4} (H - R) + \frac{\pi d^2}{4} R + \frac{\pi^2}{4} d R^2 + \frac{2}{3} \pi R^3; \quad (97)$$

$$V_n = \frac{\pi D_0^2}{4} (h - R_0) + \frac{\pi d_0^2}{4} R_0 + \frac{\pi^2}{4} d_0 R_0^2 + \frac{2}{3} \pi R_0^3; \quad (98)$$

$$V_3 = \frac{\pi D^2}{4} s; \quad (99)$$

откуда диаметр заготовки

$$D_3 = \sqrt{\frac{1,27 V_3}{s}} = 1,13 \sqrt{\frac{V_3}{s}}, \quad (100)$$

где H_0 — высота готовой детали, мм;

ΔH — припуск на обрезку (табл. 64).

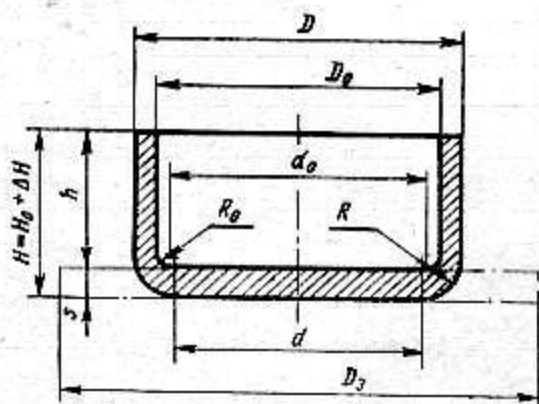
Остальные обозначения показаны на черт. 166.

48. 0: 4. Ниже дан пример расчета вытяжки с утонением детали из низкоуглеродистой стали (черт. 167). Определяем:

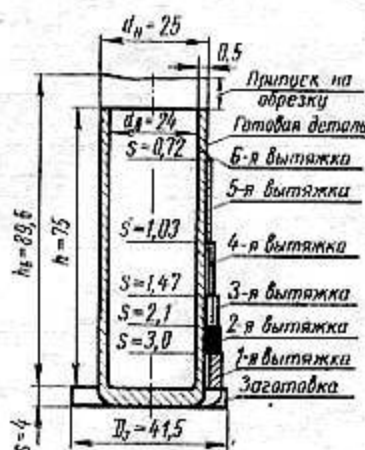
а) объем детали V_n в мм³ по формуле (96) и табл. 66

$$V_n = \frac{\pi}{4} (d_n^2 H - d_n^2 h);$$

$$V_n = \frac{3,14}{4} (25^2 \cdot 79 - 21^2 \cdot 75) = 4840 \text{ мм}^3;$$



Черт. 166



Черт. 167

б) объем заготовки, согласно п. 48. 0: 1.

$$V_3 = 1,15 V_n = 1,15 \cdot 4840 = 5560 \text{ мм}^3;$$

в) исходную толщину заготовки, равную толщине дна цилиндра (черт. 167)

$$s = 4 \text{ мм};$$

г) диаметр заготовки по формуле (100)

$$D_3 = 1,13 \sqrt{\frac{5560}{4}} \approx 41,5 \text{ мм};$$

д) количество операций и толщину стенки на каждой операции по формуле (92). Коэффициент вытяжки с утонением принимаем: для 1-й операции — $\varphi_1 = 0,75$; для последующих операций — $\varphi_n = 0,70$.

Результаты расчетов приведены в табл. 84.

Таблица 84

Номера операций вытяжки	Исходная толщина материала мм	Коэффициенты вытяжки с утонением φ	Толщина стенки на каждой операции мм
1	4,00	0,75	3,00
2	3,00	0,70	2,10
3	2,10		1,47
4	1,47		1,03
5	1,03		0,72
6	0,72		0,50

е) наружный диаметр после первой вытяжки по формуле (93)

$$d_1 = 0,75 \cdot 41,5 = 31,25 \text{ мм};$$

ж) внутренний и наружный диаметры последующих операций вытяжки. Уменьшение внутреннего диаметра последующих операций вытяжки принимаем 0,25 мм по формуле (95). Результаты расчетов приведены в табл. 85.

Таблица 85

Номера операций вытяжки	1	2	3	4	5	6
	мм					
Внутренний диаметр	25,25	25,00	24,75	24,50	24,25	24,00
Толщина стенки	3,00	2,10	1,47	1,03	0,72	0,50
Наружный диаметр	31,25	29,20	27,69	26,56	25,69	25,00

з) высоту детали по операциям по формуле (94)

$$h_1 = \frac{4(41,5^2 - 31,25^2)}{2(31,25 + 25,25) \cdot 3} = 11,4 \text{ мм};$$

$$h_2 = \frac{4(41,5^2 - 29,2^2)}{2(29,2 + 25) \cdot 2,1} = 15,2 \text{ мм};$$

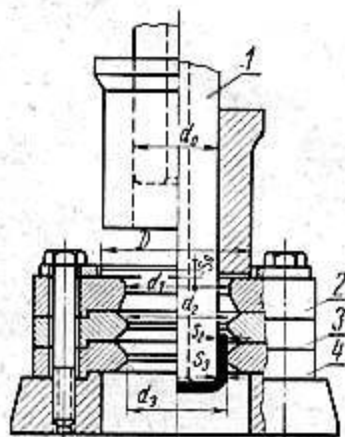
$$h_3 = \frac{4(41,5^2 - 27,69^2)}{2(27,69 + 24,75) \cdot 1,47} = 24,9 \text{ мм};$$

$$h_4 = \frac{4(41,5^2 - 26,56^2)}{2(26,56 + 24,5) \cdot 1,03} = 38,8 \text{ мм};$$

$$h_5 = \frac{4(41,5^2 - 25,69^2)}{2(25,69 + 24,25) \cdot 0,72} = 59,5 \text{ мм};$$

$$h_6 = \frac{4(41,5^2 - 25^2)}{2(25 + 24) \cdot 0,5} = 89,6 \text{ мм}.$$

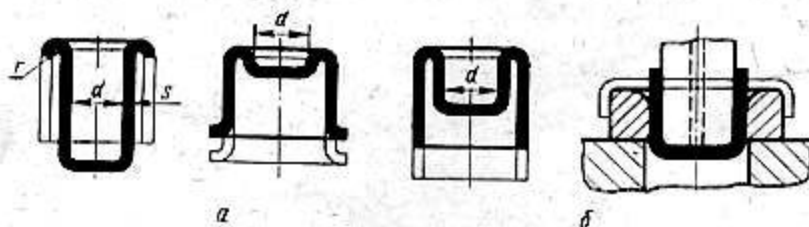
48. 0. 5. На черт. 168 показана схема штампа совмещенного действия для вытяжки с утонением, устанавливаемого на пресс двойного действия. За один рабочий ход ползуна производится три перехода вытяжки через три матрицы 2, 3 и 4 одним пуансоном 1.



Черт. 168

49. ШТАМПЫ ДЛЯ ВЫТЯЖКИ С ВЫВОРАЧИВАНИЕМ (ОБРАТНОЙ ВЫТЯЖКИ)

49. 0. 1. Штампы для обратной вытяжки применяются для получения деталей, показанных на черт. 169, а, а также для второй и последующих операций вытяжки, показанных на черт. 169, б при $\frac{s \cdot 100}{D_3} > 0,25$. Этот метод вытяжки позволяет получить более высокую степень деформации без промежуточного отжига по сравнению с обычной вытяжкой.



Черт. 169

49. 0. 2. Усилие, требуемое при обратной вытяжке, на 15—20% выше по сравнению с усилием при нормальной вытяжке, принимая во внимание, что материал при деформировании изгибается дважды под углом 90°

49. 0. 3. Общий коэффициент двухоперационной вытяжки без промежуточного отжига при применении метода обратной вытяжки примерно на 10% меньше, чем при применении прямого метода вытяжки.

49. 0. 4. Наименьший диаметр d в мм, получаемый обратной вытяжкой, определяется по формуле

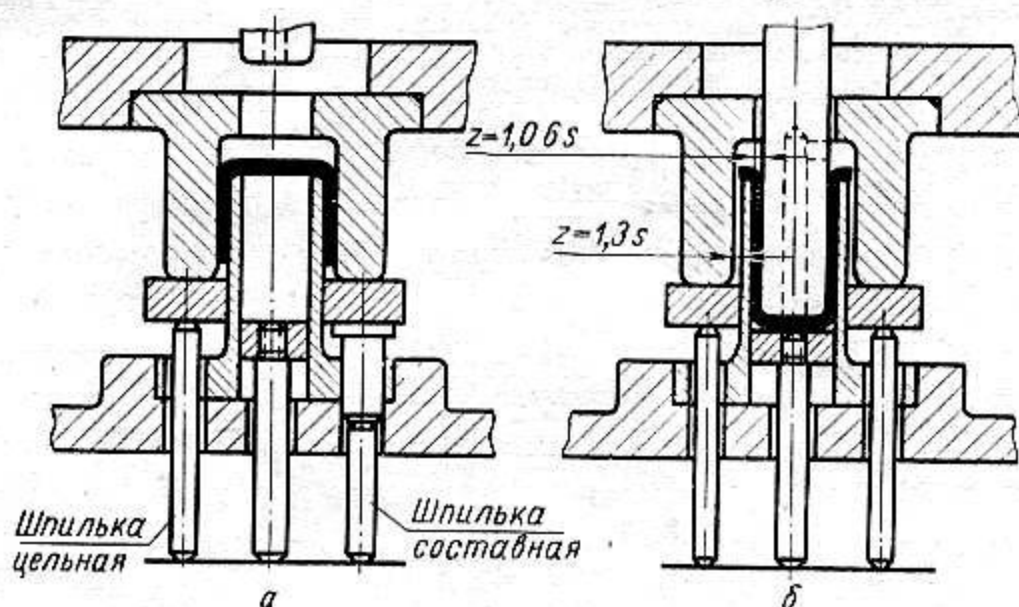
$$d = (30 \div 60) s. \quad (101)$$

49. 0. 5. Наименьший радиус закругления r в мм определяется по формуле

$$r > 6s. \quad (102)$$

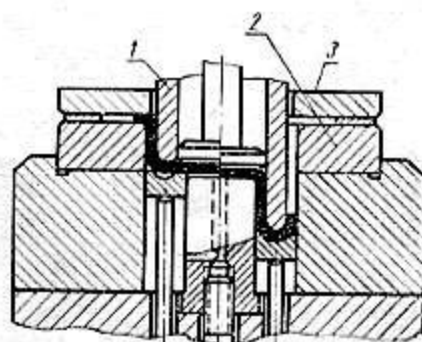
Обозначения d , r и s даны на черт. 169.

49. 0. 6. При применении прессы двойного действия прямая и обратная вытяжки могут быть совмещены в одном штампе (черт. 170). При опускании наружного ползуна прессы (черт. 170,а) производится прямая вытяжка, а при опускании внутреннего ползуна (черт. 170,б) — обратная вытяжка. Толкатели выполняются в виде цельных и составных шпилек.



Черт. 170

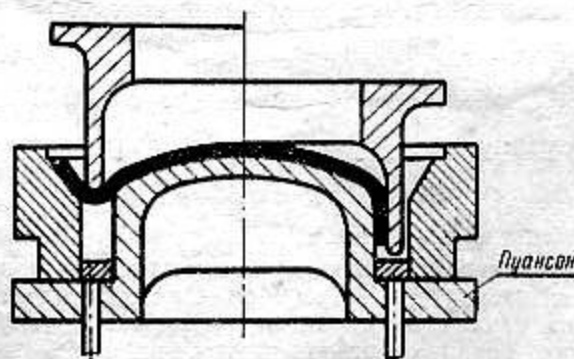
49.0.7. На черт. 171 приведена схема штампа для совмещенной вытяжки деталей из плоской заготовки за один рабочий ход ползуна с применением прямого и обратного методов вытяжки.



Черт. 171

1 — пуансон; 2 — матрица; 3 — прижим

49.0.8. На черт. 172 изображена схема штампа для вытяжки без прижима тонкостенных сферических полых деталей с использованием гидравлических или механических пресов простого действия для изготовления крупногабаритных изделий. При вытяжке по этому методу средняя часть заготовки обтягивается на пуансоне, в то время как внешний кольцевой участок деформируется путем применения прямого и обратного метода вытяжек.



Черт. 172

50. РАСЧЕТ ВЫТЯЖКИ СТУПЕНЧАТЫХ ДЕТАЛЕЙ

50.0.1. Количество переходов для вытяжки цилиндрических ступенчатых деталей (черт. 173) определить по так называемым пропорционально-суммарным коэффициентам вытяжки — $M_{ст}$ по формуле

$$M_{ст} = \frac{Km + K_1m_1 + K_2m_2 + \dots + m_n}{K + K_1 + K_2 + \dots + 1} \quad (103)$$

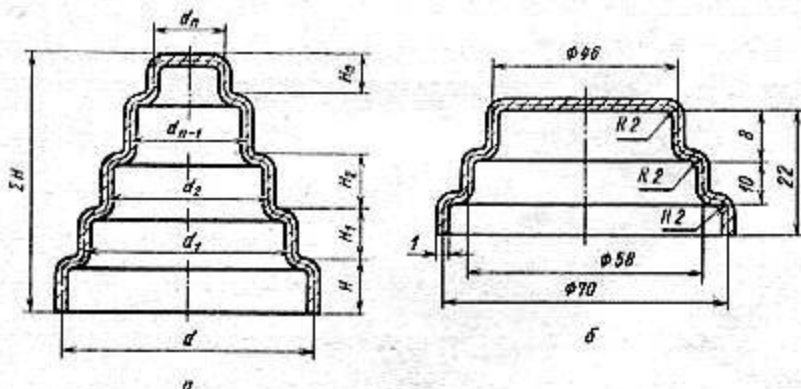
где K, K_1, K_2, \dots, K_n — коэффициенты пропорциональности, равные отношению высоты соответствующей ступени вытяжки к высоте последующей ступени

$$K = \frac{H}{H_1}; K_1 = \frac{H_1}{H_2}; K_2 = \frac{H_2}{H_3}; \dots K_{n-1} = \frac{H_{n-1}}{H_n} \quad (104)$$

m, m_1, m_2, \dots, m_n — коэффициенты вытяжки цилиндров диаметром d, d_1, d_2, \dots, d_n , равные отношению диаметров соответствующей ступени вытяжки к диаметру исходной плоской заготовки

$$m = \frac{d}{D_n}; m_1 = \frac{d_1}{D_n}; m_2 = \frac{d_2}{D_n}; \dots m_n = \frac{d_n}{D_n} \quad (105)$$

50.0.2. В тех случаях, когда значение $M_{ст}$ находится в пределах коэффициентов вытяжки, приведенных в табл. 73 и 74, ступенчатая вытяжка производится в одну операцию.



Черт. 173

50.0.3. Пример расчета вытяжки из стали марки 08 детали, показанной на черт. 173,б; диаметр заготовки $D_n = 103$ мм.

Определяем:

а) коэффициенты пропорциональности K и K_1 по формуле (104)

$$K = \frac{4}{10} = 0,4; K_1 = \frac{10}{8} = 1,25;$$

б) коэффициенты вытяжки m, m_1, m_2 цилиндров $d = 70$ мм; $d_1 = 58$ мм и $d_2 = 46$ мм из плоской заготовки $D_n = 103$ мм по формуле (105)

$$m = \frac{70}{103} = 0,68; m_1 = \frac{58}{103} = 0,56; m_2 = \frac{46}{103} = 0,45;$$

в) по формуле (103) пропорционально-суммарный коэффициент вытяжки

$$M_{ст} = \frac{0,4 \cdot 0,68 + 1,25 \cdot 0,56 + 0,45}{0,4 + 1,25 + 1} = 0,535.$$

Полученное значение пропорционально-суммарного коэффициента вытяжки показывает, что деталь может быть вытянута в одну операцию.

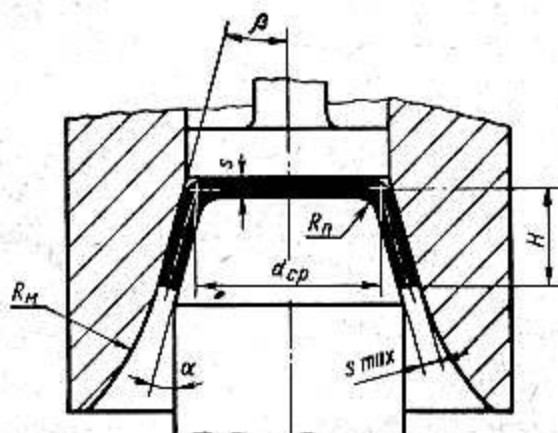
51. ШТАМПЫ ДЛЯ ВЫТЯЖКИ КОНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

51.0.1. Условно принято считать конические детали низкими при $\frac{H}{d_{ср}} \leq 0,65$ и высокими при $\frac{H}{d_{ср}} > 0,65$.

Обозначения H и d_{cp} даны на черт. 174.

51.1. Вытяжка низких конических деталей

51.1.1. Схема штампа для вытяжки без прижима низких конических деталей без фланца показана на черт. 174.



Черт. 174

Угол β конической матрицы больше угла α конического пуансона в связи с утолщением стенки при вытяжке детали

$$s_{\text{наиб}} = s \sqrt{\frac{D_3}{d_{cp}}}$$

Угол β матрицы равен углу $\alpha + \arctg \frac{s_{\text{наиб}} - s}{H} = \Delta$,

где Δ — угол пружинения.

Остальные обозначения даны на черт. 174.

$\Delta = (7' \div 10')$ для деталей из малоуглеродистой стали.

51.1.2. Коэффициент вытяжки конических деталей m_1 определяется отношением

$$m_1 = \frac{d_{cp}}{D_3} \quad (106)$$

51.1.3. Значения коэффициента вытяжки конических деталей без прижима за одну операцию из сталей марок 08; 10; 15 приведены в табл. 86.

Таблица 86

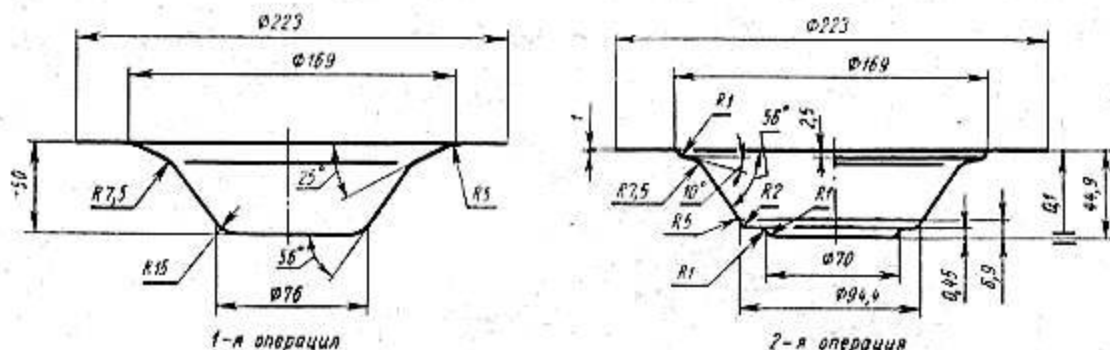
$\frac{s}{D_3} \cdot 100$	1,2	1,35	1,5—1,7	1,85	2,0
m_1	0,7	0,62	0,6	0,55	0,5

51.1.4. Вытяжка низких конических деталей с фланцем при $0,8 \leq \frac{s}{D_3} \cdot 100 \leq 1,2$ производится за одну операцию, но с применением прижима.

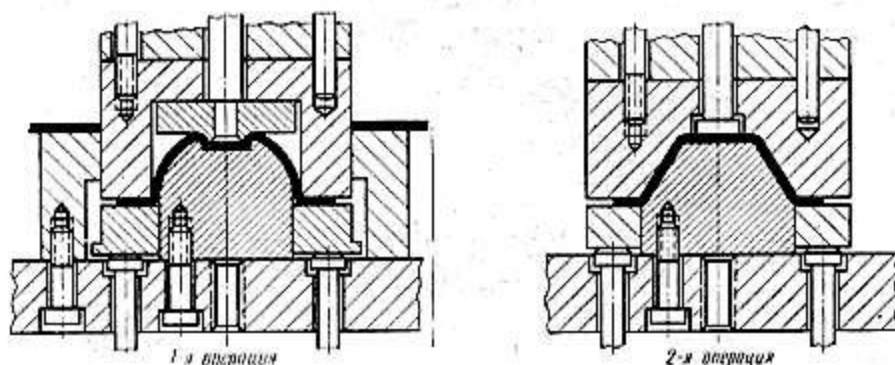
Вытяжка подобных, но более тонкостенных деталей производится в две операции с применением прижима (черт. 175).

Диаметр заготовки изображенной детали — $D_3 = 247$ мм; $\frac{s}{D_3} \cdot 100 = \frac{1}{247} \cdot 100 = 0,4$.

51.1.5. При вытяжке в две операции низких конических деталей с фланцем и углом конусности $\alpha > 25^\circ$ 1-й вытяжке целесообразно придать плавную криволинейную форму (черт. 176).



Черт. 175



Черт. 176

51.2. Вытяжка высоких конических деталей без фланца

51.2.1. Вытяжка высоких конических деталей без фланца (черт. 177) производится в несколько операций. При этом промежуточные вытяжки могут иметь цилиндрическую или коническую форму.

51.2.2. При вытяжке высоких конических деталей с цилиндрической формой промежуточных заготовок диаметры и высоты вытяжки каждой операции должны быть рассчитаны по всем переходам, исходя из требования, чтобы контур предпоследней вытяжки был вписан в контур готовой детали (черт. 177).

Формоизменение при последней вытяжке производится в отдельном калибровочном штампе.

Недостатком данного способа является разностенность и наличие следов от переходов, а также необходимость большого количества штампов.

51.2.3. Особенности многооперационной вытяжки высоких конических деталей с конической формой промежуточных заготовок состоят в том, что вначале вытягивается цилиндрическая полая заготовка, поверхность которой равна поверхности готовой детали, а диаметр — наибольшему диаметру конуса. На последующих операциях производится коническая вытяжка заготовки, высота которой постепенно увеличивается до высоты готовой детали (черт. 178).

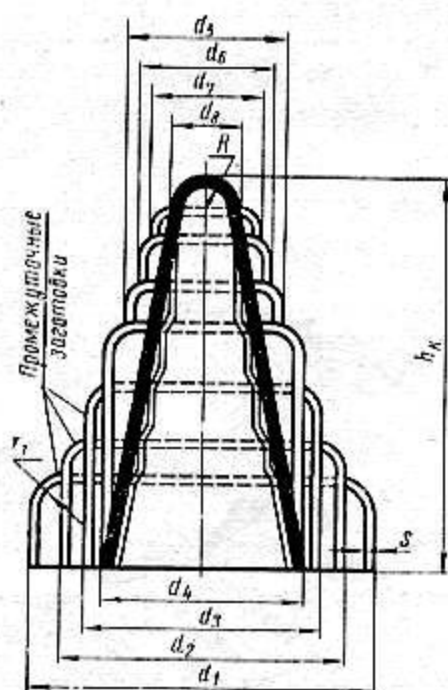
51.2.4. Диаметры дна конической вытяжки d_1 , d_2 , d_n определяются с учетом коэффициентов для последующих вытяжек по табл. 74.

51.2.5. Радиусы сопряжения дна со стенкой r и r_1 принимать равным $8s$. Радиус сопряжения дна со стенкой на предпоследней операции должен быть равен радиусу изделия $r_2 = r_{n-1} = r_n$.

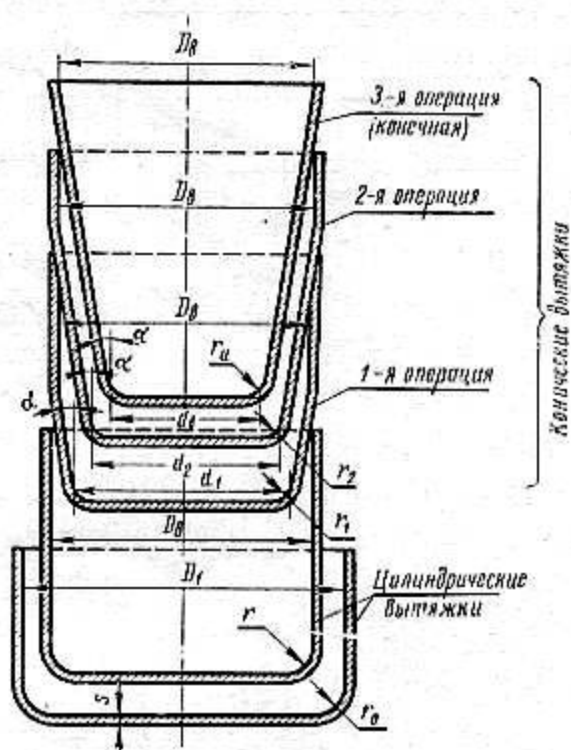
51.2.6. На черт. 179 изображена схема штампа для первого перехода конической вытяжки.

Диаметр нижнего выталкивателя 2 рекомендуется принимать равным диаметру d_1 дна заготовки 1-й конической вытяжки (черт. 178). Высоту выталкивателя следует установить, исходя из требования обеспечения правильного фиксирования цилиндрической заготовки в полости матрицы 1.

51.2.7. На черт. 180 показана схема штампа для последующих операций конической вытяжки.

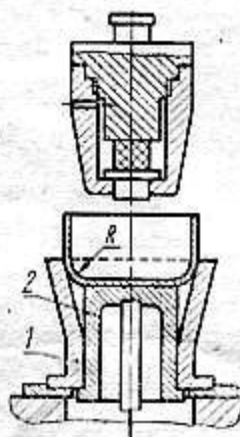


Черт. 177

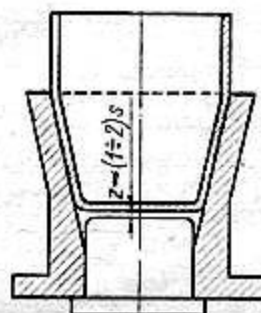


Черт. 178

Конструкция штампа аналогична изображенной на черт. 179. Высоту нижнего выталкивателя следует установить, исходя также из требования обеспечения правильного фиксирования предыдущей конической заготовки в полости матрицы. Между дном заготовки и торцом выталкивателя необходим зазор $z \approx (1 \div 2) s$.

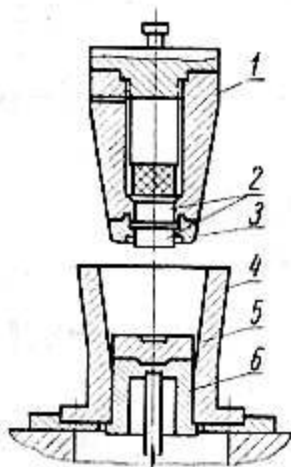


Черт. 179



Черт. 180

51.2.8. Для многооперационной конической вытяжки, а также для мелкосерийного производства конических деталей с одинаковой конусностью целесообразно применять универсальные конические штампы со сменными надставками пуансона и нижнего выталкивателя (черт. 181).



Черт. 181

1 — пуансон; 2 — выталкиватели пуансона; 3 — надставка пуансона; 4 — матрица; 5 — надставка выталкивателя; 6 — выталкиватель матрицы

51.3. Вытяжка высоких конических деталей с фланцами

51.3.1. Вытяжка высокой конической детали с большим фланцем производится из предварительно вытянутой цилиндрической заготовки, размеры которой назначаются следующим образом:

а) диаметры 1-й операции вытяжки цилиндрической заготовки и ее фланца должны быть соответственно равны наибольшему диаметру конуса и диаметру фланца готовой детали с учетом припуска на обрезку;

б) радиус сопряжения дна 1-й вытяжки цилиндрической заготовки, мм (черт. 177)

$$r_1 = (8 \div 10) s,$$

в) диаметр 1-й операции вытяжки цилиндрической заготовки

$$d_1 > d_2 + 2r_1, \quad (107)$$

где d_2 — диаметр 2-й вытяжки;

г) плоская часть дна на предпоследней операции вытяжки должна быть больше плоской части дна конической детали

$$d_{n-1} - 2r_{n-1} > d_n - 2r_n. \quad (108)$$

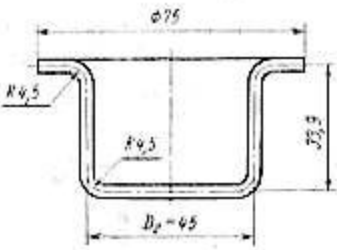
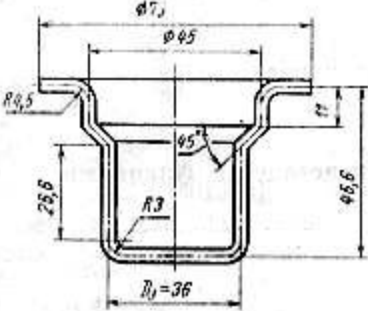
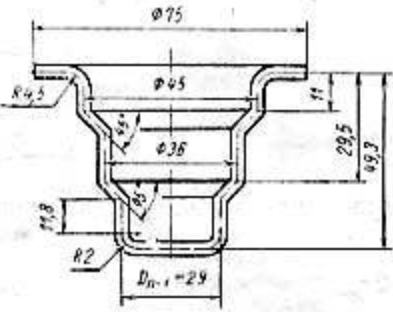
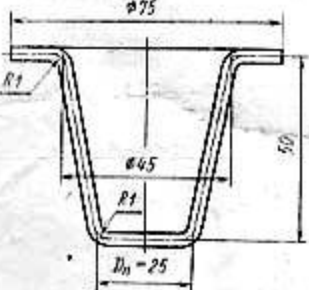
51.3.2. Количество операций рассчитывается с учетом допустимых коэффициентов вытяжки по табл. 74.

51.3.3. В табл. 87 в качестве примера даны коэффициенты и формы вытяжки из латуни конической детали с широким фланцем $D_3 = 105$ мм, $s = 0,8$ мм, $\frac{s}{D_3} \cdot 100 = 0,76$.

Таблица 87

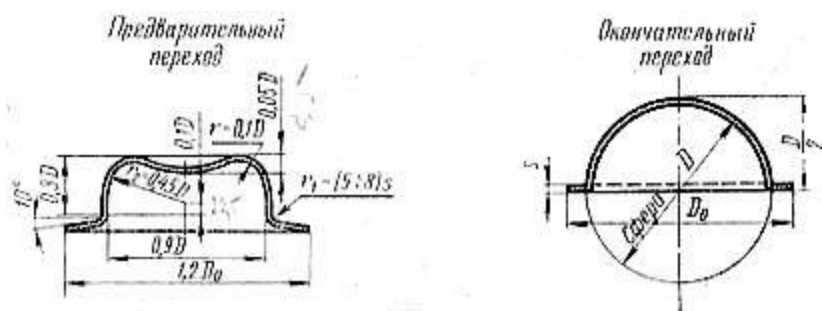
Формы вытяжки	Номера операций вытяжки	Коэффициенты вытяжки
	1	$m_1 = 0,57$

Продолжение

Формы вытяжки	Номера операций вытяжки	Коэффициенты вытяжки
	<p>2</p>	<p>$m_2 = 0,75$</p>
	<p>3</p>	<p>$m_3 = 0,77$</p>
	<p>4</p>	<p>$m_4 = 0,82$</p>
	<p>5</p>	<p>$m_5 = 0,86$</p>

52. ВЫТЯЖКА ДЕТАЛЕЙ СФЕРИЧЕСКОЙ И ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ ФОРМ

52.0.1. Вытяжка полых деталей сферической формы отличается от вытяжки цилиндрических деталей тем, что значительная часть заготовки в процессе вытяжки остается не прижатой, в результате чего могут образоваться складки.



Черт. 182

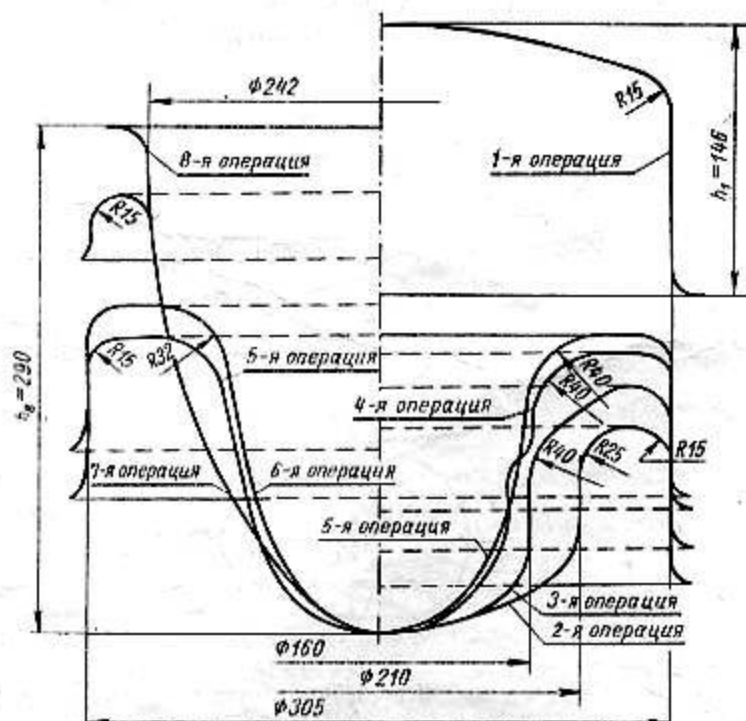
52.0.2. В зависимости от отношения $\frac{s}{D}$ (черт. 182) рекомендуются следующие способы вытяжки деталей с полусферическим дном:

- а) при $\frac{s}{D} \cdot 100 > 3$ вытяжка полусферы может быть произведена без прижима, формовкой в матрице. Такую вытяжку предпочтительно выполнять на фрикционных прессах;
- б) при $3 > \frac{s}{D} \cdot 100 \geq 1,3$ необходимо производить вытяжку с прижимом;
- в) при $1,3 > \frac{s}{D} \cdot 100 > 0,85$ необходимо произвести вытяжку с прижимом в закрытой матрице для разглаживания волнообразного выпучивания в конце рабочего хода;
- г) при $\frac{s}{D} \cdot 100 < 0,5$ применяется матрица с перетяжными ребрами (черт. 194—198) или вытяжка с выворачиванием. Этот метод вытяжки применяется при изготовлении рефлекторов, отражателей и фар.

52.0.3. Рекомендуются следующие коэффициенты вытяжки с выворачиванием заготовок, имеющих форму полусферы, из стали марки 10:

$$m_1 = (0,65 - 0,75); \quad m_2 = (0,7 - 0,8); \quad m_3 = (0,8 - 0,85).$$

52.0.4. Переходы по операциям вытяжки с выворачиванием полых детали параболической формы изображены на черт. 183.

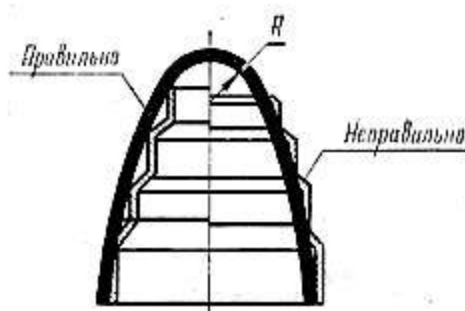


Черт. 183

52. 0. 5. Радиус закругления внешней кромки матрицы для вытяжки с выворачиванием принимается равным $(10 \div 15) s$, а радиус закругления внутренней кромки той же матрицы равен $(20 \div 25) s$. Радиус закругления конца пуансона принимается равным $(150 \div 200) s$ с постепенным уменьшением его на последующих операциях.

52. 0. 6. Для получения методом ступенчатой вытяжки сферической или параболической детали с гладкой поверхностью и плавными переходами необходимо, чтобы контур ступенчатой вытянутой заготовки, полученной на промежуточных операциях, вписывался в контур готовой детали, либо пересекал его лишь на отдельных участках (черт. 184).

Плавная форма достигается на заключительной операции вытяжки. Так как эта операция полностью не уничтожает неровности в местах переходов, необходима дополнительная обработка на давильных станках.



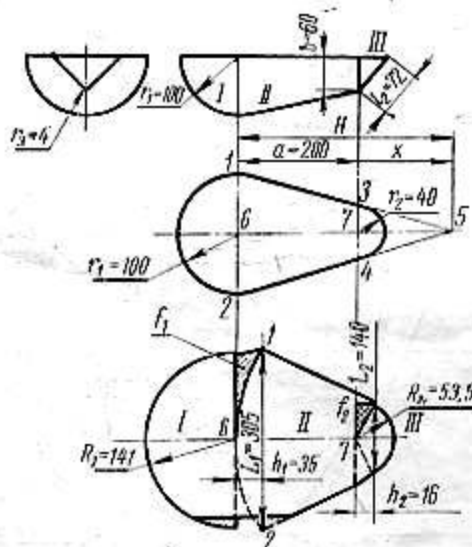
Черт. 184

53. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЗАГОТОВКИ ПРИ ВЫТЯЖКЕ ДЕТАЛЕЙ С ОДНОЙ ПЛОСКОСТЬЮ СИММЕТРИИ

53. 0. 1. Для определения размеров заготовки деталей с одной плоскостью симметрии, следует:

- разделить поверхность детали на элементарные участки, имеющие форму тел вращения или геометрического тела;
- определить размеры заготовки для каждого элемента в отдельности;
- нанести последовательно графически размеры подсчитанных заготовок выделенных участков и соединить их плавными переходами за счет перераспределения и корректировки площадей участков. В случае наложения одних элементов заготовки на другие, соответствующие площади суммируются и располагаются на данных участках.

53. 0. 2. Ниже дан пример расчета заготовки детали, имеющей одну плоскость симметрии (черт. 185).



Черт. 185

Поверхность детали условно разбита на три элементарных участка: I — четверть шара, II — половина усеченного конуса и III — половина конуса. Цифрами 5—6; 1—5; 1—6 и 3—7 условно обозначены отрезки прямых в плане чертежа детали.

Определяем радиус заготовки для половины шаровой поверхности:

$$R_1 = \frac{1}{2} \sqrt{8r_1^2} = \frac{1}{2} \sqrt{8 \cdot 100^2} = 141 \text{ мм.}$$

Усеченный конус не подвергается вытяжке, а образуется путем гибки. Для подсчета длины развертки необходимо определить:

а) высоту всего конуса H (отрезок 5—6)

$$\frac{x}{r_2} = \frac{a+x}{r_1}; \quad x = \frac{r_2 \cdot a}{r_1 - r_2} = \frac{40 \cdot 200}{100 - 40} = 133 \text{ мм};$$

$$H = a + x = 200 + 133 = 333 \text{ мм};$$

б) длину образующей конуса L (отрезок 1—5)

$$L = \sqrt{H^2 + r_1^2} = \sqrt{333^2 + 100^2} = 347 \text{ мм};$$

в) длину дуги l_1 в сечении 1—2

$$l_1 = \frac{2\pi r_1}{2} = \pi \cdot 100 = 314 \text{ мм};$$

г) длину хорды L_1 и высоту стрелки h_1 развертки нижнего основания усеченного конуса (при $l_1 = 314$ мм и радиусе, равном 347 мм):

$$L_1 = 305 \text{ мм}; \quad h_1 = 35 \text{ мм};$$

д) длину развертки верхнего основания усеченного конуса:

$$L_2 = \sqrt{b^2 + r_2^2} = \sqrt{60^2 + 40^2} = 72 \text{ мм}.$$

Пренебрегая радиусом закругления $r_3 = 4$ мм, принимаем длину развертки равной 144 мм. Отрезки прямых (3—7) и (7—4) должны быть параллельны отрезкам прямых (1—6) и (6—2), откуда следует:

$$\frac{(1-6)}{(3-7)} = \frac{h_1}{h_2} \quad \text{и} \quad \frac{(1-6)}{(3-7)} = \frac{L_1}{L_2};$$

отрезок прямой

$$(1-6) = \sqrt{h_1^2 + \left(\frac{L_1}{2}\right)^2} = \sqrt{35^2 + 152,5^2} \approx 156 \text{ мм};$$

$$\frac{156}{72} = \frac{35}{h_2}; \quad h_2 = \frac{72 \cdot 35}{156} \approx 16 \text{ мм};$$

$$\frac{156}{72} = \frac{305}{L_2}; \quad L_2 = \frac{305 \cdot 72}{156} \approx 140 \text{ мм}.$$

Определяем диаметр заготовки D_1 для половины конуса при $r_2 = 40$ мм

$$D_1 = \sqrt{4 \cdot r_2 \cdot L_2} = \sqrt{4 \cdot 40 \cdot 72} \approx 107 \text{ мм, откуда } R_{31} = 53,5 \text{ мм}.$$

Полученные размеры заготовок нанесены на черт. 185 (на верхней половине чертежа сплошными линиями, а на нижней — пунктиром).

Анализ формы заготовки показывает, что между расчетными заготовками шаровой поверхности и усеченного конуса имеется избыток материала площадью f_1 , а между расчетными заготовками усеченного конуса и половины конуса, наоборот, недостает площади f_2 .

Поэтому необходимо произвести корректировку; в первом случае срезать часть материала, равную f_1 , а во втором — прибавить f_2 , как показано на нижней части чертежа. Полученные размеры заготовки должны быть проверены экспериментальным путем.

54. ВЫТЯЖКА ДЕТАЛЕЙ СО СЛОЖНЫМ КОНТУРОМ

54.0.1. Размеры переходов вытяжки деталей со сложным контуром следует рассчитывать с учетом конфигурации конкретной детали.

Для примера на черт. 186, 187 и 188 изображены формы и размеры переходов вытяжки сложных деталей с фланцем.

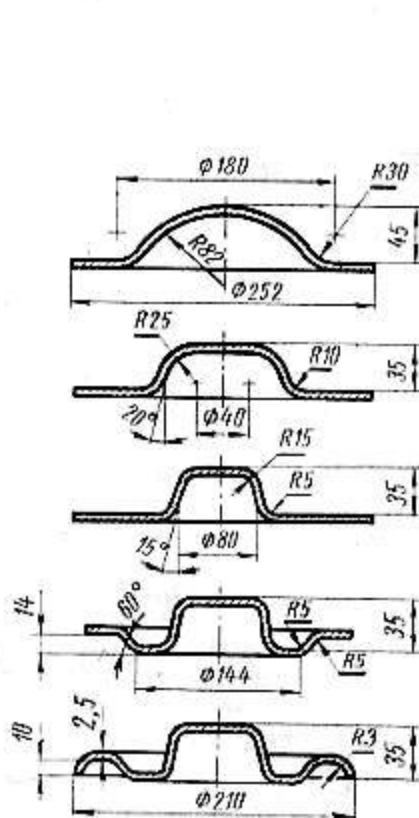
Первоначально производится вытяжка центрального, затем внешнего участка детали. Фланец штампуется на конечных операциях. Диаметр фланца на первой операции должен быть ориентировочно равен диаметру фланца готовой детали с учетом припуска на обрезку.

Для первой вытяжки принимать наименьшие значения коэффициентов вытяжки, приведенные в табл. 74, т. е. степень деформации должна быть максимально допустимая.

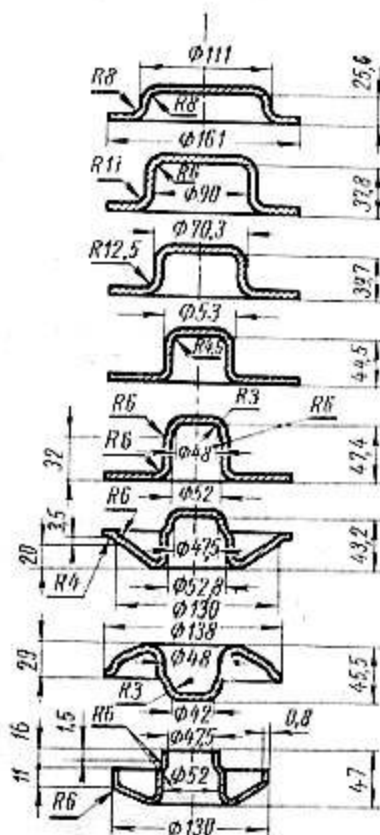
Поверхность деформированной при первой вытяжке центральной части заготовки должна быть на 10—15% больше, чем в окончательно-вытянутой детали.

Диаметр фланца на второй и последующих операциях остается неизменным, а диаметр центральной части и радиусы сопряжений последовательно уменьшаются.

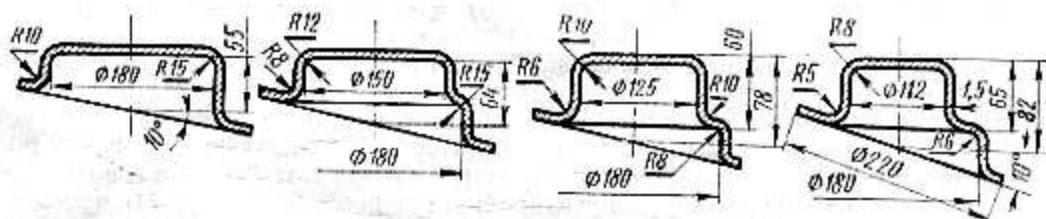
Если фланец детали не составляет с образующей угол 90°, то он должен иметь заданный наклон, начиная с первого перехода вытяжки.



Черт. 186



Черт. 187



Черт. 188

55. ЗАЗОРЫ МЕЖДУ ВЫТЯЖНОЙ МАТРИЦЕЙ И ПУАНСОНОМ

55.0.1. При вытяжке без утонения односторонний зазор $\frac{z}{2}$ между пуансоном и матрицей больше толщины исходного металла

$$\frac{z}{2} = \frac{d_M - d_n}{2} > s.$$

Уменьшение зазора повышает усилие вытяжки.

55. 0. 2. Рекомендуемые величины односторонних зазоров для круглых деталей приведены в табл. 88.

Таблица 88

Коэффициент вытяжки m_1	Односторонний зазор при вытяжке гед вращения, мм $\frac{z}{2}$
От 0,45 до 0,65	(1,1÷1,2) s
Св. 0,65 „ 0,75	(1,0÷1,1) s
„ 0,75 „ 0,85	(1,0÷1,05) s
„ 0,85 „ 0,90	s

55. 0. 3. Рекомендуемые величины односторонних зазоров для прямоугольных деталей приведены в табл. 89.

Меньшая величина на прямых, а большая — на угловых участках.

Таблица 89

Коэффициент вытяжки	Односторонний зазор при вытяжке прямоугольных деталей, мм	
	На прямых участках $\frac{z}{2}$	На угловых участках $\frac{z}{2}$ угла
Св. 0,35 до 0,40	(0,95÷1,0) s	(1,0÷1,1) s
„ 0,40 „ 0,45		(1,0÷1,08) s
„ 0,45 „ 0,50		(1,0÷1,06) s
„ 0,50 „ 0,90		(1,0÷1,05) s

Величина s — толщина материала с учетом допускаемых отклонений. При минусовых допусках на материал принимается наименьшая толщина с учетом допуска (см. приложения 12 и 13); при двухсторонних допусках — номинальное значение толщины. Большие значения зазоров принимать для первой и промежуточных операций, меньшие — для окончательной операции; при вытяжке в одну операцию зазоры брать наименьшие.

56. РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ РАБОЧИХ ДЕТАЛЕЙ ВЫТЯЖНЫХ ШТАМПОВ

56. 0. 1. Допуски на изделия при многооперационной вытяжке следует учитывать лишь на конечных операциях.

Исполнительные размеры матриц на остальных операциях вытяжки назначаются с учетом коэффициентов вытяжки с округлением до первого десятичного знака.

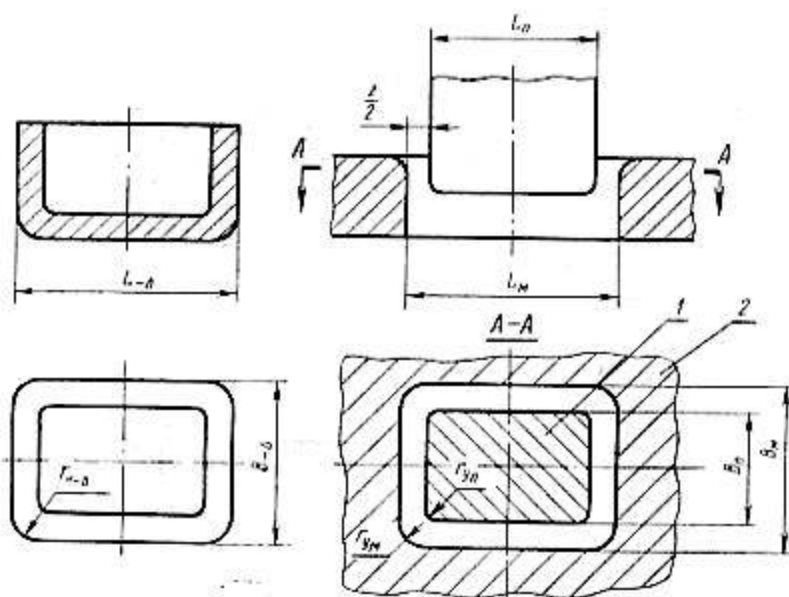
Размеры пуансонов устанавливаются с учетом величины принятого зазора.

56. 0. 2. Исполнительные размеры матриц L_m в мм и пуансонов L_n в мм вытяжных штампов на последней операции подсчитывают по следующим формулам:

а) при наличии допуска на наружный размер детали (черт. 189)

$$L_m = (L - \Delta)^{+\delta_m}; \quad B_m = (B - \Delta)^{+\delta_m}; \quad (109)$$

$$L_n = (L - \Delta - z)_{-\delta_n}; \quad B_n = (B - \Delta - z)_{-\delta_n}. \quad (110)$$



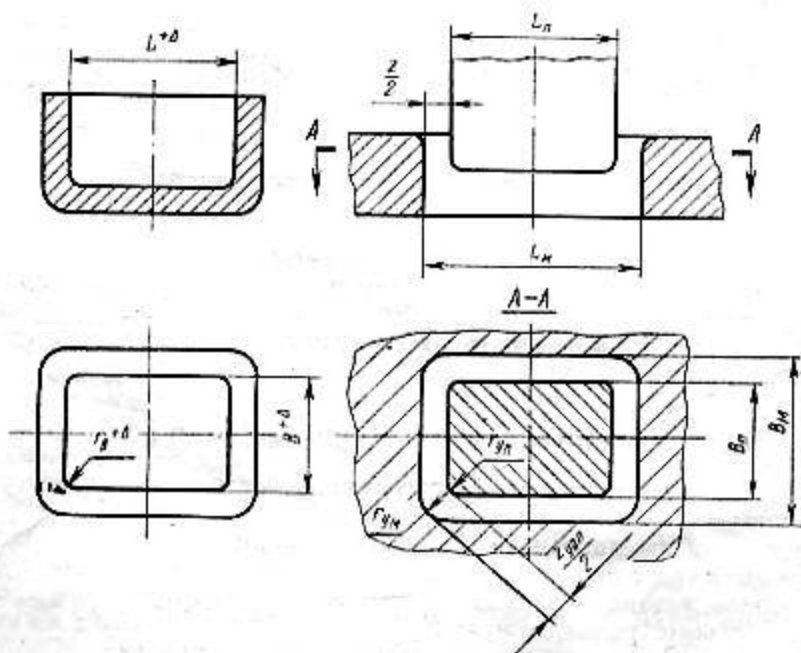
Черт. 189
1 — пуансон; 2 — матрица

Радиусы угловых участков (в плане) матрицы r_{yM} в мм и пуансона r_{yH} в мм штампов для вытяжки деталей прямоугольной формы (черт. 189) подсчитываются по формулам:

$$r_{yM} = r_{yH} - \Delta; \tag{111}$$

$$r_{yH} = r_{yM} - \frac{z_{yг.л}}{2}; \tag{112}$$

б) при наличии допуска на внутренний размер детали (черт. 190)



Черт. 190

$$L_n = (L + 0,5\Delta)_{-0,05}; \quad B_n = (B + 0,5\Delta)_{-0,05}; \tag{113}$$

$$L_m = (L + 0,5\Delta + z)_{+0,05}; \quad B_m = (B + 0,5\Delta + z)_{+0,05}. \tag{114}$$

Радиусы угловых участков (в плане) пуансона r_{yn} в мм и матрицы r_{ym} в мм штампов для вытяжки деталей прямоугольной формы (черт. 190) подсчитываются по формулам

$$r_{yn} = r_n + 0,5 \Delta ; \quad (111a)$$

$$r_{ym} = r_{yn} + \frac{z_{угл}}{2} . \quad (112a)$$

Условные обозначения:

L — номинальный размер детали, мм;

Δ — допуск на соответствующий номинальный размер детали, мм;

$\frac{z}{2}$ — односторонний зазор между матрицей и пуансоном, мм;

δ_m, δ_n — допуски на изготовление соответственно матрицы и пуансона (2-й класс точности — при допусках на готовые детали по 4-му и 5-му классам и 3-й класс точности — при допусках на готовые детали по 7-му и 9-му классам);

r_n и r_m — наружный и внутренний радиусы сопряженных боковых стенок детали, мм;

$\frac{z_{угл}}{2}$ — односторонний зазор между матрицей и пуансоном на угловых участках (табл. 89), мм.

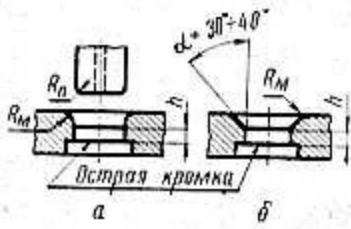
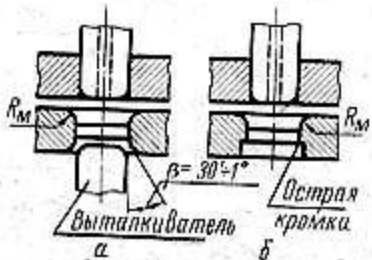
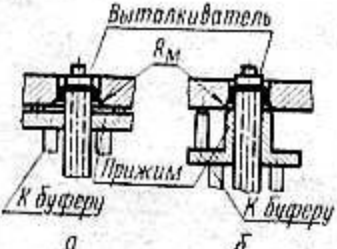
56.0.3. При вытяжке деталей со сложным контуром допуск на изготовление назначается только на одну рабочую деталь штампа (пуансон или матрицу), а вторая деталь пригоняется с требуемым зазором.

57. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТАЛЕЙ ВЫТЯЖНЫХ ШТАМПОВ

57.1. Рабочий профиль вытяжных матриц и пуансонов

57.1.1. В табл. 90 приведены применяемые формы рабочей части матриц и пуансонов.

Таблица 90

Форма матриц и пуансонов	Применение в штампах
	<p>Для 1-й и последующих операций вытяжки на прессах простого действия без прижима, при работе на провал:</p> <p>а) с радиусом закругления ребра матрицы; б) с входным конусом</p>
	<p>Для 1-й операции вытяжки на прессах двойного действия:</p> <p>а) с нижним выталкивателем; б) при работе на провал</p>
	<p>Для вытяжки на прессах простого действия с буферным устройством:</p> <p>а) для 1-й операции; б) для последующих операций</p>

Продолжение

Форма матриц и пуансонов	Применение в штампах
	<p>Для последующих операций вытяжки на прессах двойного действия:</p> <p>а) с нижним выталкивателем; б) при работе на провал</p>

57. 1. 2. При выборе радиусов закругления матрицы и пуансона необходимо учитывать, что малые радиусы приводят к увеличению усилия вытяжки и, следовательно, к увеличению опасности разрыва детали, а слишком большие радиусы способствуют образованию складок.

57. 1. 3. При однооперационной вытяжке без утонения круглых деталей радиус закругления пуансона равен радиусу вытягиваемой детали, т. е. $R_n = R_d$. Радиус закругления R_m в мм определяется:

для деталей из мягкой стали

$$R_m = (4 \div 10) s ; \quad (115)$$

для деталей из мягкой латуни и алюминия

$$R_m = (3 \div 5) s . \quad (115a)$$

57. 1. 4. В табл. 91 даны оптимальные величины радиуса закругления матрицы R_m в зависимости от толщины материала и удвоенной величины разности диаметра заготовки D_3 и диаметра первой вытяжки d_1 , т. е. $2(D_3 - d_1)$ или удвоенной величины разности диаметра первой вытяжки d_1 и диаметра второй вытяжки d_2 , т. е. $2(d_1 - d_2)$.

Для многооперационной вытяжки оптимальный радиус закругления пуансона R_n равен R_m , кроме последней операции. Допускается постепенное уменьшение радиуса закругления пуансона, начиная со второй операции. Для последней операции вытяжки $R_n = R_d$.

57. 1. 5. Радиусы закругления матрицы при вытяжке прямоугольных деталей определять аналогично вытяжке круглых деталей без утонения.

Таблица 91

мм

Толщина материала s	0,20	0,25	0,30	0,50	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Значения величины $2(D_3 - d_1)$ или $2(d_1 - d_2)$	Радиус закругления вытяжной матрицы R_m									
10	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,4	2,7	3,0
20	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,4	2,7	3,3	3,7	4,2
30	1,5	1,7	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	4,2	4,7	5,1
40	1,8	2,0	2,2	2,5	3,0	3,5	4,1	5,0	5,5	6,0
50	2,0	2,3	2,5	2,8	3,4	4,0	4,5	5,5	6,1	6,8
80	2,5	2,8	3,0	3,7	4,4	5,0	6,0	7,2	8,0	8,9
100	2,7	3,0	3,3	4,0	4,8	5,7	7,0	8,2	9,0	10,0
120	2,8	3,2	3,5	4,4	5,3	6,2	7,3	9,0	9,8	11,0
150	3,0	3,6	3,8	4,8	5,9	6,9	8,0	10,0	11,0	12,3

мм

Продолжение

Толщина материала s	0,20	0,25	0,30	0,50	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Значения величины $2(D_2-d_1)$ или $2(d_1-d_2)$	Радиус закругления вытяжной матрицы R_M									
180	3,3	3,7	4,1	5,2	6,4	7,5	8,6	10,7	12,0	13,2
200	3,5	4,0	4,3	5,5	6,7	7,8	9,0	11,3	12,6	14,0
220	3,6	4,2	4,5	5,8	7,2	8,3	9,5	11,8	13,3	14,7
250	4,0	4,4	4,8	6,3	7,7	8,8	10,1	12,5	14,3	15,7
280	4,2	4,6	5,2	6,7	8,3	9,5	10,7	13,3	15,3	16,8
300	4,4	4,8	5,4	7,0	8,6	9,8	11,2	13,8	16,0	17,5

Радиусы закруглений матрицы R_M для титановых сплавов принимать:

для 1-й операции вытяжки без нагрева

$$R_{M1} = (6 \div 8) s ; \quad (116)$$

для 1-й операции вытяжки с нагревом

$$R_{M1} = (8 \div 10) s ; \quad (116a)$$

для последующих операций вытяжки без нагрева и с нагревом

$$R_{M2} = (0,6 - 1,0) R_{M1} . \quad (116b)$$

57. 1. 6. Для вытяжки материалов толщиной свыше 3 мм радиусы закруглений вытяжных матриц следует принимать по табл. 92.

Таблица 92

Толщина материала s	Радиус закругления вытяжной матрицы, R_M	
	1-я операция вытяжки	2-я и последующие операции вытяжек
Св. 3 до 6	$(3 \div 4)s$	$(1,8 \div 2)s$
6 . 10	$(1,8 \div 2,5)s$	$(1,5 \div 1,8)s$

Радиус закругления пуансона $R_n = (0,7 \div 1) R_M$.

57. 1. 7. Радиусы закругления матрицы R_M и пуансона R_n при вытяжке деталей с утонением рекомендуется определять по табл. 93.

Таблица 93

Толщина материала, s	Радиус закругления вытяжной матрицы, R_M	Радиус закругления вытяжного пуансона, R_n
От 0,5 до 2	$(1,3 \div 1,5) s$	$(1,2 \div 1,8) s$
Св. 2 до 6	$(1,25 \div 1,5) s$	$(0,5 \div 0,1) s$

57.1.8. На процессе вытяжки существенное влияние оказывает высота h цилиндрического пояса матрицы (табл. 90). Высокий пояс способствует налипанию металла, что приводит к быстрому износу матрицы, а низкий пояс — к перекосу вытяжки.

Высота пояса h в мм определяется по формуле

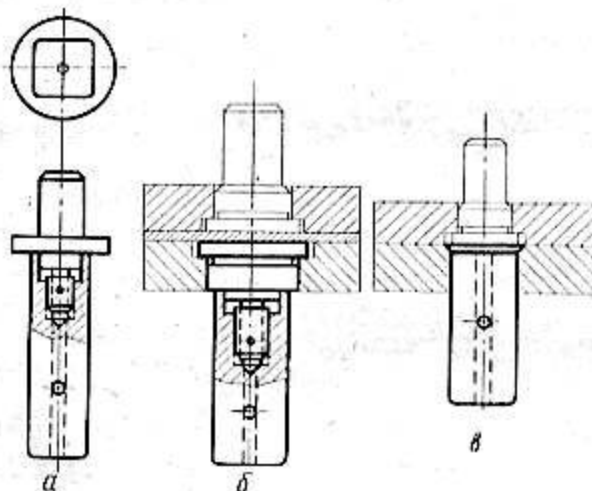
$$h = (5 \div 10) s, \quad (117)$$

Большее значение h принимать для вытяжки деталей из тонких материалов.

57.2. Конструирование вытяжных пуансонов

57.2.1. По способу крепления различаются следующие вытяжные пуансоны: без пуансонодержателя (черт. 191,а), с пуансонодержателем и резьбовым соединением (черт. 191,б), с раскладкой (черт. 191,в). Последний применяется при $s \leq 1,0$ мм.

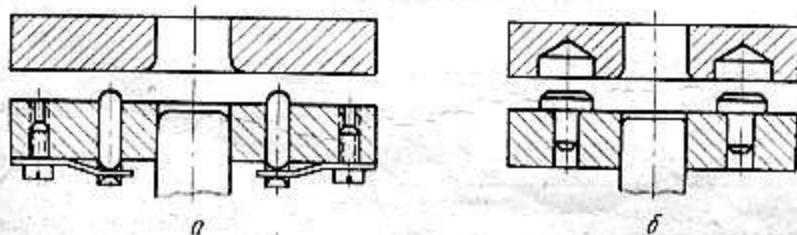
57.2.2. В пуансоне следует предусмотреть центральный воздушный канал, чтобы облегчить сьем с пуансона вытянутой детали. Диаметр воздушного канала следует выбирать равным 6—8% диаметра вытяжного пуансона.



Черт. 191

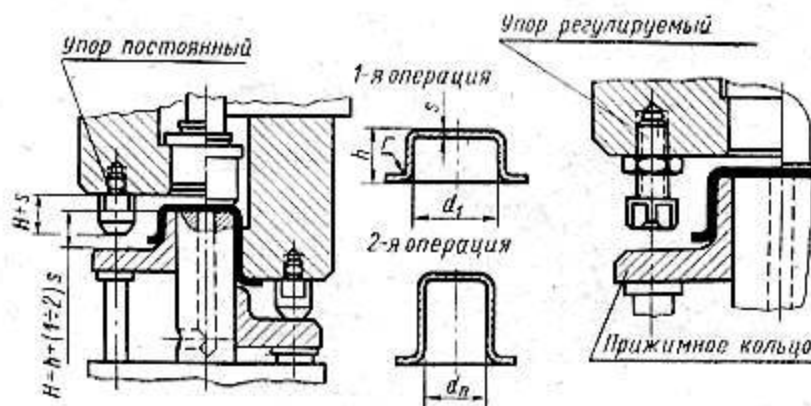
57.3. Упоры вытяжных штампов

57.3.1. Для фиксации заготовки на первой операции вытяжки применяются утопающие (черт. 192,а) и постоянные упоры (черт. 192,б).



Черт. 192

При применении штампов с прижимом заготовки для глубокой вытяжки деталей из тонкого материала на прессах простого действия, снабженных пружинным или резиновым буфером, необходимо предусмотреть упоры (черт. 193) и соответствующее защитное устройство по технике безопасности (количество упоров — не менее трех).



Черт. 193

58. ПЕРЕТЯЖНЫЕ РЕБРА

58.0.1. Перетяжные ребра предназначены для повышения интенсивности торможения заготовки под прижимом с целью повышения сопротивления деформированию «фланца» при вытяжке сложных деталей. Повышая или ослабляя интенсивность торможения на отдельных участках, можно регулировать втягивание штампуемого металла в проем матрицы и таким образом влиять на процесс формообразования детали. В тех случаях, когда необходимо осуществить вытяжку сложной детали за счет растяжения металла, ставят параллельно несколько перетяжных ребер.

58.0.2. В вытяжных штампах, устанавливаемых на прессах двойного действия, перетяжные ребра ставят обычно в прижимном кольце, что облегчает наладку штампа и повышает стойкость ребер.

58.0.3. В нижней части штампа, в матрице, перетяжные ребра ставят лишь в тех случаях, когда линия обрезки вытяжного перехода проходит рядом с ним. Верхнее расположение перетяжных ребер в этом случае вызывает ослабление режущего участка у секции матрицы обрезного штампа. Рекомендуемые формы перетяжных ребер в матрицах показаны на черт. 194, а размеры b приведены в табл. 94.



Черт. 194

Таблица 94

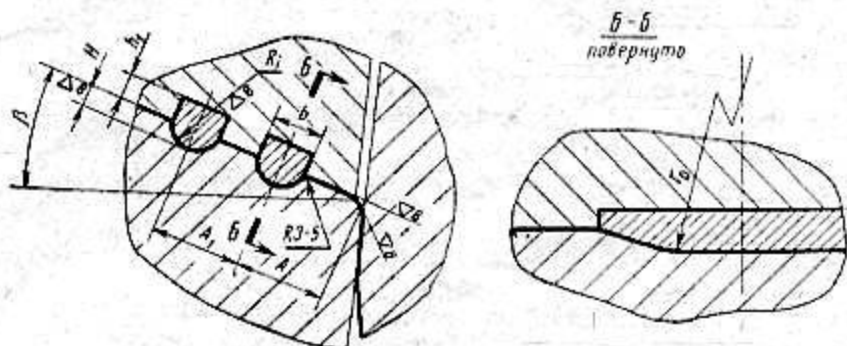
Толщина материала, s	Ширина ребра, b
До 1	2
Св. 1 до 2	2,5—3

58.0.4. Рекомендуемые размеры и расположение перетяжных ребер полукруглого профиля по ширине фланца вытяжного перехода, применяемые в автомобильной промышленности, приведены в табл. 95 и на черт. 195.

мм

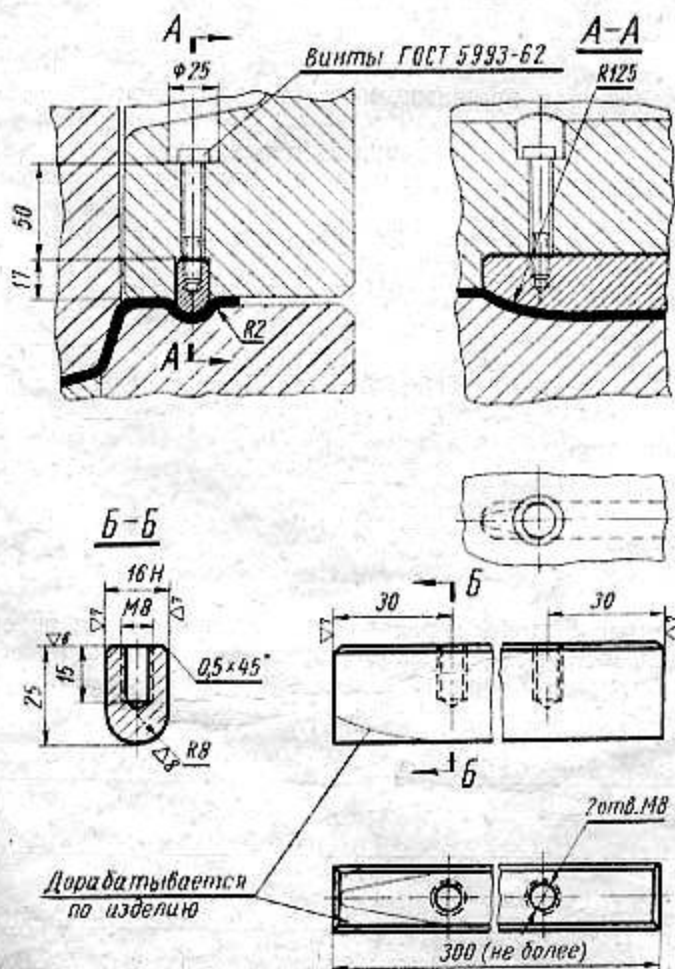
Таблица 95

Применение	A	A_1	b	H	h_1	R_1	r_0
Для мелких штампов	25—32	25—30	14	6	5	7	125
Для средних и крупных штампов	28—35	28—32	16	7	6	8	150
При повышенном износе матриц	32—38	32—38	20	8	7	10	150

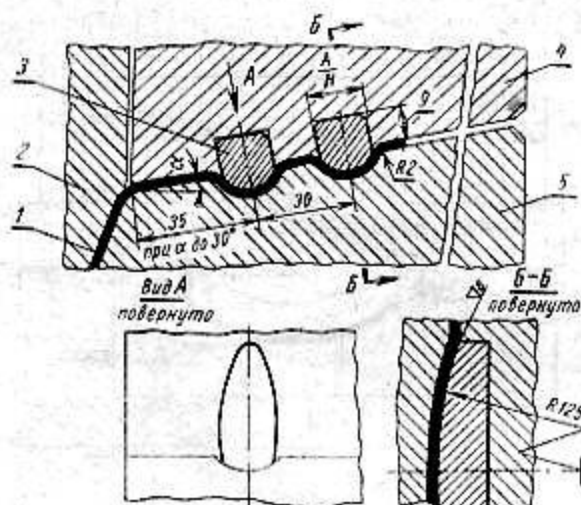


Черт. 195

Большие значения величин A и A_1 брать при максимальном угле наклона β .
58.0.5. На черт. 196 и 197 приведены конструктивные элементы дугообразных перетяжных ребер из стали марки У10А, а на черт. 198 — П-образных перетяжных ребер из стали марки Х12Ф1.

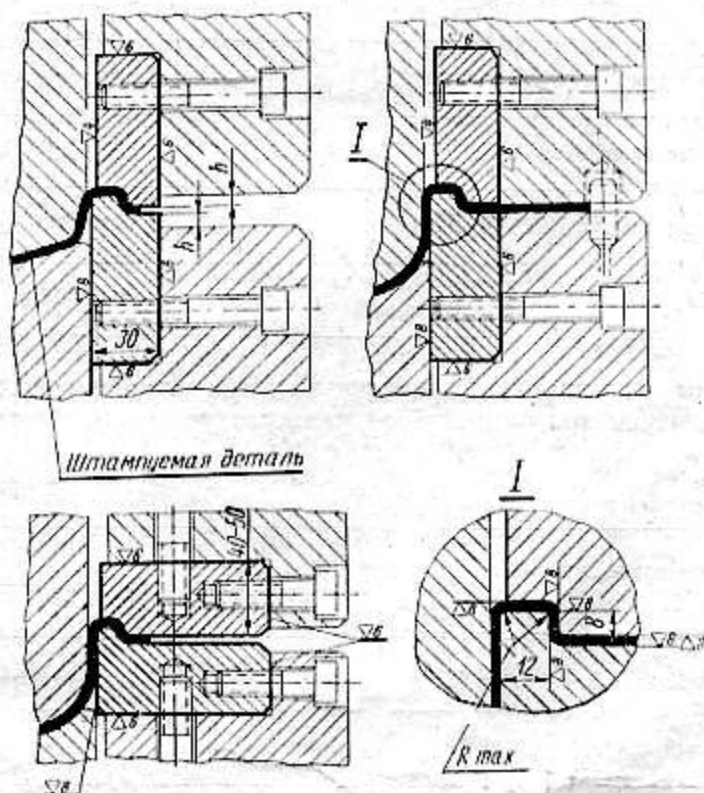


Черт. 196



Черт. 197

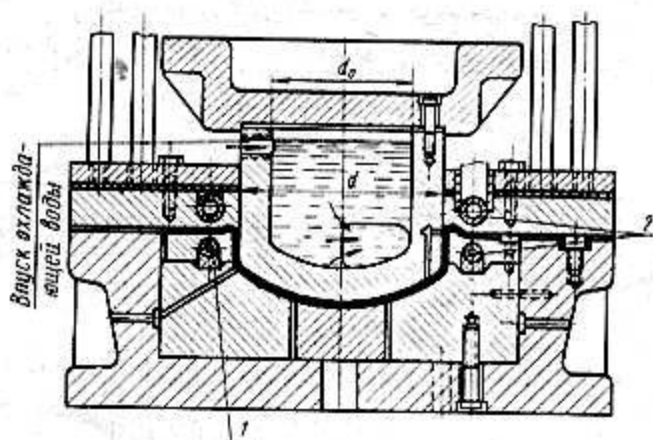
Детали 1; 2; 3 и 4 в плане условно не показаны
1 — штампуемая деталь; 2 — вытяжной пуансон; 3 — режущее ребро; 4 — прижим; 5 — матрица



Черт. 198

59. ВЫТЯЖКА ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕСТНОГО НАГРЕВА

59.0.1. Предельные значения коэффициента вытяжки можно снизить (для уменьшения количества операций), применяя местный нагрев внешнего кольцевого фланца заготовки шириной, равной $\frac{D_3 - d}{2}$, и одновременно охлаждая центральную часть диаметром d_0 (черт. 199).



Черт. 109

1 — термоизоляция; 2 — трубчатый электронагреватель

59.0.2. Оптимальная температура нагрева фланца заготовки при вытяжке деталей из алюминиевых сплавов и латуни приведена в табл. 96

Таблица 96

Наименование и марка материала	Оптимальная температура, °С
Алюминиевые сплавы В95А-Т ₁ , Д16А-Т	480—500
Алюминиевые сплавы Д16А-М, АМцА-М	320—340
Латунь Л62	450—480

59.0.3. Предельные значения коэффициента вытяжки цилиндрических деталей из алюминиевых сплавов и латуни при оптимальной температуре местного нагрева фланца приведены в табл. 97.

Таблица 97

Наименование и марка материала	Коэффициент вытяжки $m_{\text{вр}}$	$\frac{h_{\text{вр}}^*}{d}$
Алюминиевый сплав АМгА-М	0,39	1,44
Алюминиевый сплав АМцА-М	0,42	1,18
Алюминиевый сплав Д16А-М	0,37	1,62
Алюминиевый сплав Д16А-Т	0,33	2,10
Алюминиевый сплав В95А-Т ₁	0,32	2,20
Латунь Л62	0,33	2,10

* $\frac{h_{\text{вр}}}{d}$ — отношение предельной высоты цилиндрической детали к диаметру вытяжки.

59.0.4. Предельные значения коэффициента вытяжки квадратных и прямоугольных полых деталей при оптимальной температуре местного нагрева фланца и радиусы закругления угловых участков в плане приведены в табл. 98.

Таблица 98

Наименование и марка материала	Радиус закругления углового участка в плане $r_{\text{в.пл}}$	Квадратные полые детали		Прямоугольные полые детали	
		Коэффициент вытяжки $m_{\text{пр}}$	$\frac{h_{\text{пр}}}{d_y}$	Коэффициент вытяжки $m_{\text{пр}}$	$\frac{h_{\text{пр}}}{d_y}$
Алюминиевый сплав АМгА-М	2,5	0,075	1,50	0,083	1,46
Алюминиевый сплав АМцА-М		0,078	1,44	0,086	1,44
Алюминиевый сплав Д16А-М		0,072	1,58	0,079	1,51
Магниевый сплав МА1М Магниевый сплав МА8М		0,040	2,73	0,037	2,93
Алюминиевый сплав АМгА-М	5,5	0,15	1,51	0,145	1,57
Алюминиевый сплав АМцА-М			1,45	0,149	1,53
Алюминиевый сплав Д16А-М		0,13	1,72	0,137	1,72
Магниевый сплав МА1М Магниевый сплав МА8М		0,08	2,89	0,073	3,12
Алюминиевый сплав АМгА-М	10,5	0,21	1,52	0,244	1,60
Алюминиевый сплав АМцА-М			1,46	0,228	1,55
Алюминиевый сплав Д16А-М		0,21	1,82	0,210	1,83
Магниевый сплав МА1М Магниевый сплав МА8М		0,14	3,06	0,125	3,22

* $\frac{h_{\text{пр}}}{d_y}$ — отношение предельной высоты условного цилиндра углового участка к диаметру вытяжки условного цилиндра.

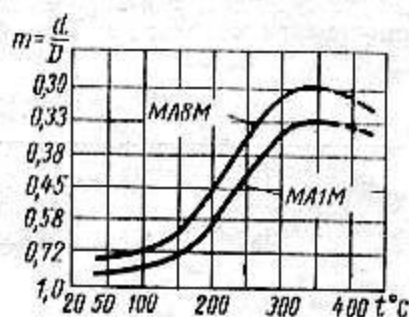
59.0.5. Для вытяжки деталей из магниевых сплавов применяются марки МА1М и МА8М. В холодном состоянии возможно получение неглубокой вытяжки при следующих коэффициентах: $m=0,9 \div 0,85$ для МА1М и $m=0,85 \div 0,75$ для МА8М.

Глубокая вытяжка деталей из магниевых сплавов производится только с подогревом.

59.0.6. На черт. 200 показаны графики зависимости коэффициента вытяжки магниевых сплавов от температуры подогрева (вытяжка производится с охлаждением пуансона).

Оптимальная температура вытяжки для сплава МА1М 320—330°C; для сплава МА8М 300—375°C.

Уменьшение температуры нагрева снижает прочность и уменьшает пластичность магниевых сплавов. При температуре 425—450°C наступает красноломкость и интенсивное разрушение деформируемого материала.



Черт. 200

59.0.7. Рекомендуемые коэффициенты вытяжки с подогревом магниевых сплавов приведены в табл. 99.

Таблица 99

Наименование и марка материала	Коэффициент вытяжки, m	
	1-я вытяжка	2-я и последующие вытяжки
Магнийевый сплав МА1М	0,50—0,42	0,67—0,57
Магнийевый сплав МА8М	0,45—0,40	0,63—0,55

59.0.8. Нагрев магниевых заготовок производится:

- в штампе, снабженном электро- или газонагревом;
- в газовых или электрических печах;
- в газовых или электрических печах при одновременном нагреве в штампе;
- в свинцовых или масляных ваннах с применением масел, имеющих высокую температуру воспламенения (масло «вапор Т» с температурой воспламенения 320°C).

При вытяжке на кривошипных и гидравлических прессах заготовки, как правило, нагреваются в штампах между нагретыми матрицей и прижимным кольцом. Штампы (матрица и прижим) нагревается трубчатыми электронагревателями либо газом.

Рекомендуемая температура нагрева штампов для глубокой вытяжки 370—420°, для неглубокой вытяжки 300—350°C.

59.0.9. Чтобы предотвратить разрыв стенок детали в процессе вытяжки, температура пуансона должна быть в пределах 50—100°C. Это достигается охлаждением стенок пуансона циркулирующей водой (черт. 199).

59.1.0. Удельные давления прижима при вытяжке магниевых сплавов в зависимости от температуры заготовки приведены в табл. 100.

Таблица 100

Наименование и марка материала	Удельное давление прижима, $кг/см^2$	
	При оптимальной температуре, °C	При температуре 240—280°C
Магнийевый сплав МА1М	3,0—4,5	5,5—8
Магнийевый сплав МА8М	3,5—5,5	7—10

59.1.1. Радиус закругления рабочей кромки матрицы $R_{н1}$ в мм для вытяжки магниевых сплавов определяется по формуле

$$R_{н1} = K \sqrt{D_s - d_n} s, \quad (118)$$

где K выбирается в зависимости от толщины s по табл. 101;

D_s — диаметр заготовки, мм;

d_n — диаметр пуансона, мм.

Таблица 101

Толщина материала $s, \text{ мм}$	0,6—1,0	1,2—1,5	2,0—3,0
k	0,6—1,1	0,8—1,2	1,1—1,8

Радиус закругления рабочей кромки матрицы для второй вытяжки принимается

$$R_{m_2} = (0,6 \div 1,0) R_{m_1} \quad (119)$$

Радиус закругления пуансона

$$R_n = (0,4 \div 1,0) R_m \quad (120)$$

59. 1. 2. Величина одностороннего зазора между пуансоном и матрицей определяется по формуле

$$\frac{z}{2} = s + x, \quad (121)$$

где x — величина, зависящая от толщины материала (табл. 102).

Таблица 102

Толщина материала s		мм				
		0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
x	1-я вытяжка	0,20	0,20—0,30	0,30—0,35	0,40—0,45	0,50—0,60
	2-я и последующие вытяжки	0,10—0,16	0,16—0,20	0,20—0,24	0,24—0,30	0,30—0,35

Продолжение

Толщина материала s		мм			
		2,5	3,0	3,5	4,0
x	1-я вытяжка	0,65—0,70	0,70—0,75	0,78—0,80	0,80—0,85
	2-я и последующие вытяжки	0,34—0,40	0,40—0,45	0,45—0,50	0,50—0,55

59. 1. 3. При конструировании штампов для вытяжки магниевых сплавов необходимо учитывать усадку детали при охлаждении по табл. 103.

Таблица 103

Наименование материала рабочих деталей штампа	Коэффициент усадки детали при температуре, °С				
	150	200	250	300	350
Чугун и сталь	1,000175	1,0025	1,00315	1,0040	1,0045
Алюминиевые сплавы	1,000175	1,0010	1,00135	1,0017	1,00185

Расчетный размер определяется умножением номинального размера по чертежу детали на коэффициент усадки.

60. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ ВЫТЯЖКА В ЛЕНТЕ

60. 0. 1. Штампы для последовательной вытяжки в ленте рекомендуется применять для серийного, крупносерийного и массового производства.

60. 0. 2. Материал для последовательной вытяжки в ленте должен обладать высокой пластичностью, ввиду отсутствия промежуточного отжига между операциями.

Рекомендуемые марки материала для вытяжки в ленте:
латунь Л62; Л68; сталь 08кп; 10кп и алюминиевый сплав АМцА-М.

60.0.3. Различают два способа вытяжки в ленте:

- без надрезки ленты;
- с надрезкой ленты.

60.1. Вытяжка без надрезки ленты

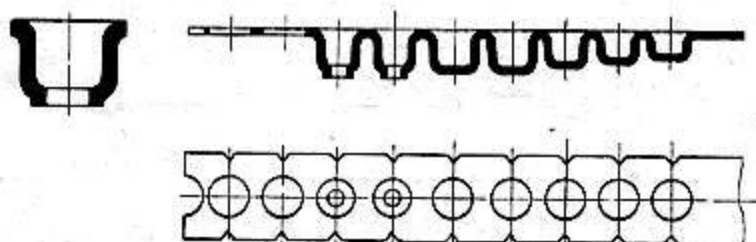
60.1.1. Вытяжка в целой ленте (черт. 201) позволяет уменьшить расход материала (по сравнению с вытяжкой и надрезкой ленты), однако требует большего числа переходов. Поэтому вытяжка в целой ленте имеет ограниченное применение и может быть рекомендована для мелких деталей со следующими параметрами:

$$\frac{H}{d} < 1,0 \text{ и } \frac{D_{\text{ф}}}{d} < 1,2, \quad (122)$$

где H — высота детали, мм;

d — внутренний диаметр детали, мм;

$D_{\text{ф}}$ — диаметр фланца, мм.



Черт. 201

60.1.2. Число переходов и межоперационные размеры детали определяются коэффициентами вытяжки, указанными в табл. 104.

Таблица 104

Наименование и марка материала	Переходы вытяжки					
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
Коэффициент вытяжки m (вытяжка без надрезки)						
Латунь Л62 и Л68	0,68	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90
Сталь 08кп; 10кп Алюминиевый сплав АМцА-М	0,72	0,85	0,87	0,90	0,92	0,95

Примечание. Расчет размеров следует производить по средней линии.

60.1.3. При последовательной вытяжке в целой ленте поверхность первого перехода вытяжки на 10—15% больше поверхности готовой детали, а на последующих переходах поверхность последовательно уменьшается до размера поверхности готовой детали.

60.1.4. Ширина ленты B в мм определяется

$$B = 1,1D_3 + 2b, \quad (123)$$

где D_3 — диаметр заготовки, определяемый по методам, изложенным в п. 42.2.;

b — ширина боковых перемычек (табл. 105).

Таблица 105

мм	
D_3	b
До 10	1—1,5
Св. 10 до 30	1,5—2
„ 30	2—2,5

Шаг подачи T в мм при вытяжке в целой ленте определяется

$$T = (0,8 : 0,9) D_3 \quad (124)$$

60. 2. Вытяжка с надрезкой ленты

60. 2. 1. Предварительно по формуле (125) определить общий коэффициент последовательной вытяжки $m_{\text{общ}}$ в ленте заданной детали для проверки возможности вытяжки без промежуточного отжига

$$m_{\text{общ}} = \frac{d_{\text{дет}}}{D_3} = m_1 \cdot m_2 \dots m_n \quad (125)$$

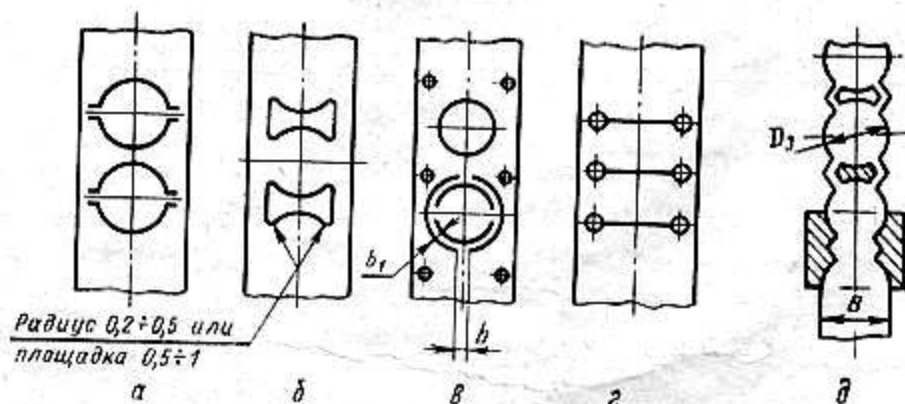
где $d_{\text{дет}}$ — наименьший диаметр готовой детали по средней линии, мм;
 D_3 — диаметр заготовки, мм;
 m_1, m_2, \dots, m_n — коэффициенты вытяжки по переходам.

Величина допустимого общего коэффициента вытяжки $m_{\text{общ}}$ зависит от химико-физических свойств материала и условий вытяжки. Ориентировочные значения этих коэффициентов приведены в табл. 106.

Таблица 106

Наименование и марка материала	Временное сопротивление σ_B кгс/мм ²	Коэффициент вытяжки $m_{\text{общ}}$ (вытяжка с надрезкой)
Сталь 08кп; 10кп	30—40	0,15—0,20
Латунь Л62 и Л68		
Алюминиевый сплав АМцА-М	8—11	0,20—0,25

60. 2. 2. Форма надрезки выбирается в зависимости от конфигурации детали. На черт. 202 приведены наиболее часто применяемые формы надрезок ленты. Форма (черт. 202, а) применяется для вытяжки круглых деталей большого диаметра при толщине материала до 1 мм.



Черт. 202

Недостаток этой формы — при вытяжке поперечная перемычка изгибается и затрудняет подачу.

При надрезке ленты по форме (черт. 202, б) поперечная перемычка вырезается. Недостаток этой формы — невозможность фиксации, так как в процессе штамповки лента сужается. Указанная форма применяется для вытяжки круглых деталей малого диаметра.

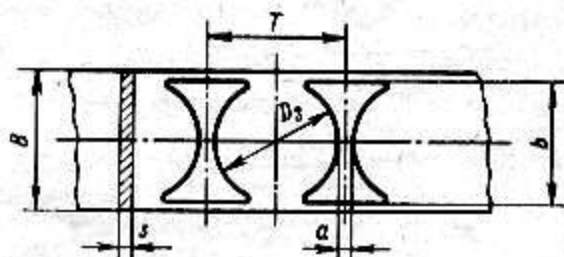
При надрезке по форме (черт. 202, в) ширина и длина ленты при штамповке не изменяются. Такая надрезка применяется, когда требуется установить фиксаторы. Рекомендуемые

размеры при применении надрезки по этой форме: ширина перемычки $b_1 = (0,75—1,25)$ мм, ширина мостика $b = (2—5)$ мм в зависимости от габарита детали.

Надрезка по форме (черт. 202, *г*) применяется при вытяжке прямоугольных деталей.

Надрезки по формам (черт. 202, *б* и *г*) наиболее распространены.

Надрезка по форме (черт. 202, *д*), применяемая при вытяжке круглых деталей малого диаметра, позволяет использовать более узкую ленту, так как в этом случае ширина ленты B равна диаметру заготовки D_3 . Наличие гибких мостиков улучшает условия вытяжки и сокращает количество переходов.



Черт. 203

60.2.3. Диаметр заготовки (черт. 203) при последовательной вытяжке с надрезкой определить с учетом коэффициента α

$$D_3 = D'_3 \alpha, \quad (126)$$

где D'_3 — диаметр заготовки, подсчитанный по поверхности детали, мм.

Ширина фигурной надрезки b в мм с учетом коэффициента β определяется

$$b = D_3 \beta. \quad (127)$$

Ширина ленты B в мм с учетом коэффициента γ определяется

$$B = b + \gamma s, \quad (128)$$

где α , β , γ — коэффициенты, учитывающие технологические особенности вытяжки в ленте при применении надрезки по форме *б* (табл. 107).

Таблица 107

Коэффициент	Толщина штампуемого материала s , мм					
	0,2—0,3	0,4—0,5	0,6—0,8	0,9—1,2	1,3—1,5	1,6—2
α		1,1		1,07		1,05
β		1,07—1,1		1,04—1,07		1,02—1,04
γ	15	10	7	5	4	3

Шаг подачи T в мм при вытяжке в ленте с предварительной надрезкой определяется

$$T = D_3 + a, \quad (129)$$

где a — ширина перемычки (табл. 108).

мм

Таблица 108

Толщина материала s	Ширина перемычки a	
	До 1	$3s$
Св. 1 до 2	$2s$	

60. 2. 4. Число переходов и их размеры при вытяжке в ленте с предварительной надрезкой определяются коэффициентами вытяжки, указанными в табл. 109

Таблица 109

Наименование и марка материала	Переходы вытяжки					
	1	2	3	4	5	6
	Коэффициент вытяжки, <i>m</i>					
Латунь Л62, Л68	0,60	0,76	0,78	0,80	0,82	0,85
Сталь 08; 10						
Алюминиевый сплав АМцА-М	0,62	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86

60. 2. 5. Радиусы закруглений пуансонов R_n и матриц R_m определить по формулам:

а) для 1-го перехода вытяжки:

$$R_{n1} = (3 \div 5) s; \quad (130)$$

$$R_{m1} = (2 \div 4) s; \quad (131)$$

б) для последующих переходов вытяжки:

$$R_{n_n} \approx (0,7 \div 0,8) R_{n_{n-1}}, \quad (132)$$

о не менее 2 *s*;

$$R_{m_n} \approx 0,75 R_{m_{n-1}}, \quad (133)$$

по не менее 3 *s*.

Уменьшение радиусов R_n и R_m на промежуточных переходах производить равномерно.

Для получения готовых деталей с $R_m < s$ и $R_n < 2s$ следует ввести калибровочные переходы (без изменения диаметра вытяжки), при этом допускается уменьшение радиусов на каждом калибровочном переходе на 50%.

При конструировании штампа рекомендуются минимальные радиусы с целью возможности их увеличения при отладке штампа.

60. 2. 6. Высота вытяжки по переходам определяется в следующем порядке:

а) вначале находят диаметр фланца на последнем переходе вытяжки, исходя из диаметра заготовки D_n ; этот диаметр остается постоянным на первом и последующих переходах вытяжки;

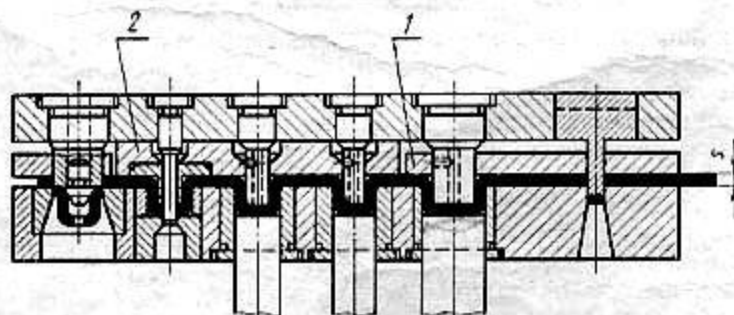
б) рассчитывают высоту вытяжки, исходя из размеров диаметра заготовки и фланца, а также равенства площади поверхности каждого перехода вытяжки площади поверхности исходной заготовки.

60. 2. 7. Усилие прижима на первом переходе определяется по формуле (138).

60. 2. 8. При конструировании штампа для вытяжки в ленте (черт. 204) следует:

а) предусмотреть отдельный прижим для 1-го перехода вытяжки и надрезки, чтобы предотвратить складкообразование и изменение межцентровых расстояний отдельных переходов вытяжки;

б) матрицы предусмотреть вставными.



Черт. 204

1 — прижим для 1-го перехода вытяжки и надрезки;
2 — съемник для последующих переходов.

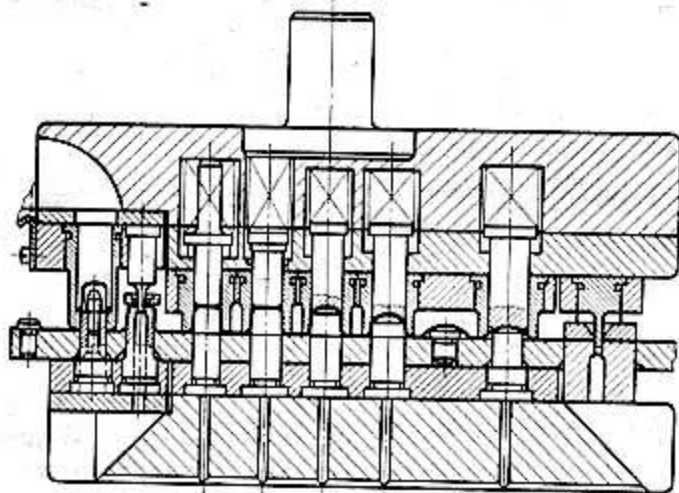
Класс чистоты рабочих поверхностей пуансонов и матриц $\nabla 10$ по ГОСТ 2789—59; пуансоны и матрицы рекомендуется полировать и хромировать для повышения стойкости и устранения налипания при вытяжке деталей из мягких материалов;

в) съемники для последующих переходов делать подвижными при $s < 1$ мм и неподвижными при $s > 1$ мм. Подвижный съемник должен работать на жесткий удар для получения в конце хода ровной поверхности ленты и фланцев штампуемых деталей; съемники для дыропробивных и обрезных пуансонов рекомендуется выделить отдельно от вытяжных пуансонов (черт. 204).

г) величину зазоров для вытяжки в ленте принимать по табл. 88 и 89;

д) при трех или более переходах вытяжки добавить после первого перехода один резервный переход вытяжки для облегчения наладки штампа.

60.2.9. Пуансоны могут быть установлены в верхнем (черт. 204) или нижнем пуансонодержателе (черт. 205); при расположении пуансонов в нижнем пуансонодержателе более удобно обеспечить фиксирование и подачу полосы, однако усложняются условия съема готовой детали. Допускается установка плавающих пуансонов.



Черт. 205

60.3.0. Фиксация ленты (полосы) по шагу и ширине при ручной подаче осуществляется:

- шаговыми ножами;
- двумя штифтами при наличии технологического выреза;
- фиксатором, расположенным между первым и вторым переходами вытяжки;
- фиксатором, расположенным в конце, т. е. после вырезки детали;
- ловителем на вырезном пуансоне;
- штифтами или планками по обе стороны ленты (полосы). Каждая вытяжка должна центроваться в гнезде матрицы последующего перехода.

61. ВЫТЯЖКА ОБЛИЦОВОЧНЫХ И ПОДОБНЫХ ДЕТАЛЕЙ

61.1. Основные факторы, влияющие на эффективность вытяжки

61.1.1. Формообразование облицовочных деталей в основном выполняется за одну вытяжную операцию; на последующих операциях производится посадка закруглений на отдельных участках, разбортовка и т. д.; возможность штамповки заданной облицовочной детали определяется операцией вытяжки.

Условия формообразования облицовочных деталей зависят от ряда факторов: глубины и формы вытяжки, положения ее в штампе, формы и положения прижимной поверхности и способа торможения «фланца» заготовки.

61.1.2. Формообразование облицовочных деталей обуславливает необходимость дополнительных технологических припусков, вызывающих существенное увеличение расхода металла.

61.1.3. На эффективность операции вытяжки влияют:

- форма детали и вытяжного перехода;
- конструкция штампа;
- характер прессового оборудования;
- качество листового материала.

61.1.4. Вытяжка облицовочных деталей должна производиться, как правило, на прессах двойного и тройного действия с усилием на ружного ползуна не менее половины усилия внутреннего ползуна. Производить вытяжку облицовочных деталей на прессах простого действия не рекомендуется.

61.1.5. Класс чистоты рабочих поверхностей пуансона и матрицы $\nabla 8$, а на участках со значительным скольжением деформируемого металла $\nabla 9$ и $\nabla 10$.

61.2. Вытяжные переходы для облицовочных и им подобных деталей

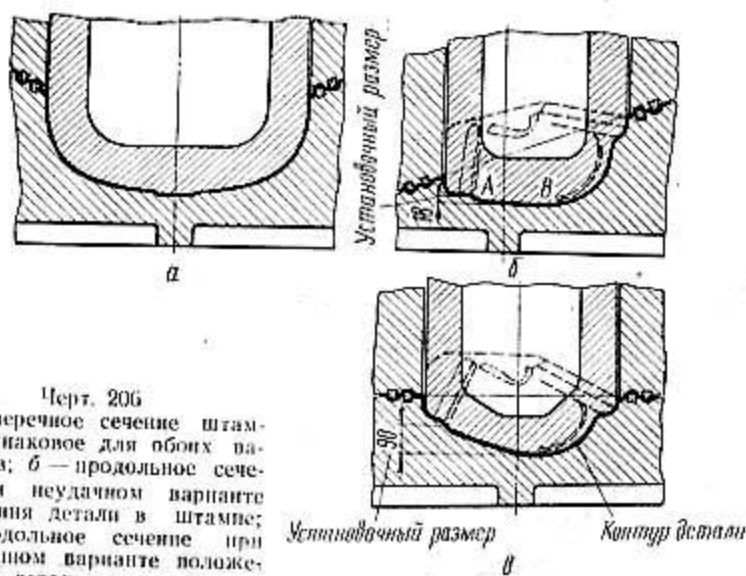
61.2.1. При разработке вытяжных переходов для облицовочных и им подобных деталей последовательно определяется:

- положение детали в штампе;
- форма детали в вытяжном переходе;
- величина и расположение технологических припусков;
- форма и расположение технологических вырезов — окон;
- положение и форма прижимной поверхности вытяжного штампа;
- форма, количество и расположение перетяжных ребер;
- способ фиксации вытяжного перехода в обрезающем штампе.

61.2.2. Положение детали в штампе определяется следующими условиями:

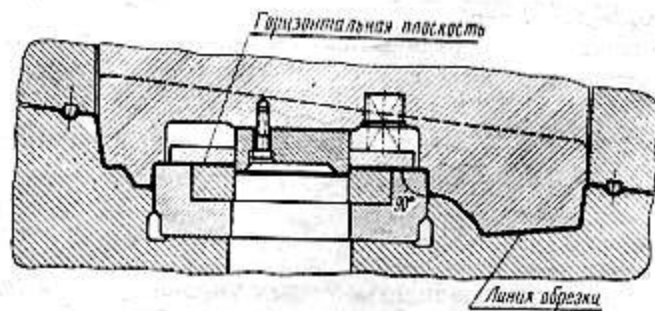
- возможностью входа пуансона в матрицу;
- глубиной вытяжки;
- площадью соприкосновения пуансона с заготовкой в начале вытяжки;
- условиями вытягивания заготовки из-под прижима и обтяжки им пуансона;
- равномерным давлением прижимного кольца штампа на матрицу;
- специфическими особенностями формы штампуемой детали.

61.2.3. В качестве примера на черт. 206 показаны схемы двух вариантов основного участка штампа для вытяжки детали радиатора автомобиля ЗИЛ-150.



Черт. 206
а — поперечное сечение штампа, одинаковое для обоих вариантов; б — продольное сечение при неудачном варианте положения детали в штампе; в — продольное сечение при улучшенном варианте положения детали в штампе

61.2.4. Положение детали в штампе определяется иногда формой отдельных ее участков. Направление вытяжки наружной передней панели автомобиля «Москвич 400» (черт. 207) определяется формой проема окна.



Черт. 207

61. 3. Величина и расположение технологических припусков

61. 3. 1. Величина и расположение технологических припусков в вытяжном переходе определяются:

- формой и расположением прижимной поверхности;
- условиями выполнения последующих обрезающих операций;
- условиями обтяжки пуансона заготовкой в процессе вытяжки.

61. 3. 2. Ширина технологического припуска $B_{пр}$ в мм изделия, показанного на черт. 208, а, равна:

$$B_{пр} = b + \alpha \frac{\pi}{180^\circ} R_{п} + H + \frac{\pi}{2} R_{м} + \Sigma B, \quad (134)$$

где b — ширина пояса, являющегося продолжением лицевой поверхности детали, мм;

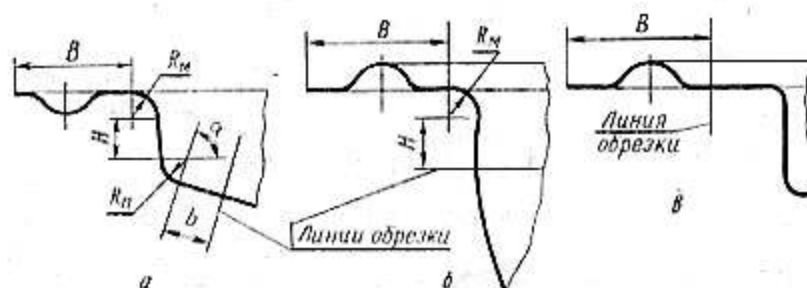
α — угол сопряжения стенок пуансона, град.;

$R_{п}$ — радиус закругления пуансона, мм;

H — высота боковой стенки перехода, мм;

$R_{м}$ — радиус закругления матрицы, мм;

ΣB — суммарная ширина «фланца» перехода.



Черт. 208

61.4. Применение технологических вырезов (окон)

61. 4. 1. Вырезка окон применяется для обеспечения возможности перетягивания штампуемого металла из дна в стенку заготовки в тех случаях, когда требуемую глубину заготовки не удастся получить за счет одного лишь местного растяжения металла.

61. 4. 2. Заготовка при такой последовательности формообразования сначала вытягивается на неполную глубину, затем производится вырезка окон и далее вытяжка продолжается до получения необходимой глубины. Формообразование на последнем этапе осуществляется за счет перетягивания металла из зоны дна. Оптимальная форма и расположение вырезов (окон) зависят от конкретной формы изделия.

62. РАСЧЕТ УСИЛИЯ ВЫТЯЖКИ И УСИЛИЯ ПРИЖИМА

62. 1. Расчет усилия вытяжки

62. 1. 1. Вытяжка полых круглых деталей из плоской заготовки относится к нестационарным процессам деформирования. Ввиду значительной сложности аналитических формул расчета усилия вытяжки на черт. 209 приведен графический метод расчета усилия для вытяжки с прижимом из плоской заготовки цилиндрических полых деталей без утонения материала.

Вверху справа в квадрате I показаны значения среднего сопротивления деформирования $S_{ср}$ в кгс/мм² различных материалов в зависимости от значения коэффициента вытяжки $m_1 = \frac{d_1}{D_3}$. Там же показана взаимосвязь величины коэффициента вытяжки m_1 с величиной истинной деформации $\varphi = \ln \frac{1}{m_1} = \ln \frac{D_3}{d_1}$, а также с величиной $K = \frac{1}{m_1} = \frac{D_3}{d_1}$ (условная деформация $\varepsilon = 1 - m_1 = \frac{D_3 - d_1}{D_3}$). Кривые среднего сопротивления деформированию $S_{ср}$ алюминия, меди, латуни и стали построены по данным кривых упрочнения

$$S_{ср} = \frac{S_{\varphi} + \sigma_T}{2},$$

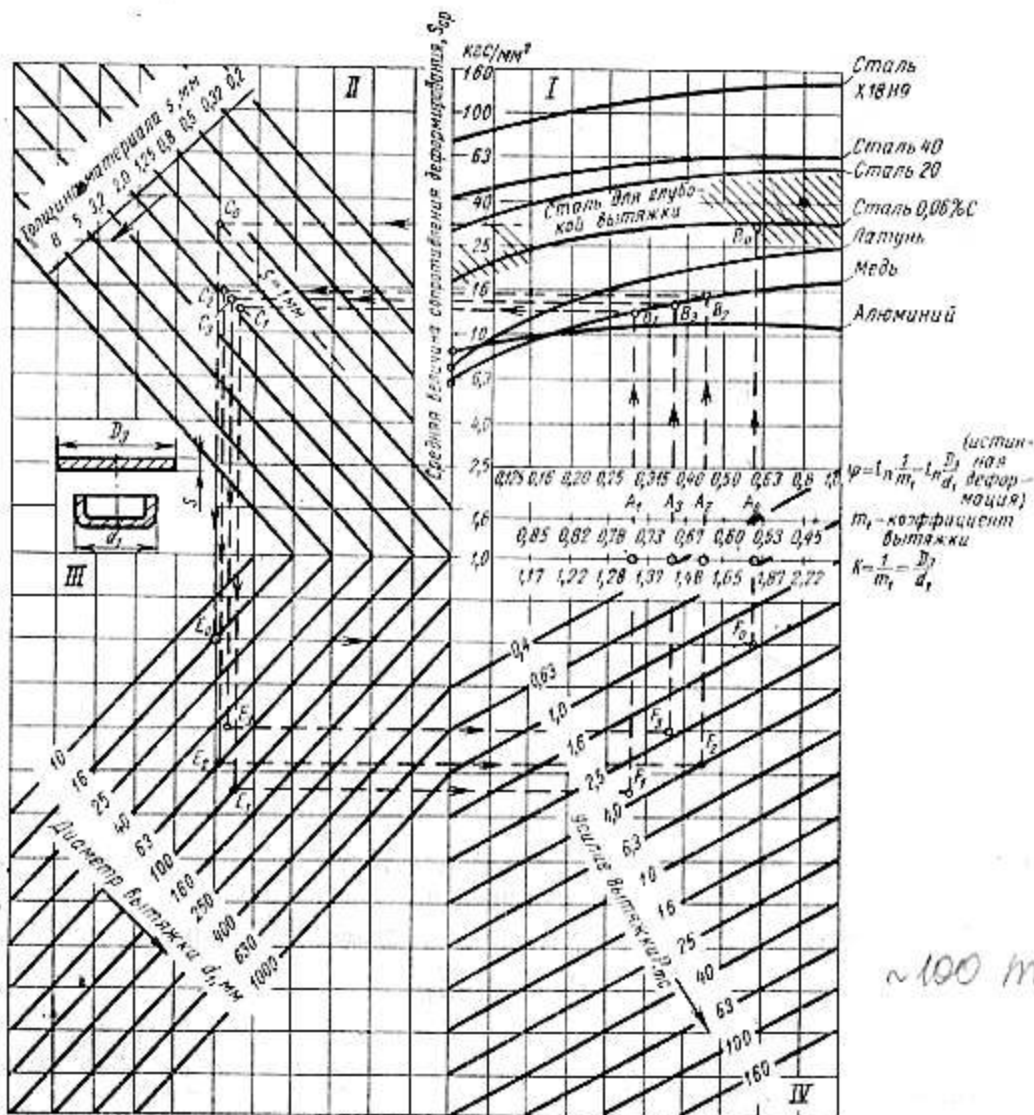
где S_{φ} — сопротивление деформированию с учетом упрочнения при соответствующей величине деформации, кгс/мм²;

σ_1 — предел текучести, кгс/мм².

Значения S_{φ} и σ_1 взяты по опытным данным.

Вверху слева в квадрате II нанесены наклонные прямые с указанием исходной толщины материала $s=0,2 \div 8$ мм;

Внизу слева в квадрате III нанесены наклонные прямые с указанием диаметра вытяжки $d_1=10 \div 1000$ мм;



Черт. 209

Внизу справа в квадрате IV нанесены наклонные прямые с указанием усилия вытяжки $P=0,4 \div 160$ тс.

62. 1. 2. Ниже даны примеры определения усилий 1-й операции вытяжки по графику (черт. 209).

Пример 1. Дано: $D_3=29$ мм; $d_1=16$ мм; $s=1$ мм. Материал: стальная лента с содержанием 0,06% С.

Коэффициент вытяжки $m_1 = \frac{16}{29} = 0,55$ (исходная точка A_0) на черт. 209.

Решение. Проводим вертикальную линию пунктиром от точки A_0 до пересечения в точке B_0 с кривой упрочнения стали 0,06% С. Проводим горизонтальную линию до пересечения с наклонной прямой, соответствующей толщине 1 мм (точка C_0). Проводим вертикальную линию до пересечения с наклонной прямой, соответствующей диаметру вытяжки $d_1=16$ мм (точка E_0). Проводим вправо горизонтальную линию от точки E_0 до пересечения с вертикальной линией, проведенной через исходную точку A_0 .

Получаем точку пересечения F_0 , соответствующую усилию вытяжки $P_1' = 1,5 \text{ тс}$.

Пример 2. Дано: $D_3 = 135 \text{ мм}$; $d_1 = 100 \text{ мм}$; $s = 2 \text{ мм}$. Материал: медь.

Коэффициент вытяжки $m_1 = \frac{100}{135} = 0,74$ (исходная точка A_1). Отмеченные на черт. 209 отрезки линий $A_1B_1C_1E_1F_1$ определяют ход решения. Ответ $P_1'' \approx 4 \text{ тс}$.

62.1.3. Усилие 2-й и последующих операций вытяжки P_2 в тс без утонения круглых деталей определяется по формуле

$$P_2 = \varphi_n \sigma_n \left(\frac{1}{m_2} - 1 \right) KF, \quad (135)$$

где $\varphi_n = (1,05 \div 1,1)$ — для вытяжки после предварительного отжига;

$\varphi_n = (2 - m_1 m_2)$ — для вытяжки без предварительного отжига;

σ_n — временное сопротивление, кгс/мм²;

m_2 — коэффициент вытяжки рассматриваемой операции;

K — коэффициент;

$K = 1,4 \div 1,6$ — для вытяжки с прижимом;

$K = 1,2 \div 1,3$ — для вытяжки без прижима;

F — площадь поперечного сечения 2-й вытяжки, мм².

Для 3-й и последующих операций вытяжки без отжига

$$\varphi = (2 - m_1 m_2 m_3) \text{ и т. д.}$$

62.1.4. Ниже даны примеры определения усилий 2-й и 3-й операций вытяжки по формуле (135).

Пример 1. Дано: $d_1 = 100 \text{ мм}$; $d_2 = 65 \text{ мм}$; $s = 2 \text{ мм}$. Материал: медь $\sigma_n = 20 \text{ кгс/мм}^2$.

Коэффициент вытяжки $m_2 = \frac{65}{100} = 0,65$.

Вытяжка производится с применением прижима.

Решение:

$$P_2'' = 1,05 \cdot 20 \cdot \left(\frac{1}{0,65} - 1 \right) \cdot 1,4 \pi \cdot 63 \cdot 2 = 6,3 \text{ тс.}$$

Пример 2. Дано: $d_3 = 45 \text{ мм}$. Остальные данные — см. пример 1 и 62.1.4.

$$m_3 = \frac{45}{65} = 0,69;$$

Решение:

$$P_3'' = 1,1 \cdot 20 \cdot \left(\frac{1}{0,69} - 1 \right) \cdot 1,5 \pi \cdot 43 \cdot 2 = 4,03 \text{ тс.}$$

62.1.5. Усилие 2-й и последующих операций обратной вытяжки на 15—20% выше по сравнению с прямой вытяжкой при применении одинаковых коэффициентов вытяжки.

62.1.6. Усилие вытяжки прямоугольных полых деталей P в тс определяется по формуле

$$P = \frac{P_{\text{гнб}}}{1000} + P_{\text{в. угл}} + \frac{Q}{1000}, \quad (136)$$

где $P_{\text{гнб}}$ — усилие гибки прямых участков детали, определяемое согласно п. 39;

$P_{\text{в. угл}}$ — усилие вытяжки угловых участков, определяемое по черт. 209 и формуле (135);

Q — усилие прижима, определяемое по формуле (138).

Усилие при вытяжке с утонением P в кгс определяется по формуле

$$P = 1,25 \pi (d_n + s_n) s_n (1 - m_n) \sigma_n \lambda_n, \quad (137)$$

где n — порядковый номер операции вытяжки;

d_n — внутренний диаметр, мм;

s_n — толщина стенки, мм;

m_n — коэффициент вытяжки;

σ_n — временное сопротивление, кгс/мм²;

λ_n — коэффициент, учитывающий упрочнение металла и потери на трение, значения которого принимают равными: 5 — для вытяжки через одну матрицу, 6,5 — для двукратной вытяжки за один рабочий ход ползуна.

62.2. Расчет усилия прижима

62.2.1. Усилие прижима Q в кгс определяется по формуле

$$Q = Fq, \quad (138)$$

где F — площадь части заготовки, находящейся под действием давления прижима, определяемая по формулам (140) и (141), мм²;

q — удельное давление прижима, кгс/мм² (табл. 110).

Таблица 110

Наименование материала	Удельное давление прижима q , кгс/мм ²
Сталь мягкая:	
$s < 0,5$ мм	0,25—0,30
$s > 0,5$ мм	0,20—0,25
Стали высоколегированные, коррозионноустойчивые	0,30—0,45
Медь	0,10—0,15
Латунь	0,15—0,20
Алюминий	0,08—0,12
Дюралюминий отожженный	0,12—0,18
Бронза	0,20—0,25
Жесть белая	0,25—0,30

62. 2. 2. Для титановых сплавов усилие прижима определяется по формуле

$$Q = qFC, \quad (139)$$

где q — удельное давление прижима, кгс/мм² (табл. 111);

C — коэффициент, учитывающий толщину материала (табл. 112).

Таблица 111

Коэффициент вытяжки m	Удельное давление прижима q , кгс/мм ² в зависимости от температуры нагрева, °С				
	20	200	300	400	500
0,6—0,65	0,25	0,19	0,14	0,10	0,07
0,5—0,6	0,30	0,23	0,16	0,12	0,08
0,45—0,5	0,32	0,24	0,18	0,13	0,09
0,4—0,45	0,34	0,25	0,19	0,14	0,10

Примечание. Для сплава ВТ5 значение q следует увеличивать на 30—40%.

Таблица 112

Толщина материала, мм	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Коэффициент C	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7

62. 2. 3. Площадь части заготовки, находящейся под действием прижима, F_1 в мм², определяется по формуле:

для первой вытяжки:

$$F_1 = \frac{\pi}{4} [D_0^2 - (d_1 + 2R_0)^2]; \quad (140)$$

для последующих вытяжек деталей без фланца:

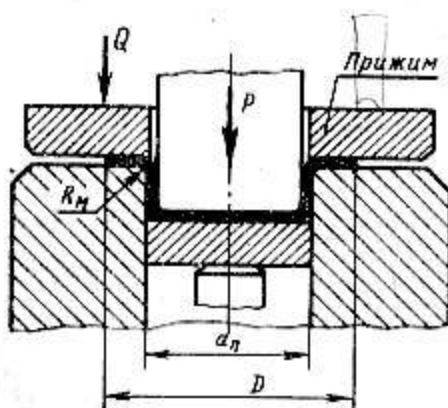
$$F_n = \frac{\pi}{4} [d_{n-1}^2 - (d_n + 2R_n)^2], \quad (141)$$

для последующих вытяжек деталей с фланцем (черт. 210):

$$F_n = \frac{\pi}{4} [D^2 - (d_n + 2R_n)^2], \quad (141a)$$

где D_0 — диаметр исходной заготовки, мм;

d_1 ; d_{n-1} ; d_n — диаметры первой, предпоследней и последней операций вытяжки, мм;
 R_M — радиус закругления матрицы, мм;
 D — диаметр фланца, мм.



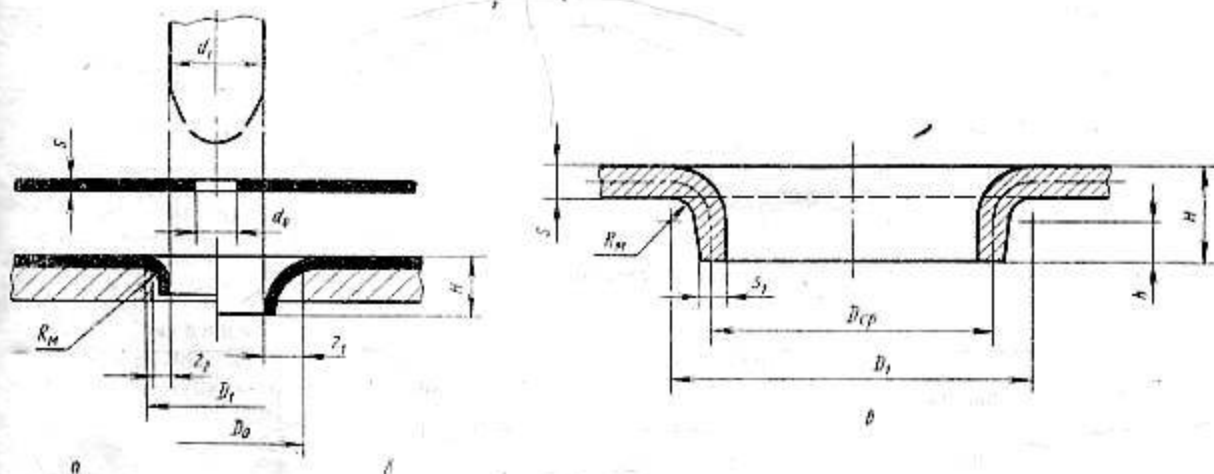
Черт. 210

VIII. ШТАМПЫ ДЛЯ РАЗБОРТОВКИ

63. РАЗБОРТОВКА КРУГЛЫХ ОТВЕРСТИЙ

63.0.1. Процесс разбортовки заключается в образовании борта в плоской части заготовки с предварительно полученным отверстием (черт. 211, а и б) или в увеличении высоты предварительно вытянутого цилиндра (черт. 213).

Процесс сопровождается значительным растяжением материала, в результате чего имеет место утонение в зоне разбортованного края (черт. 211, а).



Черт. 211

Наименьшая толщина материала s_1 в мм разбортованного края приблизительно определяется по формуле

$$s_1 = s \left(\frac{d_0}{D_{ср}} \right), \quad (142)$$

где s — исходная толщина материала, мм;

d_0 — диаметр отверстия под разбортовку, мм;

$D_{ср}$ — средний диаметр отбортованного края, мм (черт. 211, а).

63.0.2. В зависимости от назначения различают штампы для разбортовки отверстий с применением матриц:

а) с радиусом закругления $R_M = (8 \div 10) s$ или с односторонним зазором $z_1 = (8 \div 10) s$ для повышения жесткости изделий и т. п. (черт. 211, б);

б) с радиусом закругления $R_m = 0,5s$ и односторонним зазором $z_2 < s$ для получения изделий с высоким разбортованным краем (черт. 211,а).

63.0.3. Разбортовка круглого отверстия в плоской заготовке характеризуется коэффициентом разбортовки K , т. е. отношением

$$\frac{d_0}{D_{cp}} = K, \quad (143)$$

63.0.4. В табл. 113 приведены допускаемые коэффициенты разбортовки $K_{доп}$, для малоуглеродистой хорошо отожженной качественной стали, алюминия и латуни.

Таблица 113

Форма пуансона	Способ получения отверстия	$\frac{d_0}{s}$										
		100	50	35	20	15	10	8	6,5	5	3	1
		$K_{доп}$										
Сферическая	Сверление с зачисткой заусенцев	0,70	0,60	0,52	0,45	0,40	0,36	0,33	0,31	0,30	0,25	0,20
	Пробивка и штампе	0,75	0,65	0,57	0,52	0,48	0,45	0,44	0,43	0,42	0,42	—
Цилиндрическая	Сверление с зачисткой заусенцев	0,80	0,70	0,60	0,50	0,45	0,42	0,40	0,37	0,35	0,30	0,25
	Пробивка и штампе	0,85	0,75	0,65	0,60	0,55	0,52	0,50	0,50	0,48	0,47	—

Примечание. В таблице приведены коэффициенты разбортовки, при которых на краях борта могут возникать незначительные дефекты (трещины, надрывы). Если такие дефекты недопустимы, табличные значения следует увеличить на 10—20%.

63.0.5. В табл. 114 приведены рекомендуемые коэффициенты разбортовки K_1 и K_2 деталей из титановых сплавов.

Таблица 114

Марка материала	Способ разбортовки	K_1 (при $s < 1$ мм)	K_2 (наименьший при $s > 1$ мм и чистой поверхности среза)
BT1	Без подогрева	0,64—0,68	0,55
	С подогревом до 300—400°C	0,60—0,50	0,45
BT5	Без подогрева	0,85—0,90	0,75
	С подогревом до 300—400°C	0,70—0,65	0,55

63.0.6. Значение коэффициента разбортовки для одной и той же марки материала при зазоре $z=s$ зависит от:

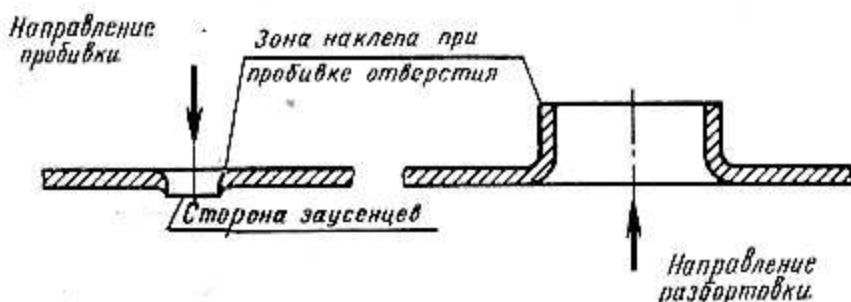
а) толщины материала s . С увеличением толщины (при остальных неизменяющихся условиях) значение K уменьшается;

б) среднего диаметра D_{cp} . С увеличением диаметра (при остальных неизменяющихся условиях) значение K увеличивается;

в) формы пуансона. Наименьший коэффициент разбортовки достигается при применении пуансона с криволинейной формой (по трактриссе) рабочей части (черт. 216,а), наибольший — при применении пуансона с малым радиусом закругления (черт. 216,б);

г) состояния поверхности отверстия под разбортовку. Наименьший коэффициент разбортовки достигается при чистой поверхности среза, зачистке пробитого отверстия (снятием наклепанного слоя), отжиге перед разбортовкой, применении сверления отверстия (наличие заусенцев и плохая поверхность среза вызывает надрывы при разбортовке).

63.0.7. Во избежание разрыва при разбортовке необходимо снимать заусенцы в пробитых отверстиях. Для этой же цели рекомендуется при конструировании штампов направление разбортовки осуществлять противоположно направлению пробивки (черт. 212).



Черт. 212

63.1. Аналитический метод расчета параметров разбортовки

63.1.1. Теоретические формулы для определения высоты H разбортовки в плоских заготовках и диаметра d_0 отверстия под разбортовку с учетом всех влияющих факторов имеют сложный характер и ими трудно пользоваться при расчетах в производственных условиях.

Полная высота разбортовки H в мм (черт. 211) может быть определена приближенно по упрощенной формуле

$$H = \frac{D_{cp} - d_0}{2} + 0,43R_m + 0,72s, \quad (144)$$

где R_m — радиус закругления кромки матрицы, мм;

s — исходная толщина материала, мм.

63.1.2. Диаметр отверстия d_0 в мм под разбортовку может быть определен приближенно по упрощенной формуле

$$d_0 = D_1 - \pi \left(R_m + \frac{s}{2} \right) - 2h, \quad (145)$$

где D_1 — расстояние между центрами радиуса закругления кромки матрицы, мм (черт. 211, в)

h — высота прямой части разбортованного края, мм.

63.1.3. Если разбортовка применяется с целью увеличения высоты вытянутых цилиндрических деталей (черт. 213), то наибольшая допускаемая высота разбортовки h определяется по формуле

$$h = D_{cp} \frac{1-K}{2} + 0,57R_{cp} - \frac{D_{cp} - d_0}{2} + 0,57R_{cp}, \quad (146)$$

63.1.4. Диаметр отверстия d_0 , пробиваемого в дне вытянутого цилиндра под разбортовку (черт. 213), определяется по формуле

$$d_0 = D_{cp} + 1,14R_{cp} - 2h. \quad (147)$$

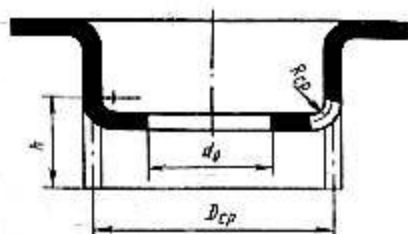
63.1.5. Если по чертежу штампуемой детали заданы размеры D_1 , R_m , s и h или D_{cp} и H (черт. 211), то технологические расчеты по разбортовке выполняются в следующем порядке:

а) определяется диаметр отверстия d_0 под разбортовку по формуле (145);

б) определяется допускаемый коэффициент разбортовки $K_{доп}$ по табл. 113 и 114;

в) определяется фактический коэффициент разбортовки $K_{факт}$, исходя из найденной величины d_0 и заданной величины D_{cp} :

$$K_{факт} = \frac{d_0}{D_{cp}};$$



Черт. 213

г). производится проверка: $K_{факт}$ должно быть не менее $K_{доп}$. Если $K_{факт} < K_{доп}$, следует уменьшить высоту разбортовки H или предусмотреть другой технологический процесс изготовления детали.

63. 1. 6. При разбортовке мелких отверстий под резьбу следует устанавливать величину зазора $\frac{z}{2} = 0,65s$ для увеличения высоты разбортовки за счет утонения материала (черт. 214).

Диаметр матрицы D_m определяем по формуле

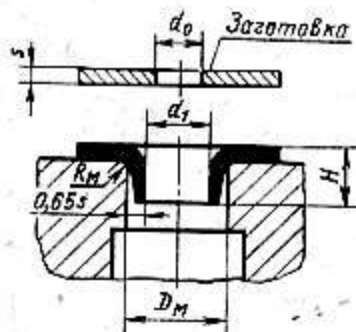
$$D_m = d_1 + 2 \cdot 0,65s, \quad (148)$$

где d_1 — диаметр разбортованного отверстия под резьбу.

63. 1. 7. Диаметр пробиваемого отверстия d_0 для разбортовки под резьбу до М5 или гладких отверстий диаметром до 4 мм определяется по формуле

$$d_0 = 0,45d_1, \quad (149)$$

63. 1. 8. Высота разбортовки H для мелких отверстий (черт. 214) приближенно равна $(2 \div 2,5) s$.



Черт. 214

63. 2. Конструктивные элементы рабочих деталей и схемы штампов для разбортовки

63. 2. 1. Радиусы закругления R_m рабочей кромки матрицы при разбортовке рекомендуется принимать равными $(0,2 \div 0,3) s$, но не менее 0,2 мм.

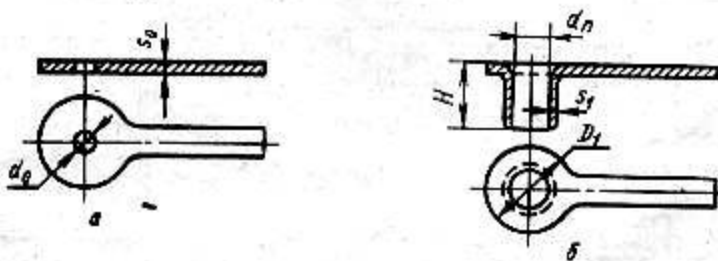
63. 2. 2. Зазоры между пуансоном и матрицей при разбортовке рекомендуется принимать равными:

а) для цветных металлов — наименьшей толщине материала (т. е. с учетом минусового допуска по толщине);

б) для черных металлов — номинальной толщине.

При разбортовке отверстий в малых деталях из латуни и алюминия допускается уменьшение величины зазора в целях получения большой высоты за счет утонения материала.

На черт. 215,а показана заготовка, а на черт. 215,б — деталь, изготовленная разбортовкой с утонением. Размеры даны в табл. 115.



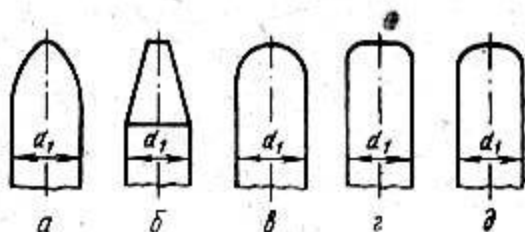
Черт. 215

Таблица 115

Материал	s_0	s_1	d_0	d_{11}	D_1	H
Латунь	2	0,80	12	26,5	33	15
Алюминий	1,7	0,35	4	13,7	21	

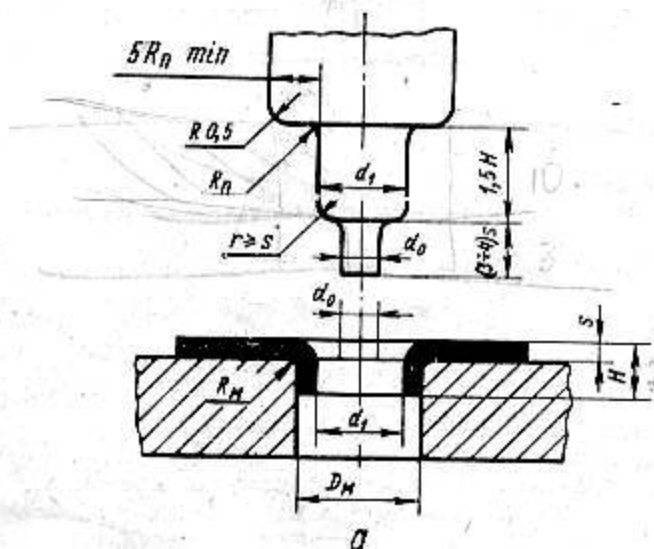
63. 2. 3. На черт. 216 изображены формы рабочей части пуансонов для разбортовки.

Пуансоны, имеющие рабочую часть в форме трактриссы (черт. 216,а), обеспечивают минимальное усилие разбортовки. Пуансоны, имеющие рабочую часть (черт. 216,в,д) требуют наибольшего усилия разбортовки.

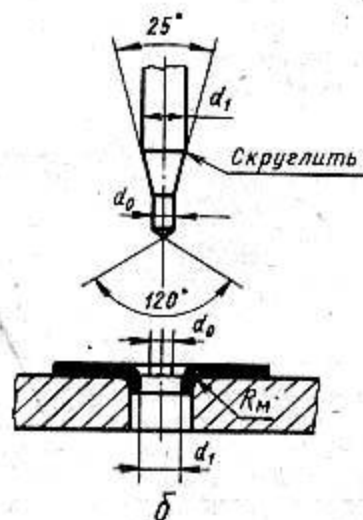


Черт. 216

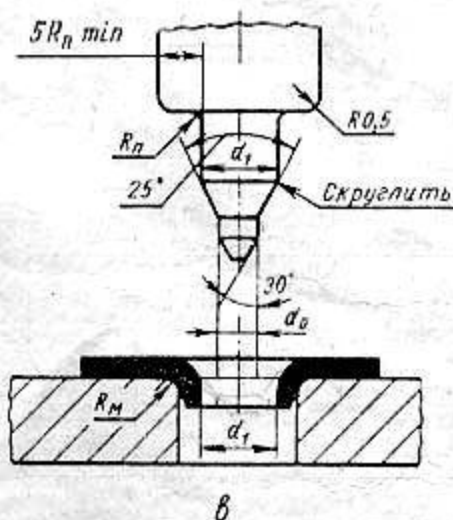
63.2.4. На черт. 217, а, б, в, г изображены схемы штампов для разбортовки цилиндрических отверстий.



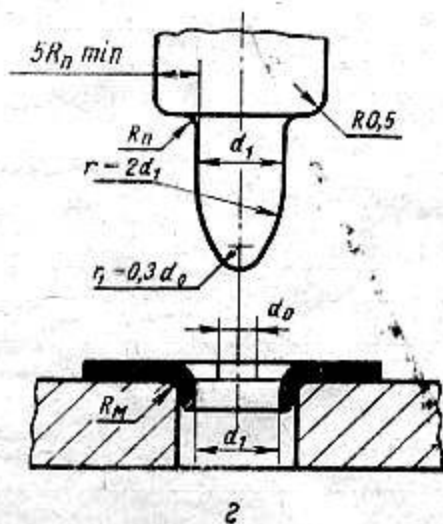
Для одновременной пробивки и разбортовки отверстий под резьбу до М5 или гладких отверстий диаметром d_1 до 4 мм



Для разбортовки отверстий диаметром d_1 до 10 мм при применении ловителя



Для разбортовки отверстий при $d_1 > 10$ мм и применении ловителя



Для разбортовки отверстий пуансоном с криволинейной рабочей поверхностью

Черт. 217

63.3. Графический метод расчета параметров разбортовки

63.3.1. На черт. 218 приведена диаграмма для определения высоты разбортовки цилиндрических отверстий H в качественной малоуглеродистой стали в зависимости от величины d_0 — диаметра пробиваемого отверстия под разбортовку.

Диаграммы построены по результатам опубликованных работ для пяти наиболее часто применяемых групп диаметров D_1 : 50, 45, 38, 32 и 25 мм. В каждой группе диаметров D_1 построено семейство наклонных линий, характеризующих зависимость высоты H разбортовки от указанных на линиях толщины материалов s : 3; 2,5; 2; 1,5; 1,1 и 0,8 мм (при неизменяемой величине диаметра D_1).

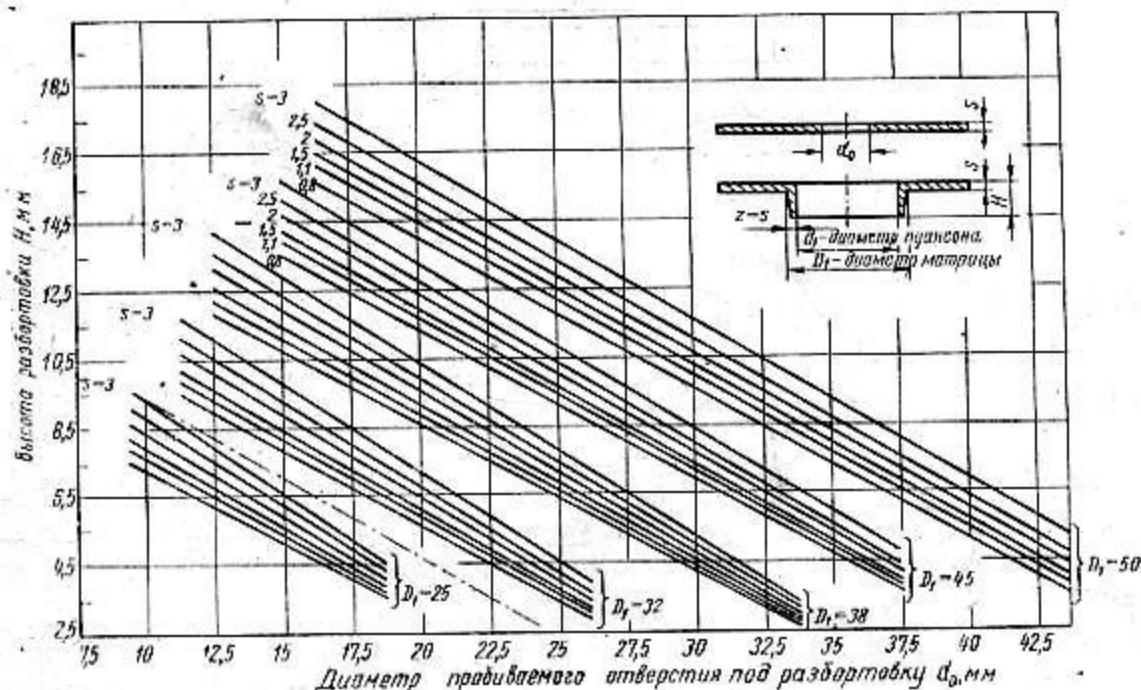
Приведенная диаграмма может быть также использована для определения величины диаметра пробитого отверстия под разбортовку d_0 в зависимости от заданных параметров: высоты разбортовки H , диаметра D_1 и толщины материала s .

Пример 1. Дано: $H=10,5$ мм; $D_1=45$ мм и $s=2$ мм.

Определить d_0 . По диаграмме находим $d_0=24$ мм.

Пример 2. Дано: $d_0=17,5$ мм; $D_1=38$ мм и $s=1,5$ мм.

Определить H . По диаграмме находим $H=10$ мм.



Черт. 218

63.3.2. Если требуется определить высоту разбортовки или диаметр пробиваемого отверстия под разбортовку d_0 при диаметрах D_1 , отличающихся от приведенных на диаграмме, следует пользоваться следующими построениями, показанными в примерах.

Пример 1. Дано: $D_1=28,5$ мм; $s=1,5$ мм. Требуется построить график линейной зависимости высоты разбортовки H от диаметра отверстия d_0 .

На черт. 218 нанесены два отрезка прямых, характеризующие графическую зависимость H от d_0 при $D_1=25$ и 32 мм и $s=1,5$ мм. Учитывая, что заданный диаметр D_1 равен полусумме $\frac{25+32}{2}$, проводим прямую на равном расстоянии от прямых, обозначенных $D_1=$

$=25$ мм и $D_1=32$ мм для $s=1,5$ мм. Полученная наклонная прямая является функцией, характеризующей зависимость величины H от d_0 при $D_1=28,5$ мм и $s=1,5$ мм.

Если требуется определить параметры разбортовки H и d_0 при $D_1=26,75$ мм и $s=1,5$ мм, подобным образом проводят среднюю наклонную прямую между линиями для $D_1=25$ мм и $D_1=32$ мм при $s=1,5$ мм.

Пример 2. Дано: $D_1=28,5$ мм, $H=6,5$ мм, $s=1,5$ мм. Определить d_0 .

При $D_1=25$ мм, $H=6,5$ мм и $s=1,5$ мм $d_0=13,2$ мм.

При $D_1=32$ мм, $H=6,5$ мм и $s=1,5$ мм $d_0=19,4$ мм.

Учитывая, что заданный размер D_1 равен полусумме $\frac{25+32}{2}$, находим $d_0 = \frac{13,2+19,4}{2} = 16,3$ мм.

64. РАСЧЕТ УСИЛИЯ РАЗБОРТОВКИ

64. 0. 1. Усилие разбортовки P в кгс определяется по формуле

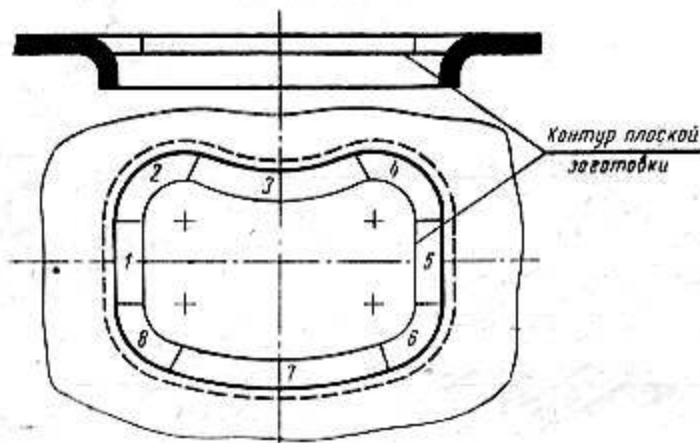
$$P = 1,1 \pi (D_1 - d_0) s \sigma_0, \quad (150)$$

где σ_0 — временное сопротивление, кгс/мм²;
 D_1 ; d_0 ; s — обозначены на черт. 211.

65. РАЗБОРТОВКА ОТВЕРСТИЙ СО СЛОЖНЫМ КОНТУРОМ

65. 0. 1. Для определения размеров и формы отверстия перед разбортовкой деталь следует расчленить на элементарные участки и произвести расчеты в соответствии с характером деформации отдельных участков. Теоретическая форма контура отверстия должна быть скорректирована для получения более плавной формы.

65. 0. 2. Изображенная для примера на черт. 219 деталь разделена на прямые участки 1 и 5, вогнутые участки 2, 4, 6, 7 и 8 и выпуклый участок 3.



Черт. 219

Характер деформации металла на участках 2, 4, 6, 7 и 8 такой же, как при разбортовке цилиндрических отверстий; на участках 1 и 5 производится обычная гибка, а на участке 3 — вытяжка.

Подсчет размеров и формы отверстия перед разбортовкой участков 2, 4, 6, 7 и 8 следует произвести так же, как при разбортовке цилиндрических отверстий; участков 1 и 5 — как при гибке, а участка 3 — как при вытяжке части цилиндра с соответствующим радиусом.

65. 0. 3. Коэффициент разбортовки отверстий со сложным контуром устанавливается по вогнутому участку с наименьшим радиусом кривизны.

65. 0. 4. Значения коэффициента разбортовки K' установлены следующие:
при сочетании выпуклых и вогнутых участков

$$K' = (0,85 \div 0,90) K; \quad (150, a)$$

при сочетании вогнутых и прямолинейных участков

$$K' = (1 \div 1,1) K. \quad (150, б)$$

где K — коэффициент разбортовки по табл. 113 и 114.

IX. ШТАМПЫ ДЛЯ ОБЖИМА И РАЗДАЧИ ПОЛЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

66. ОБЖИМ И РАЗДАЧА

66. 0. 1. Обжим применяется с целью сужения открытой части полого изделия для получения горловины — шейки (черт. 220). Операция сопровождается утолщением обжатого участка.

Наибольшая толщина обжатого участка s в мм определяется по формуле

$$s = s_0 \sqrt{K_{обж}}, \quad (151)$$

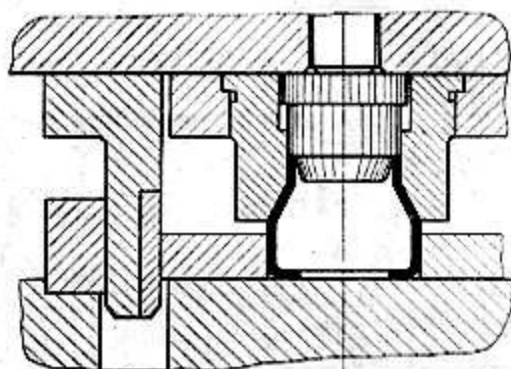
где s_0 — толщина стенки исходной полой заготовки, мм;

$K_{обж}$ — коэффициент обжима равен $\frac{d}{d_{обж}}$;

d — диаметр исходной заготовки, мм;

$d_{обж}$ — диаметр обжатого участка, мм.

Размеры d и $d_{обж}$ определяются по среднему диаметру (черт. 221).



Черт. 220

66.0.2. Предельная деформация при обжиге ограничивается потерей устойчивости заготовки, что приводит к местному выпучиванию. В тех случаях, когда заданное уменьшение диаметра полой заготовки нельзя выполнить за одну операцию обжима в связи с потерей устойчивости, следует применять несколько операций с промежуточным отжигом. Для получения высоких коэффициентов обжима деталей из алюминиевых и магниевых сплавов следует применять местный подогрев заготовки.

66.0.3. Раздача применяется с целью расширения открытой части полого изделия (черт. 221). Операция сопровождается утонением материала растянутого участка.

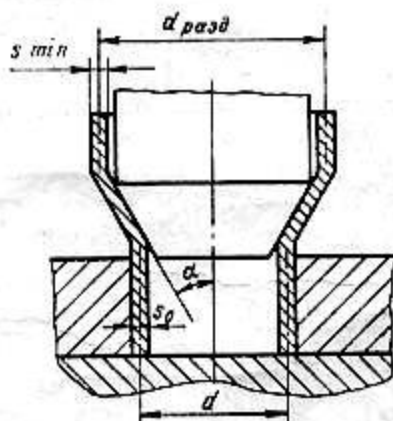
Наименьшая толщина материала $s_{мин}$ в мм определяется по формуле

$$s_{мин} = s_0 \sqrt{\frac{1}{K_{разд}}} \quad (152)$$

где $K_{разд}$ — коэффициент раздачи равен $\frac{d_{разд}}{d}$;

$d_{разд}$ — диаметр расширенного участка, мм.

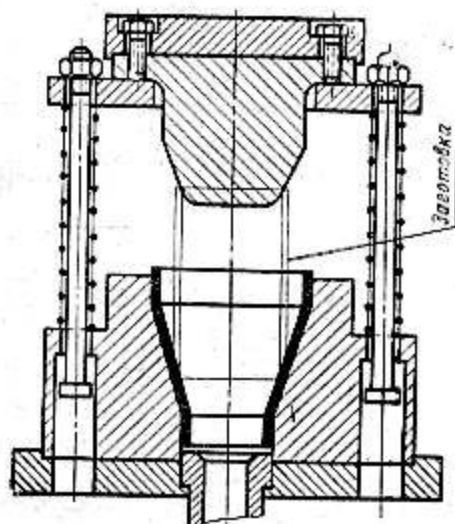
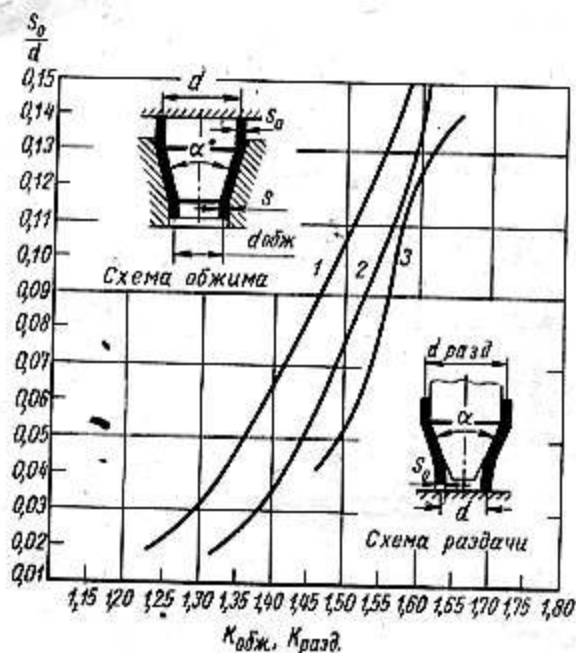
Размеры d и $d_{разд}$ определяются по среднему диаметру (черт. 222).



Черт. 221

66.0.4. Предельные значения коэффициентов обжима $K_{обж}$ и раздачи $K_{разд}$ приведены на черт. 222 в зависимости от отношения $\frac{s_0}{d}$.

66.0.5. Схема штампа для одновременного обжима и раздачи полой детали показана на черт. 223.



1 — кривая для обжима при $\alpha=40^\circ$; 2 — кривая для обжима при $\alpha=20^\circ$; 3 — кривая для раздачи при $\alpha=40^\circ$.

Х. ШТАМПЫ ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ЧЕКАНКИ

67. ЧЕКАНКА

67.0.1. Чеканка применяется для образования выпуклого или вогнутого рельефа, а также частичного изменения формы детали обжатием или для получения точных по толщине деталей. Примеры операций листовой чеканки приведены в табл. 116.

Таблица 116

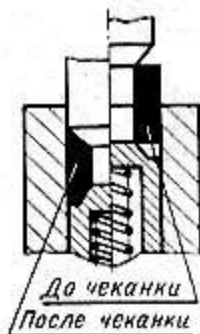


Чеканка рельефа и различных знаков на плоской заготовке



Чеканка фасок на круглых и прямоугольных деталях

Продолжение



Чеканка фасок на торцах трубки

67.0.2. Чеканка производится на чеканочных прессах, а также на фрикционных и двух-
стоечных кривошипных прессах с большой жесткостью.

67.0.3. Заготовки, имеющие наклеп, должны перед чеканкой отжигаться.

67.0.4. Чистота рабочих поверхностей пуансонов и матриц чеканочных штампов должна
быть не менее $\nabla 10$.

67.0.5. Усилие при листовой чеканке $P_{\text{ч}}$ в кгс определяется по формуле

$$P_{\text{ч}} = F \cdot q_{\text{ч}}, \quad (153)$$

где F — площадь поверхности чеканки, мм²;

$q_{\text{ч}}$ — удельное давление при чеканке, кгс/мм² (табл. 117).

Таблица 117

Наименование операции	Наименование материала и его толщина	$q_{\text{ч}}$, кгс/мм ²
Чеканка плоских деталей без ограничения их контура при деформации меньше 2%	Латунь $s > 0,7$ мм	20—50
Чеканка выгнуто-вогнутого рисунка	Латунь $s < 1,8$ мм	80—90
Чеканка буквы и рисунка	Сталь 20; 25 $s > 0,7$ мм	200—250
Чеканка двухстороннего рисунка	Сталь высоколегированная корро- зионностойкая $s > 1,5$ мм	200—300 и выше
Чеканка одностороннего рисунка	Латунь $s = 0,4—3,0$ мм	250—300 и выше

XI. РАСЧЕТ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ НА ПРОЧНОСТЬ

68. РАСЧЕТ ПУАНСОНОВ

68.0.1. Расчет рабочей поверхности пуансона (черт. 224) на сжатие производится по
формуле

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq \sigma_{\text{сж}} \quad (154)$$

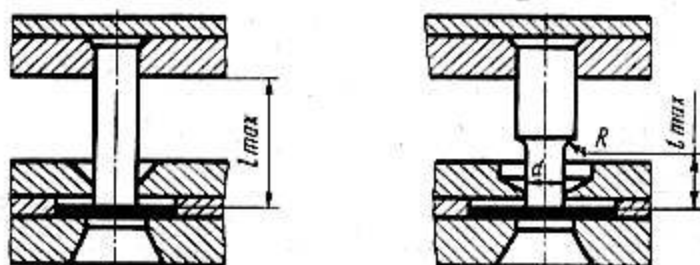
где σ — напряжение сжатия, кгс/мм²;

P — усилие, приложенное к пуансону, кгс;

F — наименьшее поперечное сечение пуансона, мм²;

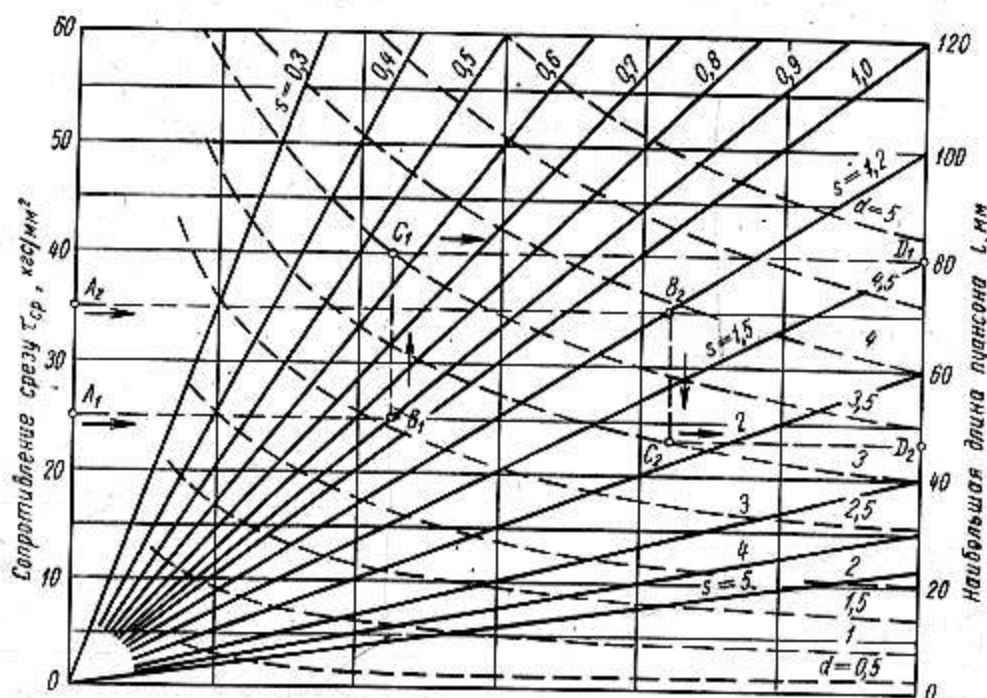
$\sigma_{\text{сж}}$ — допускаемое напряжение на сжатие, кгс/мм².

Для закаленной и отпущенной стали марки У8 $\sigma_{\text{сж}} = 80 \div 100$ кгс/мм².



Черт. 224

68.0.2. Тонкие пуансоны необходимо проверить на продольный изгиб под действием приложенного усилия. Для облегчения расчета дана номограмма (черт. 225) для графического определения наибольшей длины пуансона l в зависимости от временного сопротивления срезу τ_{cp} , толщины штампуемого материала s и наименьшего рабочего диаметра пуансона d .



Черт. 225

На левой ординате номограммы указаны значения сопротивления срезу τ_{cp} в $кгс/мм^2$ штампуемых материалов; на правой ординате указаны значения наибольшей длины пуансона l ; на наклонных лучевых линиях указаны значения наибольшей длины пуансона l ; на пунктирных кривых указаны значения диаметров пуансонов d .

Методы графических расчетов показаны на следующих примерах.

Пример 1. Дано: $\tau_{cp} = 25 \text{ кгс/мм}^2$; $s = 0,9 \text{ мм}$ и $d = 3,5 \text{ мм}$. Найти наибольшую длину пуансона l .

Решение: Находим на левой ординате точку A_1 , соответствующую значению $\tau_{cp} = 25 \text{ кгс/мм}^2$, проводим прямую A_1B_1 до пересечения с наклонной линией, соответствующей значению $s = 0,9 \text{ мм}$; проводим прямую B_1C_1 до пересечения с пунктирной кривой, соответствующей значению $d = 3,5 \text{ мм}$. Проводим от точки C_1 горизонтальную линию до пересечения с правой ординатой. Находим наибольшую длину пуансона $l = 80 \text{ мм}$.

Пример 2. Дано: $\tau_{cp} = 35 \text{ кгс/мм}^2$; $s = 1,2 \text{ мм}$ и $d = 3,0 \text{ мм}$. Прямые A_2B_2 и B_2C_2 определяют ход решения. Проведя горизонтальную прямую от точки C_2 до пересечения с правой ординатой, находим наибольшую длину пуансона $l = 46 \text{ мм}$.

68.0.3. Опорные поверхности головок пуансонов (черт. 224) проверяются на контактные напряжения q в $кгс/мм^2$ на площадках, соприкасающихся с подкладными плитками, по формуле

$$q = \frac{P}{F_1} \leq \sigma_{cm} \quad (155)$$

где P — усилие, действующее на пуансон, кгс;

F_1 — площадь головки пуансона, мм²;

$\sigma_{см}$ — допускаемое напряжение на смятие, кгс/мм², на контактной поверхности подкладной плитки.

Для каленой стали 45 $\sigma_{см} = 30—40$ кгс/мм².

69. РАСЧЕТ ВИНТОВ И БОЛТОВ

69.0.1. Винты и болты штампов проверяются на разрыв по формуле

$$\sigma_p = \frac{P}{\frac{\pi d_1^2}{4}} \leq \sigma_d, \quad (156)$$

где σ_p — напряжение при разрыве, кгс/мм²;

P — растягивающая нагрузка, кгс;

d_1 — внутренний диаметр резьбы, мм;

σ_d — допускаемое напряжение на разрыв в кгс/мм²; для стали марки Ст.3 принимается равным 11—15 кгс/мм².

69.0.2. В табл. 118 приведены предельные допускаемые осевые нагрузки для наиболее часто применяемых диаметров винтов из стали 35 с метрической резьбой по ГОСТ 9150—59 при предварительной их затяжке усилием, вызывающим напряжение растяжения $\sigma_d = 19$ кгс/мм².

Таблица 118

Диаметр резьбы мм	Предельная допускаемая осевая нагрузка, кгс при предварительной затяжке, $\sigma_d = 19$ кгс/мм ²
6	300
8	500
10	970
12	1340
14	1860
16	2600
18	3150
20	4050

3300 кг/см²
1250

$\sigma_p = \frac{90000}{...}$

370 мм = 370

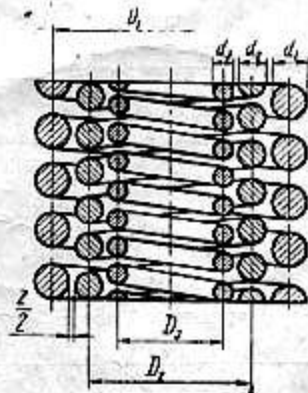
70. РАСЧЕТ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПРУЖИН

70.0.1. Размеры и графики зависимости усилия от величины деформации цилиндрических пружин сжатия и растяжения с круглым сечением проволоки, применяемых в штампах, приведены в МН 864—60 и МН 865—60.

70.0.2. В случае ограниченности пространства для установки необходимого количества пружин требуемое усилие может быть получено при помощи установки сдвоенных (строенных) пружин (черт. 226).

70.0.3. Количество витков n , диаметр проволоки d и средний диаметр D , пружины определяются, исходя из условия равенства сопротивления кручению установленных сдвоенных (строенных) пружин.

При применении для пружин одной и той же марки стали и характера термообработки наиболее рациональным является соблюдение следующих соотношений между элементами сдвоенных (строенных) пружин:



Черт. 226

$$n_1 d_1 = n_2 d_2 = n_3 d_3, \quad \frac{D_1}{d_1} = \frac{D_2}{d_2} = \frac{D_3}{d_3} \quad (157)$$

где $n_1; n_2; n_3$ — число витков.

Остальные обозначения показаны на черт. 226.

Расчет производят, исходя из параметров наибольшей наружной пружины.

Каждая пара пружин должна иметь у одной пружины правую, а у другой — левую на-
вивки (черт. 226).

70.0.4. Общее усилие сложенных пружин определяется по формуле

$$P_{\text{общ}} = P_1 \left(1 + \frac{d_2^2}{d_1^2} + \frac{d_3^2}{d_1^2} \right) \quad (158)$$

70.0.5. Односторонний зазор $\frac{z}{2}$ между радиусами пружин должен быть равен 0,2 ди-
аметра проволоки.

70.0.6. Цилиндрические пружины с квадратным и прямоугольным сечениями прово-
локи рассчитывать по формулам, приведенным в табл. 119.

Таблица 119

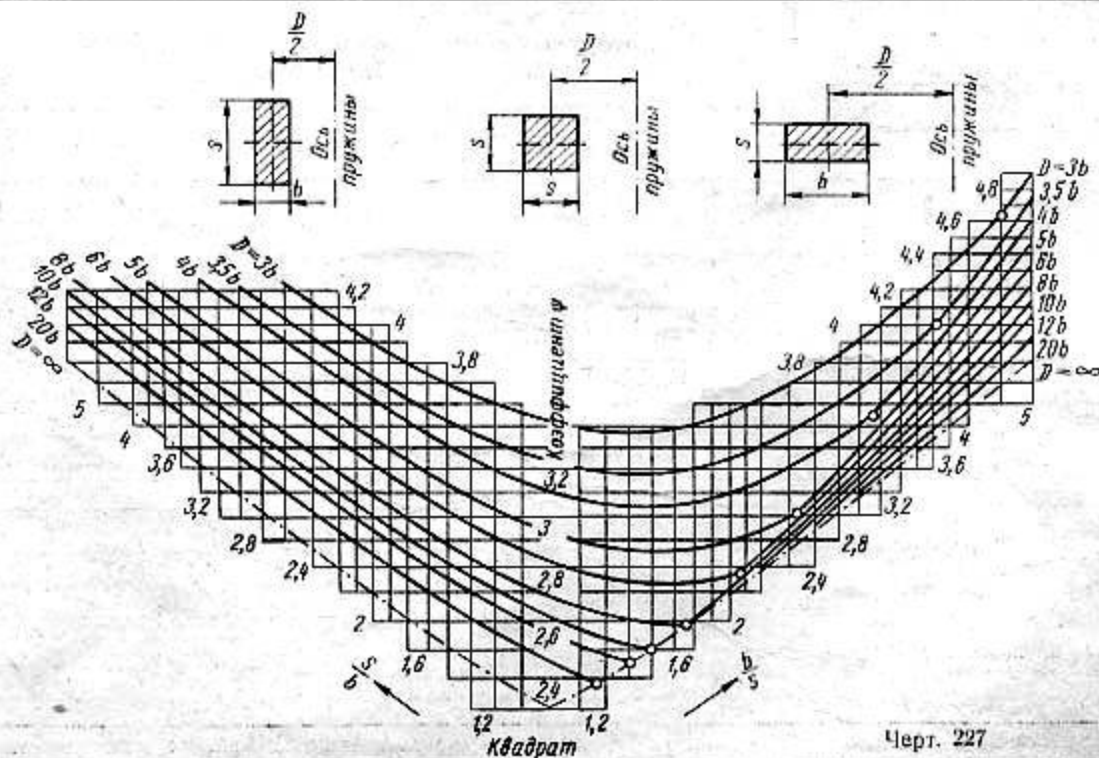
Конструктивные элементы	Квадратное сечение	Прямоугольное сечение
	Расчетные формулы	
Наибольшая осевая рабочая нагрузка, кгс	$P_2 < (0,8 \div 0,9) P_3$	
Предельная осевая нагрузка, кгс	$P_3 = 0,416 \cdot \frac{s^3 \cdot \tau_{кр}}{D}$	$P_3 = 2\alpha \cdot \frac{b \cdot s^2 \cdot \tau_{кр}}{D}$
Линейная деформация одного витка под действием предельной нагрузки, мм	$f_3 = 2,33 \cdot \frac{D^2 \cdot \tau_{кр}}{s \cdot G}$	$f_3 = \frac{\Delta}{\epsilon} \cdot \frac{D^2 \cdot \tau_{кр}}{s \cdot G}$
Линейная деформация всей пружины под действием предельной нагрузки, мм	$F_3 = f_3 \cdot n_{пр16}$	
Линейная деформация всей пружины под действием наибольшей рабочей нагрузки, мм	$F_2 = \frac{P_2 \cdot F_3}{P_3}$	
Осевая нагрузка пружины при предварительном сжатии, кгс	$P_1 = (0,4 \div 0,7) \cdot P_2$	
Предварительная линейная деформация пружины, мм	$F_1 = \frac{P_1 \cdot F_3}{P_3} = (0,4 \div 0,7) F_2$	
Рабочий ход пружины, мм	$l = F_2 - F_1$	
Толщина квадратной проволоки, мм	$s = \sqrt{\frac{P \cdot c}{0,416 \cdot \tau_{кр}}}$	—
Коэффициент кривизны витка	$c = \frac{D}{s} > 4$	$c = \frac{D}{b} > 4$
Допускаемое напряжение на кручение, кгс/мм ²	$\tau_{кр}$ по табл. 121	
Модуль упругости при сдвиге, кгс/мм ²	$G = 8000$	

Продолжение

Конструктивные элементы	Квадратное сечение	Прямоугольное сечение
	Расчетные формулы	
Шаг пружины в свободном состоянии, мм	$t = s - f_3$	
Предельное напряжение, кгс/мм ²	$\tau_3 = \frac{F_3 D}{0,416 s^3}$	$\tau_3 = \psi \frac{F_3 \cdot D}{\sqrt{s^3 b^3}}$
Число рабочих витков	$n_{\text{раб}} = \frac{F_3}{f_3}$	
Общее число витков	$n_{\text{общ}} = n_{\text{раб}} + (1,5 \div 2)$	
Коэффициенты μ , α , Δ	По табл. 120	
Коэффициент ψ	По черт. 227	
Высота пружины в свободном состоянии, мм	$H_0 = t \cdot n_{\text{раб}} + (1,5 \div 2)$	

Таблица 120

Обозначения коэффициентов	Отношение сторон $\frac{b}{s}$								
	1	1,5	1,75	2	2,5	3	4	6	10
μ	0,208	0,231	0,239	0,246	0,258	0,267	0,282	0,299	0,312
α	0,141	0,196	0,214	0,229	0,249	0,263	0,280	0,299	0,312
Δ	5,567	2,670	2,086	1,713	1,256	0,995	0,698	0,439	0,252



Черт. 227

70.0.7. Значения допускаемых напряжений на кручение $\tau_{кр}$ даны в табл. 121.
Таблица 121

Наименование и марка материала	Допускаемое напряжение на кручение $\tau_{кр}$, кгс/мм ²
Сталь 65Г	35
Сталь 60С2	55—65
Сталь 60С2А	65

70.0.8. Конструкция и размеры пружинных буферов приведены в МН 4954—63.

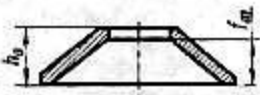
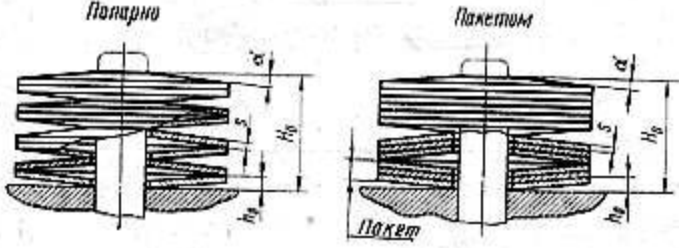
71. РАСЧЕТ ТАРЕЛЬЧАТЫХ ПРУЖИН

71.0.1. Размеры и усилия тарельчатых пружин повышенной точности многократного действия приведены в МН 867—60.

Основные формулы для расчетов приведены в табл. 122.

Размеры в мм

Таблица 122

Конструктивные элементы	Расположение пружин	
	Поперно	Пакетом
		
	Допускаемый прогиб одной пружины по ГОСТ 3057—54 $f_2 = 0,65f_m$	
	Расчетные формулы	
Общий допускаемый прогиб пружин, мм	$F_{общ} = 0,65f_m n$	$F_{общ} = 0,65f_m \cdot \kappa$, где κ — количество пакетов
Общее усилие, кгс	$R_{общ} = P$, где P — наибольшее рабочее усилие при прогибе, равном $0,65f_m$	$R_{общ} = nP$, где n — количество пружин в пакете
Предварительное сжатие всей пружины, мм	$F_{пр} = (0,15 \div 0,20)f_m n$	$F_{пр} = (0,15 \div 0,20)f_m \kappa$
Рабочий ход пружины, мм	$F_{раб} = F_{общ} - F_{пр}$	
Число пружин (пакетов) в комплекте	$n = \frac{F_{раб}}{0,5f_m}$	$\kappa = \frac{F_{раб} n}{0,5f_m}$
Высота пружины в свободном состоянии, мм	$H_0 = nh_0$	$H_0 = \kappa(ns + f_m)$

Примечание. Полученное по расчету число пружин n округляется до ближайшего четного числа.

71.0.2. Конструкция и размеры буферов с тарельчатыми пружинами приведены в МН 4956—63.

72. РАСЧЕТ КОЛЬЦЕВЫХ ПРУЖИН

72.0.1. Кольцевые пружины применяются в штампах в тех случаях, когда необходимое давление не может быть осуществлено пружинным буферным устройством. Кольцевые пружины отличаются высокой способностью поглощения энергии отдачи при ударных нагрузках.

72.0.2. Кольцевые пружины (черт. 228) состоят из наружных колец 1, имеющих конические поверхности с внутренней стороны, и внутренних колец 2, имеющих конические поверхности с наружной стороны. С каждого торца пружины устанавливаются опорные кольца 3. Рекомендуемые размеры кольцевых пружин приведены в энциклопедическом справочнике «Машиностроение», т. 2, 1948 г., стр. 719—720.

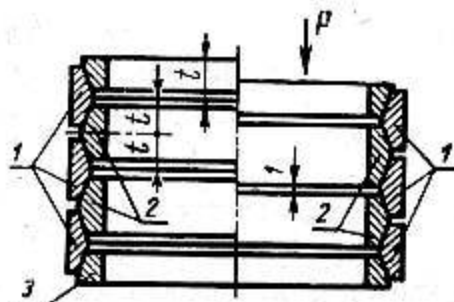
72.0.3. Усилия, действующие в поперечном сечении кольцевой пружины, показаны на черт. 229.

Условные обозначения:

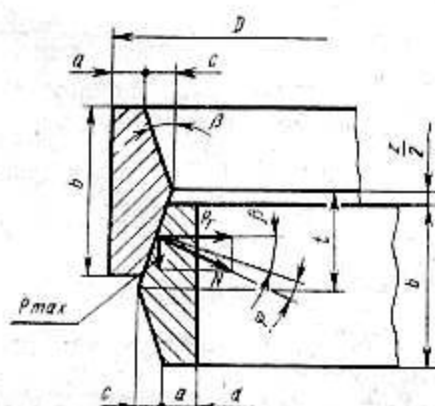
P_r — радиальное усилие, кгс;

P — осевое усилие, кгс;

N — равнодействующее усилие, кгс.



Черт. 228



Черт. 229

72.0.4. Формулы для расчета конструктивных элементов кольцевых пружин приведены в табл. 123.

Таблица 123

Конструктивные элементы	Расчетные формулы
Высота колец, мм	$b = (0,16 \div 0,2)D$
Угол конусности	$\beta = 12 - 15^\circ$
Наибольшая толщина колец, мм	$(a+c) = (0,25 \div 0,35) b$
Наименьший зазор между кольцами (в сжатом состоянии), мм	$z_{\text{наим}} > 1$
Шаг пружины (в свободном состоянии), мм	$t = 0,5(b+z) < 0,5(b+W_{\text{наиб}})$
Наибольшее осевое сжатие всей пружины, мм	$f_{\text{наиб}} = n \cdot W_{\text{наиб}}$
Высота собранной пружины в свободном состоянии (с торцовыми полукольцами), мм	$H = n \cdot t = 0,5n(b+z)$

Условные обозначения:

l — количество соприкасающихся конических поверхностей;

$W_{\text{наиб}}$ — наибольшее допустимое осевое перемещение одной пары конических поверхностей.

Остальные обозначения показаны на черт. 229.

72.0.5. Наибольшее осевое перемещение одной пары конических поверхностей ориентировочно определяется по формуле

$$W_{\text{наиб}} \approx \frac{D+d}{400 \lg \beta} \quad (159)$$

72.0.6. Наибольшее усилие сжатия кольцевой пружины $P_{\text{наиб}}$ в кгс может быть определено по формуле

$$P_{\text{наиб}} = \pi F \sigma_d \cdot \operatorname{tg}(\beta + \varphi), \quad (160)$$

где F — площадь сечения внутреннего кольца, мм² (черт. 229);

σ_d — допустимое напряжение на сжатие, равное 100—110 кгс/мм²;

β — угол конусности, град;

φ — угол трения [при работе со смазкой $\varphi = 6-9^\circ$].

При $\beta = 12-14^\circ$; $\varphi = 6-8^\circ$ и $\sigma_d = 100$ кгс/мм² наибольшее усилие сжатия $P_{\text{наиб}} = (100 \div \div 125) F$.

73. РАСЧЕТ РЕЗИНОВЫХ БУФЕРОВ И ПРОКЛАДОК

73.0.1. Расчет усилия и величины сжатия резиновых буферов приведен в приложении к МН 4954-63 — МН 4957-63.

73.0.2. Резиновые прокладки применяются в пакетах штампов с верхним прижимом, а также совмещенного действия, если невозможно применить цилиндрические пружины и при большом усилии съема полосы.

73.0.3. Усилие $P_{\text{сж}}$ в кгс, развиваемое резиновыми прокладками, устанавливается по формуле

$$P_{\text{сж}} = F \sigma_{\text{сж}} \quad 110 \text{ см}^2 \cdot 10 \text{ кгс/см}^2 \quad (161)$$

где F — полезная рабочая площадь прокладки, см²;

$\sigma_{\text{сж}}$ — напряжение сжатия резины, кгс/см².

73.0.4. Значения величины $\sigma_{\text{сж}}$ в зависимости от относительной деформации сжатия ε в процентах приведены в табл. 124.

$$\varepsilon = \frac{h_0 - h}{h} 100 \quad 110 - 10 = 100$$

где h_0 — исходная толщина прокладки, мм;

h — толщина сжатой прокладки, мм.

Таблица 124

Относительная деформация сжатия ε , %	Напряжение сжатия $\sigma_{\text{сж}}$, кгс/см ² , при твердости резины по ГОСТ 263—53	
	50±4	60±4
5	2—3	3—4
10	4—6	6—8,5
15	6,5—9,5	10—14
20	9,5—13	14—20
25	13—18	19—26
30	16—20	24—30

Примечания:

Наименьшие значения напряжения сжатия $\sigma_{сж}$ следует принимать при отношении $\frac{D-d}{h_0} = 1$,
где D — наружный диаметр кольцевой резиновой прокладки, мм;
 d — диаметр отверстия, мм.

2. Наибольшие значения напряжения сжатия $\sigma_{сж}$ следует принимать при отношении $\frac{D-d}{h_0} = 3$.

3. При применении прямоугольных сплошных резиновых прокладок шириной B в расчетных характеристиках $\frac{D-d}{h_0}$ вместо размера D следует поставить размер прямоугольной прокладки B , а d принять равным нулю.
Этими же положениями следует руководствоваться при применении прокладок с прямоугольным отверстием.

73.0.5. Толщина резиновой прокладки h_0 в мм определяется по формуле

$$h_0 = \frac{l \cdot 100}{f_{наиб} - f_{пр}} \quad (162)$$

где l — рабочий ход съемника или прижима, мм;

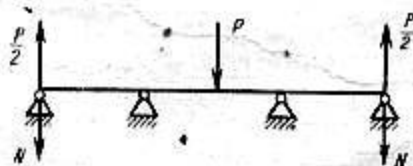
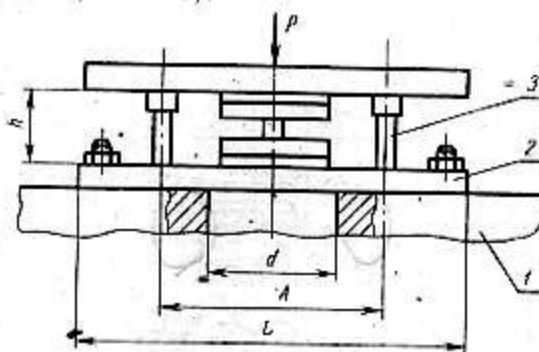
$f_{наиб}$ — наибольшее сжатие резины в процентах от толщины h_0 ; рекомендуется не более 30%, так как при больших значениях сжатия резина получает остаточную деформацию и быстро изнашивается;

$f_{пр}$ — предварительное сжатие резины в процентах от толщины h_0 ; рекомендуется не более 10—15%.

74. РАСЧЕТ НИЖНИХ ПЛИТ

Схема нагружения нижней плиты блока штампа с направляющими колонками, установленного на подштамповой плите прессы (показана на черт. 230). Для упрощения принято, что рабочее усилие P (расчетное усилие штамповки) приложено к центру плиты; плита блока прикреплена к подштамповой плите l двумя болтами.

Расчет нижней плиты 2 производится как статически неопределимый случай изгиба. Смещение верхней части направляющей колонки 3 (запрессованной в нижнюю плиту) под влиянием искривления плиты при изгибе допустимо не более $\frac{z}{8}$, где z — зазор между вырезным пуансоном и матрицей (табл. 10).



Черт. 230

Толщина H в мм нижней плиты проверяется по приближенной формуле

$$H = \sqrt[3]{\frac{95 h}{zEB} P_3 \left[\left(\frac{L-A}{2} \right)^2 \frac{1}{2} - \left(\frac{L-d}{2} \right)^2 \frac{1}{6} \right]} \quad (163)$$

где h — высота пакета (в закрытом положении штампа), мм;

P_3 — усилие затяжки болта для прикрепления плиты штампа к подштамповой плите, кгс; определяется по формуле (164);

L — длина нижней плиты, мм;

A — межосевое расстояние колонок, мм;

$d = 130$
 $A = 325$
 $L = 485$
 $H = 270$

100
+ 100
70
270

d — диаметр провального отверстия в подштамповой плите, мм;
 E — модуль упругости материала плиты, кгс/мм² (для стальных плит — 20000 кгс/мм², для чугунных — 8000 кгс/мм²);

B — ширина нижней плиты, мм.

Усилие затяжки болта P , в кгс определяется по формуле

$$P = \frac{3 P d^2}{8a(3d+2a)} = \frac{3 \cdot 130 \cdot 1000000}{8 \cdot 85 (3 \cdot 200 + 2 \cdot 185)} = 1164$$

где P — расчетное усилие штамповки в кгс;

$$a = \frac{L-d}{2} = \frac{1560000}{2} = 780000$$

Толщина чугунной плиты $H_{чст}$ в мм определяется по формуле

$$H_{чст} = \sqrt[3]{\frac{20}{8} H_{ст}} = 1,36 H_{ст} \quad (165)$$

где $H_{ст}$ — толщина стальной плиты, мм.

Если расчетная толщина больше толщины плиты выбранного нормализованного блока, его следует заменить блоком с большей толщиной плиты.

Для обеспечения прочности нижних плит штампов размеры провальных отверстий в подштамповых плитах должны быть не более размеров, приведенных в табл. 3 ГОСТ 9226—59. Если провальное отверстие в нижней плите штампа выходит за пределы провального отверстия в подштамповой плите, следует использовать рекомендации, приведенные в разд. 25.

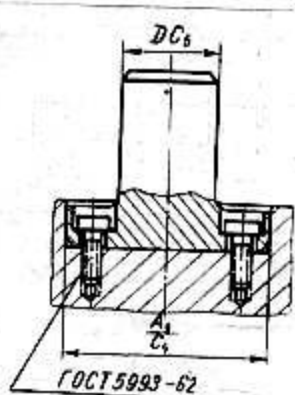
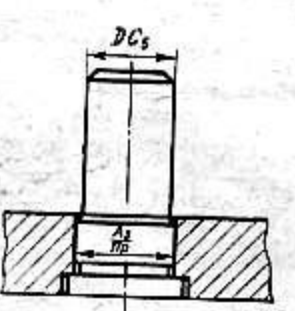
570-200
2

XII. ХВОСТОВИКИ

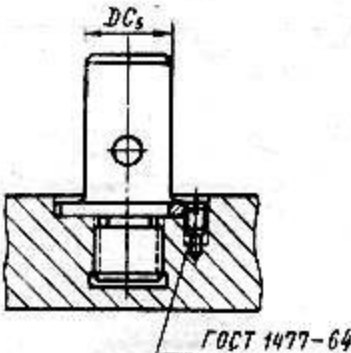
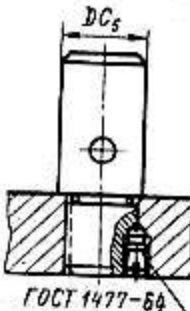
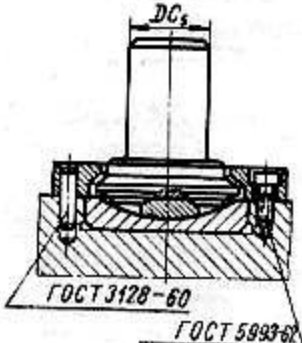
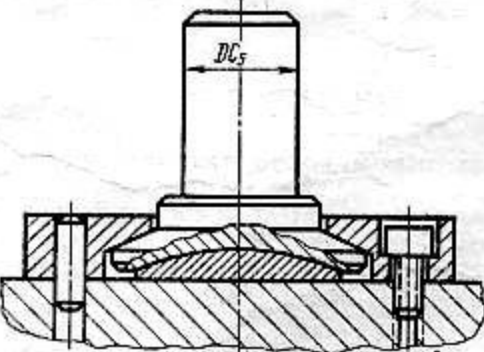
75. Типы хвостовиков

75.0.1. Основные конструкции хвостовиков и их применение для штампов приведены в табл. 125.

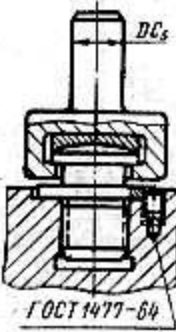
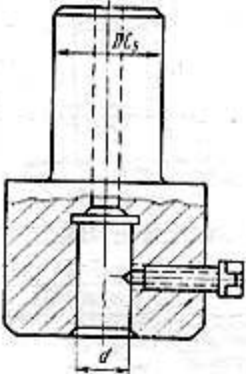
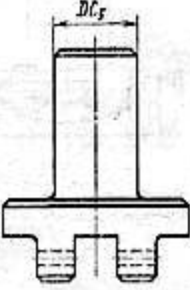
Таблица 125

Наименования хвостовиков	Эскизы	Применение
С фланцем МН 805—62	 <p>1435600</p>	Для всех нормализованных разделительных штампов
С буртиком МН 807—60	 <p>600 - 370 ----- 970</p>	

1307 000
Продолжение

Наименование хвостовиков	Эскизы	Применение
С резьбой и буртиком МН 808-62	 <p>ГОСТ 1477-64</p>	Для вытяжных и гибочных штампов
Без буртика с резьбой МН 809-60	 <p>ГОСТ 1477-64</p>	
Плавающие МН 811-60	<p>185 - 8 ----- 177 970 ----- 8</p>  <p>ГОСТ 3128-60 ГОСТ 5936</p>	
То же, МН 4774-63		Для вырезки тонколистовых материалов (толщиной до 0,5 мм), для штампов, армированных твердым сплавом, в блоках с шарикопыльными направляющими

Продолжение

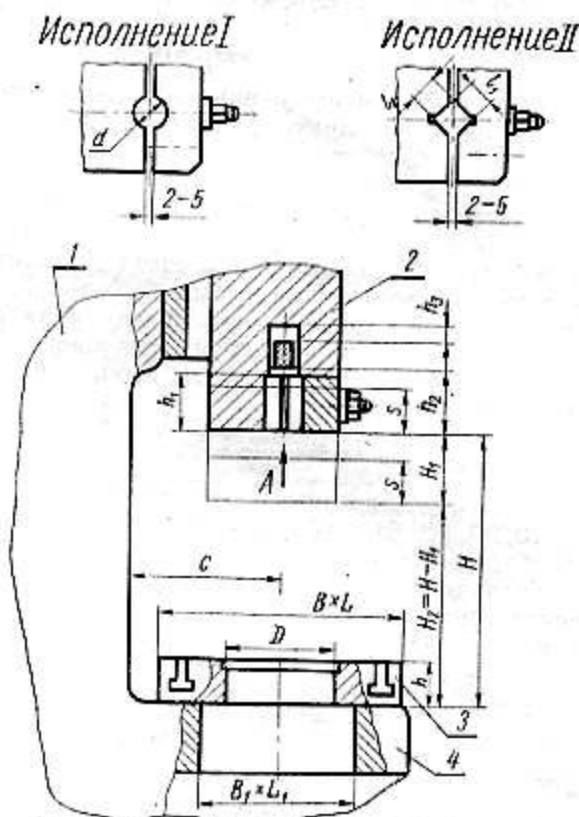
Наименования хвостовиков	Эскизы	Применение
То же, МН 2517—61		Для прецизионных штампов
С винтовым креплением пуансона МН 4127—63		Для вытяжных штампов
Вильчатые МН 4372—63		Для гибочных штампов

XIII. ВЫБОР ПРЕССА

76. ОСНОВНЫЕ ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ ПРЕССОВ, ТРЕБУЕМЫЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ШТАМПОВ

76. 0. 1. Штампы должны проектироваться с учетом технической характеристики и размеров крепежных мест прессов. К технической характеристике пресса относятся в основном следующие данные (черт. 231).

Вид А



Черт. 231

1 — станина; 2 — ползун; 3 — подштамповая плита;
4 — стол прессы

Условные обозначения:

P — номинальное усилие, тс;

S — ход ползуна; для прессов с регулируемым ходом наибольший — $S_{\text{наиб}}$ и наименьший — $S_{\text{наим}}$, мм; для прессов двойного действия ход внутреннего ползуна — S и ход наружного ползуна — S_1 ;

n — число ходов ползуна в минуту;

H_1 — размер регулировки расстояния между столом и ползуном, мм;

H — наибольшее расстояние между столом и ползуном в его нижнем положении при наибольшем ходе и наименьшей длине шатуна (для прессов с передвижным столом наибольшее расстояние при верхнем положении стола — $H_{\text{п1}}$ и при нижнем положении стола — $H_{\text{п2}}$), мм;

$H_2 = H - H_1$ — наименьшее расстояние между столом и ползуном в его нижнем положении, мм;

H_p — расстояние между столом и ползуном в его нижнем положении при применении прессы с регулируемым ходом;

C — расстояние от оси ползуна до станины (вылет), мм;

$B \times L$ — размеры стола, мм;

$B_1 \times L_1$ — размеры отверстия в столе, мм;

D — диаметр отверстия в подштамповой плите, мм;

h — толщина подштамповой плиты, мм;

$d \times h_1$ или $l_1 \times h_1$ — размеры отверстия в ползуне для крепления хвостовика, мм;

h_2 — расстояние от выталкивающей планки до нижней поверхности ползуна, мм;

h_3 — ход выталкивателя, мм.

76.0.2. Спроектированные штампы должны соответствовать следующим параметрам выбранного прессы:

а) величина хода ползуна должна быть достаточной для установки заготовки, удаления готового изделия и выполнения штамповочной операции;

б) закрытая высота штампа $H_{шт}$ должна быть меньше наибольшего расстояния H между столом и ползуном в его нижнем положении на величину гарантийного зазора, равного 5 мм и больше минимального расстояния H_1 и на величину не менее 10 мм

$$H - 5 > H_{шт} > H_1 + 10.$$

Если закрытая высота штампа $H_{шт}$ меньше наименьшего расстояния H_1 между столом и ползуном в его нижнем положении, необходимо применение промежуточных подкладных плит или специально обработанных призм;

в) габарит штампа должен соответствовать габариту стола пресса, а размеры отверстия в столе пресса должны обеспечивать возможность выпадения деталей и отходов при работе на провал;

г) размеры хвостовика штампа должны строго соответствовать размерам отверстия в ползуне пресса (d или l_1), а высота хвостовика должна быть меньше h_1 на 3—6 мм;

д) высота выталкивающего штока должна быть больше размера h_2 на 3 мм (черт. 231).

76. 0. 3. В прессах с регулируемым ходом ползуна при уменьшении величины хода расстояние H_p между столом и ползуном в его нижнем положении увеличивается и может быть определено по формуле

$$H_p = H + \frac{S_{мин} - S}{2}. \quad (167)$$

76. 0. 4. Расчет необходимого усилия пресса производится на основании расчетных данных, приведенных в разд. 10, 39, 62, 64 и 67. Номинальное усилие выбранного пресса должно быть всегда больше необходимого усилия для конкретной технологической операции. Для операции вытяжки, помимо выбора пресса по требуемому усилию, производится проверка по мощности в следующей последовательности:

а) определяется среднее усилие $P_{ср}$ в тс, необходимое для выполнения операции вытяжки

$$P_{ср} = (0,6 \div 0,8) P, \quad (168)$$

где P — усилие вытяжки, найденное по формулам (135), (136), (137) и черт. 209;

б) определяется работа вытяжки A в кгс·м;

$$A = \frac{P_{ср} \cdot h}{1000}, \quad (169)$$

где h — глубина вытяжки, мм.

Диаграмма работы вытяжки должна вписываться в диаграмму «сила—ход» пресса.

ХIV. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ШТАМПУЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ

77. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СОРТАМЕНТ МАТЕРИАЛОВ

77. 0. 1. Наименование материалов, марки, номера стандартов на сортамент и технические условия, состояние поставки и механические свойства приведены в приложении Ц:

в табл. 1, 2 и 3 — для стали;

в табл. 4 — для алюминия, алюминиевых и магниевых сплавов;

в табл. 5 — для меди и медных сплавов;

в табл. 6 — для никелевых и медно-никелевых сплавов, цинка и свинца;

в табл. 7 — для титановых сплавов.

77. 0. 2. Значения сопротивления срезу $\tau_{ср}$ приведены в тех же таблицах. Принято, что величина $\tau_{ср}$, входящая в формулы определения усилий при вырезке, пробивке и т. д., равна $(0,8 \div 0,86) \sigma_v$.

77. 0. 3. Допускаемые отклонения по толщине материалов из стали приведены в приложении 12:

в табл. 1 — для холоднокатаных лент из низкоуглеродистой, конструкционной, высоколегированной коррозионностойкой и жаростойкой сталей;

в табл. 2 — для тонколистовой стали по ГОСТ 3680—57;

в табл. 3 — для электротехнической тонколистовой стали по ГОСТ 802—58; прокатной толстолистовой стали по ГОСТ 5681—57 и прокатной полосовой и широкополосной сталей по ГОСТ 103—57 и ГОСТ 82—57.

77. 0. 4. Сортамент лент, полос и листов из цветных металлов и сплавов приведен в приложении 13 (табл. 1—7).

Допускаемые отклонения по ширине лент и полос из цветных металлов и сплавов приведены в приложении 14:

в табл. 1 — для лент из цветных металлов;

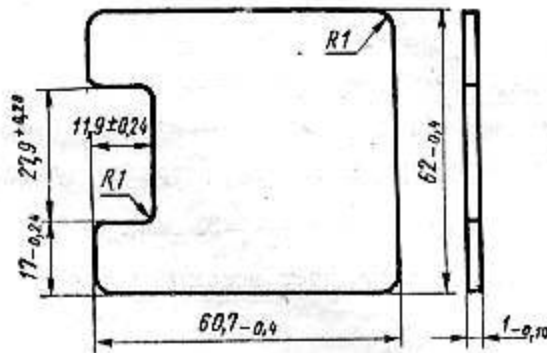
в табл. 2 — для латуинных полос по ГОСТ 931—52;

в табл. 3 — для полос из кремнемарганцевой бронзы по ГОСТ 4748—49.

77. 0. 5. Наименование неметаллических материалов, марки, толщина и механические свойства приведены в приложении 15.

РАСЧЕТ ВЫРЕЗНОГО ШТАМПА

Произвести расчет штампа для вырезки деталей (черт. 1) на прессе 10 тс.
Материал: АД-М-1,0 ГОСТ 1946—50.



Черт. 1

Раскрой материала

По табл. 5* находим величины перемычек

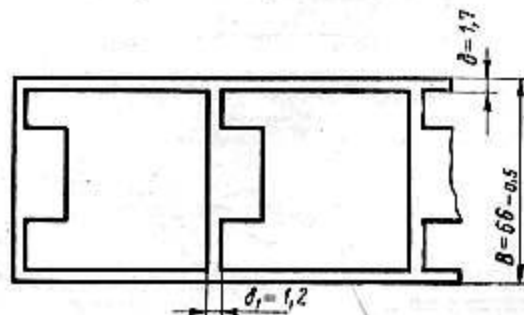
$$\delta = 1,7 \text{ мм и } \delta_1 = 1,2 \text{ мм.}$$

По формуле (5)* определяем ширину полосы

$$B = L + 2\delta + \Delta l = 62 + 2 \cdot 1,7 + 0,5 = 65,9 = 66 \text{ мм.}$$

Допуск Δl на ширину полосы устанавливается по табл. 6. $\Delta l = 0,5$ мм.

Полученное значение ширины полосы B округлено в большую сторону до целого числа. На черт. 2 показано расположение деталей на полосе.



Черт. 2

Определяем по формуле (1) коэффициент использования материала

$$\eta = \frac{F_d}{F_s} \cdot 100 = \frac{60,7 \cdot 62 - 11,9 \cdot 27,9}{61,9 \cdot 66} \cdot 100 = \frac{3431}{4085} \cdot 100 = 83,9\%$$

Усилие вырезки

Усилие вырезки определяем по формуле (6)

$$P = L \cdot s \cdot \tau_{cp} = 269 \cdot 1 \cdot 12 = 3228 \text{ кгс.}$$

При подсчете периметра радиусами R пренебрегаем ввиду их малых значений. Требуемое усилие прессы определяем по формуле (7)

$$P_s = \frac{1,25 \cdot P}{1000} = \frac{1,25 \cdot 3228}{1000} \approx 4 \text{ тс.}$$

* В приложениях 1—7 даны ссылки на формулы и таблицы, приведенные в РТМ 34—65.

Требуемое усилие меньше номинального усилия прессы P , равного 10 тс. Усилие для снятия отходов с пуансона определяем по формуле (10)

$$P_{\text{сн}} = P \cdot K_{\text{сн}} = 3228 \cdot 0,025 = 80,7 \text{ кгс}.$$

Усилие для проталкивания детали через матрицу определяем по формуле (11)

$$P_{\text{пр}} = P \cdot K_{\text{пр}} = 3228 \cdot 0,03 = 96,84 \text{ кгс}.$$

Центр давления штампа

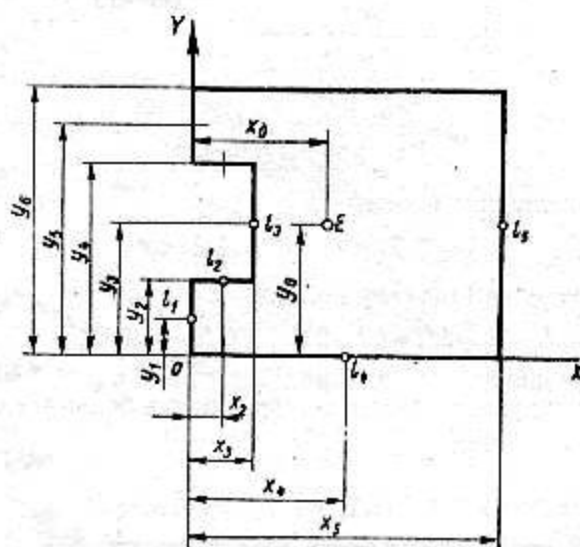
Для определения центра давления штампа выбираем оси координат X и Y , как показано на черт. 3. Координаты центра давления штампа x_0 , y_0 определяем согласно п. 11.0.2

$$x_0 = \frac{l_1 x_1 + l_2 x_2 + l_3 x_3 + \dots + l_n x_n}{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n} = \frac{(17+17)0 + 11,9 \cdot 2 \cdot 5,95 + 27,9 \cdot 11,9 + 60,7 \cdot 2 \cdot 30,35 + 62 \cdot 60,7}{269} = 29,4 \text{ мм}.$$

В направлении оси Y штампуемая деталь симметрична, поэтому

$$y_0 = \frac{l_5}{2} = \frac{62}{2} = 31 \text{ мм}.$$

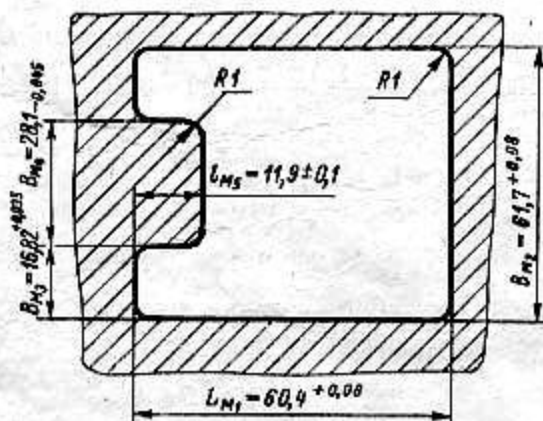
Точка пересечения координат x_0 и y_0 дает искомый центр давления штампа E .



Черт. 3

Расчет исполнительных размеров матрицы и пуансона

Определяем исполнительные размеры матрицы (черт. 4) для вырезки контура. Припуски на износ и допуски на изготовление принимаем по табл. 12.



Черт. 4

Расчет исполнительных размеров производим по формулам табл. 11:

а) для размеров детали, увеличивающихся при износе матрицы, согласно формуле (15)

$$L_m = (L_n - II)^{+z};$$

$$L_{m1} = (60,7 - 0,3) = 60,4^{+0,08} \text{ мм};$$

$$B_{m2} = (62 - 0,3) = 61,7^{+0,08} \text{ мм};$$

$$B_{m3} = (17 - 0,18) = 16,82^{+0,035} \text{ мм};$$

б) для размеров детали, уменьшающихся при износе матрицы, согласно формуле (12)

$$L_m = (L_n + II)_{-z};$$

$$B_{m4} = (27,9 + 0,20) = 28,1_{-0,045} \text{ мм};$$

в) для размеров детали, остающихся неизменными при износе штампа, согласно формуле (24)

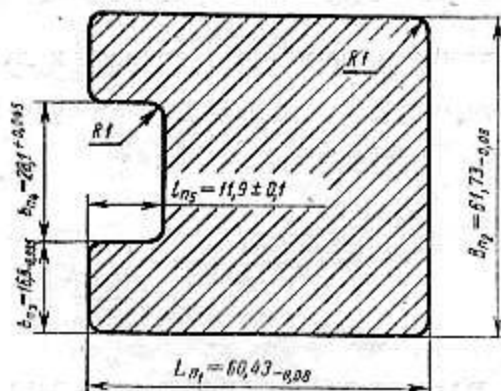
$$L_m = L_n \pm 0,5 \Delta;$$

$$L_{m5} = 11,9 \pm 0,5 \cdot 0,2 = 11,9 \pm 0,1 \text{ мм}.$$

На чертеже пуансона проставляются исполнительные размеры матрицы (без допусков) и делается надпись «Пуансон пригнать по матрице с зазором $z=0,050$ мм». Величину зазора определяем по табл. 10.

Для того, чтобы изготовить матрицу по оттиску пуансона, нужно определить исполнительные размеры пуансона (черт. 5).

Матрица дорабатывается по пуансону с зазором $z=0,050$ мм.



Черт. 5

Исполнительные размеры пуансона рассчитываем по табл. 11, припуски на износ и допуск на изготовление — по табл. 12:

а) для размеров детали, увеличивающихся при износе штампа, согласно формуле (16)

$$L_n = (L_n - II - z + \delta)_{-\delta'};$$

$$L_{n1} = (60,7 - 0,3 - 0,05 + 0,08)_{-0,08} = 60,43_{-0,08} \text{ мм};$$

$$B_{n2} = (62 - 0,3 - 0,05 + 0,08)_{-0,08} = 61,73_{-0,08} \text{ мм};$$

$$b_{n3} = (17 - 0,18 - 0,05 + 0,035)_{-0,035} = 16,8_{-0,035} \text{ мм};$$

б) для размеров детали, уменьшающихся при износе штампа, согласно формуле (13)

$$L_n = (L_n + II + z - \delta)^{+\delta'};$$

$$b_{n4} = (27,9 + 0,20 + 0,05 - 0,045)^{+0,045} = 28,1^{+0,045} \text{ мм};$$

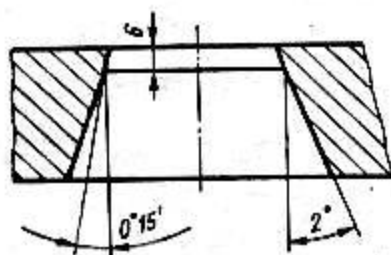
в) для размеров детали, остающихся неизменными при износе штампа согласно формуле (24)

$$L_n = L_n \pm 0,5 \Delta;$$

$$L_{n5} = 11,9 \pm 0,5 \cdot 0,2 = 11,9 \pm 0,1 \text{ мм}.$$

Профиль рабочего отверстия матрицы

Рабочее отверстие матрицы в рассматриваемом примере принимаем по табл. 16, тип II (с коническим провальным окном). Элементы профиля рабочего отверстия выбираем по табл. 17 (черт. 6).



Черт. 6

Расстояние между направляющими планками

Расстояние между направляющими планками определяем по формуле (28). Входящую в эту формулу величину z_1 — зазор выбираем по табл. 26

$$B_1 = (B + z_1)^{+z_n} = 66 + 0,75 = 66,75^{+0,4} \text{ м.м.}$$

Высота упора и толщина направляющих планок

Высоту неподвижного упора и толщину направляющих планок выбираем по табл. 27.

$$H = 6 \text{ м.м.}; \quad h = 2 \text{ м.м.}$$

Допустимый зазор между съемником и пуансоном

Максимальный зазор между съемником и пуансоном принимаем по табл. 24

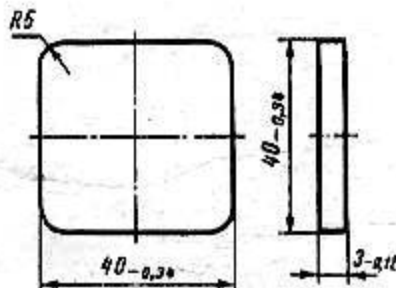
$$z_1 = 0,4 \text{ м.м.}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 к РТМ 34-65

РАСЧЕТ ЗАЧИСТНОГО ШТАМПА

Пример 1

Произвести расчет штампов для вырезки и последующей зачистки детали (черт. 1).
Материал: алюминий АД ГОСТ 4784-65.



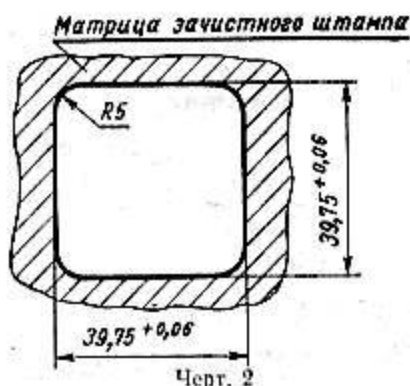
Черт. 1

Расчет исполнительных размеров рабочих деталей зачистного штампа

Согласно п. 34.3 исполнительный размер матрицы для зачистки контура детали (черт. 2) подсчитываем по формуле (15) табл. 11 как для матрицы обычного вырезного штампа. Припуск на износ и допуск на изготовление принимаем по табл. 12

$$L_m = (L_n - IT)^{+z} = (40 - 0,25) = 39,75^{+0,06} \text{ м.м.}$$

Пуансон подгоняется к матрице с зазором 0,005—0,01 мм (п. 33.3.1).



Расчет исполнительных размеров рабочих деталей вырезного штампа под зачистку

Исполнительные размеры матрицы вырезного штампа для вырезки контура под зачистку (черт. 3) подсчитываем по формуле (43)

$$L_m = (L_{м.з} + T)^{+δ};$$

$L_{м.з} = B = 39,75$ мм — исполнительный размер матрицы для зачистки контура;

$y = 0,2$ — припуск на зачистку, принят по табл. 45 для алюминия толщиной 3 мм.

Согласно табл. 46 принимаем одну зачистную операцию.

$z = 0,21$ мм — минимальный зазор между матрицей и пуансоном, принят по табл. 10 для алюминия толщиной 3 мм;

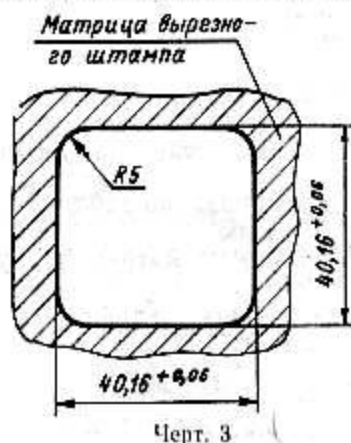
$δ$ — допуск на матрицу, принят по табл. 12.

При однократной зачистке согласно формуле (41)

$$T = y + z;$$

$$L_m = (39,75 + 0,2 + 0,21) = 40,16^{+0,05} \text{ мм.}$$

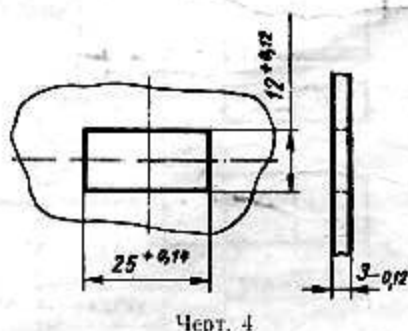
Пуансон в этом случае пригоняется к матрице с зазором 0,21 мм (табл. 10).



Пример 2

Произвести расчет штампов для пробивки и последующей зачистки отверстия в детали, изображенной на черт. 4.

Материал: латунь Л68 ГОСТ 1019—47.



Расчет исполнительных размеров рабочих деталей зачистного штампа

Исполнительные размеры пуансона для зачистки отверстия детали (черт. 5) подсчитываем по формуле (42).

Припуск на износ и допуск на изготовление принимаем по табл. 12.

При $\Delta = 0,14$ $\Pi = 0,12$, $\delta' = 0,03$; при $\Delta = 0,12$ $\Pi = 0,10$, $\delta' = 0,022$.

где

$$L_{n_1} = (L_n + e)_{-\delta'}$$

$$L_{n_2} = (L_n + \Pi)_{-\delta'}$$

[формула (14), табл. 11].

Значением e пренебрегаем (п. 33.3.2)

$$L_{n_1} = (25 + 0,12)_{-0,03} = 25,12_{-0,03} \text{ мм};$$

$$L_{n_2} = (12 + 0,10)_{-0,022} = 12,10_{-0,022} \text{ мм}.$$

Матрица пригоняется к пуансону с зазором 0,03—0,05 мм (п. 33.3.2).



Черт. 5

Расчет исполнительных размеров рабочих деталей пробивного штампа под зачистку

Исполнительные размеры пуансона при пробивке отверстия под зачистку (черт. 6) следует подсчитать по формуле (43а)

$$L_n = (L_{n_1} - T)_{-\delta'}$$

$L_{n_1} = 25,12 \text{ мм}$
 $L_{n_2} = 12,10 \text{ мм}$ } — исполнительные размеры пуансона для зачистки отверстия;

$y = 0,2 \text{ мм}$ — припуск на зачистку принят по табл. 45. Согласно табл. 46 зачистку производить в одну операцию.

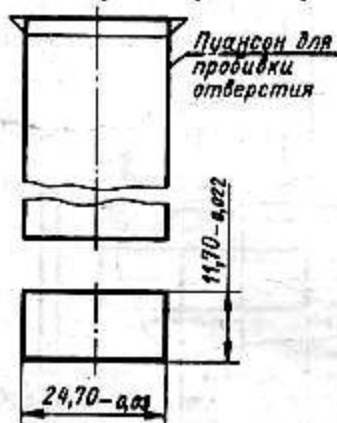
$z = 0,21 \text{ мм}$ — минимальный зазор между матрицей и пуансоном, принят по табл. 10 для латуни толщиной 3 мм;

δ' — допуск на пуансон, принят по табл. 12 (как для пробивки отверстий с допусками 0,14 и 0,12 мм):

$$L_{n_1} = (25,12 - 0,2 - 0,21) = 24,71_{-0,03} \approx 24,70_{-0,03} \text{ мм};$$

$$L_{n_2} = (12,10 - 0,2 - 0,21) = 11,69_{-0,022} \approx 11,70_{-0,022} \text{ мм}.$$

Матрица в этом случае пригоняется к пуансону с зазором 0,21 мм (табл. 10).



Черт. 6

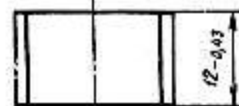
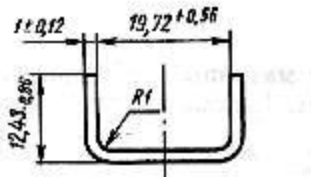
РАСЧЕТ ГИБОЧНОГО ШТАМПА

Пример 1

Произвести расчет штампа для гибки скобы, изображенной на черт. 1.

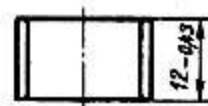
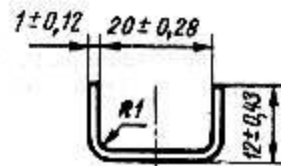
Материал: лист — $B1,0 \times 800 \times 1500$ ГОСТ 3680-57
 $11Г10$ ГОСТ 914-56

Для определения длины развертки производим пересчет односторонних допусков на двухсторонние (технологические) согласно п. 35.0.8.



Чертеж детали

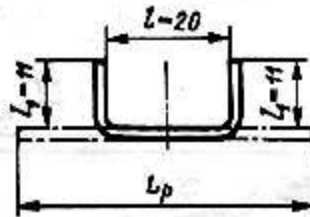
Черт. 1



Технологический чертеж детали

Определение длины развертки

Для определения длины развертки делим фигуру на три участка (черт. 2).



Черт. 2

Согласно табл. 49 для деталей с двумя углами гибки по 90° расчет длины развертки производим по формуле

$$L_p = L_1 + L + L_1 + 2y$$

Значение y находим по табл. 50.

Для $r = 1$ мм и $s = 1$ мм $y = 0,23$ мм;

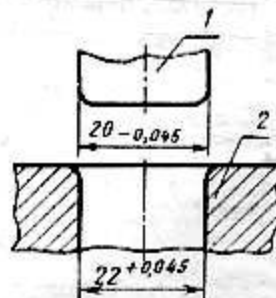
$$L_p = 11 + 20 + 11 + 2 \cdot 0,23 \approx 42,46 \text{ мм.}$$

Расчет исполнительных размеров матрицы и пуансона

Гибку производим, выдерживая внутренний размер детали; поэтому по формуле (53) определяем исполнительный размер пуансона (черт. 3)

$$L_u = L_n - \delta_n = 20_{-0,045} \text{ мм.}$$

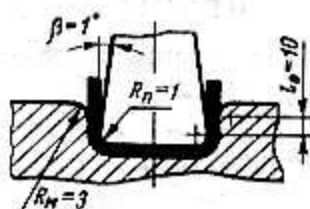
Допуск на изготовление пуансона согласно п. 37.0.8. назначаем по C_3 .



Черт. 3
 1 — пуансон; 2 — матрица

Величину зазора между матрицей и пуансоном принимаем равной двойной номинальной толщине материала (п. 37.0.7).

Профиль матрицы и пуансона



Черт. 4

По табл. 60 определяем радиус матрицы R_m и глубину матрицы l_0 в зависимости от толщины материала и длины полки изгибаемой детали (черт. 4)

$$R_m = 3 \text{ мм}; \quad l_0 = 10 \text{ мм}.$$

Расчет усилия гибки

Усилие гибки определяем по формуле (54)

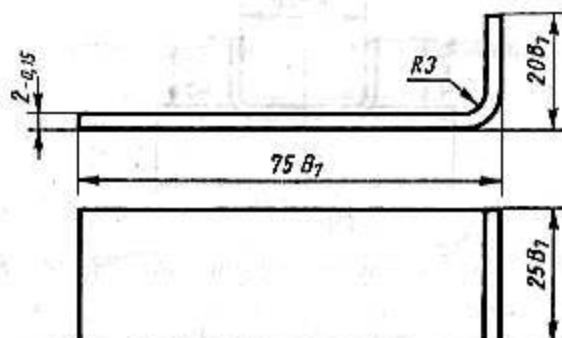
$$P = 1,25 \cdot \sigma_n \cdot L \cdot sK = 1,25 \cdot 44 \cdot 40 \cdot 25 \cdot 0,3 =$$

Согласно табл. 62 при отношении $\frac{r}{s} = \frac{1}{1} = 1$ $K = 0,3$;

$$P = 1,25 \cdot 36 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,3 = 324 \text{ кгс}.$$

Пример 2

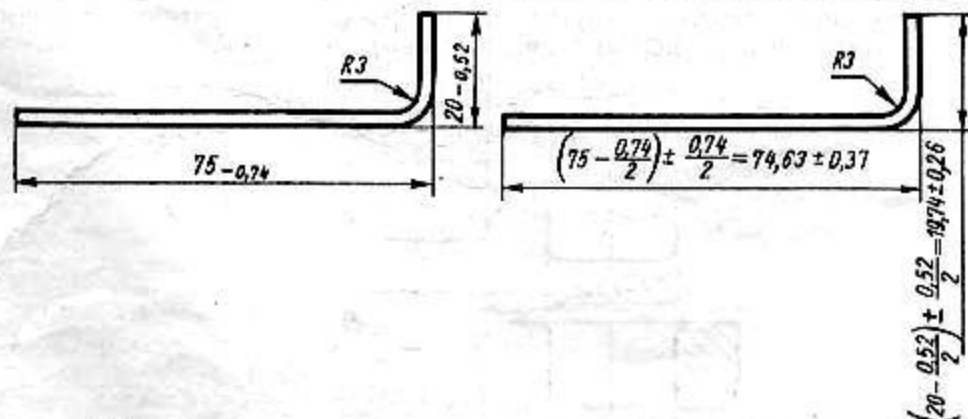
Произвести расчет штампа для гибки угольника, изображенного на черт. 5. Материал: лист Л62М $2 \times 600 \times 1500$ ГОСТ 931-52.



Черт. 5

Определение длины развертки

Для определения длины развертки производим пересчет односторонних допусков, принятых в черт. 6, на двухсторонние (технологические) допуски согласно п. 35.0.6.

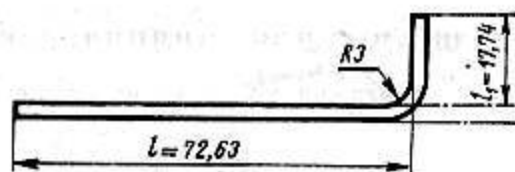


Чертеж детали

Черт. 6

Технологический чертеж детали

Составляем расчетную схему (черт. 7).



Черт. 7

Согласно табл. 49 для детали с одним угломгиба 90° расчет длины развертки производим по формуле

$$L_p = l + l_1 + y.$$

Значение y находим по табл. 50. Для $r=3$ мм и $s=2$ мм $y=0,09$ мм

$$L_p = 72,63 + 17,74 + 0,09 = 90,46 \text{ мм.}$$

Расчет исполнительных размеров матрицы и пуансона

Рабочий угол гибочного пуансона и матрицы подсчитываем с учетом угла пружинения по формуле (49)

$$\alpha_n = \alpha \pm [\Delta\alpha].$$

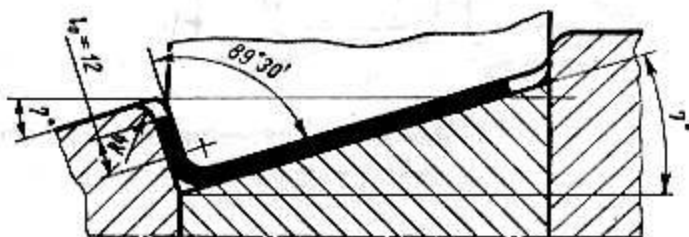
Считая что гибка детали производится в штампе с прижимом, угол пружинения принимаем по табл. 59

$$|\Delta\alpha| = 0^\circ 30' ;$$

$$\alpha_n = 90^\circ - 0^\circ 30' = 89^\circ 30'.$$

Переднюю и прижимную плоскость располагаем под углом 7° (см. черт. 124).

Схему штампа см. на черт. 8.



Черт. 8

Профиль матрицы и пуансона

По табл. 60 определяем радиус матрицы R_m и глубину матрицы l_0 при толщине материала $s=2$ мм и длине загибаемой полки L_0 до 20 мм

$$R_m = 4 \text{ мм}; \quad l_0 = 12 \text{ мм.}$$

Расчет усилия гибки

Усилие гибки определяем по формуле (54)

$$P = 1,25\sigma_s L s K.$$

По табл. 62 для отношения

$$\frac{r}{s} = \frac{3}{2} = 1,5 \quad K = 0,25;$$

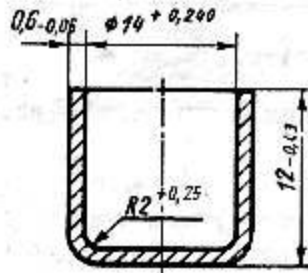
$$P = 1,25 \cdot 40 \cdot 25 \cdot 2 \cdot 0,25 = 630 \text{ кгс.}$$

Handwritten calculation: $\frac{80}{18,5} = 2,16$

Handwritten number: 25

РАСЧЕТ ВЫТЯЖНОГО ШТАМПА ДЛЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

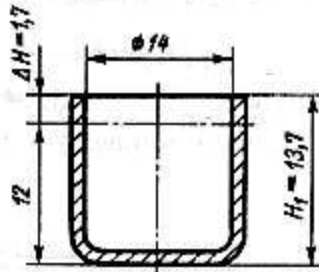
Произвести расчет штампа для вытяжки колпачка, изображенного на черт. 1.
Материал: лента Л62М0,6 ГОСТ 2208—49.



Черт. 1

Определение припуска на обрезку

Определяем по табл. 64 припуск на обрезку детали после вытяжки (черт. 2) для $\frac{H_{cp}}{d_{cp}} = \frac{11,7}{14,6} = 0,8$ и $H = 12$ мм, $\Delta H = 1,7$ мм (размеры H_{cp} и d_{cp} принимаем по средней линии).



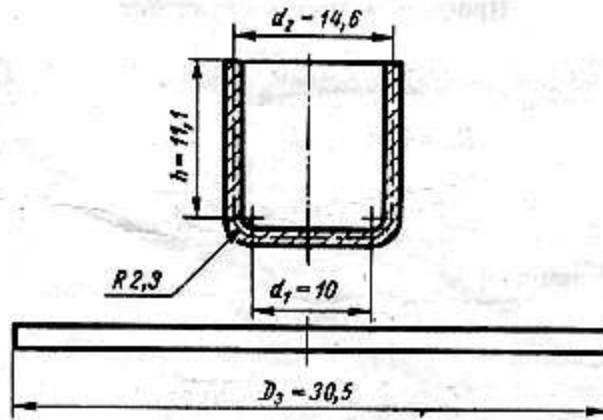
Черт. 2

Отсюда общую высоту детали с учетом припуска принимаем равной

$$H_1 = 12 + 1,7 = 13,7 \text{ мм.}$$

Определение диаметра заготовки

Определяем диаметр заготовки (черт. 3) по формуле, приведенной в табл. 67.



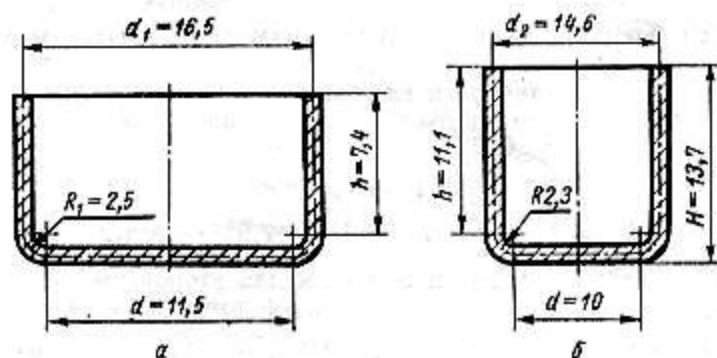
Черт. 3

$$D_2 = \sqrt{d_1^2 + 4d_2h + 2\pi R d_1 + 8R^2} = \sqrt{10^2 + 4 \cdot 14,6 \cdot 11,1 + 2 \cdot 3,14 \cdot 2,3 \cdot 10 + 8 \cdot 2,3^2} = \\ = \sqrt{100 + 648 + 144 + 42,4} = \sqrt{934,4} = 30,5 \text{ мм.}$$

Расчет переходов

Определяем по формуле (61) диаметр детали после 1-й вытяжки, принимая согласно табл. 74 коэффициент вытяжки 1-й операции $m_1 = 0,54$.

$$d_1 = m_1 D_3 = 0,54 \cdot 30,5 = 16,5 \text{ мм (черт. 4, а).}$$



Черт. 4

Определяем по формуле (62) коэффициент вытяжки 2-й операции, учитывая диаметр готовой детали 14,6 мм (черт. 4, б)

$$m_2 = \frac{d_2}{d_1} = \frac{14,6}{16,5} = 0,88,$$

что согласно табл. 74 вполне допустимо.

Расчет операционных размеров детали

Для определения радиуса закругления детали после 1-й вытяжки находим радиус закругления матрицы по табл. 92 в следующем порядке. Удвоенная величина уменьшения диаметра D_3 равна

$$2(D_3 - d_1) = 2(30,5 - 16,5) = 28 \text{ мм.}$$

По рассчитанной величине и толщине материала определяем по табл. 92 радиус закругления матрицы

$$R_{m1} = R_{m2} = 2,2 \text{ мм.}$$

Согласно п. 57. 1. 3. радиус пуансона для 1-й вытяжки должен быть равен радиусу матрицы, т. е.

$$R_{n1} = 2,2 \text{ мм.}$$

Следовательно, радиус закругления детали (по средней линии после 1-й вытяжки) равен

$$R_1 = 2,5 \text{ мм.}$$

Радиус пуансона для 2-й вытяжки соответствует заданному радиусу закругления готовой детали, т. е.

$$R_2 = 2,3 \text{ мм.}$$

Высоту цилиндрической части h 1-й вытяжки определяем по приведенной под черт. 3 формуле, подставив значения

$$D_3 = 30,5 \text{ мм; } d_1 = 16,5 \text{ мм;}$$

$$R_1 = 2,5 \text{ мм; } d = 11,5 \text{ мм}$$

$$h = \frac{D_3^2 - d^2 - 2\pi R_1 d - 8R_1^2}{4d_1} = \frac{30,5^2 - 11,5^2 - 2 \cdot 3,14 \cdot 2,5 \cdot 11,5 - 8 \cdot 2,5^2}{4 \cdot 16,5} = 8,6 \text{ мм.}$$

Определение зазоров между матрицей и пуансоном

На основании полученных коэффициентов вытяжки m_1 и m_2 определяем по табл. 89 односторонние зазоры между матрицей и пуансоном.

Зазор на 1-й операции (черт. 5, а) равен

$$\frac{z_1}{2} = 1,2 s = 1,2 \cdot 0,54 = 0,65 \text{ мм.}$$

Зазор на 2-й операции (черт. 5,б) равен

$$\frac{z_2}{2} = s = 0,54 \text{ мм.}$$

Толщину материала s берем с учетом минусового допуска Δ для материала по ГОСТ 2208—49: $\Delta = -0,06 \text{ мм.}$

РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ПУАНСОНА И МАТРИЦЫ

Исполнительные размеры пуансона и матрицы для первой вытяжки (черт. 5,а) подсчитываем согласно п. 56. 0. 1. без учета допуска на изготовление детали, а допуски на инструмент устанавливаем согласно п. 56. 0. 2

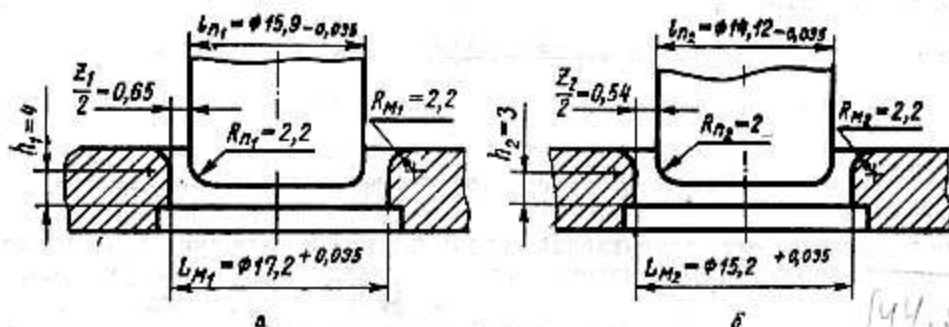
$$l_{n1} = 15,9_{-0,035} \text{ мм.};$$

$$L_{m1} = l_{n1} + z_1 = 15,9 + 1,3 = 17,2^{+0,035} \text{ мм.}$$

Исполнительные размеры пуансона и матрицы для второй вытяжки (черт. 5,б) подсчитываем с учетом допуска на изготовление детали по формулам (113) и (114)

$$l_{n2} = (l + 0,5\Delta) - z_n = (14 + 0,5 \cdot 0,24)_{-0,035} = 14,12_{-0,035} \text{ мм.};$$

$$l_{n2} = (l + 0,5\Delta + z_n)^{+h_m} = (14 + 0,5 \cdot 0,24 + 1,08)^{+0,035} = 15,2^{+0,035} \text{ мм.}$$



Черт. 5

Профиль матрицы и пуансона

В разделе «Расчет операционных размеров детали» определен радиус закругления матрицы

$$R_{m1} = R_{m2} = 2,2 \text{ мм (черт. 5, а и б).}$$

Радиус закругления пуансона для 1-й вытяжки принят равным расчетному радиусу матрицы, т. е.

$$R_{n1} = 2,2 \text{ мм.}$$

Радиус закругления пуансона для 2-й вытяжки должен соответствовать радиусу закругления готовой детали, т. е.

$$R_{n2} = 2 \text{ мм.}$$

Высоту пояса h определяем по формуле (117):

$$\text{1-я операция: } h_1 = 7s \approx 4 \text{ мм.};$$

$$\text{2-я операция: } h_2 = 5s \approx 3 \text{ мм.}$$

Расчет необходимости прижима

Проверяем необходимость применения прижима заготовки на 1-й вытяжке, используя формулу (63).

Прижим необходим, когда

$$D - d > 22s,$$

Фактически имеем

$$D - d_1 = 30,5 - 16,5 = 14 \text{ мм.};$$

$$22s = 22 \cdot 0,6 = 13,2 \text{ мм, т. е. } D - d > 22s.$$

Следовательно, 1-ю вытяжную операцию производим с применением прижима.
 Проверяем возможность применения для 2-й операции прессы простого действия

$$\frac{s}{d} \cdot 100 = \frac{0,6}{16,5} \cdot 100 = 3,6.$$

Согласно графику, приведенному на черт. 148, вытяжка производится на прессе простого действия.

Подсчет усилия вытяжки

Усилие вытяжки определяем по диаграмме согласно п. 62. 1;

1-я вытяжка: $P_1 \approx 900$ кгс;

2-я вытяжка: $P_2 \approx 300$ кгс.

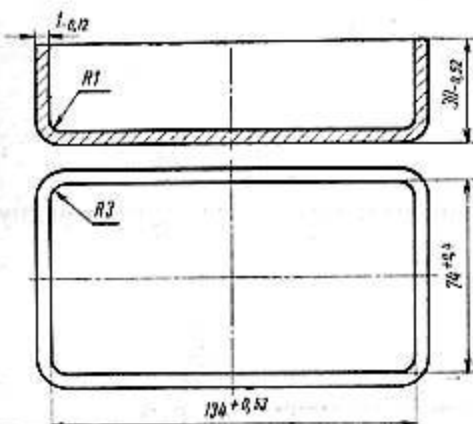
$$\begin{array}{r} \phi 44 + 0,62 \\ 0,5 \\ \hline 31,0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0,62 \\ 0,05 \\ \hline 0,310 \end{array}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 5 к РТМ 34-65

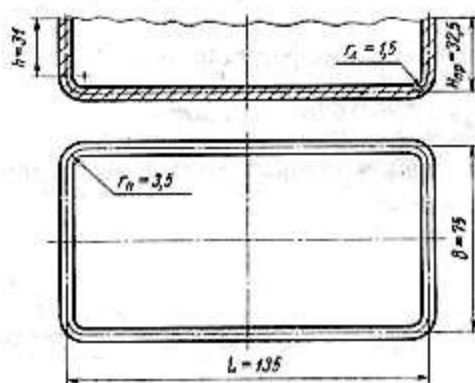
РАСЧЕТ ВЫТЯЖНЫХ ШТАМПОВ ДЛЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Пример 1

Рассчитать штамп для вытяжки прямоугольной детали, изображенной на черт. 1.
 Материал: лист Л62 М1×710×1410 ГОСТ 931-52.



Черт. 1



Черт. 2

Определяем припуск на обрезку по высоте детали.

В соответствии с табл. 78 он составляет 3 мм. Расчет проводим по средней линии (черт. 2).

Отношение высоты детали к ее ширине:

$\frac{H_{пр}}{B} = \frac{32,5}{75} = 0,435$, где $H_{пр}$ — высота детали с припуском на обрезку. Устанавливаем, что деталь относится к типу низких прямоугольных коробок (п. 45. 1. 2).

Определение количества операций

Согласно п. 46 1. 2 и табл. 79 устанавливаем что при

$$\frac{s}{B} \cdot 100 = \frac{1}{75} \cdot 100 = 1,33; \quad \frac{H_{пр}}{r_n} = \frac{32,5}{3,5} = 9,3;$$

$$\frac{L}{B} = \frac{135}{75} = 1,8 \text{ и } \frac{H_{пр}}{B} = \frac{32,5}{75} = 0,435$$

необходима одна операция вытяжки.

Определение формы и размеров плоской заготовки

Расчет размеров плоской заготовки при отношении $\frac{H_{np}}{B} = \frac{32,5}{75} = 0,435$ производим по п. 46.2.2:

а) строим прямоугольник (черт. 3) со сторонами L_0 и B_0 , размеры которых определяем по формулам (66) и (67):

$$L_0 = L + 2H_{np} - 0,86r_a = 135 + 2 \cdot 32,5 - 0,86 \cdot 1,5 = 198,7 \text{ мм},$$

$$B_0 = B + 2H_{np} - 0,86r_a = 75 + 2 \cdot 32,5 - 0,86 \cdot 1,5 = 138,7 \text{ мм};$$

б) вычисляем радиус условной заготовки в углах по формуле (68)

$$R_y = \sqrt{r_n^2 + 2r_n(H_{np} - 0,43r_n)} = \sqrt{3,5^2 + 2 \cdot 3,5(32,5 - 0,43 \cdot 1,5)} = 15,33 \text{ мм};$$

в) определяем увеличенный радиус в углах R_1 по формуле (69) $R_1 = R_y \cdot x$, где x определяем по формуле (70)

$$x = 0,074 \left(\frac{R_y}{2r_n} \right)^2 + 0,982 = 0,074 \left(\frac{15,33}{2 \cdot 3,5} \right)^2 + 0,982 = 1,34;$$

$$R_1 = 15,33 \cdot 1,34 = 20,6 \text{ мм};$$

г) определяем величину h_a и h_b по формулам (71) и (72):

$$h_a = \frac{R_y^2}{L - 2r_n} \cdot y = \frac{15,33^2}{135 - 7} \cdot y = 1,835y;$$

$$h_b = \frac{R_y^2}{B - 2r_n} \cdot y = \frac{15,33^2}{75 - 7} \cdot y = 3,46y;$$

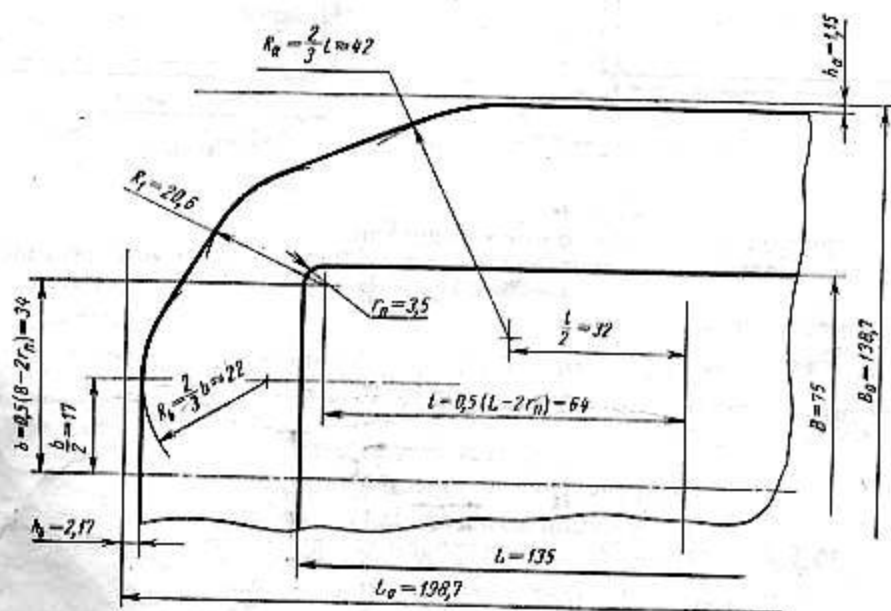
где y находим по формуле (73)

$$y = 0,785(x^2 - 1) = 0,785(1,34^2 - 1) = 0,628;$$

$$h_a = 1,835 \cdot 0,628 = 1,15 \text{ мм};$$

$$h_b = 3,46 \cdot 0,628 = 2,17 \text{ мм};$$

д) строим плавный контур заготовки, сопрягая стороны и дуги в углах дугами радиусов R_a и R_b (черт. 3).



Черт. 3

Расчет исполнительных размеров матриц и пуансонов

Исполнительные размеры матрицы и пуансона (черт. 4) подсчитываем по внутренним размерам детали с учетом допуска на ее изготовление согласно формулам (113) и (114):

$$L_n = (L + 0,5 \Delta)_{- \delta_n} = 134 + 0,5 \cdot 0,5 = 134,25_{-0,080} \text{ мм};$$

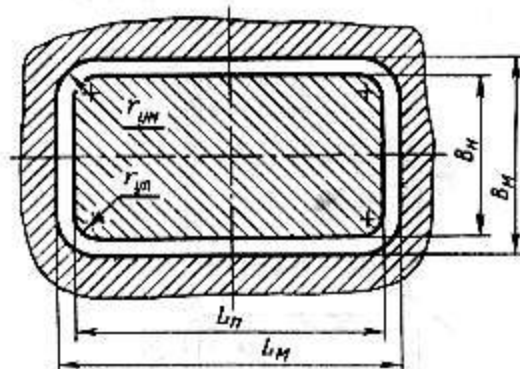
$$B_n = (B + 0,5 \Delta)_{- \delta_n} = 74 + 0,5 \cdot 0,5 = 74,25_{-0,060} \text{ мм};$$

$$L_m = (L_n + z)_{+ \delta_m} = 134,25 + 1,68 = 135,93_{+0,080} \text{ мм};$$

$$B_m = (B_n + z)_{+ \delta_m} = 74,25 + 1,68 = 75,93_{+0,060} \text{ мм}.$$

Здесь $\frac{z}{2}$ — односторонний зазор на прямом участке (табл. 89), равный $0,95s = 0,95 \cdot 0,88 = 0,84$ мм.

Радиусы угловых участков матриц и пуансонов (черт. 4) согласно формулам (111,а) и (112,а) подсчитываем по радиусам сопряжения боковых стенок с учетом зазора.



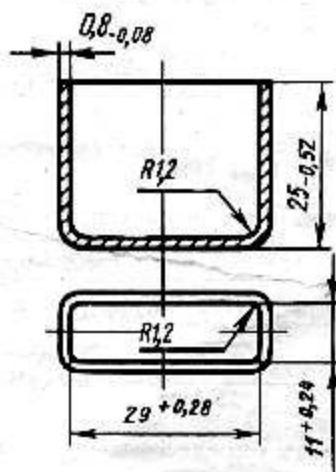
Черт. 4

$$r_{yn} = r_n + 0,5 \Delta = 3 + 0,5 \cdot 0,5 = 3,25 \text{ мм};$$

$$r_{ym} = r_{yn} + \frac{z_{yyn}}{2} = (r_{yn} + 1,04 \cdot s) = 3,25 + 1,04 \cdot 0,88 = 4,185 \approx 4,2 \text{ мм}.$$

Пример 2

Расчитать штампы для вытяжки прямоугольной детали, изображенной на черт. 5. Материал: АМцА-М-0,8 ГОСТ 1946—50.



Черт. 5

Определяем припуск на обрезку по высоте детали. В соответствии с данными табл. 78 припуск на обрезку составляет 3 мм.

Отношением высоты детали к ее ширине (черт. 6)

$$\frac{H_{\text{пр}}}{B} = \frac{27,6}{11,8} = 2,34$$

устанавливаем, что деталь относится к типу высоких прямоугольных коробок (п. 45. 1. 2).

Определение количества операций

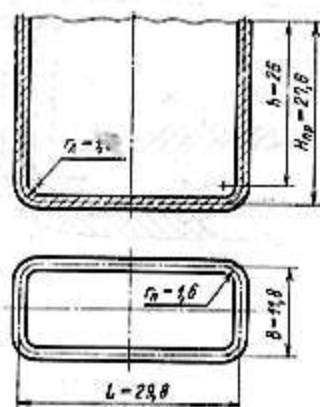
Перед определением количества операций устанавливаем размеры детали по средней линии (черт. 6).

Устанавливаем по данным табл. 79, что при отношении:

$$\frac{L}{B} = \frac{29,8}{11,8} = 2,5; \quad \frac{100 s}{B} = \frac{100 \cdot 0,8}{11,8} = 0,66;$$

$$\frac{H_{\text{пр}}}{r_n} = \frac{27,6}{1,6} = 17,25 \quad \text{и} \quad \frac{H_{\text{пр}}}{B} = 2,17$$

деталь не может быть изготовлена в одну операцию (п. 46. 1. 2).



Черт. 6

Количество операций вытяжки устанавливаем в соответствии с табл. 82, для чего находим относительную толщину условной заготовки и суммарный коэффициент вытяжки.

Относительная толщина условной заготовки рассчитывается по формуле, приведенной в табл. 81

$$\begin{aligned} s_y &= \frac{100 s}{1,13 F} = \frac{100 s}{1,13 \sqrt{LB - 0,86 r_n^2 + 2(L + B - 0,86 r_n)(H_{\text{пр}} - 43 r_n)}} = \\ &= \frac{100 \cdot 0,8}{1,13 \sqrt{29,8 \cdot 11,8 - 0,86 \cdot 1,6^2 + 2(29,8 + 11,8 - 0,86 \cdot 1,6)(27,2 - 0,43 \cdot 1,6)}} = \\ &= \frac{80}{1,13 \sqrt{2484}} = 1,41 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Суммарный коэффициент вытяжки вычисляется по формуле, приведенной в табл. 81

$$\begin{aligned} m_c &= \frac{L + B - 0,86 r_n}{1,75 \sqrt{F}} = \frac{L + B - 0,86 r_n}{1,75 \sqrt{LB - 0,86 r_n^2 + 2(L + B - 0,86 r_n)(H_{\text{пр}} - 0,43 r_n)}} = \\ &= \frac{29,8 + 11,8 - 0,86 \cdot 1}{1,75 \sqrt{2484}} \approx 0,46. \end{aligned}$$

Согласно полученным результатам определяем по табл. 81, что деталь должна изготовиться за две операции.

По п. 45. 1. 3 определяем величину R_k — критический радиус вытяжки: $R_k = 0,1 \sqrt{H_{\text{пр}} B} = 0,1 \sqrt{27,5 \cdot 11,8} = 1,803 \text{ мм}$, т. е. $r_n > R_k$. Дополнительная 3-я вытяжка не нужна.

Определение формы и размеров плоской заготовки

В соответствии с п. 47.2.2, плоская заготовка имеет форму овала (черт. 7), оси которого определяются по формулам (82) и (82а):

$$L_0 = \sqrt{1,27F + 0,5C^2} = \sqrt{1,27F + 0,5(L - B)(L + B - 0,76r_n)} = \\ = \sqrt{1,27 \cdot 2484 + 0,5(29,8 - 11,8)(29,8 + 11,8 - 0,76 \cdot 1,6)} = 59,3 \text{ мм};$$

$$B_0 = \sqrt{1,27F - 0,5C^2} = \sqrt{1,27 \cdot 2484 - 0,5(29,8 - 11,8)(29,8 + 11,8 - 0,76 \cdot 1,6)} = 52,8 \text{ мм}.$$

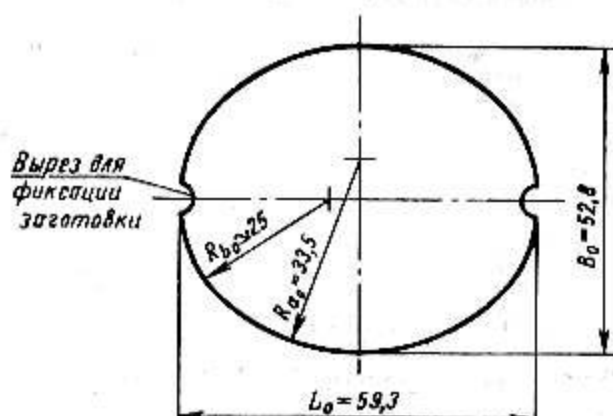
Определяем величину C — расстояние между фокусами эллипса с осями овала по формуле (83)

$$C = \sqrt{(L - B)(L + B - 0,76r_n)} = \sqrt{18 \cdot (41,6 - 1,2)} = 26,95 \text{ мм}.$$

Радиусы овала заготовки рассчитываем по формулам (84) и (84а)

$$R_{b_0} = \frac{0,707 B_0}{\sqrt{\left(\frac{L_0}{B_0}\right)^2 + 1}} = \frac{0,707 \cdot 52,8}{\sqrt{\left(\frac{59,3}{52,8}\right)^2 + 1}} \approx 25 \text{ мм};$$

$$R_{a_0} = \frac{0,25(L_0^2 + B_0^2) - L_0 R_{b_0}}{B_0 - 2R_{b_0}} = \frac{0,25(59,3^2 + 52,8^2) - 59,3 \cdot 25}{52,8 - 2 \cdot 25} = 33,5 \text{ мм}.$$



Черт. 7

Определение формы и размеров заготовки на промежуточных операциях

Начинаем расчет заготовки с предпоследней, в данном случае с 1-й операции. Форма заготовки в плане представляет собой овал (черт. 8), оси которого определяем по формулам (86) и (86а)

$$L_{n-1} = L_1 = L - B + 2(0,707B - 0,26r_n) = 29,8 - 11,8 + 2(0,707 \cdot 11,8 - 0,26 \cdot 1,6) = 33,8 \text{ мм};$$

$$B_{n-1} = B_1 = \sqrt{L_{n-1}^2 - (L - B)(L + B - 0,76r_n)} = \\ = \sqrt{33,8^2 - (29,8 - 11,8)(29,8 + 11,8 - 0,76 \cdot 1,6)} = 20,4 \text{ мм}.$$

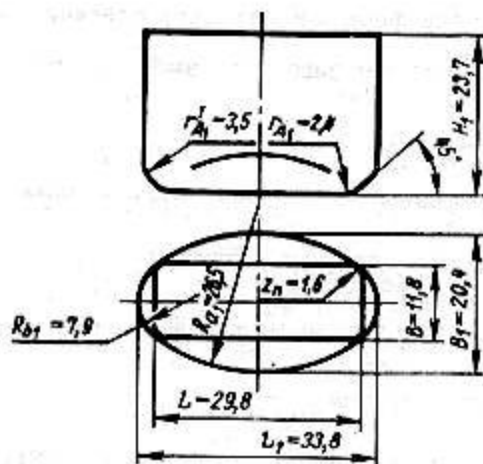
Радиусы закругления овала на 1-й операции определяем по формулам (86б) и (87)

$$R_{b_{n-1}} = R_b = 0,707B - 0,26r_n = 0,707 \cdot 11,8 - 0,26 \cdot 1,6 = 7,9 \text{ мм};$$

$$R_{a_{n-1}} = R_{a_1} = \frac{0,25(L_{n-1}^2 + B_{n-1}^2) - L_{n-1} \cdot R_{b_{n-1}}}{B_{n-1} - 2R_{b_{n-1}}} = \frac{0,25(33,8^2 + 20,4^2) - 33,8 \cdot 7,9}{20,4 - 2 \cdot 7,9} = 26,5 \text{ мм}.$$

Высота вытяжки на предпоследней операции рассчитывается по формуле (88)

$$H_{n-1} = H_1 = 0,86 \cdot H_{np} = 0,86 \cdot 27,6 = 23,7 \text{ мм}.$$



Черт. 8

В соответствии с п. 47.4.7 контур дна вытяжки на 1-й операции выполняем по контуру дна готовой детали (размеры L , B и r_n на черт. 6). Для перехода от контура дна к расчетным размерам предусматриваем в вытяжке скос под углом 45° . Радиусы сопряжения дна и боковой стенки назначаем в соответствии с п. 47.4.8: $r_o = 2,4$ мм и $r'_o = 3,5$ мм.

Расчет исполнительных размеров матрицы и пуансона

Исполнительные размеры матриц и пуансонов для 1-й операции (черт. 9) определяем по внутренним размерам заготовок этих же операций:

1-я операция

$$L_{n1} = 33_{-0,050} \text{ мм};$$

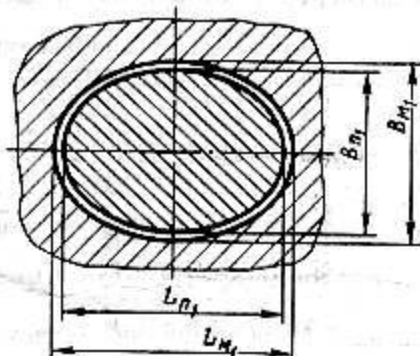
$$B_{n1} = 19,6_{-0,015} \text{ мм};$$

$$L_{u1} = L_{n1} + z_1 = 33 + 1,34 = 34,34_{+0,050} \text{ мм};$$

$$B_{u1} = B_{n1} + z_1 = 19,6 + 1,34 = 20,94_{+0,045} \text{ мм}.$$

Здесь $\frac{z_1}{2}$ — односторонний зазор на прямом участке (табл. 89) с учетом допуска $0,08$ мм на толщину материала (ГОСТ 1946—50).

$$\frac{z_1}{2} = s = 0,8 - 0,08 = 0,72 \text{ мм}.$$



Черт. 9

Исполнительные размеры матрицы и пуансона на окончательной (2-й) операции (черт. 10) согласно формулам (113) и (114), подсчитываем по внутренним размерам детали с учетом допуска на ее изготовление

$$L_{n2} = (L + 0,5\Delta)_{-\delta_n} = 29 + 0,5 \cdot 0,28 = 29,14_{-0,015} \text{ мм};$$

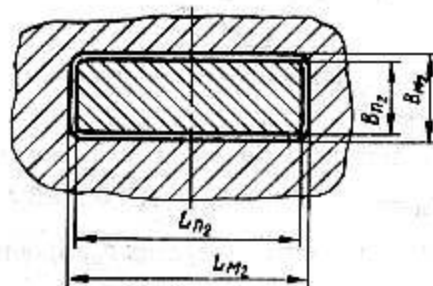
$$B_{n2} = (B + 0,5\Delta)_{-\delta_n} = 11 + 0,5 \cdot 0,24 = 11,12_{-0,035} \text{ мм};$$

$$L_{M2} = (L_{D2} + z_2)^{+0,050} = 29,14 + 1,36 = 30,50^{+0,050} \text{ мм};$$

$$B_{M2} = (B_{D2} + z_2)^{+0,035} = 11,12 + 1,36 = 12,48^{+0,035} \text{ мм}.$$

Здесь $\frac{z_2}{2}$ — односторонний зазор на прямом участке, равный 0,95

$$\frac{z_2}{2} = 0,95 \cdot 0,72 = 0,68 \text{ мм}.$$



Черт. 10

Полученные исполнительные размеры матрицы и пуансона приведены в таблице.

мм

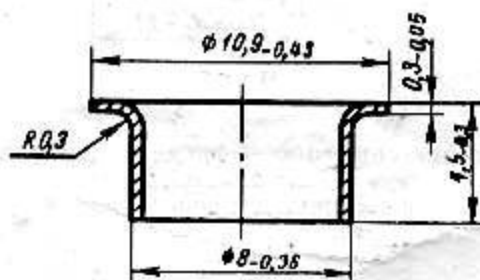
Номер операции	L_M	B_M	L_D	B_D
1-я	$34,36^{+0,050}$	$20,96^{+0,045}$	$33_{-0,050}$	$19,6_{-0,045}$
2-я	$30,50^{+0,050}$	$12,48^{+0,035}$	$29,14_{-0,045}$	$11,12_{-0,035}$

ПРИЛОЖЕНИЕ 6 к РТМ 34—65

РАСЧЕТ ШТАМПА ДЛЯ ВЫТЯЖКИ ДЕТАЛИ В ЛЕНТЕ С НАДРЕЗКОЙ

Определить размеры многооперационной вытяжки детали, изображенной на черт. 1, а также ширину ленты и размеры надрезок.

Материал: АМцА-М-0,3 ГОСТ 1946—50

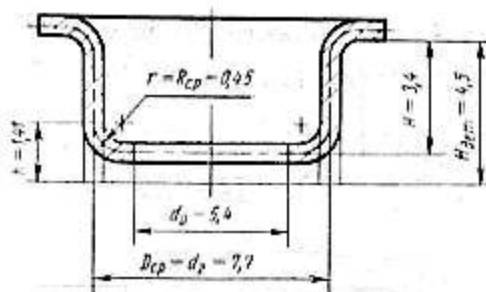


Черт. 1

Определение размеров последней вытяжки

Определяем по формуле (146) максимально допустимую высоту разбортовки h (черт. 2). Для этого задаемся приближенным значением коэффициента разбортовки $K=0,7$.

$$h = D_{cp} \frac{1-K}{2} + 0,57 R_{cp} = 7,7 \frac{1-0,7}{2} + 0,57 \cdot 0,45 = 1,41 \text{ мм}.$$



Черт. 2

Определяем полную высоту детали H на последней операции вытяжки

$$H = H_{дет} - h + R = 4,5 - 1,41 + 0,3 = 3,4 \text{ мм.}$$

Определяем по формуле (147) диаметр отверстия d_0 , пробиваемого в дне, под разбортовку (черт. 2)

$$d_0 = D_{ср} + 1,14R_{ср} - 2h = 7,7 + 1,14 \cdot 0,45 - 2 \cdot 1,41 = 5,4 \text{ мм.}$$

Определение диаметра заготовки D_3 с учетом припуска на обрезку

Рассчитываем по табл. 67 диаметр заготовки D'_3 без учета припуска на обрезку (черт. 3).

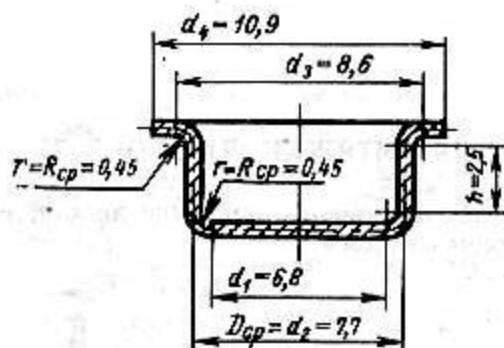
$$D'_3 = \sqrt{d_1^2 + 4d_2 \cdot h + 2\pi r(d_1 + d_2) + 4\pi r^2 + d_1^2 - d_3^2} =$$

$$= \sqrt{6,8^2 + 4 \cdot 7,7 \cdot 2,5 + 2 \cdot 3,14 \cdot 0,45(6,8 + 7,7) + 4 \cdot 3,14 \cdot 0,45^2 + 10,9^2 - 8,6^2} = 14,53 \text{ мм.}$$

Определяем по формуле (126) диаметр заготовки D_3 при вытяжке с надрезкой

$$D_3 = D'_3 \alpha = 14,53 \cdot 1,1 = 16 \text{ мм.}$$

Коэффициент $\alpha = 1,1$ принимается по табл. 107.



Черт. 3

Определение общего коэффициента вытяжки $m_{общ}$

Для определения возможности вытяжки данной детали в ленте вычисляем по формуле (125) общий коэффициент вытяжки $m_{общ}$

$$m_{общ} = \frac{d_2}{D_3} = \frac{7,7}{16} = 0,49.$$

Так как полученный общий коэффициент вытяжки $m_{общ} = 0,49$ больше допускаемого $m_{общ. доп.} = 0,2 - 0,25$, приведенного в табл. 106, вытяжка данной детали в ленте возможна.

Согласно формуле (122) вытяжку следует производить в ленте с надрезами, так как

$$\frac{D_{ф}}{d_{ин}} > 1,2;$$

$$\frac{D_{ф}}{d_{ин}} = \frac{10,9}{7,4} = 1,47.$$

Определение диаметра фланца детали $D'_ф$ с припуском на обрезку (черт. 4)

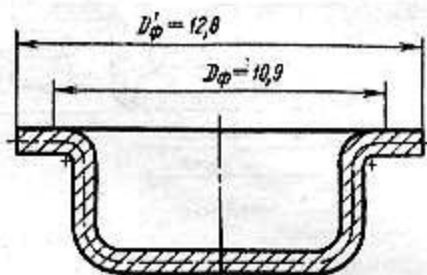
Определяем площадь припуска на обрезку f

$$f = \frac{\pi D_3^2}{4} - \frac{\pi D'_3{}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 16^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 14,53^2}{4} = 35,23 \text{ мм}^2.$$

Определяем диаметр фланца $D'_ф$ с припуском на обрезку:

$$D'_ф = \sqrt{D_ф^2 + \frac{4}{\pi} f} = \sqrt{10,9^2 + \frac{4}{3,14} \cdot 35,23} = 12,78 \text{ мм}.$$

Округляя, принимаем $D'_ф = 12,8 \text{ мм}$.



Черт. 4

Расчет размеров вытяжки 1-й, 2-й и 3-й операций

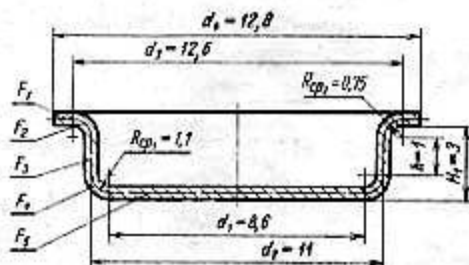
Определяем диаметры

$$d_1 = D_3 \cdot m_1 = 16 \cdot 0,67 \approx 11 \text{ мм};$$

$$d_2 = d_1 \cdot m_2 = 11 \cdot 0,78 \approx 9 \text{ мм};$$

$$d_3 = d_2 \cdot m_3 = 9 \cdot 0,8 \approx 7,7 \text{ мм}.$$

Коэффициенты вытяжки m_1 , m_2 , и m_3 приняты по табл. III. Определяем высоту H_1 1-й вытяжки (черт. 5).



Черт. 5

Радиус пуансона определяем по формуле (130): $R_{сп1} = 3s = 3 \cdot 0,3 = 0,9 \text{ мм}$.

Радиус по средней линии $R_{сп1} = 0,9 + 0,15 = 1,05 \approx 1,1 \text{ мм}$.

Радиус матрицы определяем по формуле (131): $R_{сп2} = 2s = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ мм}$.

Радиус по средней линии $R_{сп2} = 0,6 + 0,15 = 0,75 \text{ мм}$.

$$F_1 = \frac{\pi}{4} (d_4^2 - d_3^2) = \frac{3,14}{4} (12,8^2 - 12,6^2) = 3,987 \text{ мм}^2;$$

$$F_2 = \frac{\pi R_{сп2}}{2} (\pi \cdot d_3 - 4 R_{сп2}) = \frac{3,14 \cdot 0,75}{2} (3,14 \cdot 12,6 - 4 \cdot 0,75) = 45,672 \text{ мм}^2;$$

$$F_3 = \pi d_2 h = 3,14 \cdot 11 h = 34,54 h;$$

$$F_4 = \frac{\pi R_{сп1}}{2} (\pi d_1 + 4 R_{сп1}) = \frac{3,14 \cdot 1,1}{2} (3,14 \cdot 8,6 + 4 \cdot 1,1) = 59,918 \text{ мм}^2;$$

$$F_5 = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 = \frac{3,14}{4} \cdot 8,6^2 = 58,058 \text{ мм}^2;$$

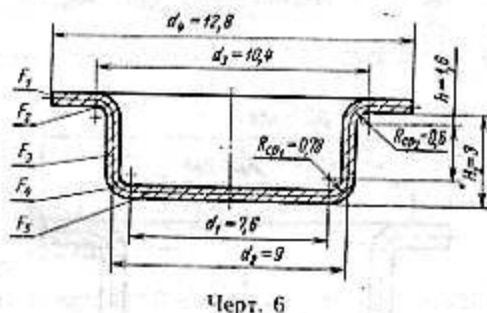
$$\frac{\pi D_3^2}{4} = \Sigma F;$$

$$201 = 3,987 + 45,672 + 34,54h + 59,918 + 58,058;$$

$$h = \frac{201 - 167,635}{34,54} \approx 1,0 \text{ мм};$$

$$H_1 = h + R_{cp1} + R_{cp2} = 1 + 1,1 + 0,75 = 2,85 \approx 3 \text{ мм}.$$

Определим высоту H_2 и радиусы по средней линии R_{cp1} и R_{cp2} на 2-ом переходе (черт. 6).



$$R_{n2} = 0,7 R_{n1} = 0,7 \cdot 0,9 = 0,63 \text{ мм};$$

$$R_{cp1} = 0,63 + 0,15 = 0,78 \text{ мм};$$

$$R_{n2} = 0,75 R_{n1} = 0,75 \cdot 0,6 = 0,45 \text{ мм};$$

$$R_{cp2} = 0,45 + 0,15 = 0,6 \text{ мм};$$

$$F_1 = \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_3^2) = \frac{3,14}{4} (12,8^2 - 10,4^2) = 43,708 \text{ мм}^2;$$

$$F_2 = \frac{\pi}{2} R_{cp2} (\pi \cdot d_3 - 4 R_{cp2}) = \frac{3,14 \cdot 0,7}{2} (3,14 \cdot 10,4 - 4 \cdot 0,6) = 32,811 \text{ мм}^2;$$

$$F_3 = \pi d_2 h = 3,14 \cdot 9 h = 28,26 h;$$

$$F_4 = \frac{\pi}{2} \cdot R_{cp1} (\pi d_1 + 4 R_{cp1}) = \frac{3,14 \cdot 0,78}{2} (3,14 \cdot 7,6 + 4 \cdot 0,78) = 29,304 \text{ мм}^2;$$

$$F_5 = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 = \frac{3,14}{4} \cdot 7,6^2 = 45,341 \text{ мм}^2;$$

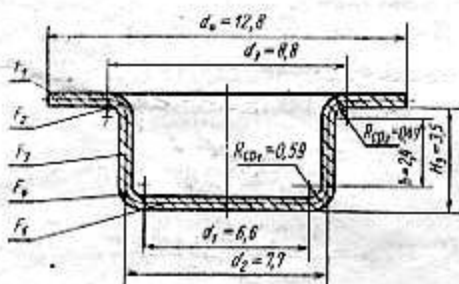
$$\frac{\pi D^2}{4} = \Sigma F;$$

$$201 = 43,71 + 32,81 + 28,26h + 29,30 + 45,34;$$

$$h = \frac{201 - 151,16}{28,26} = \frac{49,9}{28,26} \approx 1,6 \text{ мм};$$

$$H_2 = h + R_{cp1} + R_{cp2} = 1,6 + 0,78 + 0,6 = 2,98 \approx 3 \text{ мм}.$$

Определяем высоту H_3 3-й вытяжки (черт. 7).



Черт. 7

Определяем по формулам (132 и (133) радиусы по средней линии R_{cp1} и R_{cp2} на 3-ем переходе (черт. 7)

$$R_{n3} = 0,7 R_{n2} = 0,7 \cdot 0,63 = 0,44 \text{ мм};$$

$$R_{cp1} = 0,44 + 0,15 = 0,59 \text{ мм};$$

$$R_{n2} = 0,75 R_{n1} = 0,75 \cdot 0,45 = 0,34 \text{ мм};$$

$$R_{cp2} = 0,34 + 0,15 = 0,49 \text{ мм};$$

$$F_1 = \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_3^2) = \frac{3,14}{2} (12,8^2 - 8,8^2) = 67,824 \text{ мм}^2;$$

$$F_2 = \frac{\pi}{2} R_{cp2} (\pi d_3 - 4 R_{cp2}) = \frac{3,14 \cdot 0,49}{2} (3,14 \cdot 8,8 - 4 \cdot 0,49) = 21,060 \text{ мм}^2;$$

$$F_3 = \pi d_3 h = 3,14 \cdot 7,7 h = 24,178 h;$$

$$F_4 = \frac{\pi}{2} R_{cp1} (\pi d_1 + 4 R_{cp1}) = \frac{0,59 \cdot 3,14}{2} (3,14 \cdot 6,6 + 4 \cdot 0,59) = 19,794 \text{ мм}^2;$$

$$F_5 = \frac{\pi}{4} d_1^2 = \frac{3,14}{4} \cdot 6,6^2 = 34,194 \text{ мм}^2;$$

$$\frac{\pi D_3^2}{4} = \Sigma F;$$

$$201 = 67,824 + 21,969 + 24,178 h + 19,794 + 34,194;$$

$$h = \frac{201 - 143,782}{24,178} = 2,4 \text{ мм};$$

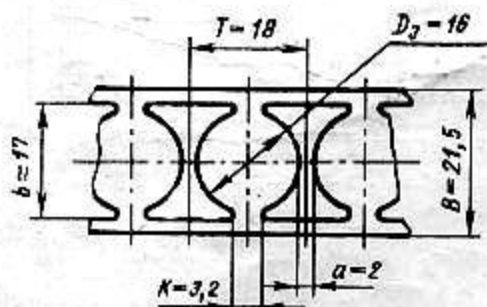
$$H_3 = h + R_{cp1} + R_{cp2} = 2,4 + 0,59 + 0,49 \approx 3,5 \text{ мм}.$$

Результаты расчетов сведены в таблицу.

Размеры в мм

Операция	Коэффициент вытяжки, m	Диаметр D_{cp}	Радиус матрицы $R_{м}$	Радиус пуансона $R_{п}$	
1-я	Вытяжка	0,67	11,0	0,6	1,1
2-я	Вытяжка	0,78	9,0	0,45	0,63
3-я	Вытяжка	0,80	7,7	0,34	0,44
4-я	Калибровка	—	7,7	0,30	0,30

Расчет размеров надрезки и ширины ленты



Черт. 8

По формуле (127) определяем ширину надрезки b (черт. 8).

$$b = D_3 \beta = 16 \cdot 1,07 \approx 17 \text{ мм.}$$

Ширину ленты B определяем по формуле (128)

$$B = b + \gamma s = 17 + 15 \cdot 0,3 = 21,5 \text{ мм.}$$

Коэффициенты β и γ приведены в табл. 108.

Шаг подачи T определяем по формуле (129)

$$T = D_3 + a = 16 + 2 = 18 \text{ мм.}$$

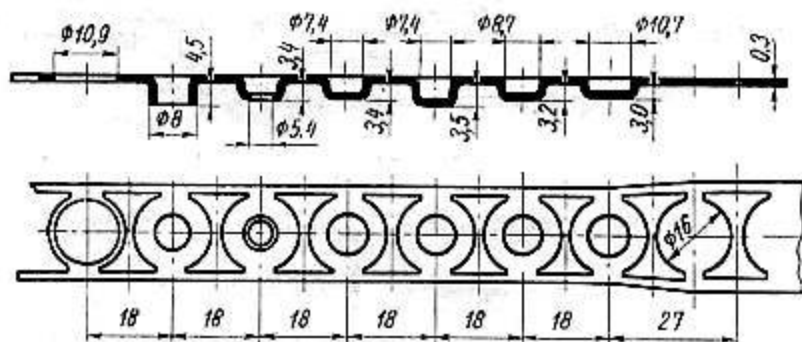
где ширина перемычки a определяется по табл. 108.

$$a = 3s = 3 \cdot 0,3 = 0,9 \text{ мм.}$$

Принимаем $a = 2 \text{ мм.}$

Радиус закруглений R на вырезах принимаем равным $0,5 \text{ мм.}$

Вычерчиваем раскрой полосы (черт. 9).



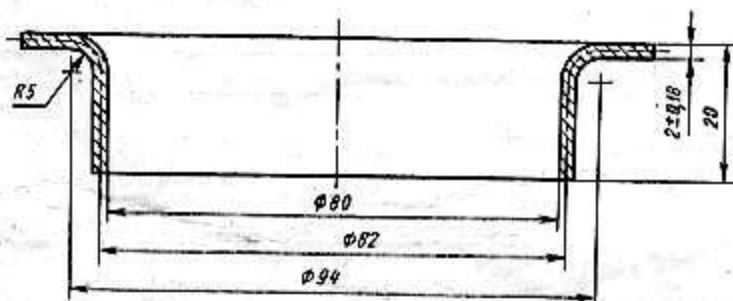
Черт. 9

ПРИЛОЖЕНИЕ 7 к РТМ 34-65

РАСЧЕТ РАЗБОРТОВКИ ОТВЕРСТИЯ

Требуется изготовить деталь, показанную на черт. 1.

Материал: лист — $\frac{82,0 \times 1000 \times 2000 \text{ ГОСТ } 3680-57}{\text{III Г10 ГОСТ } 914-56}$.



Черт. 1

а) определяем диаметр отверстия под разбортовку d_0 по формуле (145)

$$d_0 = D_1 - \pi \left(R_n + \frac{s}{2} \right) - 2h = 94 - 3,14 \left(5 + \frac{2}{2} \right) - 2(20 - 7) = 49,16 \text{ мм.}$$

б) определяем по табл. 113 методом интерполирования допускаемый коэффициент разбортовки $K_{\text{доп}}$.

При отношении $\frac{d_0}{s} = \frac{49,16}{2} \approx 25$, применим пунсона со сферической рабочей частью и пробивке отверстия d_0 в штампе

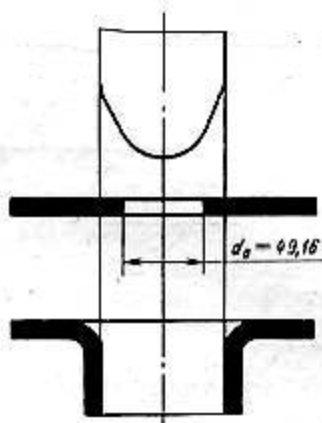
$$K_{\text{лон}} = 0,52 + \left[(25 - 20) : \left(\frac{35 - 20}{0,57 - 0,52} \right) \right] = 0,52 + 0,02 = 0,54;$$

в) определяем коэффициент разбортовки K по формуле (143)

$$K = \frac{d_0}{D_{\text{ср}}} = \frac{49,16}{82} \approx 0,60$$

и проверяем:

$K > K_{\text{лон}}$, следовательно, разбортовка осуществима.



Черт. 2

ПРИЛОЖЕНИЕ 8 к РТМ 34-65

ОТЖИГ ПРИ ВЫТЯЖКЕ

В процессе вытяжки происходит упрочнение материала, изменение структуры, которое влечет за собой снижение его пластических свойств. Поэтому для восстановления пластических свойств металла необходимо применять межоперационный отжиг. Рекомендуемые режимы отжига приведены в таблице*.

Наименование и марка материала	Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Метод охлаждения
Сталь 08; 10; 15; Ст. 0; Ст. 1 и Ст. 2 толщиной до 5 мм	760—780	20—40	На воздухе
То же, толщиной более 5 мм	900—920	20—40	То же
Сталь 20; 25; 30; Ст. 3; Ст. 4	700—720	60	Вместе с печью
Сталь 30ХГСА	650—700	12—18	На воздухе
Сталь Х18Н9Т	1130—1170	30	Закалка при $s < 1$ мм на воздухе, при $s > 1$ мм—в воде

* Рекомендуемые режимы отжига для титановых сплавов приведены в табл. 36 настоящего руководящего технического материала.

Наименование и марка материала	Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин	Метод охлаждения
Медь М1; М2	600—650	30	На воздухе
Латунь Л62; Л68	650—700	15—30	
Алюминий А; АМГ; АМЦ	300—350	30	До 250°С с печью, далее на воздухе
Дюралюминий Д1; Д6; Д16	350—400	30	

ПРИЛОЖЕНИЕ 9 к РТМ 31—65

ТРАВЛЕНИЕ

Травление применяется для удаления окалины после термообработки штампуемых листовых изделий, а также для подготовки поверхности к различным покрытиям. Рекомендуемые составы травильных растворов для различных металлов приведены в таблице. Для ускорения процесса травильные растворы подогреваются до 60—65°С. Перед травлением необходимо обезжирить изделия в щелочном растворе. После травления необходима тщательная промывка до полного удаления кислоты.

Наименование материала	Состав растворов	Содержание по весу, %	Примечание
Сталь малоуглеродистая	Серная или соляная кислота	15—20	—
	Вода промышленного назначения*	Остальное	
Сталь высокоуглеродистая	Серная кислота	10—15	—
	Вода промышленного назначения*	Остальное	
	Едкий натр или едкое кали	50—10	Для промывки после травления
	Вода промышленного назначения*	Остальное	
Сталь нержавеющая	Азотная кислота (40° Боме)	10	Для получения блестящей поверхности
	Соляная кислота (19° Боме)	1—2	
	Сульфидированный клей	0,1	
	Вода промышленного назначения*	Остальное	

* По техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.

Наименование материала	Состав растворов	Содержание по весу, %	Примечание	
Медь и ее сплавы	Азотная кислота (6° Боме)	98	Предварительное травление	
	Соляная кислота	1		
	Сажа	1		
	Медь и ее сплавы	Азотная кислота (40° Боме)	42,6	Блестящее травление
		Серная кислота	56,8	
		Соляная кислота	0,6	
Алюминий и цинк	Едкий натр или едкое кали	10—20	Матовое травление	
	Вода промышленного назначения*	Остальное		
	Поваренная соль	10—15		
	Вода промышленного назначения*	Остальное		
	Соляная кислота	5—10		
	Вода промышленного назначения*	Остальное		

* По техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10 к РТМ 34—65

СМАЗКА ПРИ ВЫТЯЖКЕ

Смазки и покрытия применяются для снижения усилия вытяжки и получения хорошего качества поверхности детали при предельном значении коэффициента вытяжки.

Применение смазки и покрытия способствует повышению стойкости штампа (табл. 1, 2 и 3).

Рекомендуемые смазки для вытяжки без утонения

Таблица 1

Наименование материалов	Состав смазок	Содержание компонентов по весу, %	Номера стандартов и технических условий	Примечания
Сталь малоуглеродистая	Масло индустриальное 20	43	ГОСТ 1707—51	Серу вводить в виде тонко измельченного порошка
	Жиры морских млекопитающих и рыб технические	8	ГОСТ 1304—60	
	Графит П	15	ГОСТ 8295—57	

Наименование материалов	Состав смазок	Содержание компонентов по весу, %	Номера стандартов и технических условий	Примечания
Сталь малоуглеродистая	Кислота олеиновая техническая	8	ГОСТ 7580—55	Серу вводить в виде тонко измельченного порошка
	Сера	5	ТУ МХП-ОШ 131—55	
	Мыло зеленое*	6	—	
	Вода промышленного назначения*	15	—	
	Масло промышленное 20	40	ГОСТ 1707—51	
	Смазка УСс (солидол синтетический)	40	ГОСТ 4366—64	
	Тальк молотый	11	ГОСТ 879—52	
	Сера	8	ТУ МХП-ОШ 131—55	
	Спирт этиловый технический	1	ГОСТ 8314—57	
	Масло промышленное 20	20	ГОСТ 1707—51	
	Смазка УСс (солидол синтетический)	40	ГОСТ 4366—64	
	Графит П	20	ГОСТ 1295—57	
	Сера	7	ТУ МХП-ОШ 131—55	
	Спирт этиловый технический	1	ГОСТ 8314—57	
	Вода промышленного назначения*	12	—	
	Масло промышленное 20	33	ГОСТ 1707—51	
	Масло касторовое сульфированное	1,5	ГОСТ 6990—54	
	Жиры морских млекопитающих и рыб технические	1,2	ГОСТ 1304—60	
	Мел	45,0	ГОСТ 1498—64	Смазка легко удаляется. Применяется для тяжелых работ
	Кислота олеиновая техническая	5,6	ГОСТ 7580—55	
Натр едкий технический	0,7	ГОСТ 2263—59		
Вода промышленного назначения*	13,0	—		

* По техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.

Наименование материалов	Состав смазок	Содержание компонентов по весу, %	Номера стандартов и технических условий	Примечания
Сталь малоуглеродистая	Мыло зеленое*	20	—	Мыло растворить в воде при 60–70°C
	Вода промышленного назначения*	80		
	Эмульсол	37	ГОСТ 1975–53	Смазка может быть улучшена добавлением 3% сульфированного касторового масла
	Мел	45	ГОСТ 1498–64	
	Сода кальцинированная	1,3	ГОСТ 5100–64	
	Вода промышленного назначения*	16,7	—	—
	Смазка УИ (вазелин технический)	80	ГОСТ 782–59	
	Графит П	20	ГОСТ 8295–57	
	Мел	20	ГОСТ 1498–64	
	Графит П	30	ГОСТ 8295–57	Графит и меловая пудра засыпаются в кипящий мыльный раствор
	Мыло хозяйственное*	1	—	
	Вода промышленного назначения*	49	—	—
	Масло промышленное 20	60,5	ГОСТ 1707–51	
	Тальк молотый	20,0	ГОСТ 879–52	
	Мыло кальцеовое*	11,5	—	
	Мылонафт	8,0	ГОСТ 3853–47	
	Масло промышленное 20	54,0–53,5	ГОСТ 1707–51	
	Тальк молотый	13	ГОСТ 879–52	
	Мылонафт	20	ГОСТ 3853–47	В порошке
	Гипс строительный	2,5–3,0	ГОСТ 125–57	
Мука древесная IV гр. № 180	5,5	ГОСТ 911–62	—	
Каолин	5,0	ОСТ НКТП 2372		

* По техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.

Наименование материалов	Состав смазок	Содержание компонентов по весу, %	Номера стандартов и технических условий	Примечания
Сталь малоуглеродистая	Масло промышленное 20	46,5—46	ГОСТ 1707—51	—
	Тальк молотый	30	ГОСТ 879—52	
	Мылонафт	20	ГОСТ 3853—47	
	Гипс строительный	3,5—4,0	ГОСТ 125—57	В порошке
	Масло промышленное 20	47,5—47	ГОСТ 1707—51	—
	Тальк молотый	25	ГОСТ 879—52	
	Мылонафт	20	ГОСТ 3853—47	
	Гипс строительный	3,5—4,0	ГОСТ 125—57	В порошке
	Сера	4,0	ТУ МХП-ОШ 131—55	—
Алюминий и его сплавы	Масло машинное	80—90	ГОСТ 1707—51	Содержание графита в зависимости от характера вытяжки
	Графит П	20—10	ГОСТ 8295—57	
	Масло соевое	75	ГОСТ 7825—55	Применить смазку при тяжелых операциях глубокой вытяжки
	Вода промышленного назначения*	25	—	
	Глина	0,35	ГОСТ 3226—57	
	Сода кальцинированная	0,3	ГОСТ 5100—64	—
	Мыло хозяйственное*	0,35	—	
	Вода промышленного назначения*	99	—	
	Парафин	50	ГОСТ 784—53	
	Керосин	25	ГОСТ 1842—52	При вытяжке резной внести дополнительно тальк по ГОСТ 879—52 или мел по ГОСТ 1498—64 в количестве до 1,5%
Масло промышленное 20	25	ГОСТ 1707—51		

* По техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.

Наименование материалов	Состав смазок	Содержание компонентов по весу, %	Номера стандартов и технических условий	Примечания
Алюминий и оцинкованная сталь	Масло промышленное 20	25	ГОСТ 1707—51	—
	Кислота олеиновая техническая	4,5	ГОСТ 7580—55	
	Натр едкий технический (25%)	1,0—1,5	ГОСТ 2263—59	
	Тальк молотый	15	ГОСТ 879—52	В порошке
	Вода промышленного назначения*	54,5—54,0	—	—
Латунь, медь и бронза	Мыло хозяйственное*	6—10	—	—
	Вода промышленного назначения*	94—90	—	
	Масло сурепное сырое техническое	100	ОСТ НКХН 314	
	Сода кальцинированная	0,01	ГОСТ 5100—64	
	Мыло хозяйственное*	0,8	—	
	Масло конопляное	0,12	ГОСТ 8989—59	
	Кислота олеиновая техническая	0,12	ГОСТ 7580—55	
	Вода промышленного назначения*	Остальное	—	
Нержавеющая сталь	Графит П	15—25	ГОСТ 8295—57	Содержание графита в зависимости от характера вытяжки
	Вода промышленного назначения*	85—75	—	
Никель и его сплавы	Эмульсол	100	ГОСТ 1975—53	—

* По техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.

Рекомендуемые покрытия и смазки для вытяжки с утонением

Наименование материалов	Покрытия	Смазки после покрытия		Номера стандартов и технических условий
		Компоненты	Содержание по весу, %	
Латунь и биметалл	—	Мыло хозяйственное*	6—10	—
		Вода промышленного назначения	Остальное	
Сталь малоуглеродистая	Меднение М.Б.М. ГОСТ 9791—61	Купорос медный	1,5	ГОСТ 2142—58
		Соль поваренная	1,6	ГОСТ 153—57
		Клей мездровый (столярный)**	66,5	ГОСТ 3252—46
		Кислота серная техническая	2,7	—
		Вода промышленного назначения*	27,7	
	Фосфатирование ФОС.1 ГОСТ 9791—61	Фосфатирование в растворе фосфатнокислых солей с последующим омыванием	—	—
—	Масло касторовое сульфированное	100	ГОСТ 6990—54	

* По техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.

** Клей предварительно растворить в горячей воде, после чего добавить остальные компоненты.

Рекомендуемые смазки при вытяжке и обработке на давильных станках деталей из титановых сплавов

Марка сплава и характер обработки	Наименование смазки	Номера стандартов и технических условий	Примечания
Титановые сплавы BT1 и BT5. Обработка без подогрева	Коллоидно-графитовые препараты водные марок В-0 или В-1	ГОСТ 5245—50	Наносится на поверхность заготовки кистью или пульверизатором. Сушка при 20°C в течение 15—20 сек
	Лак ХВЛ-21	ТУ МХП 2497—51	Удаляется растворением в разжижителе марки Р4 (ТУ МХП 1414—46)
Титановые сплавы BT1 и BT5. Обработка с подогревом	Коллоидно-графитовые препараты водные марок В-0 и В-1	ГОСТ 5245—50	То же
	Лак жаростойкий марки ФГ-9	ТУ МХП 2273—53	Пуансоны и матрицу смазывать раствором масла „Вапор“ в толуоле и ксилоле

НАИМЕНОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ, МАРКИ, НОМЕРА СТАНДАРТОВ НА СОРТАМЕНТ И ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, СОСТОЯНИЕ ПОСТАВКИ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Таблица 1

Стали углеродистые

Наименование материала	Марки	Номера стандартов	Сортамент										Состояние поставки			Механические свойства	
			Полоса		Лист		Лента		Лист		Лента		Временное сопротивление при растяжении $\sigma_{0.2}$, кгс/мм ²	Сопротивление срезу τ_{cp} , кгс/мм ²	$\sigma_{0.2}$, % не менее		
			ГОСТ 82-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 503-41	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5651-57	ГОСТ 2284-43	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 4041-48						
			4-60	4-60	0,05-3,6	0,2-4	4-60	0,10-3	0,2-4	4-30	4-14						
Сталь углеродистая обыкновенного качества Группа А	Ст. 0	ГОСТ 380-60	ГОСТ 500-58	ГОСТ 503-41	ГОСТ 501-58	ГОСТ 914-56	ГОСТ 1577-53	ГОСТ 2284-43	ГОСТ 11268-65	ГОСТ 11269-65	ГОСТ 4041-48	Не менее 32	27	18-22			
	Ст. 1		Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	32-40	27-34	28-33			
	Ст. 2		Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	34-42	29-35	26-31			
	Ст. 3		Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	44-47	37-40	21-25			
	Ст. 4		Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	49-52	42-45	19-23			
	Ст. 5		Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	58-62	49-53	15-19			
Сталь углеродистая качественная конструкционная Группа I	08 кл	ГОСТ 1050-60	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	30	25	35			
	08		Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	33	28	33			
	10 кл		Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	32	27	33			
	10		Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	34	29	31			
	15 кл		Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	35	31	29			
	15		Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	38	32	27			
20 кл	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	39	33	27				

Наименование материала	Марки	Номера стандартов	Сортамент										Механические свойства		
			Полоса		Лист		Лента		Лист		Лист		Временное сопротивление при растяжении σ_b , кгс/мм ²	Сопротивление срезу τ , кгс/мм ²	Относительное удлинение δ_5 , % не менее
			ГОСТ 82-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 503-41	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 2281-43	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 4041-48				
			4-60	4-60	0,05-3,6	0,5-4	0,2-4	4-60	0,10-3	0,2-4	4-30	4-14			
Сталь углеродистая качественная конструкционная Группа I	20		ГОСТ 500-58		ГОСТ 503-41	ГОСТ 501-58	ГОСТ 914-56	ГОСТ 1577-53	ГОСТ 2281-43	ГОСТ 11268-65	ГОСТ 11269-65	ГОСТ 4041-48	42	35	25
	25						X	X	X	X			46	39	23
	30						X	X	X				50	43	21
	35						X	X	X	X			54	46	20
	40						X	X	X				58	49	19
	45						X	X	X				61	52	16
	50	ГОСТ 1050-60					X	X	X				64	54	14
	55												66	56	13
	60												69	59	12
	65												71	61	10
70												73	62	9	

* Меньшие значения относительного удлинения стальной по ГОСТ 380-60 даны для δ_{10} , а большие значения — для δ_5 . Значения относительного удлинения стальной по ГОСТ 1050-60 даны для δ_5 .

Стали качественные, легированные, инструментальные

Наименование материала	Марки	Номера стандартов	Сортамент										Механические свойства												
			Лист		Лента		Лист		Лента		Лист					Временное сопротивление при растяжении $\sigma_{0.2}$, кгс/мм ²	Сопротивление срыву $\sigma_{ср}$, кгс/мм ²	Относительное удлинение δ , % по длине**							
			Толщина s, мм																						
			Технические условия																						
Сталь углеродистая качественная конструкционная Группа II	60Г	ГОСТ 1050-60	ГОСТ 1542-54	ГОСТ 1577-53	ГОСТ 11268-65	ГОСТ 11269-65	ГОСТ 2283-57	ГОСТ 3835-47	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3580-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 2284-43	ГОСТ 3680-57	Отожженная	55-80	47-68	14							
	65Г		ГОСТ 1542-54	ГОСТ 1577-53	ГОСТ 11268-65	ГОСТ 11269-65	ГОСТ 2283-57	ГОСТ 3835-47	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3580-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 2284-43	ГОСТ 3680-57					60-85	51-72	12				
	70Г		ГОСТ 1542-54	ГОСТ 1577-53	ГОСТ 11268-65	ГОСТ 11269-65	ГОСТ 2283-57	ГОСТ 3835-47	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3580-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 2284-43	ГОСТ 3680-57								65-90	55-76	10	
Сталь листовая легированная, конструкционная	25ХГСА	ГОСТ 11268-65 и ГОСТ 11269-65	ГОСТ 1542-54	ГОСТ 1577-53	ГОСТ 11268-65	ГОСТ 11269-65	ГОСТ 2283-57	ГОСТ 3835-47	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3580-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 2284-43	ГОСТ 3680-57	Термически обработанная	50-70	42-60	17							
	30ХГСА		ГОСТ 1542-54	ГОСТ 1577-53	ГОСТ 11268-65	ГОСТ 11269-65	ГОСТ 2283-57	ГОСТ 3835-47	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3580-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 2284-43	ГОСТ 3680-57					50-75	46-64	16				
	Сталь инструментальная углеродистая	У7, У7А	ГОСТ 1435-54	ГОСТ 1542-54	ГОСТ 1577-53	ГОСТ 11268-65	ГОСТ 11269-65	ГОСТ 2283-57	ГОСТ 3835-47	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3580-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 2284-43	ГОСТ 3680-57	Отожженная	65	55	20						
		У8, У8А		ГОСТ 1542-54	ГОСТ 1577-53	ГОСТ 11268-65	ГОСТ 11269-65	ГОСТ 2283-57	ГОСТ 3835-47	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3580-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 2284-43	ГОСТ 3680-57					75	64	10			
		У9, У9А		ГОСТ 1542-54	ГОСТ 1577-53	ГОСТ 11268-65	ГОСТ 11269-65	ГОСТ 2283-57	ГОСТ 3835-47	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3580-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 2284-43	ГОСТ 3680-57								75	64	10
		У10, У10А		ГОСТ 1542-54	ГОСТ 1577-53	ГОСТ 11268-65	ГОСТ 11269-65	ГОСТ 2283-57	ГОСТ 3835-47	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3580-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 2284-43	ГОСТ 3680-57										
У12, У12А	ГОСТ 1542-54	ГОСТ 1577-53	ГОСТ 11268-65	ГОСТ 11269-65	ГОСТ 2283-57	ГОСТ 3835-47	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3580-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 2284-43	ГОСТ 3680-57	—	—	—	—									
У13, У13А	ГОСТ 1542-54	ГОСТ 1577-53	ГОСТ 11268-65	ГОСТ 11269-65	ГОСТ 2283-57	ГОСТ 3835-47	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3580-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 2284-43	ГОСТ 3680-57	—	—	—	—									

Наименование материала	Марки	Номера стандартов	Сортамент						Механические свойства									
			Лист		Лента		Лист	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_{0.2}$, кгс/мм ² *	Сорпоплавение срезу $\sigma_{0.2}$, кгс/мм ² *	Относительное удлинение δ , % не менее**								
			ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57					ГОСТ 2284-43	ГОСТ 3680-57						
			Толщина s, мм						Состояние поставки									
Сталь качественная рессорно-пружинная горячекатаная	60С2	ГОСТ 2052-53	0,2-4	4-60	0,2-4	4-20	0,1-3	0,2-4	Отожженная	90	76	10						
	60С2А		Технические условия										-	-	-			
	65С2ВА		ГОСТ 1542-54	ГОСТ 1577-53	ГОСТ 11268-65	ГОСТ 11269-65	ГОСТ 2283-57	ГОСТ 3836-47								X	X	X
	70С2ХА		-	-	-	-	-	-								X	X	X
Сталь низкоуглеродистая электротехническая тонколистовая	Э	ГОСТ 3836-47							X									
	ЭА								-									
	ЭАА									X	X	X						

* Значения $\sigma_{0.2}$ даны: для сталей ГОСТ 1050-60 и ГОСТ 11268-65 по ГОСТ 1542-54; для сталей ГОСТ 1435-54 и ГОСТ 2052-53 по ГОСТ 2283-57.
 ** Значения относительного удлинения сталей ГОСТ 1050-60 и ГОСТ 11268-65 даны для δ_{10} , а сталей ГОСТ 1435-54 и ГОСТ 2052-53 даны для формы образца по ГОСТ 503-41.

Стали электротехнические, высоколегированные, коррозионностойкие, жаропрочные

Наименование материала	Марки	Номера стандартов и технических условий	Сортамент										Механические свойства					
			Лист					Лента					Состояние поставки	Временное сопротивление при растяжении σ_b , кгс/мм ²	Сопротивление сдвигу $\tau_{ср}$, кгс/мм ²	Относительное удлинение δ_5 , %		
			Толщина s, мм															
			ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 4986-54	ГОСТ 802-58	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 4986-54	ГОСТ 802-58	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 4986-54					ГОСТ 802-58	
		0,8-4,0	4-25	0,5-3,5	0,1-2,0	0,1-1,0	0,8-4,0											
		ГОСТ 5632-61	ГОСТ 7350-55	ЧМТУ 3126-52	ГОСТ 4986-54	ГОСТ 802-58	ЧМТУ 5630-56											
Сталь электротехническая тонколистовая	Э11; Э12; Э21; Э31; Э32; Э310; Э320; Э330; Э330А; Э340; Э370; Э41; Э42; Э43; Э44; Э45; Э46; Э47; Э48	ГОСТ 802-58																
	1X13	X	X	X	X		X											
	2X13	X	X	X	X		X											
	3X13	X		X	X		X											
	4X13	X		X	X		X											
	X17	X	X															
	X25T	X																
	X28	X																
	0X18H10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X18H9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2X18H9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1X17H2	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
0X18H12B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
X18H9T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Стали и сплавы высоколегированные, коррозионностойкие, жаропрочные и жаропрочные (деформируемые)

12X18H10T
12X18H9T

Наименование материала	Марки	Номера стандартов и технических условий	Сортамент										Механические свойства								
			Лист		Лента		Лист		Состояние поставки	Время сопротивления при растяжении $\sigma_{0.2}$, кгс/мм ²	Сопротивление срезу $\sigma_{ср}$, кгс/мм ²	Относительное удлинение $\delta_{5, \%$									
			ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 4986-54	ГОСТ 802-58	ГОСТ 3680-57													
			Толщина s, мм		Технические условия		ЧМТУ														
			ГОСТ 3680-57	ГОСТ 5681-57	ГОСТ 3680-57	ГОСТ 4986-54	ГОСТ 802-58	ГОСТ 3680-57													
			0,8-4,0	4-25	0,5-3,5	0,1-2,0	0,1-1,0	0,8-4,0													
			ГОСТ 5582-61	ГОСТ 7350-55	ЧМТУ 3126-52	ГОСТ 4986-54	ГОСТ 802-58	ЧМТУ 5620-56													
Стали и сплавы высоколегированные, коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные (деформируемые)	X17H13M2T	ГОСТ 5632-61	X	X	-	-	-	-	-	-	-	54	46	35	Марки	54	46	35			
	X17H13M3T		X	X	X	-	-	-	-	-	-	65	55	40		65	55	40			
	2X13H4Г9		X										55	47		35	55	47	35		
	X23H13		X										58	49		40	58	49	40		
	X23H18		X										60	51		35	60	51	35		
	X20H14C2		X										70	59		30	70	59	30		
	X25H20C2		X										54	46		40	54	46	40		
	XH78T												60	51		42	60	51	42		
	ЭИ401												66	55		20	66	55	20		
	ЭИ403		ЧМТУ 3126-52										75	64		18	75	64	18		
Сталь высоколегированная специального назначения	12X2HВФА	ЧМТУ 5620-56	-									70	59	20	Отожженные	70	59	20	X	X	
	23X2HВФА											70	59	20		70	59	20	X	X	
	18XCHPA											70	59	20		70	59	20	X	X	
38XMIYA											70	59	20	70	59	20	X	X			

* Значения $\sigma_{0.2}$ и δ для сталей по ГОСТ 5632-61 указаны согласно ГОСТ 5582-61.

Алюминий, алюминиевые и магниевые сплавы

Наименование материала	Марки	Номера стандартов и технических условий	Сортамент						Состояние поставки	Механические свойства				Обозначение материала, учитывающее состояние поставки	
			ГОСТ 1946-50		ГОСТ 1946-50		ГОСТ 1946-50			При толщине материала $s, мм$	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_{0.2}, кгс/мм^2$	Сопротивление сдвигу $\tau_{0.2}, кгс/мм^2$	(Уточнительное значение $\sigma_{0.2}$ при $t = 11,3^\circ F$, % не менее)		
			Лист	Лента	Лист	Лента	Лист	Лента							
			Толщина $s, мм$												
			Технические условия												
			ГОСТ 7869-56	АМТУ 252-57	ГОСТ 4977-52	АМТУ 251-48	АМТУ 253-48	АМТУ 228-61							
Алюминий	А2; А3	ГОСТ 3549-55	Х	—	—	—	—	—	Отожженный	До 0,5	Не более 11	9	20*	А2-М	
	АД; АД1		Х	—	—	—	—	—	Нагартованный	Св. 0,9	Не менее 15	12	25*	А3-М	
Алюминиевые сплавы	АМц		—	Х	—	Х	—	—	Отожженные	Св. 0,9	Не менее 13	11	28*	АД-Н	
										До 4	Не менее 10-15	9-12	4*	АД1-Н	
	АМг2		ГОСТ 4784-65	—	—	Х	—	—	—	Отожженные	Св. 4	17-23	19	22	АМцА-М
											0,3-3,0	Не менее 19	16	20	АМцА-Н
											3,1-10,0	Не менее 27	22	22	АМгА-М
											0,3-0,5	Не менее 27	22	20	АМгА-Н
АМг2			—	Х	—	—	—	Отожженные	0,6-0,8	17-23	19	16	АМгА-М		
									0,9-1,2	Не менее 27	22	16	АМгА-Н		
АМг2			—	—	—	—	—	Отожженные	0,9-1,2	17-23	19	16	АМгА-М		
									1,3-6,0	Не менее 27	22	16	АМгА-Н		
АМг2			—	—	—	—	—	Отожженные	0,3-1,0	17-23	19	16	АМгА-М		
									1,1-10,0	Не менее 27	22	16	АМгА-Н		
АМг2			—	—	—	—	—	Отожженные	0,3-0,8	17-23	19	16	АМгА-М		
									0,9-4,0	Не менее 27	22	16	АМгА-Н		

Наименование материала	Марки	Номера стандартов и технических условий	Сортамент						Состояние поставки	Механические свойства				Обозначение материала, учитывающее состояние поставки								
			ГОСТ 1946-50		ГОСТ 7870-56		ГОСТ 1946-50			ГОСТ 7869-56		ГОСТ 4977-52			ГОСТ 251-48		ГОСТ 253-48		При толщине материала s, мм	Временное сопротивление при растяжении σ_B , кгс/мм ²	Сопротивление срезу $\tau_{ср}$, кгс/мм ²	Относительное удлинение δ при $l_0 = 11,3 \sqrt{S}$, %
			Лист	Лента	Лист	Лента	Лист	Лента		Лист	Лента	Лист	Лента		Лист	Лента						
Алюминиевые сплавы	АВ		Технические условия						Отоженные	0,3—5,0	Не более 15	12	20	АВА-М								
			ГОСТ 7869-56		ГОСТ 4977-52		ГОСТ 251-48			ГОСТ 253-48		5,1—10,0	Не более 30		24	15						
			ГОСТ 7869-56		ГОСТ 4977-52		ГОСТ 251-48			ГОСТ 253-48		0,3—5,0	Не более 23	20	10	АВА-П						
			ГОСТ 7869-56		ГОСТ 4977-52		ГОСТ 251-48			ГОСТ 253-48		5,1—10,0	Не более 24	21	8							
			ГОСТ 7869-56		ГОСТ 4977-52		ГОСТ 251-48			ГОСТ 253-48		0,3—2,5	Не менее 41,5	35	13	Д16АМ						
			ГОСТ 7869-56		ГОСТ 4977-52		ГОСТ 251-48			ГОСТ 253-48		2,6—10,0	Не менее 43,5	36,5	10							
	ГОСТ 7869-56		ГОСТ 4977-52		ГОСТ 251-48		ГОСТ 253-48		0,3—2,5	Не менее 43,5	37	10	Д16АТН									
	ГОСТ 7869-56		ГОСТ 4977-52		ГОСТ 251-48		ГОСТ 253-48		2,6—6,0	Не менее 46,5	39,5	8										
	ГОСТ 7869-56		ГОСТ 4977-52		ГОСТ 251-48		ГОСТ 253-48		6,1—10,0	Не более 24	20	12	Д16А-5-М									
	ГОСТ 7869-56		ГОСТ 4977-52		ГОСТ 251-48		ГОСТ 253-48		0,3—3,0	Не менее 45	38	11										
	ГОСТ 7869-56		ГОСТ 4977-52		ГОСТ 251-48		ГОСТ 253-48		3,1—10,0	Не менее 45	38	14	Д16А-Б-Т									
	ГОСТ 7869-56		ГОСТ 4977-52		ГОСТ 251-48		ГОСТ 253-48		0,3—1,5	Не менее 45	38	13										
ГОСТ 7869-56		ГОСТ 4977-52		ГОСТ 251-48		ГОСТ 253-48		1,6—6,0	Не менее 45	38	12											
ГОСТ 7869-56		ГОСТ 4977-52		ГОСТ 251-48		ГОСТ 253-48		6,0—10,0	Не менее 45	38	12											

Наименование материала	Марки	Номера стандартов и технических условий	Сортамент						Состояние поставки	Механические свойства				Обозначение материала, участвующее в составлении поставки
			ГОСТ 1946-50		ГОСТ 1946-50		ГОСТ 1946-50			При толщине материала s, мм	Временное сопротивление при растяжении σ_B , кгс/мм ²	Сопротивление сдвигу $\tau_{ср}$, кгс/мм ²	Относительное удлинение в разрыве $\delta_{5л}$, %	
			Лист	Лента	Лист	Лента	Лист	Лента						
			Технические условия							Толщина s, мм				
Алюминиевые сплавы	Д16	ГОСТ 4784-65	ГОСТ 7869-56	АМТУ 252-57	ГОСТ 4977-52	АМТУ 251-48	АМТУ 253-48	АМТУ 228-61	0,8-1,5	Не менее 48,5	40	11	Д16А-Б-ТН	
			—	—	—	—	—	—	1,6-3,0	Не более 23	19	10		
			—	—	—	—	—	—	3,1-6,5	Не более 24	20	9		
	—	—	—	ГОСТ 7869-56	АМТУ 252-57	ГОСТ 4977-52	АМТУ 251-48	АМТУ 253-48	АМТУ 228-61	0,3-3,0	Не менее 37	30	12	Д1АМ
				—	—	—	—	—	—	3,1-10,0	Не менее 37	30	15	
				—	—	—	—	—	—	2,6-10,0	Не менее 38	40	7	
Магниевого сплавы	В95	—	ГОСТ 7869-56	АМТУ 252-57	ГОСТ 4977-52	АМТУ 251-48	АМТУ 253-48	АМТУ 228-61	0,3-10,0	Не менее 49	40	10	В95А-М	
			—	—	—	—	—	—	0,3-2,5	Не менее 49	40	5		
			—	—	—	—	—	—	2,6-10,0	Не менее 50	15**	3		
	МА1; МА8	АМТУ 228-61	—	ГОСТ 7869-56	АМТУ 252-57	ГОСТ 4977-52	АМТУ 251-48	АМТУ 253-48	АМТУ 228-61	0,8-2,5	19	13**	12	МА8-М
				—	—	—	—	—	—	2,6-10,0	23	19***	10	
				—	—	—	—	—	—	1,0-2,5	22	18***	8	
—	—	—	ГОСТ 7869-56	АМТУ 252-57	ГОСТ 4977-52	АМТУ 251-48	АМТУ 253-48	АМТУ 228-61	2,6-5,0	24	20***	6	МА8-Н	

* Значения относительного удлинения даны для $\delta_{5л}$
 ** При штамповке с подогревом $\tau_{ср} = (3,5-5,7)$ кгс/мм²
 *** При штамповке с подогревом $\tau_{ср} = (5-7)$ кгс/мм²

Медь и медные сплавы

Наименование материала	Марки	Номера стандартов	Сортмент и технические условия												Состояние поставки	Механические свойства			
			Толщина s, мм													Время при растяжении при разрыве, мин	Сопротивление разрыву, кгс/мм ²	Тр. кривая	Относительное удлинение, %
			Лист	Лента	Полоса	Лента	Полоса	Лента	Полоса	Лента	Полоса	Лента	Полоса	Лента					
Медь	М1; М2; М3	ГОСТ 859-41	ГОСТ 495-50	ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Мягкая	20	16	30	Не менее	30	
	Бр. А7	ГОСТ 493-54	ГОСТ 495-50	ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Твердая	30	24	3			
			ГОСТ 495-50	ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Твердая	65	52	5			
	Бр. АМц 9-2	ГОСТ 493-54	ГОСТ 495-50	ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Отожженная	45	36	18			
			ГОСТ 495-50	ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Твердая	60	48	5			
	Бр. Б2	ГОСТ 493-54	ГОСТ 495-50	ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Мягкая	40-60	32-48	30			
			ГОСТ 495-50	ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Твердая	65	52	2,5			
	хрептемарганцевая	Бр. КМц 3-1	ГОСТ 5017-49	ГОСТ 495-50	ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Мягкая	35; 38	28-30			40; 45*
				ГОСТ 495-50	ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Твердая	60; 65*	48-52			3; 5*
	фосфористая цинковая	Бр. ФФ 6,5-0,15 Бр. ОЦ 4-3	ГОСТ 5017-49	ГОСТ 495-50	ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Особо твердая	70; 75*	56-60			1; 2*
ГОСТ 495-50				ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Мягкая	30	24	38			
свинцово-цинковая	Бр. ОЦС 4-4-2,5	ГОСТ 5017-49	ГОСТ 495-50	ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Твердая	50; 55*	40-44	3; 5*			
			ГОСТ 495-50	ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Особо твердая	60; 65*	48-52	1; 2*			
			ГОСТ 495-50	ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Мягкая	30	24	35			
			ГОСТ 495-50	ГОСТ 1173-49	ГОСТ 1048-49	ГОСТ 1789-60	ГОСТ 4748-49	ГОСТ 1761-50	ГОСТ 931-52	ГОСТ 512-41	ГОСТ 1595-47	ГОСТ 2208-49	Полутвердая	40-50	32-40	5; 10*			

Никелевые и медноникелевые сплавы, цинк и свинец

Наименование материала	Марки	Номера стандартов	Сортамент и технические условия					Состояние поставки	Механические свойства		
			Лента	Полоса		Лист			Временное сопротивление при растяжении $\sigma_{0,2}$, кгс/мм ²	Сопротивление сдвигу $\tau_{ср}$, кгс/мм ²	Относительное удлинение δ , %
			Толщина s , мм								
			0,1— 0,2	0,5— 10	1—10	0,12— 4	0,3—5		Не менее		
ГОСТ 5187—49	ГОСТ 5063—49	ГОСТ 6235—52	ГОСТ 598—60	ГОСТ 9559—60							
Мельхиор	МН 19	ГОСТ 492—52	×	×				Мягкий	30	24	25; 30*
			×	×				Твердый	40	32	2,5; 3*
Нейзильбер	МНЦ 15-20		×	×	—			Мягкий	35	28	35
			×	×				Твердый	55	44	1
Моцель	НМЖМц28-2,5-1,5		×	×				Особо твердый	65	52	
			×	×				Мягкий	45	36	25
Никель полуфабрикатный высокой чистоты	НПО				×			Полутвердый	58	45	6,5
					×			Мягкий	38	30	35
						×		Твердый	55	44	2
Цинк	Ц1; Ц2; Ц3		ГОСТ 3640—65				×		20	17	40
Свинец	С1; С2; С3	ГОСТ 3778—65					×	—	—	—	

* Меньшие значения δ указаны для лент, а большие — для полос.

Титановые сплавы

Марки	Номера технических условий	Сортамент и технические условия			Состояние поставки	Механические свойства				Примечания
		Лист				При толщине s , мм	Временное сопротивление при растяжении σ_B , кгс/мм ²	Сопротивление сдвигу $\tau_{ср}$, кгс/мм ²	Относительное удлинение δ , %	
		Толщина s , мм								
		0,5-5	2-6	0,5-6						
		АМТУ 461-60; АМТУ 475-61			Не менее					
BT14M	АМТУ 471-61	-	-		2,0-3,5 4,0-5,0	90-107	80-88	8		
OT4	АМТУ 388-59	×	-	Ото- жженные	0,5-1,0	70-90	56-72	20		
		×	-		1,2-1,8			15		
		×	-		2,0-5,0			12		
BT6			×		2-6	90-110	64-72	8		
BT51			×		1,5-1,8 2-6	75-95	64	12 10	При штамповке с нагревом (400°C): $\sigma_B = 40 \div 45$ кгс/мм ² $\tau_{ср} = 28 \div 32$ кгс/мм ²	
BT11		-	-	×	0,5-1,8	45-60	35-48	30		
					2-6			25		
BT12		-	-	×	0,5-1,8	55-70	44-60			
					2-6			20		

ДОПУСКАЕМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ПО ТОЛЩИНЕ МАТЕРИАЛОВ ИЗ СТАЛИ

Допускаемые отклонения по толщине холоднокатаных лент из низкоуглеродистой, конструкционной, высоколегированной, коррозионностойкой и жаростойкой сталей

Толщина ленты	ГОСТ 503-41		ГОСТ 2264-43		ГОСТ 4986-54				
	Отклонения для ленты		Толщина ленты	Отклонения для ленты		Толщина ленты	Отклонения для ленты при ширине		
	нормальной точности Н	повышенной точности ВТ и В		нормальной точности Н	повышенной точности ВТ и В		до 400	более 400	до 400
Св. 0,05 до 0,08	-0,015	-0,01	—	—	0,10	-0,02	—	-0,03	—
• 0,10 • 0,15	-0,02	-0,015	Св. 0,10 до 0,15	-0,02	0,12; 0,15	-0,03	—	-0,04	—
• 0,18 • 0,25	-0,03	-0,02	• 0,15 • 0,25	-0,03	0,20; 0,25	-0,03	—	-0,05	—
• 0,28 • 0,40	-0,04	-0,03	• 0,25 • 0,40	-0,04	0,30; 0,35; 0,40; 0,45	-0,04	—	-0,06	—
• 0,45 • 0,70	-0,05	-0,04	• 0,40 • 0,70	-0,05	0,50; 0,55; 0,60; 0,65	-0,05	-0,07	-0,07	-0,09
• 0,75 • 0,95	-0,07	-0,05	• 0,70 • 0,95	-0,07	0,70; 0,75; 0,80; 0,90	-0,06	-0,09	-0,08	-0,11
• 1,00 • 1,35	-0,09	-0,06	• 0,95 • 1,35	-0,09	1,00; 1,10; 1,20	-0,08	-0,12	-0,10	-0,14
• 1,40 • 1,75	-0,11	-0,08	• 1,35 • 1,75	-0,11	1,3; 1,5	-0,10	-0,14	-0,12	-0,16
• 1,80 • 2,30	-0,13	-0,10	• 1,75 • 2,30	-0,13	1,65; 1,8	-0,13	-0,16	-0,15	-0,18
• 2,35 • 3,00	-0,16	-0,12	• 2,30 • 3,00	-0,16	2,00	-0,16	-0,18	-0,18	-0,20
• 3,00	-0,20	-0,16	—	—	—	—	—	—	—

Допускаемые отклонения по толщине тонколистовой стали по ГОСТ 3680-57

мм

Толщина листа	Допускаемые отклонения по толщине			
	А (высокая точность)	Б (повышенная точность)	В (обычная точность)	
	Листы качественные холоднокатаные	Листы обыкновенного качества и качественные		
		холодно- и горячекатаные	горячекатаные	
всех ширин		шириной менее 1000 мм	шириной 1000 мм и более	
0,2—0,4	±0,03	—	—	—
0,50	±0,04	±0,05	±0,07	±0,07
0,55—0,60	±0,05	±0,06	±0,08	±0,08
0,70—0,75	±0,06	±0,07	±0,09	±0,09
0,80—0,90	±0,06	±0,08	±0,10	±0,10
1,0—1,1	±0,07	±0,09	±0,12	±0,12
1,2	±0,09	±0,11	±0,13	±0,13
1,4	±0,10	±0,12	±0,15	±0,15
1,5	±0,11	±0,12	±0,15	±0,15
1,6—1,8	±0,12	±0,14	±0,16	±0,16
2,0	±0,13	±0,15	+0,15 -0,18	±0,18
2,2	±0,14	±0,16	+0,15 -0,19	±0,19
2,5	±0,15	±0,17	+0,16 -0,20	±0,20
2,8—3,0	±0,16	±0,18	+0,17 -0,22	±0,22
3,2—3,5	±0,18	±0,20	+0,18 -0,25	±0,25
3,8—4,0	±0,20	±0,22	+0,20 -0,30	±0,30

**Допускаемые отклонения по толщине электротехнической тонколистовой стали
по ГОСТ 802—58**

мм

Номинальная толщина листа	Горячекатаные листы		Холоднокатаные листы			
			шириной до 600 мм вкл.		шириной св. 600 мм	
	Допускаемые отклонения по толщине при точности проката					
	нормальной	повышенной	нормальной	повышенной	нормальной	повышенной
0,10	±0,02	—	—	—	—	—
0,20	±0,02	—	±0,02	—	±0,02	—
0,35	±0,04	±0,03	±0,02	+0,01 -0,02	±0,03	±0,02
0,50	±0,05	±0,04	±0,03	+0,02 -0,03	±0,04	±0,03
1,0	±0,10	—	—	—	—	—

Таблица 4

**Допускаемые отклонения по толщине прокатной толстолистовой стали
по ГОСТ 5681—57**

мм

Толщина	Ширина					
	От 600 до 1000	Св. 1000 до 1200	Св. 1200 до 1500	Св. 1500 до 1700	Св. 1700 до 1800	Св. 1800 до 2000
4	±0,4	+0,5 -0,4	+0,6 -0,4	+0,6 -0,4	—	—
5—5,5	+0,3 -0,5	+0,4 -0,5	±0,5	±0,5	+0,7 -0,5	—
6—7	+0,3 -0,6	+0,4 -0,6	+0,4 -0,6	+0,5 -0,6	+0,7 -0,6	+0,9 -0,6
8—10	+0,2 -0,8	+0,3 -0,8	+0,3 -0,8	+0,4 -0,8	+0,6 -0,8	±0,8
11—25	+0,2 -0,8	+0,3 -0,8	+0,3 -0,8	+0,4 -0,8	+0,6 -0,8	±0,8

Таблица 5

**Допускаемые отклонения по толщине прокатной полосовой и широкополосной
универсальной стали**

мм

ГОСТ 103—57				ГОСТ 82—57
Толщина				
От 4 до 6	От 7 до 16	18	20	До 20 вкл.
+0,3 -0,5	+0,2 -0,5	+0,2 -0,6	+0,2 -0,7	+0,3 -0,5

СОРТАМЕНТ ЛЕНТ, ПОЛОС И ЛИСТОВ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ
 Сортамент лент, полос и листов из цветных металлов и сплавов

Таблица 1

Толщина материала, s	ГОСТ 495-50		ГОСТ 598-60		ГОСТ 931-52		ГОСТ 1048-49, ГОСТ 2170-62		ГОСТ 1173-49, ГОСТ 2208-49		ГОСТ 1595-47	
	Лист		Лента		Полоса обычной точности		Лента		Полоса холоднокатаная		Лента	
	Допуск по толщине при размерах листа		Допуск по толщине при размерах листа		Допуск по толщине при размерах листа		Допуск по толщине при ширине ленты		Допуск по толщине		Допуск по толщине	
	600 x 1500 x 710 x 1410	1000 x 2000	600 x 1500 x 710 x 1410	1000 x 2000	600 x 1500 x 710 x 1410	1000 x 2000	от 10 до 300	повышенной точности	нормальной точности	Допуск по толщине	Допуск по толщине	Допуск по толщине
0,10	-	-	-	-	-	-	-0,02	-0,02	-	-	-	-
0,12	-	-	-	-	-	-	-0,03	-0,03	-0,02	-	-	-
0,15	-	-	-	-	-	-	-0,03	-0,03	-0,02	-	-	-
0,20	-	-	-	-	-	-	-0,04	-0,04	-0,02	-	-	-
0,25	-	-	-	-	-	-	-0,04	-0,04	-0,03	-	-	-
0,30	-	-	-	-	-	-	-0,05	-0,05	-0,04	-	-	-
0,35	-	-	-	-	-	-	-0,05	-0,05	-0,04	-	-	-
0,40	-0,09	-	-	-	-	-	-0,05	-0,05	-0,04	-	-	-0,04
0,45	-0,07	-	-	-	-	-	-0,05	-0,05	-0,04	-	-	-0,05
0,50	-	-0,09	-	-	-	-	-0,06	-0,06	-0,04	-	-	-
0,55**	-	-	-	-	-	-	-0,06	-0,06	-0,05	-	-	-
0,60	-0,08	-0,10	-	-	-	-	-0,06	-0,06	-0,05	-	-	-0,06
0,65**	-	-	-	-	-	-	-0,07	-0,07	-0,05	-	-	-
0,70**	-0,08	-0,10	-	-	-	-	-0,07	-0,07	-0,06	-	-	-
0,75	-	-	-	-	-	-	-0,07	-0,07	-0,06	-	-	-
0,80	0,10	-0,10	-	-0,15	-	-	-0,07	-0,07	-0,07	-	-	-
0,85	-	-	-	-	-	-	-0,08	-0,08	-0,07	-	-	-
0,90	-0,10	-0,12	-	-0,17	-	-	-0,08	-0,08	-0,08	-	-	-0,07
0,95	-	-	-	-	-	-	-0,08	-0,08	-0,08	-	-	-

Толщина мате- риала, <i>s</i>	ГОСТ 495—50		ГОСТ 598—60		ГОСТ 931—52		ГОСТ 1173—49, ГОСТ 2208—49		ГОСТ 1595—47				
	Лист		Лист		Полоса обычной точности		Лента		Полоса холоднокатаная		Лента		
	Допуск по толщине при размерах листа		Допуск по толщине при размерах листа		Допуск по толщине при размерах листа		Допуск по толщине при ширине ленты		Допуск по толщине		Допуск по толщине		
	600 × 1500	710 × 1410 1000 × 2000	600 × 1500	710 × 1410 1000 × 2000	600 × 1500	710 × 1410 1000 × 2000	от 10 до 300	повышен- ной точности	от 10 до 300	св. 30 до 600	Допуск по толщине	Ширина	Длина
1,00	-0,12	-0,12	-0,17	-0,09	-0,11	-0,12	-0,18	-0,09	-0,09	-0,08	От 10 до 300	От 50 до 300	Не менее 1000
1,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,20**	-0,14	-0,14	-0,18	-	-0,12	-0,14	-0,18	-	-0,06	-0,09	-	-	-
1,3	-	-	-	-	-	-	-	-0,10	-0,07	-	-	-	-
1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	-0,16	-0,16	-0,21	-0,12	-0,14	-0,16	-0,21	-	-	-	-	-	-
1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,10	-	-	-
1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,8	-0,16	-0,16	-0,21	-	-0,15	-0,16	-0,21	-	-0,08	-0,11	-	-	-
2,0	-	-	-	-0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,25	-0,18	-0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,75**	-0,20	-0,21	-0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0**	-	-	-	-0,20	-0,16	-0,21	-0,24	-	-	-	-	-	-
3,5**	-0,23	-0,24	-0,30	-0,24	-0,20	-0,24	-0,30	-	-	-	-	-	-
4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,5	-0,26	-0,27	-0,35	-	-0,22	-0,27	-0,35	-	-	-	-	-	-
5,0	-	-0,30	-0,37	-	-0,30	-0,37	-0,37	-	-	-	-	-	-

* Для лент по ГОСТ 1173—49.

** Размер *s* для лент по ГОСТ 1595—47: 0,56 вместо 0,55; 0,63 и 0,67 вместо 0,65; 0,71 вместо 0,70; 1,25 вместо 1,20; 2,80 вместо 2,75; 3,15 вместо 3,0; 3,55 вместо 3,50.

Толщина материала, δ	ГОСТ 1761-50				ГОСТ 1789-50				ГОСТ 1946-50														
	Полоса		Лента		Полоса		Лента		Лист														
	Допуск по толщине		Допуск по толщине		Допуск по толщине		Допуск по толщине		Допуск по толщине при ширине														
	Ширина	Длина	нормальной точности	повышенной точности	нормальной точности	высокой точности	Ширина	Допуск по толщине	нормальной точности	повышенной точности (В)	От 10 до 300	От 40 до 300	От 10 до 300	400 и 500	600	800	1000	1200	1400	1500	2000	Длина	
1,00													-0,10	-0,10	-0,15	-0,15	-0,15	-0,16	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	2000
1,10													-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,20													-0,10	-0,10	-0,15	-0,15	-0,16	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	
1,3													-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,4													-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,5													-0,10	-0,15	-0,20	-0,20	-0,22	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,27	
1,6													-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,7													-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,8													-0,11	-0,15	-0,20	-0,20	-0,22	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,27	
2,0													-0,12	-0,20	-0,25	-0,25	-0,28	-0,29	-0,29	-0,29	-0,29	-0,30	
2,5													-0,14	-	-	-	-0,33	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,35	
3,0													-0,16	-0,25	-0,30	-0,30	-0,34	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	-0,36	
4,0													-0,18	-	-	-	-0,35	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,37	
4,5													-0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5,0													-	-0,30	-0,35	-0,35	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,37	-	

ГОСТ 1946-50

ГОСТ 1789-50

ГОСТ 1761-50

Сортамент лент, полос и листов из цветных металлов и сплавов

мм

Толщина материала, s	ГОСТ 4748—49			ГОСТ 5063—49			ГОСТ 7870—56	ГОСТ 9559—60			ГОСТ 6235—52		
	Полоса			Полоса			Лента	Листы			Полоса холоднокатаная		
	Допуск по толщине	Ширина	Длина	Допуск по толщине	Ширина	Длина	Допуск по толщине	Допуск по толщине		Ширина	Допуск по толщине	Ширина	Длина
							нормальной точности	повышенной точности					
0,1							—	—					
0,2							—	-0,03					
0,3				—	—	—	-0,05	-0,05					
0,4							—	—					
0,45							—	—					
0,5				-0,07				-0,07		500	—	—	—
0,6							-0,05	—					
0,7	—	—	—					—					
0,8				-0,08				-0,08					
0,9								—					
1,0								-0,12	-0,10		-0,08		
1,2				-0,09			-0,10	—	—		-0,09		
1,4				—				—	—		—		
1,5				-0,10			—	-0,16	-0,12		-0,10		
1,6				—				—	—		—		
1,8				-0,11			-0,15	—	—		-0,11		
2,0	-0,12							-0,18	-0,15				
2,5				-0,12				-0,20	-0,16		-0,12		
2,75	—			—				—	—		—		
3,0	-0,14			-0,12				-0,20	-0,16		-0,12		
3,5	-0,16			-0,16			—	—	-0,18		-0,16		
4,0	-0,18			-0,18				-0,24	-0,20		-0,18		
4,5	-0,20			-0,20				-0,25	-0,23		-0,20		
5,0													

Таблица 4

**Допускаемые отклонения по толщине листов
из магниевых сплавов по АМТУ 228—61**

мм

Толщина	Ширина			
	500	1000	1200	1500
	Допускаемые отклонения по толщине			
0,6	-0,05	-0,12	-0,12	—
0,8	-0,08		-0,13	—
1,0	-0,10	-0,15	-0,16	-0,17
1,2				
1,5	-0,15	-0,20	-0,22	-0,25
2,0			-0,24	-0,26
2,5	-0,20	-0,25	-0,28	-0,29
3,0	-0,25	-0,30	-0,33	-0,34
3,5			-0,34	-0,35
4,0			-0,35	-0,36
5,0	-0,30	-0,40	-0,36	-0,37
6,0			-0,41	-0,42
7,0			-0,42	-0,43
8,0	-0,35	-0,45	-0,46	-0,47
9,0			-0,47	-0,48
10,0	-0,40	-0,50	-0,50	-0,50

Таблица 5

**Допускаемые отклонения по ширине и длине листов
из магниевых сплавов по АМТУ 228—61**

мм

Толщина	Ширина 500; 1000; 1200; 1500		Длина 1000; 1500; 2000; 2500; 3000; 5000	
	Допускаемые отклонения			
	по ширине		по длине	
До 2	±5		±10	
Св. 2	±10		±15	

Таблица 6

**Допускаемые отклонения по толщине лент
из мельхиора, нейзильбера и монеля по ГОСТ 5187—49**

мм

Толщина	Допускаемые отклонения по толщине лент (при ширине лент от 6 до 300)	
	нормальной точности	повышенной точности
0,10; 0,12	-0,02	—
0,15; 0,18		-0,02
0,20; 0,22	-0,03	
0,25; 0,30		—
0,35		-0,03
0,40; 0,45	-0,04	—
0,50		-0,04
0,55	-0,05	—
0,60; 0,65		-0,05
0,70	-0,06	—
0,75; 0,80; 0,85		—
0,90	-0,07	
1,0; 1,10	-0,08	-0,06
1,20		
1,30; 1,40	-0,09	-0,07
1,50		-0,08
1,60; 1,70	-0,10	
1,80; 2,00	-0,11	-0,10

Таблица 7

**Допускаемые отклонения по ширине лент
из мельхиора, нейзильбера и монеля по ГОСТ 5187—49**

мм

Ширина	Допускаемые отклонения по ширине лент при толщине	
	до 1	св. 1
6—175	-0,6	-1
175—300	-1	-1,5

ДОПУСКАЕМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ПО ШИРИНЕ ЛЕНТ И ПОЛОС ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Таблица 1

Допускаемые отклонения по ширине лент из цветных металлов

Номера стандартов	Ширина ленты	Допускаемые отклонения по ширине лент при толщине	
		до 1	св. 1
		мм	
ГОСТ 1048-49; ГОСТ 1173-49; ГОСТ 1761-50; ГОСТ 1789-60; ГОСТ 2170-62; ГОСТ 2218-49; ГОСТ 4748-49; ГОСТ 5187-49	10-175	-0,6	-1,0
	176-300	-1,0	-1,5
ГОСТ 2208-49; ГОСТ 1173-49	301-600	-1,5	-2,0
ГОСТ 7870-56	До 175	±0,5	±1,0
	Св. 175 до 300	±1,0	±3,0
	Св. 300	+5,0 -3,0	+10,0 -3,0

Таблица 2

Допускаемые отклонения по ширине латунных полос по ГОСТ 931-52

мм

Ширина полос	Допускаемые отклонения по ширине полос при толщине					
	0,4-1,5	1,6-1,8	2,0-3,0	3,5-7,0	4,5-6,0	6,5-10,0
40-100	-1	-1	-2	-2	-	-
101-175	-1	-1,5	-2	-2	-3,5	-7
176-300	-2	-2	-3	-3,5	-3,5	-7
301-500	-2	-2	-3	-4	-4	-7

Таблица 3

Допускаемые отклонения по ширине полос из кремнемарганцевой бронзы по ГОСТ 4748-49

мм

Ширина полос	Допускаемые отклонения по ширине полос при толщине	
	1,8-5	5,5-10
40-175	+2	-
176-500	+3	+7

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Наименование материала	Марка материала	Толщина, мм	Номера стандартов и технических условий	Временное сопротивление при растяжении, σ_b , кгс/мм ²	Сопротивление срезу $\tau_{ср}$, кгс/см ²
Текстолит (листовой) поделочный	ПТК	0,5—6	ГОСТ 5—52	10	9—12
	ПТ			8,5	
	ПТ1			6,5	
Гетинакс электротехнический листовый	А; Б	0,2—3	ГОСТ 2718—54	7—8	10—14
	В			10	
	Г; Д			9	
Картон электроизоляционный (электропрессшпан)	ЭВТ	0,1—0,5	ГОСТ 2824—60	12; 8,5*	7—8
	ЭВС	0,2—0,4		9; 3,5	
	ЭВ	0,1—3,0		9; 2,8	
Картон асбестовый	—	2—12	ГОСТ 2850—58	12—14	10—12
Миканит коллекторный	—	0,4—1,2	ГОСТ 2196—60	—	8—10
Эбонит электротехнический**	А и Б	0,5—5	ГОСТ 2748—53	7 при изгибе	2,5—3
Фибра листовая	Флак	—	ГОСТ 3335—46	9—9,5	8—12
Целлулоид белый технический	—	—	ОСТ 10182—39	—	4—6
Кожа техническая	—	—	ГОСТ-1898—48	1,75—3,5	3—4,5
Слюда конденсаторная	—	До 0,3	ГОСТ 7134—64	—	5—8

* Наибольшие значения σ_b — в продольном направлении и наименьшие значения σ_b — в поперечном направлении.

** Твердость электротехнического эбонита 900—1400 кгс/см².

ПЕРЕЧЕНЬ СТАНДАРТОВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРЕССЫ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ И НОЖНИЦЫ

Наименования стандартов	Номера стандартов
Прессы однокривошипные закрытые двойного действия. Основные параметры и размеры	ГОСТ 7639—62
Прессы двухкривошипные закрытые простого действия. Основные параметры и размеры	ГОСТ 7766—60
Прессы листогибочные кривошипные. Основные параметры и размеры	ГОСТ 7879—65
Прессы-автоматы кривошипные многопозиционные. Основные параметры и размеры	ГОСТ 8260—56
Прессы однокривошипные открытые двойного действия. Основные параметры и размеры	ГОСТ 9034—59
Прессы двухкривошипные открытые простого действия. Основные параметры и размеры	ГОСТ 9222—59
Прессы кривошипные листоштамповочные. Размеры и расположение пазов и отверстий для крепления штампов	ГОСТ 9226—59
Прессы однокривошипные закрытые простого действия. Основные параметры и размеры	ГОСТ 10026—62
Прессы кривошипные открытые и закрытые простого действия. Нормы точности	ГОСТ 10176—62
Прессы кривошипные открытые и закрытые двойного действия. Нормы точности	ГОСТ 10993—64
Прессы винтовые фрикционные. Основные параметры и размеры	ГОСТ 713—49
Прессы винтовые фрикционные. Нормы точности	ГОСТ 7209—54
Ножницы листовые с наклонными ножами. Размерный ряд и основные параметры	ГОСТ 6282—64
Ножницы листовые с наклонными ножами. Нормы точности	ГОСТ 6766—53
Ножницы двухдисковые одностоечные с наклонными ножами. Основные параметры и размеры	ГОСТ 8249—56
Ножницы многодисковые. Основные параметры и размеры	ГОСТ 9303—59

мм

Продолжение

Допуски на штампуемые и по 3, 4, и 7-му классам точности Δ	Припуски на износ Π	Допуски на изготовление		Допуски на штампуемые детали по 3, 4, 5 и 7-му классам точности Δ	Припуски на износ Π	Допуски на изготовление	
		матриц δ	пуансонов δ'			матриц δ	пуансонов δ'
400	0,30	0,080		0,680	0,55	0,170	
400	0,35	0,100		0,740	0,60	0,200	
450				0,760			
450	0,40	0,120		0,870	0,70	0,260	
520				1,000			
530	0,50	0,140		1,150	0,90	0,300	
600				1,350			
0,620				1,550	1,25		

Примечания:

1. В случае применения для штампов матриц с конусными рабочими отверстиями (тип III, табл. 16) припуск на износ (Π) принимается равным допуску на штампуемую деталь (Δ).

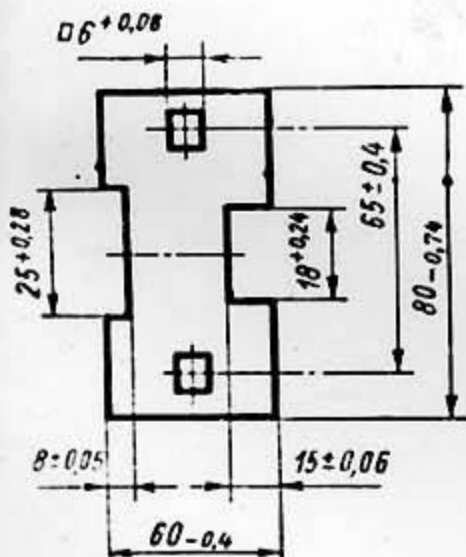
2. Предельные отклонения размеров штампуемых деталей, изготовляемых по 7-му классу точности и не ограниченных допусками: охватывающих — по A_7 , охватываемых — по B_7 , прочих $\pm \frac{1}{2} (A_7 = B_7)$.

13.0.5. При раздельном изготовлении круглых матриц и пуансонов допуски на их изготовление принимаются по табл. 13.

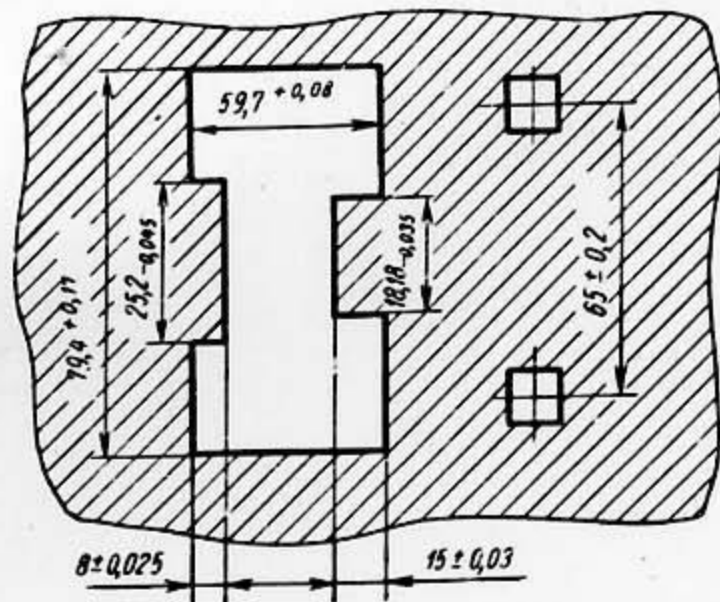
13.0.6. Ниже дан пример расчета исполнительных размеров матрицы и пуансона для штамповки детали, изображенной на черт. 14.

Материал: латунь Л62, толщина $s=1$ мм; двухсторонний зазор между матрицей и пуансоном $z=0,05$ мм (табл. 10).

При расчетах исполнительных размеров значения припусков на износ (Π) и допусков на изготовление (δ) и (δ') принимаются по табл. 12. Расчетные формулы приведены в табл. II.



Черт. 14



Черт. 15

А. Исполнительные размеры матрицы (черт. 15) для вырезки элементов контура $18^{+0.24}$ и $25^{+0.28}$, уменьшающиеся при износе штампа, определить по формуле (12):

а) $L_m = (L_n + \Pi)_{-\delta} = (18 + 0,18)_{-0,035} = 18,18_{-0,035}$;

б) $L_m = (L_n + \Pi)_{-\delta} = (25 + 0,20)_{-0,045} = 25,2_{-0,045}$.

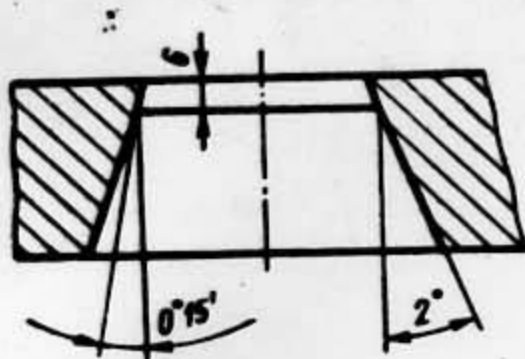
Б. Исполнительные размеры матрицы для вырезки элементов контура $80_{-0.74}$ и $60_{-0.4}$, увеличивающиеся при износе штампа, определить по формуле (15):

а) $L_m = (L_n - \Pi)^{+\delta} = (80 - 0,6)^{+0,17} = 79,4^{+0,17}$;

б) $L_m = (L_n - \Pi)^{+\delta} = (60 - 0,3)^{+0,08} = 59,7^{+0,08}$.

Профиль рабочего отверстия матрицы

Рабочее отверстие матрицы в рассматриваемом примере принимаем по табл. 16, тип II (с коническим провальным окном). Элементы профиля рабочего отверстия выбираем по табл. 17 (черт. 6).



Черт. 6

Расстояние между направляющими планками

Расстояние между направляющими планками определяем по формуле (28). Входящую в эту формулу величину z_3 — зазор выбираем по табл. 26

$$B_1 = (B + z_3)^{+b_n} = 66 + 0,75 = 66,75^{+0,4} \text{ мм.}$$

Высота упора и толщина направляющих планок

Высоту неподвижного упора и толщину направляющих планок выбираем по табл. 27.

$$H = 6 \text{ мм; } h = 2 \text{ мм.}$$

Допустимый зазор между съемником и пуансоном

Максимальный зазор между съемником и пуансоном принимаем по табл. 24

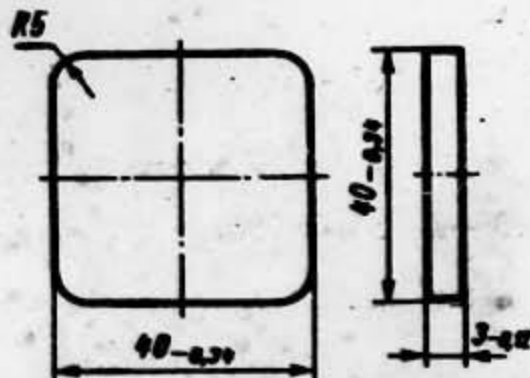
$$z_1 = 0,4 \text{ мм.}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 к РТМ 34—65

РАСЧЕТ ЗАЧИСТНОГО ШТАМПА

Пример 1

Произвести расчет штампов для вырезки и последующей зачистки детали (черт. 1).
Материал: алюминий АД ГОСТ 4784—65.



Черт. 1

Расчет исполнительных размеров рабочих деталей зачистного штампа

Согласно п. 34. 3 исполнительный размер матрицы для зачистки контура детали (черт. 2) подсчитываем по формуле (15) табл. 11 как для матрицы обычного вырезного штампа.

Припуск на износ и допуск на изготовление принимаем по табл. 12

$$L_n = (L_n - \Pi)^{+b} = (40 - 0,25) = 39,75^{+0,06} \text{ мм.}$$

Таблица 13

Номинальные диаметры		Наименования рабочих деталей штампа	Толщина материала					
			До 0,5	Св. 0,5 до 1,0	Св. 1 до 2	Св. 2 до 3	Св. 3 до 6	Св. 6
Св.	До	Допуски на изготовление матриц и пуансонов						
1	3	Матрица	A (+0,010)			—		
		Пуансон	C (-0,006)			—		
3	6	Матрица	—	A (+0,013)			A ₃ (+0,025)	—
		Пуансон	—	C (-0,008)			C ₃ (-0,025)	—
6	10	Матрица	—	A (+0,016)			A ₃ (+0,030)	
		Пуансон	—	C (-0,010)			C ₃ (-0,030)	
10	18	Матрица	—	A (+0,019)			A ₃ (+0,035)	
		Пуансон	—	C (-0,012)			C ₃ (-0,035)	
18	30	Матрица	—	A (+0,023)			A ₃ (+0,045)	
		Пуансон	—	C (-0,014)			C ₃ (-0,045)	
30	50	Матрица	—	A (+0,027)			A ₃ (+0,050)	
		Пуансон	—	C (-0,017)			C ₃ (-0,050)	
50	80	Матрица	—	A (+0,030)			A ₃ (+0,060)	
		Пуансон	—	C (-0,020)			C ₃ (-0,060)	
80	120	Матрица	—	A (+0,035)			A ₃ (+0,070)	
		Пуансон	—	C (-0,023)			C ₃ (-0,070)	
120	180	Матрица	—	A (+0,040)			A ₃ (+0,080)	
		Пуансон	—	C (-0,027)			C ₃ (-0,080)	
180	260	Матрица	—	A (+0,045)			A ₃ (+0,090)	
		Пуансон	—	C (-0,030)			C ₃ (-0,090)	
260	300	Матрица	—	A (+0,050)			A ₃ (+0,100)	
		Пуансон	—	C (-0,035)			C ₃ (-0,100)	
360	500	Матрица	—	A (+0,060)			A _{2a} (+0,095)	A ₃ (+0,120)
		Пуансон	—	C (-0,040)			C _{2a} (-0,062)	C ₃ (-0,120)

В. Исполнительные размеры матрицы для вырезки элементов контура $8 \pm 0,05$; $15 \pm 0,06$ и $65 \pm 0,4$, не изменяющиеся при износе штампа, определить по формуле (24):

- а) $L_m = L_n \pm 0,5\Delta = 8 \pm 0,025$;
- б) $L_m = L_n \pm 0,5\Delta = 15 \pm 0,03$;
- в) $L_m = 65 \pm 0,5\Delta = 65 \pm 0,2$.

Примечание. Пуансон для вырезки элементов контура пригоняется по матрице с зазором $z=0,05$

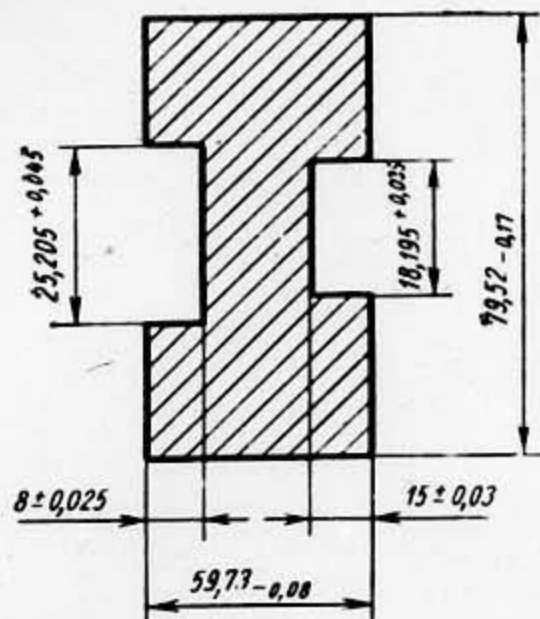
Г. Исполнительные размеры пуансонов для пробивки отверстий (черт. 16), уменьшающиеся при износе штампа, определить по формуле (14):

$$L_n = (L_n + \Pi)_{-\delta'} = (6 + 0,08)_{-0,018} = 6,08_{-0,018}$$

Примечание. Отверстия в матрицах пригоняются по пуансону с зазором $z=0,05$ (табл. 10)



Черт. 16



Черт. 17

Д. В случае применения профильной шлифовки пуансона для вырезки элементов контура и доработки матрицы по пуансону (черт. 17), рассчитываются размеры пуансона.

Исполнительные размеры пуансона для вырезки элементов контура $18^{+0,24}$ и $25^{+0,28}$, уменьшающиеся при износе штампа, определить по формуле (13):

- а) $L_n = (L_n + \Pi + z - \delta')^{+\delta'} = (18 + 0,18 + 0,05 - 0,035)^{+0,035} = 18,195^{+0,035}$;
- б) $L_n = (L_n + \Pi + z - \delta')^{+\delta'} = (25 + 0,20 + 0,05 - 0,045)^{+0,045} = 25,205^{+0,045}$.

Е. Исполнительные размеры пуансона для вырезки элементов контура $80_{-0,74}$ и $60_{-0,4}$, увеличивающиеся при износе штампа, определить по формуле (16):

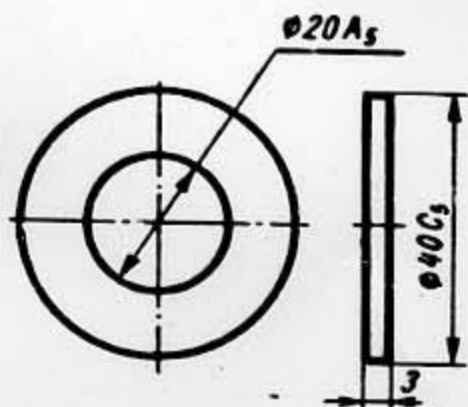
- а) $L_n = (L_n - \Pi - z + \delta')_{-\delta'} = (80 - 0,6 - 0,05 + 0,17)_{-0,17} = 79,52_{-0,17}$;
- б) $L_n = (L_n - \Pi - z + \delta')_{-\delta'} = (60 - 0,3 - 0,05 + 0,08)_{-0,08} = 59,73_{-0,08}$.

Ж. Исполнительные размеры пуансона для вырезки элементов контура $8 \pm 0,05$; $15 \pm 0,06$, не изменяющиеся при износе штампа, определить по формуле (24), т. е. аналогично указанному в подп. В.

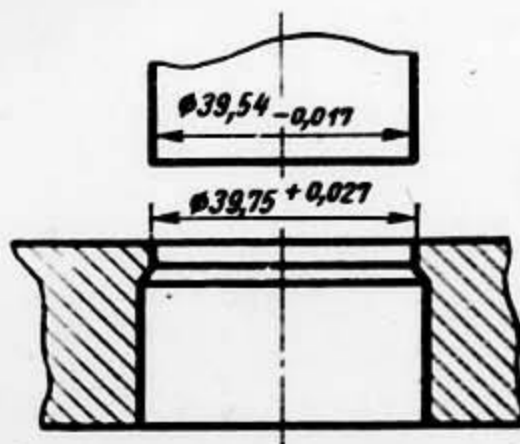
13.0.7. Ниже дан пример расчета исполнительных размеров круглых матриц и пуансонов (при раздельном их изготовлении) для штамповки шайб (черт. 18). Припуск на износ принимается по табл. 12, допуски на изготовление — по табл. 13, а зазоры — по табл. 10. Определяем по формулам (15) и (15,а) размеры матрицы и пуансона для вырезки контура (черт. 19).

$$L_m = D_m = (40 - 0,25)^{+0,027} = 39,75^{+0,027};$$

$$L_n = D_n = (39,75 - 0,21)_{-0,017} = 39,54_{-0,017}.$$



Материал: сталь 20
Черт. 18



Черт. 19

Таблица 13

Номинальные диаметры		Наименования рабочих деталей штампа	Толщина материала					
			До 0,5	Св. 0,5 до 1,0	Св. 1 до 2	Св. 2 до 3	Св. 3 до 6	Св. 6
Св.	До	Допуски на изготовление матриц и пуансонов						
1	3	Матрица	A (+0,010)			—		
		Пуансон	C (-0,006)			—		
3	6	Матрица	—	A (+0,013)			A ₃ (+0,025)	—
		Пуансон	—	C (-0,008)			C ₃ (-0,025)	—
6	10	Матрица	—	A (+0,016)			A ₃ (+0,030)	
		Пуансон	—	C (-0,010)			C ₃ (-0,030)	
10	18	Матрица	—	A (+0,019)			A ₃ (+0,035)	
		Пуансон	—	C (-0,012)			C ₃ (-0,035)	
18	30	Матрица	—	A (+0,023)			A ₃ (+0,045)	
		Пуансон	—	C (-0,014)			C ₃ (-0,045)	
30	50	Матрица	—	A (+0,027)			A ₃ (+0,050)	
		Пуансон	—	C (-0,017)			C ₃ (-0,050)	
50	80	Матрица	—	A (+0,030)			A ₃ (+0,060)	
		Пуансон	—	C (-0,020)			C ₃ (-0,060)	
80	120	Матрица	—	A (+0,035)			A ₃ (+0,070)	
		Пуансон	—	C (-0,023)			C ₃ (-0,070)	
120	180	Матрица	—	A (+0,040)			A ₃ (+0,080)	
		Пуансон	—	C (-0,027)			C ₃ (-0,080)	
180	260	Матрица	—	A (+0,045)			A ₃ (+0,090)	
		Пуансон	—	C (-0,030)			C ₃ (-0,090)	
260	300	Матрица	—	A (+0,050)			A ₃ (+0,100)	
		Пуансон	—	C (-0,035)			C ₃ (-0,100)	
360	500	Матрица	—	A (+0,060)			A _{2a} (+0,095)	A ₃ (+0,120)
		Пуансон	—	C (-0,040)			C _{2a} (-0,062)	C ₃ (-0,120)

МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ (СИ)

Наименование величины	Единица измерения	Сокращ. обозначение	Наименование величины	Единица измерения	Сокращ. обозначение
ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ			Работа, энергия, количество теплоты	джоуль (1 м) · (1 м)	дж
ДЛИНА	метр	м	Мощность	ватт (1 дж) : (1 сек)	вт
МАССА	килограмм	кг	Количество электричества, электрический заряд	кулон (1 а) · (1 сек)	к
ВРЕМЯ	секунда	сек	Электрическое напряжение, разность электрических потенциалов	вольт (1 вт) : (1 а)	в
ТЕМПЕРАТУРА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА	ампер	а	Электрическое сопротивление	ом (1 в) : (1 а)	ом
ТЕМПЕРАТУРА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ	градус Кельвина	°к	Электрическая емкость	фарада (1 к) : (1 в)	ф
СИЛА СВЕТА	свеча	св	Поток магнитной индукции	вебер (1 в) · (1 сек)	вб
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ			Индуктивность	генри (1 вб) : (1 а)	гн
Плоский угол	радиан	рад	Теплоемкость системы	джоуль на градус	дж/град
Телесный угол	стерадиан	стер	Теплопроводность	ватт на метр-градус	вт/м-град
ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ			Световой поток	люмен (1 св) · (1 стер)	лм
Площадь	квадратный метр	м²	Яркость	нит (1 св) : (1 м ²)	нт
Объем	кубический метр	м³	Освещенность	люкс (1 лм) : (1 м ²)	лк
Плотность (объемная масса)	килограмм на кубический метр	кг/м³			
Скорость	метр в секунду	м/сек			
Угловая скорость	радиан в секунду	рад/сек			
Сила	ньютон (1 кг) · (1 м) : (1 сек) ²	н			
Давление	ньютон на квадратный метр	н/м²			

ПРИСТАВКИ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ НАИМЕНОВАНИЙ КРАТНЫХ И ДОЛЬНЫХ ЕДИНИЦ

Множитель, на который умножается единица	Приставки	Сокращ. обозначение	Множитель, на который умножается единица	Приставки	Сокращ. обозначение
1 000 000 000 000 = 10 ¹²	тера	Т	0,1 = 10 ⁻¹	деци	д
1 000 000 000 = 10 ⁹	гига	Г	0,01 = 10 ⁻²	санци	с
1 000 000 = 10 ⁶	мега	М	0,001 = 10 ⁻³	милли	м
1 000 = 10 ³	кило	к	0,000001 = 10 ⁻⁶	микро	мк
100 = 10 ²	гекто	г	0,000000001 = 10 ⁻⁹	нано	н
10 = 10 ¹	дека	да	0,000000000001 = 10 ⁻¹²	пико	п