МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования "Витебский государственный технологический университет"

С.С. Клименков

Витебский государственный технологический университет

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ФОРМООБРАЗУЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов машиностроительных специальностей учреждений, обеспечивающих получение высшего образования

В 2 частях
Часть 1

Библиотека ВГТУ
0 0 0 2 4 7 0 9

Витебск
2009

УДК 621.7; 621.9
ББК 34.39
К49

Рецензенты :
к.т.н. Харченко В.В. – старший научный сотрудник Физико-технического института НАН Б
к.т.н. Михайлов М.И. – доцент, зав. кафедрой Учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

К49 Клименков, С. С. Расчет и конструирование формообразующего инструмента : учебное пособие. В 2-х ч. Ч.1 / С. С. Клименков. – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – 330 с.

ISBN 978-985-481-178-9

В учебном пособии рассматриваются вопросы расчета и конструирования штампов для холодной штамповки, холодной обработки давлением, для горячей объемной обработки.

Учебное пособие составлено в соответствии с учебной программой «Обрабатывающий инструмент» для студентов специальности 1-36 01 04 «Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов».

Предназначено для студентов высших учебных заведений.

УДК 621.7; 621.9
ББК 34.39

ISBN 978-985-481-178-9

Бібліятэка
інв. № У-3095

© Клименков С.С., 2009
© УО «ВГТУ», 2009

Витебский государственный технологический университет

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть 1

ВВЕДЕНИЕ **5**

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ШТАМПОВ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ **6**

1.1 Разделительные штампы **10**

1.1.1 Штампы для чистовой вырубки - пробивки **21**

1.2 Гибочные штампы **24**

1.3 Вытяжные штампы **33**

1.3.1 Штампы для вытяжки без преднамеренного утонения толщины стенок **33**

1.3.2 Штампы для вытяжки с преднамеренным утонением стенок **49**

1.4 Конструктивно-технологические характеристики изделий, получаемых холодным выдавливанием **52**

2. ШТАМПЫ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ **62**

2.1 Разделительные штампы **65**

2.1.1 Узлы разделительных штампов **73**

2.1.2 Формообразующие детали разделительных штампов **89**

2.1.3 Штампы для чистовой вырубки **107**

2.2 Гибочные штампы **112**

2.3 Вытяжные штампы **122**

2.4 Штампы для вытяжки с преднамеренным утонением стенок изделия **128**

2.5 Штампы для гидромеханической вытяжки **133**

2.6 Штампы для холодного выдавливания **137**

2.6.1 Конструирование формообразующих деталей штампов для холодного выдавливания **143**

2.7 Штампы для холодного гидропрессования **147**

2.8 Штамповые узлы и детали общего назначения **155**

2.9 Конструирование штампов **166**

2.9.1 Методика конструирования штампов **166**

2.9.2 Требования к сопряжениям поверхностей деталей штампов и шероховатости **168**

2.9.3 Материалы для изготовления деталей штампов **172**

3. ШТАМПЫ ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ОБРАБОТКИ **179**

Библиотека Государственный технологический университет

3.1 Конструктивные и технологические параметры поковки.... 181

3.2 Штампы для молотов..... 191

3.2.1 Разработка чертежей поковок, штампуемых на молотах..... 192

3.2.2 Технологические элементы открытых молотовых штампов..... 198

3.2.3 Конструктивные параметры открытых молотовых штампов... 214

3.2.4 Штампы для высокоскоростных молотов..... 224

3.3 Штампы для кривошипных горячештамповочных прессов.. 232

3.3.1 Технологические особенности штамповки на КГШП..... 232

3.3.2 Разработка чертежей поковок, штампуемых на КГШП..... 236

3.3.3 Открытые штампы для кривошипных горячештамповочных прессов (КГШП)..... 239

3.4 Разделительные штампы 242

3.5 Закрытые штампы для выдавливания на КГШП 248

3.5.1 Штампы для прямого выдавливания..... 251

3.5.2 Штампы для обратного выдавливания..... 255

3.6 Штампы с разъемными матрицами 257

3.7 Штампы для горизонтально-ковочных машин (ГКМ)..... 267

3.7.1 Разработка чертежей поковок, штампуемых на ГКМ..... 269

3.7.2 Ручьи штампов ГКМ..... 275

3.7.3 Элементы конструкций штампов..... 292

3.8. Инструмент для поперечно-клиновой прокатки 297

3.8.1 Геометрические параметры плоского клинового инструмента.... 298

3.8.2 Разработка чертежа прокатываемой заготовки..... 305

3.9 Инструмент для горячего прессования 314

3.9.1 Основной инструмент для горячего прессования..... 317

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА 327

Витебский государственный технологический университет

Введение

В соответствии с образовательным стандартом специальности 1-36 01 04 «Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов» и базовой программой по дисциплине «Обрабатывающий инструмент» выпускник должен знать особенности конструкций и уметь проектировать штампы, пресс-формы, литформы, режущий инструмент. Вопросы конструирования этих инструментов изложены в специальной литературе по обработке металлов давлением, порошковой металлургии, производству отливок. Пособие включает все многообразие инструментов, используемых преимущественно в заготовительном производстве. Расчет и конструирование инструмента для производства отливок из металлов и пластмасс в силу обширности материала излагается в двух разделах. Расчет и конструирование режущего инструмента из-за ограниченного объема пособия и достаточного количества соответствующей литературы в пособии не рассматривается.

Штампы, пресс-формы, литформы предназначены для реализации одной или нескольких операций в процессе производства конкретного изделия. Прежде чем приступить к разработке соответствующего инструмента, студенты должны проанализировать на технологичность конструкцию самого изделия и выполнить корректировку чертежа изделия. При необходимости студенты обязаны разработать чертеж изделия. В связи с этим в пособии содержатся разделы по конструированию заготовок изделий.

Пособие предназначено для выполнения студентами практических заданий, курсового и дипломного проектирования, а также будет полезно инженерно-техническим работникам, которые в силу производственной необходимости выполняют конструкторско-технологические задачи по родственным специальностям машиностроительного профиля.

При подготовке пособия автор использовал личный производственный конструкторско-технологический опыт, а также обширный материал, накопленный при подготовке к изданию учебника «Проектирование и производство заготовок», пособий: «Обрабатывающий инструмент» и «Нормирование точности и технические измерения».

Автор выражает благодарность рецензентам за конструктивные пожелания и замечания, которые, несомненно, способствовали повышению качества пособия.

Автор.

Белорусский государственный технологический университет

1 Технологические расчеты штампов для холодной штамповки

Общие сведения

Холодная штамповка, в зависимости от используемого материала, разделяется на листовую и объемную. **Листовой штамповкой** обрабатывают как металлические, так и неметаллические материалы. Формоизменение осуществляется с помощью основных инструментов – пуансонов и матриц. Пуансон вдавливается в деформируемый материал, обтягивается, обтекается или охватывается им. Матрица вбирает в себя, охватывает изменяющий форму материал и пуансон. Операции листовой штамповки разделяются на две группы: разделительные и формообразующие (табл. 1.1, 1.2). Разделительные операции предназначены для полного или частичного отделения одной части металла от другой. Формообразующие операции предназначены для объемного пластического формообразования изделий из плоских заготовок.

К заготовительным операциям относятся: правка листов и полос на листоправильных машинах и правильных валках, а также резка листов на полосы или штучные заготовки.

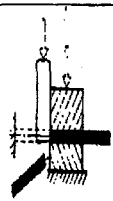
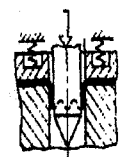
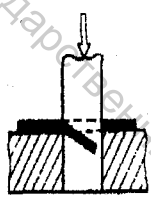
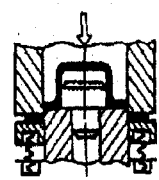
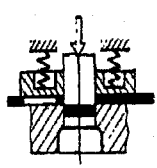
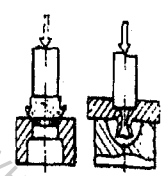
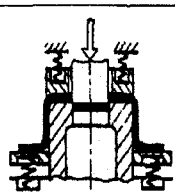
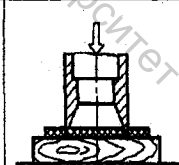
Вспомогательными операциями являются: смазка заготовок, фосфатирование, зачистка заусенцев, виброгалтовка, обкатка в барабанах, обезжиривание, травление, промывка.

К термическим операциям относятся: отжиг заготовок, закалка, отпуск.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.1

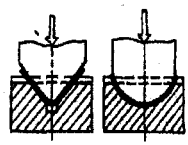
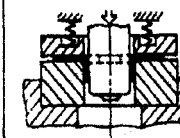
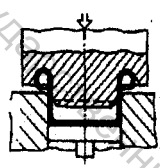
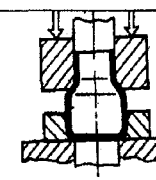
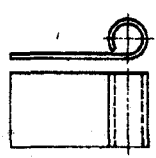
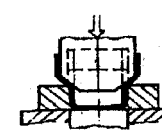
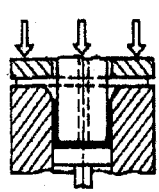
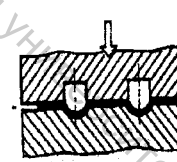
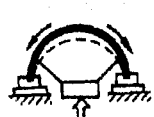
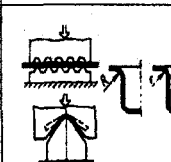
Схемы основных разделительных операций и их определение по ГОСТ 18970-84

Термин и его определение	Схема операции	Термин и его определение	Схема операции
1	2	3	4
Отрезка – полное отделение части заготовки по незамкнутому контуру путем сдвига		**Проколка** – образование в заготовке отверстия без удаления металла в отход	
Надрезка – неполное отделение заготовки путем сдвига		**Обрезка** – удаление излишков металла (припусков, облоя) путем сдвига	
Вырубка – полное отделение заготовки или изделия от исходной заготовки по замкнутому контуру путем сдвига (отдельная часть – изделие)		**Зачистка** – удаление технологических припусков с помощью штампа с образованием стружки для повышения точности размеров и уменьшения шероховатости штамповочной заготовки	
Пробивка – образование отверстия или паза путем сдвига с удалением отдельной части металла в отход		**Просечка** в штампе – образование отверстия в заготовке путем внедрения в нее инструмента с удалением части материала в отход	

Воронежский государственный технический университет

Таблица 1.2

Схемы формоизменяющих операций листовой штамповки и их определение по ГОСТ 18970-84

Термин и его определение	Схема операции	Термин и его определение	Схема операции
1	2	3	4
Гибка – образование или изменение углов между частями заготовки или придание ей криволинейной формы		**Отбортовка** – образование борта по внутреннему контуру заготовки	
Закатка – образование закругленных бортов на краях полой заготовки		**Обжим в штампе** – уменьшение размеров поперечного сечения части полой заготовки	
Завивка – образование закруглений на концах плоской заготовки или заготовки из проволоки		**Раздача** – увеличение размеров поперечного сечения части полой заготовки	
Вытяжка – образование полой заготовки или изделия из плоской или полой исходной заготовки		**Рельефная формовка** – образование рельефа в листовой заготовке за счет местных растяжений без обусловленного изменения толщины стенки	
Обтяжка – образование заготовки заданной формы приложением растягивающих усилий к ее краям		**Правка давлением** – устранение искаженной формы заготовки, уменьшение радиусов сопряжений отдельных участков заготовки	

Донецкий государственный технический университет

К отделочным относятся следующие операции: полирование, лакировка, окрашивание, оксидирование, металлизация, декоративные и противокоррозионные покрытия (цинкование, лужение, никелирование, хромирование, кадмирование и т.д.).

Производство изделий **холодной объемной штамповкой** в зависимости от типа оборудования осуществляется двумя основными способами: одно- и многопозиционной штамповкой на прессах, штамповкой на одно- и многопозиционных пресс-автоматах.

При однопозиционной штамповке на прессах наиболее полно используется технологическая деформируемость заготовок, так как между операциями может осуществляться разупрочняющая термическая обработка. Для однопозиционной штамповки применяют механические и гидравлические прессы. Многопозиционная штамповка осуществляется с помощью многопозиционных штампов или на специализированных многопозиционных прессах.

Одно- и многопозиционные автоматы применяются для холодной штамповки изделий массового применения: винты, гайки и т.д.

Все операции холодной объемной штамповки в зависимости от характера преобладающего формоизменения разделены на 12 групп с индексами А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л, М, Н, каждому из которых соответствует ряд с порядковым номером 1-12. В таблице 1.3 приведена часть схемы технологических операций с индексами А...Е и порядковыми номерами 1-4.

Операции с использованием инструмента примерно одинаковой сложности объединены, и границы раздела выделены толстыми линиями. Каждая операция описана показателем сложности, индексом группы и порядковым номером (например А2, В1, Е4).

Операции групп А, Б, В, Г, Д, Е

А1 – открытая осадка (выравнивание торцов, увеличение поперечного сечения), калибровка по высоте заготовки; А2 – расплющивание (изменение формы поперечного сечения заготовки); А3 – закрытая осадка сплошного стержня (калибровка по высоте и диаметру, устранение овальности сечения и продольной кривизны заготовки); А4 – разновидности операции А3 с удалением лишнего металла в торцовый заусенец.

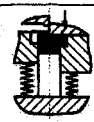
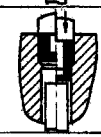
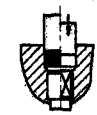
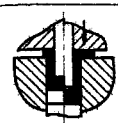
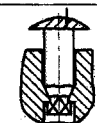
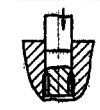
Б1 – закрытая объемная штамповка; Б2 – закрытая высадка в пуансоне; Б3 – закрытая высадка в матрице; Б4 – закрытая высадка заготовок типа цилиндр с усеченным конусом.

В1 – высадка в подвижной матрице; В2 – предварительная высадка в коническую полость пуансона; В3 – высадка-осадка фланца без упора заготовки в выталкиватель; В4 – предварительная высадка.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.3

Классификация операций холодной объемной штамповки

Группа	Осадка, высадка, чеканка			Редуцирование, прямое выдавливание		
	А	Б	В	Г	Д	Е
	1	2	5		3	4
1						
2						
3						
4						

Г1, Г2 – прямое выдавливание полого изделия из полой заготовки; Г3 – прямое выдавливание полой заготовки; Г4 – прямое выдавливание сплошной заготовки.

Д1 – редуцирование сплошного стержня (обжатие одного из концов заготовки); Д2 – разновидность операции Д1 (при последующих переходах и для получения изделий ступенчатой формы); Д4 – разновидность операции Д1 (обжатие конца полуфабриката с утолщением).

Е1, Е2 – прямое выдавливание цилиндрического или многогранного стержня (сечение заготовок разнообразное); Е3, Е4 – разновидности операции Е1.

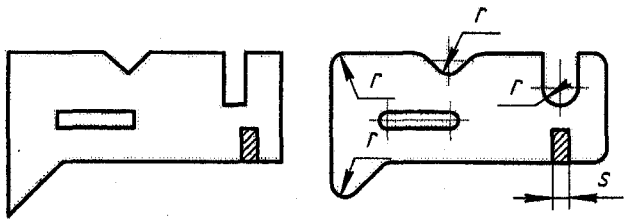
1.1 Разделительные штампы

Технологичность плоских изделий

Плоские штампуемые изделия должны приближаться к максимально простой конфигурации. Острые углы, узкие прорези и выступы должны плавно сопрягаться (рис. 1.1). Плавные сопряжения элементов позволяют повысить стойкость штампов и упростить технологию их изготовления.

В таблице 1.4 приведены минимальные радиусы сопряжений острых, прямых и тупых углов, а в таблице 1.5 – минимальные размеры отверстий штампуемых изделий.

Витебский государственный технологический университет

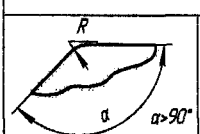
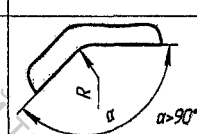
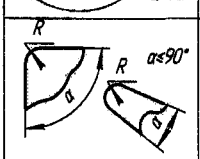


а б

Рис. 1.1 Не рекомендуемые (а) и рекомендуемые (б) сопряжения геометрических элементов контура изделий

Таблица 1.4

Соотношение между минимальными радиусами закруглений, углами сопрягаемых элементов и толщиной материала

Наружные сопряжения		*Внутренние сопряжения*	
	$R \geq 0{,}25\,S$		$R \geq 0{,}35\,S$
	$R \geq 0{,}5\,S$		$R \geq 0{,}6\,S$

Раскрой материала

Раскрой – это поиск наиболее эффективного размещения заготовок в полосе или ленте относительно друг друга, кромок листа или полосы. Мерой эффективности раскроя является коэффициент использования материала, определяемый по формуле:

$$\eta = \frac{F_{изд}}{F_з} \cdot 100\%, \qquad (1.1)$$

где $F_{изд}$ – площадь поверхности изделия; $F_з$ – площадь заготовки, необходимой для изготовления одного изделия.

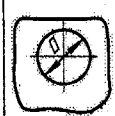
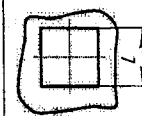
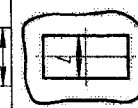
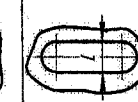
$$F_З = T \cdot B, \qquad (1.2)$$

где T – шаг между изделиями; B – ширина полосы.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.5

Минимальные размеры отверстий, пробиваемых в плоских изделиях

Материал	Форма отверстия			
	круглая	квадратная	прямоугольная	овальная
				
	Минимальные размеры отверстий, x S			
Сталь нержавеющая	1,50	1,40	1,20	1,10
Сталь твердая	1,20	1,10	0,90	0,80
Сталь мягкая	1,00	0,90	0,70	0,60
Латунь, медь	0,80	0,70	0,60	0,55
Алюминий, цинк	0,70	0,60	0,50	0,45
Текстолит, гетинакс	0,40	0,35	0,30	0,30
Картон, бумага	0,40	0,35	0,30	0,30
Магниевый сплав МА8М, нагретый до температуры не ниже 260°	0,25	0,45	0,35	0,30

Ширину полосы определяют по формулам:

для круглых изделий:

$$B = D + 2a + T_B \qquad (1.3)$$

для прямоугольных изделий:

$$B = L + 2b + T_B, \qquad (1.4)$$

где B – ширина полосы; D,L – размеры вырубаемого изделия в поперечном направлении полосы; a, b – величины боковой перемычки; T_B – допуск на ширину полосы.

Существует три вида раскроя материала: с отходами (табл. 1.6), безотходный и малоотходный (табл. 1.7).

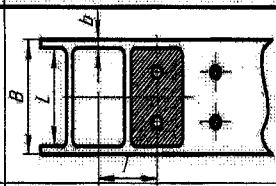
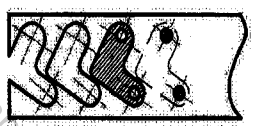
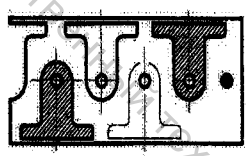
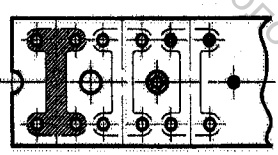
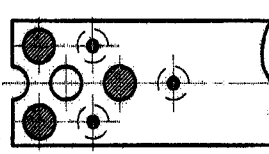
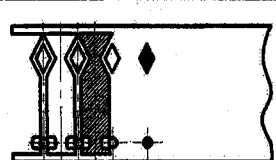
При раскрое с отходами изделия получают вырубкой по замкнутому контуру. Между заготовками, а также между заготовками и кромкой полосы имеются перемычки, ширина которых зависит от толщины материала, формы изделий (табл. 1.7).

Безотходный раскрой применяют при вырубке изделий, контур которых сопрягается друг с другом и характеризуется полным отсутствием перемычек. Малоотходный раскрой характеризуется отсутствием перемычек между изделиями и кромкой полосы.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.6

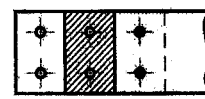
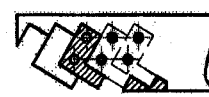
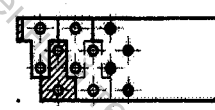
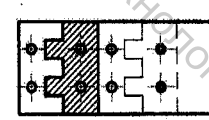
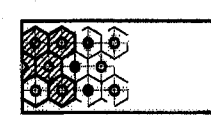
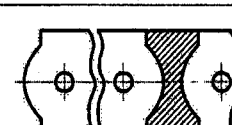
Примеры раскроя полос с отходами

Тип раскроя	Эскизы	Применение раскроя
Прямой		Для деталей простой геометрической формы (прямоугольной, круглой, квадратной)
Наклонный		Для деталей Г-образной или другой сложной конфигурации, которые при прямом расположении дают большие отходы
Встречный		Для деталей Т-, П-, Ш-образной конфигурации, которые при прямом или наклонном расположении дают большие отходы материала
Комбинированный		Для двух различных деталей, одинаковых по толщине и марке металла, в крупносерийном и массовом производстве
Многорядный		Для деталей небольших размеров в крупносерийном и массовом производстве
С вырезкой перемычек		Для мелких и узких деталей (часовые стрелки и подобные детали) или для последовательной вытяжки в ленте в крупносерийном и массовом производстве

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.7

Примеры безотходного и малоотходного раскроя

Тип раскроя	*Эскизы*	*Применение раскроя*
Прямой		*Для деталей прямоугольной или квадратной конфигурации*
Наклонный		*Для деталей Г-образной или другой конфигурации, допускающих небольшие дефекты контура*
Встречный		*Для деталей Т-, П-, Ш-образной конфигурации, допускающих небольшие дефекты контура*
Комбинированный		*Для двух различных деталей, взаимовписывающихся по конфигурации (шарнирные петли, и т.п.)*
Многорядный		*Для деталей прямоугольной, квадратной или шестигранной конфигурации небольших размеров в крупносерийном и массовом производстве*
С вырезкой перемычек		*Для деталей удлиненой формы, изготовляемых из мерной полосы или ленты без обрезки вдоль длинных сторон*

При раскрое с отходами изделия получают по замкнутому контуру. Между заготовками, а также между заготовками и кромкой полосы имеются перемычки, ширина которых зависит от толщины материала, формы изделий (табл. 1.8).

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.8

Рекомендуемые значения ширины перемычек при вырубке изделий

Толщина материала мм.	Круглых и овальных деталей при D					Прямоугольных деталей при L				
	Обозначение	До 50	Свыше 50 до 100	Свыше 100 до 200	Свыше 200	Обозначение	До 50	Свыше 50 До100	Свыше 100 До 200	Свыше 200
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
До 0,5	а	1,5	1,7	1,9	2,2	б	1,8	2,0	2,5	3,0
	$а_1$	1,2	1,4	1,6	1,8	$б_1$	1,5	1,7	2,2	2,7
Свыше 0,5 до1	а	1,2	1,4	1,6	1,8	б	1,5	1,7	2,2	2,7
	$а_1$	0,8	1,0	1,2	1,4	$б_1$	1,0	1,2	1,7	2,2
Свыше 1 до 1,5	а	1,5	1,7	1,9	2,1	б	1,9	2,1	2,6	3,1
	$а_1$	1,1	1,3	1,5	1,7	$б_1$	1,4	1,6	2,1	2,6
Свыше 1,5 до2	а	1,9	2,1	2,3	2,5	б	2,2	2,4	3,0	3,4
	$а_1$	1,5	1,7	1,9	2,1	$б_1$	1,7	1,9	2,5	2,9
Свыше 2 до 2,5	а	2,3	2,5	2,7	2,9	б	2,6	2,8	3,3	3,8
	$а_1$	1,8	2,0	2,2	2,4	$б_1$	2,2	2,4	2,9	3,4
Свыше 2,5 до3	а	2,6	2,8	3,0	3,2	б	3,0	3,2	3,7	4,2
	$а_1$	2,1	2,3	2,5	2,7	$б_1$	2,5	2,7	3,2	3,7
Свыше 3 до 3,5	а	3,0	3,2	3,4	3,6	б	3,4	3,6	4,1	4,6
	$а_1$	2,5	2,7	2,9	3,1	$б_1$	2,9	3,1	3,6	4,1
Свыше 3,5 до 4	а	3,3	3,5	3,7	3,9	б	3,7	3,9	4,4	4,9
	$а_1$	2,8	3,0	3,2	3,4	$б_1$	3,2	3,4	3,9	4,4
Свыше 4 до 4,5	а	3,6	3,8	4,0	4,2	б	4,0	4,2	4,7	5,2
	$а_1$	3,1	3,3	3,5	3,7	$б_1$	3,6	3,8	4,3	4,8
Свыше 4,5 до 5	а	4,0	4,2	4,4	4,6	б	4,5	4,7	5,2	5,7
	$а_1$	3,4	3,6	3,8	4,0	$б_1$	4,0	4,2	4,7	5,2
Свыше 5 до 6	а	4,2	4,5	4,8	5,0	б	4,5	5,5	5,5	6,0
	$а_1$	3,5	3,9	4,2	4,5	$б_1$	4,0	4,5	4,5	5,0
Свыше 6 до 7	а	4,5	5,0	5,5	6,0	б	4,8	6,0	6,0	6,5
	$а_1$	3,6	4,0	4,2	4,5	$б_1$	4,3	5,0	5,0	5,5
Свыше 7 до 8	а	5,0	5,5	5,8	6,0	б	5,3	6,5	7,0	7,8
	$а_1$	4,2	4,5	4,8	5,0	$б_1$	4,8	5,5	6,0	6,8
Свыше 8 до 9	а	5,5	6,0	6,3	6,5	б	5,8	7,0	7,5	8,0
	$а_1$	4,5	5,0	5,2	5,5	$б_1$	5,3	6,0	6,5	7,0
Свыше 9 до 10	а	6,0	7,0	7,5	8,0	б	6,3	7,0	7,5	8,0
	$а_1$	5,0	6,0	6,5	7,0	$б_1$	5,8	6,0	6,5	7,0

Примечание: а, б – величины перемычки между изделием и кромкой полосы; $а_1$,$б_1$ – величины перемычки между изделиями; D,L – размеры изделия в поперечном направлении

Витебский государственный технологический университет

Расчет усилий для процессов вырубки – пробивки

Расчет усилий вырубки – пробивки пуансона с прямыми режущими кромками производят по формуле:

$$P = L \cdot S \cdot \tau_{ср}, \qquad (1.5)$$

где L – периметр вырубаемого (пробиваемого) контура; S – толщина материала; $\tau_{ср}$ – сопротивление срезу.

Необходимое усилие пресса определяется из условия:

$$P_{пр} = 1{,}25P \le P_{пр.ном}, \qquad (1.6)$$

где P – расчетное усилие, определяемое по формуле (1.5); $P_{пр.ном}$ – номинальное усилие пресса.

При отсутствии пресса необходимой мощности вырубку – пробивку можно осуществлять на менее мощном прессе, применяя скошенные режущие грани на пуансоне или матрице (рис. 1.2). При вырубке наружного контура скос режущих граней выполняют на матрице, а пуансон должен быть плоским. При пробивке отверстия скос выполняют на пуансоне, а матрица остается плоской. Соблюдение этих требований обеспечивает получение плоских изделий при изогнутых отходах.

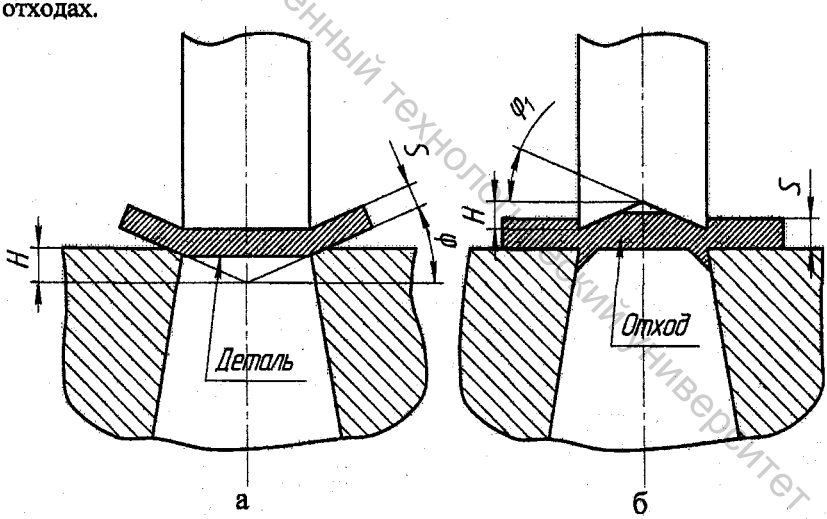


Рис 1.2 Схема вырубки (а) и пробивки (б) инструментом со скошенными режущими гранями

Скосы выполняют симметричными. Высоту скоса и угол наклона режущих кромок принимают в пределах: $H = (1-3)S$, $\varphi = 3 - 8^0$

При вырубке – пробивке скошенными режущими гранями расчетное усилие P_1 ориентировочно определяют по формулам:

Витебский государственный технологический университет

при $H=S$; $P_1=0.6LS\tau_{ср}$ (1.7)

при $H=2S$; $P_1=0.4LS\tau_{ср}$

Усилие снятия отхода или изделия с пуансона определяют по формуле:

$$P_{сн} = K_{сн} \cdot P \qquad (1.8)$$

Усилие проталкивания изделия или отхода через матрицу определяют по формуле:

$$P_{пр} = K_{пр} \cdot P \qquad (1.9)$$

В формулах (1.8), (1.9) P – расчетное усилие вырубки – пробивки; $K_{сн}$, $K_{пр}$ – коэффициенты соответственно снятия и проталкивания (табл. 1.9).

Таблица 1.9

Значения коэффициентов снятия и проталкивания

Металл	$K_{сн}$	$K_{пр}$
Сталь	0,03 - 0,05	0,02 - 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	0,025 - 0,05	0,02 -0,06

Определение центра давления штампа

Ось хвостовика штампа необходимо располагать в центре давления штампа с целью предотвращения перекоса штампа и несимметричности зазоров. Координаты центра давления (рис. 1.3) определяют для многопуансонных штампов, а также при вырубке – пробивке изделий несимметричного контура.

Координаты центра давления (X_0, Y_0) определяют по формулам:

$$X_0 = \frac{l_1x_1 + l_2x_2 + l_3x_3 + l_4x_4 + l_5x_5 + l_6x_6 + l_7x_7 + l_8x_8 + l_9x_9 + l_{10}x_{10}}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 + l_{10}};$$

(1.10)

$$Y_0 = \frac{l_1y_1 + l_2y_2 + l_3y_3 + l_4y_4 + l_5y_5 + l_6y_6 + l_7y_7 + l_8y_8 + l_9y_9 + l_{10}y_{10}}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 + l_{10}};$$

Витебский государственный технологический университет

где $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7, l_8, l_9, l_{10}$ – периметры соответствующих участков контура вырубаемых деталей;

$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}$ – расстояния от геометрического центра соответствующих участков до оси Оу;

$y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8, y_9, y_{10}$ – расстояния от геометрического центра соответствующих участков до оси Ох.

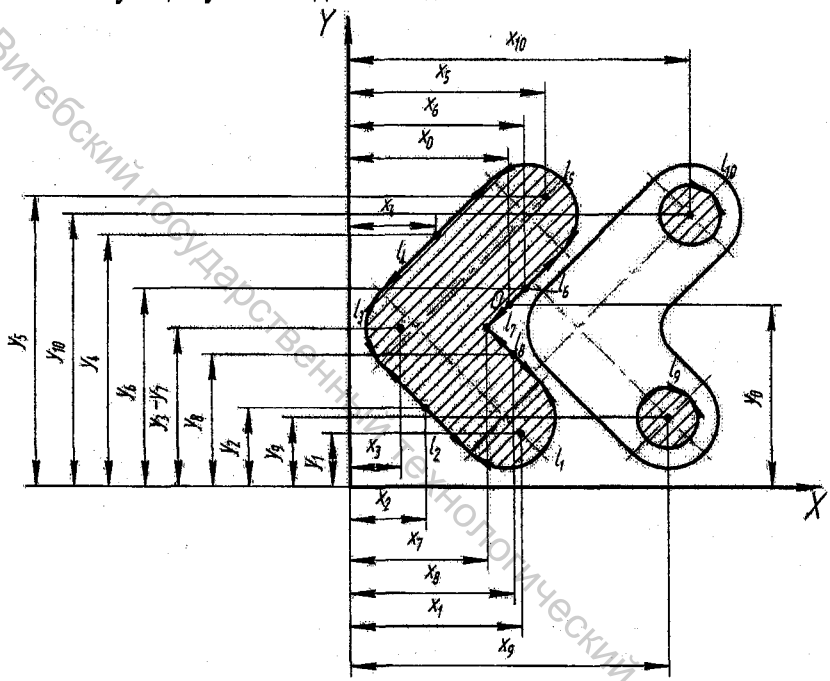


Рис. 1.3 Схема определения центра давления штампа

Расчет исполнительных размеров матриц и пуансонов разделительных штампов

Размеры вырубаемого изделия соответствуют размерам отверстия матрицы. Износ матрицы приводит к увеличению рабочего отверстия, а значит и к увеличению размеров изделия. Поэтому размеры матрицы должны соответствовать предельному размеру изделия.

Если штампуемое изделие имеет форму круга и допуски на его диаметр назначены в системе отверстия, то исполнительный диаметр рабочего отверстия матрицы определяют как разность между номинальным диаметром изделия и допуском на этот диаметр:

Витебский государственный технологический университет

$$D_M = (D_H - T_D)^{+T_M}, \quad (1.11)$$

где D_H – номинальный диаметр штампуемого изделия; T_D – допуск на диаметр изделия; T_M – допуск на размер матрицы.

Рабочий (исполнительный) диаметр пуансона для вырубки будет меньше диаметра матрицы на величину зазора между ними:

$$D_П = (D_M - Z)_{-T_П}, \quad (1.12)$$

где $T_П$ – допуск на размер пуансона; Z – двусторонний зазор между матрицей и пуансоном.

Диаметр пробиваемого отверстия соответствует диаметру пуансона. Изнашивание пуансона приводит к уменьшению его диаметра. Поэтому исполнительный диаметр пуансона должен соответствовать предельному размеру отверстия.

Если допуски на штампуемое изделие назначены в системе отверстия, то диаметр пуансона определяется как сумма номинального диаметра отверстия и допуска на этот диаметр:

$$D_П = (d_H + T_d)_{-T_П}, \quad (1.13)$$

где d_H – номинальный размер пробиваемого отверстия; T_d – допуск на диаметр отверстия; $T_П$ – допуск на размер пуансона.

Рабочий, исполнительный диаметр матрицы для пробивки будет больше диаметра пуансона на значение зазора между ними: $D_M = D_П + Z$ или, учитывая (1.13),

$$D_M = (d_H + T_d + Z)^{+T_M} \quad (1.14)$$

Величина зазора зависит от толщины материала и его свойств (табл. 1.10).

Приведенные формулы (1.11) – (1.14) для определения исполнительных размеров пуансонов и матриц применимы в том случае, когда толщина штампуемого материала сравнительно невелика (до 1 – 2 мм.). Для таких толщин боковая поверхность отделяемой части металла может считаться приблизительно перпендикулярной плоскости листа.

При штамповке более толстого металла (свыше 2 мм) необходимо принимать во внимание конусность боковой поверхности отделяемой части металла, которая образуется в результате возникновения скалывающих трещин, направленных под определенным углом к образующей.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.10

Значения двусторонних зазоров при вырубке – пробивке стальных изделий

Толщина материала S,мм	Низко-углеродистая сталь марок 10,20; медь, латунь, алюминий			Средне-углеродистая сталь марок 25,35,45; дюралюминий, бронза				Высоко-углеродистая трансформаторная, нержавеющая стали			
	Величина двусторонних зазоров при вырезке и пробивке Z, мм.										
S	Z	S	Z	S	Z	S	Z	S	Z	S	Z
0,1	0,005	4,0	0,320	0,1	0,006	4,0	0,360	0,1	0,007	4,0	0,400
0,2	0,010	4,5	0,360	0,2	0,012	4,5	0,450	0,2	0,014	4,5	0,540
0,3	0,015	5,0	0,400	0,3	0,018	5,0	0,500	0,3	0,021	5,0	0,600
0,4	0,020	6,0	0,500	0,4	0,024	6,0	0,600	0,4	0,028	6,0	0,700
0,5	0,025	7,0	0,700	0,5	0,030	7,0	0,900	0,5	0,035	7,0	1,000
0,6	0,030	8,0	0,800	0,6	0,036	8,0	1,000	0,6	0,042	8,0	1,100
0,7	0,035	9,0	1,100	0,7	0,042	9,0	1,300	0,7	0,049	9,0	1,400
0,8	0,040	10,0	1,200	0,8	0,048	10,0	1,400	0,8	0,056	10,0	1,600
0,9	0,045	11,0	1,600	0,9	0,054	11,0	1,800	0,9	0,063	11,0	1,800
1,0	0,050	12,0	1,700	1,0	0,060	12,0	1,900	1,0	0,070	12,0	1,900
1,2	0,070	13,0	2,100	1,2	0,080	13,0	2,300	1,2	0,100	13,0	2,300
1,5	0,090	14,0	2,300	1,5	0,110	14,0	2,500	1,5	0,120	14,0	2,500
1,8	0,110	15,0	2,700	1,8	0,130	15,0	3,000	1,8	0,140	15,0	3,300
2,0	0,120	16,0	2,900	2,0	0,140	16,0	3,200	2,0	0,160	16,0	3,500
2,2	0,160	17,0	3,400	2,2	0,180	17,0	3,800	2,2	0,200	17,0	4,100
2,5	0,180	18,0	3,600	2,5	0,200	18,0	4,000	2,5	0,230	18,0	4,300
2,8	0,200	19,0	4,200	2,8	0,220	19,0	4,600	2,8	0,250	19,0	5,000
3,0	0,210	20,0	4,400	3,0	0,240	20,0	4,800	3,0	0,270	20,0	5,200
3,5	0,280	-	-	3,5	0,320	-	-	3,5	0,350	-	-

Для устранения возможного выхода размера штампуемой заготовки за предельные, поле допуска на диаметр заготовки искусственно уменьшается. Уменьшенный допуск составляет 0,6 – 0,8 номинального допуска. В этом случае формулы для определения исполнительных размеров пуансонов и матриц имеют вид:

для вырубки:

$$D_M = \left[D_H - (0{,}6...0{,}8)T_D\right]^{+T_M} \quad (1.15)$$

$$D_П = \left[D_H - (0{,}6...0{,}8)T_D - Z\right]_{-T_П} \quad (1.16)$$

для пробивки:

$$D_M = \left[d_H + (0{,}6...0{,}8)T_d + Z\right]^{+T_M} \quad (1.17)$$

$$D_П = [d_H + (0,6...0,8)T_d]_{-T_П} \qquad (1.18)$$

Допуск на рабочие размеры пуансонов и матриц $T_П$ и $T_М$ принимают равным 25 – 35 % от допуска на соответствующий размер штампуемой детали. Допуски на размеры инструмента назначают по определенным квалитетам точности.

1.1.1. Штампы для чистовой вырубки - пробивки

При обычной вырубке на универсальных прессах получаются изделия, зона среза которых составляет только часть поверхности разделения (примерно 0,3 S), а остальная часть поверхности – зона скола. На этой поверхности имеются глубокие трещины, вырывы и т.п.

Получение качественной поверхности среза (Ra 0,5–1) с соответствующей точностью IT…IT11, может быть достигнуто чистовой вырубкой – пробивкой. Сущность чистовых способов разделения заключается в создании дополнительного локального давления в условиях объемного сжатия, по контуру среза дополнительного объемного локального сжатия, которое препятствует образованию и распространению скалывающих трещин. Разделение материала осуществляется в результате пластического сдвига. Отсутствие хрупкого разрушения приводит к повышению качества поверхности среза и точности размеров изделия.

Технологические особенности изделий, получаемых чистовой вырезкой.

При чистовой вырубке – пробивке минимальные размеры отверстия, пазов, выступов могут быть меньше толщины изделия (рис. 1.4).

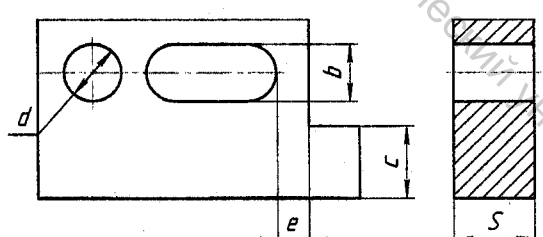


Рис 1.4 Соотношение параметров отверстия, пазов, выступов при чистовой вырубке – пробивке: d ≥ 0,6S; b ≥ 0,6 + 0,7S; c ≥ 0,6 + 0,7S; e ≥ 0,6 + 0,7S

Минимальный радиус сопряжения на изделии зависит от угла при вершине, а также от толщины и прочности материала. На рис. 1.5 представлены ориентировочные соотношения радиуса сопряжения и толщины материала с пределом прочности до $\sigma_в = 450 МПа$. Для более

Репозиторий Оренбургского государственного технического университета

прочных материалов радиусы сопряжения увеличиваются пропорционально повышению предела прочности материала.

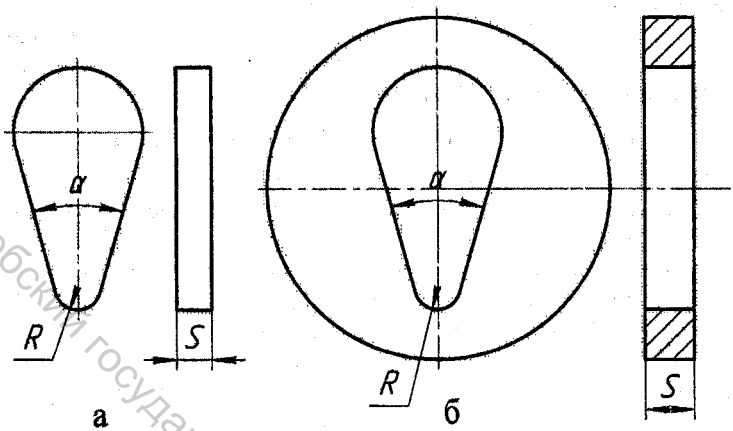


Рис 1.5. Соотношение минимального радиуса сопряжения и толщины материала:

а) наружный контур (при $\alpha \geq 90^0$ $R \geq 0{,}1S$; при $\alpha = 90^0 + 60^0$ $R \geq 0{,}2S$; при $\alpha = 60^0 + 30^0$ $R \geq 0{,}3S$);

б) внутренний контур (при $\alpha \geq 90^0$ $R \geq 0{,}08S$; при $\alpha = 90^0 + 60^0$ $R \geq 0{,}15S$; при $\alpha = 60^0 + 30^0$ $R \geq 0{,}2S$).

Раскрой материала для чистовой вырубки – пробивки

Раскрой материала для чистовой вырубки – пробивки производится так же, как при обычной вырубке, однако ширина перемычек при чистовой вырубке в результате внедрения клинового ребра в материал значительно больше, чем при обычной вырубке (табл.1.11).

Расчет исполнительных размеров матриц и пуансонов при чистовой вырубке – пробивке.

Размеры матрицы и пуансона при вырубке определяются по формулам:

- при минусовом допуске на изделие:

$$D_M = (D - 0.5T_D)_{-0.2T_D} \qquad (1.19)$$

- при плюсовом допуске на изделие:

$$D_M = (D + 0.5T_D)^{+0.2T_D} \qquad (1.20)$$

- при симметричном допуске на изделие:

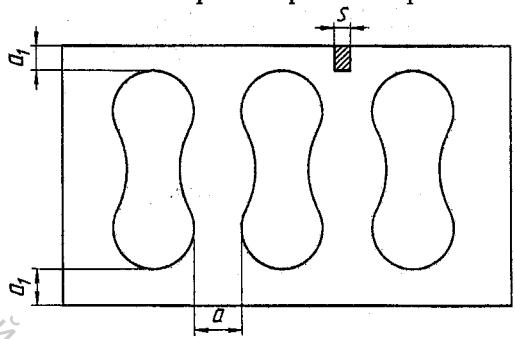
$$D_M = D \pm 0.5T_D \qquad (1.21)$$

$$D_П = D_M - Z \qquad (1.22)$$

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.11

Размеры минимальной ширины перемычек при чистовой вырубке



Толщина материала S, мм	Ширина перемычек, мм		Толщина материала S, мм	Ширина перемычек, мм	
	a	a_1		a	a_1
0,5	2	1,5	11	18	16
1	3	2	12	19	18
2	4	3	13	21	20
3	6	4	14	23	21
4	7,5	6	15	24	22
5	8	7,5	16	25	24
6	10	9	17	26	25
7	11	10	18	28	27
8	13	12	19	30	28
9	15	13	20	32	30
10	17	15			

Размеры матрицы и пуансона при пробивке определяют по формулам:

- при минусовом допуске на изделие:

$$D_П = (D - 0.3T_D)_{-0.1T_D} \quad (1.23)$$

- при плюсовом допуске на изделие:

$$D_П = (D + 0.6T_D)^{+0.1T_D} \quad (1.24)$$

- при симметричном допуске на изделие:

$$D_П = D \pm 0.1T_D \quad (1.25)$$

$$D_M = D + Z, \quad (1.26)$$

где D – исполнительный размер изделия; D_M, $D_П$ – исполнительные размеры соответственно матрицы и пуансона; T_D – допуск на размер изделия; Z – двусторонний зазор между пуансоном и матрицей при чистовой вырубке (табл.1.12).

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.12

Значения двусторонних зазоров при чистовой вырубке – пробивке

Толщина штампуемого материала S, мм	Двусторонний зазор в процентах от толщины материала			
	Вырубка наружного контура	Пробивка отверстия		
		d < S	d = S	d > 5S
0,5	1	2,5	2	1
1	1	2,5	2	1
2	1	2,5	1	0,5
3	1	2	1	0,5
4	1	1,7	0,75	0,5
6	1	1,7	0,5	0,5
10	1	1,5	0,5	0,5
15	1	1	0,5	0,5
16	1	1	0,5	0,5
17	1	1	0,5	0,5
18	1	1	0,5	0,5
19	1	1	0,5	0,5
20	1	1	0,5	0,5

Витебский государственный технологический университет

1.2 Гибочные штампы

Технологичность изогнутых деталей

Минимальные радиусы гибки преимущественно зависят от следующих факторов: механических свойств материала; угла гибки; направления линии гибки относительно направлений волокон проката. Минимально допустимый радиус гибки определяется по формуле

$$R_{\min} = KS, \qquad (1.27)$$

где S – толщина материала; K – коэффициент, зависящий от механических свойств материала (табл. 1.13)

Минимальные радиусы гибки следует применять лишь в случае крайней конструктивной необходимости; во всех остальных случаях рекомендуется применять радиусы гибки: $R \geq S$ для материалов толщиной до 1,5мм; $R \geq 2S$ материалов толщиной свыше 1,5мм.

Длина отгибаемой части изделия должна быть не менее двух толщин материала. Если конструктивная высота отгибаемой полки

короче рекомендуемой величины, полка отгибается более высокой, а затем обрезается.

Для предотвращения искривлений формы отверстий, расположенных близко к линии изгиба, необходимо расстояние от центра радиуса изгиба до края пробитого отверстия принимать не менее двух толщин $a < 2S$ (рис. 1.6,а). В противном случае пробивку отверстия необходимо осуществлять после гибки, или предусматривать дополнительные технологические отверстия, предотвращающие утяжку (рис. 1.6,б).

Таблица 1.13

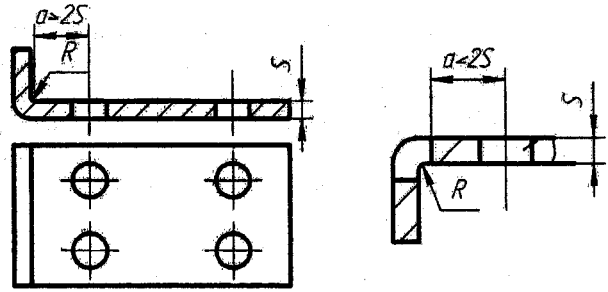
Числовые значения коэффициента К

Металл	Отожженный или нормализованный металл		Наклепанный металл	
	Расположение линии сгиба			
	Поперек волокон проката	Вдоль волокон проката	Поперек волокон проката	Вдоль волокон проката
	Коэффициент К			
Алюминий	–	–	0,3	0,8
Медь отожженная	–	–	1,0	2,0
Латунь Л68	–	0,2	0,4	0,8
Сталь 0,5; 08кп	–	–	0,2	0,5
Сталь Ст. 2	–	0,4	0,4	0,8
Сталь 15; 20; Ст. 3	0,1	0,5	0,4	0,8
Сталь 25; 30; Ст. 4	0,2	0,6	0,5	1,0
Сталь 35; 40; Ст. 5	0,3	0,8	0,6	1,2
Сталь 45; 50; Ст. 6	0,5	1,0	0,8	1,5
Сталь 55; 60; Ст. У7	0,7	1,3	1,0	1,7
Сталь 30ХГСА	–	–	1,5	4,0
Сталь жаропрочная	–	–	1,3	2,0
Сталь нержавеющая	–	–	2,5	6,5
Дюралюминий мягкий	1,0	1,5	1,5	2,5
Дюралюминий твердый	2,0	3,0	3,0	4,0

Во избежание трещин в углах при гибке выступов линию гибки нужно смещать от углов на величину не менее радиуса гибки (рис. 1.7,а) или выполнять технологические местные вырезы (рис. 1.7,б).

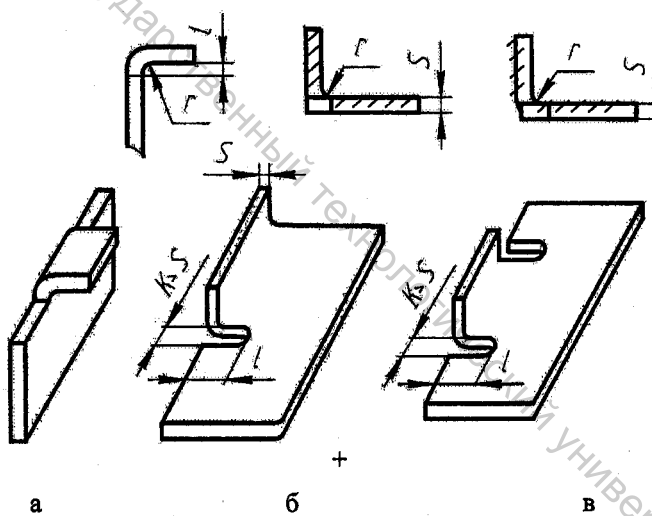
Величины внутренних радиусов r_1, r_2 должны быть не менее трех толщин материала (рис. 1.8). В противном случае на боковых полках возможно образование вмятин и задиров.

Витебский государственный технологический университет



а б

Рис. 1.6 Схемы расположения отверстий в гнутых изделиях



а б в

Рис. 1.7 Схемы расположения выступов в гнутых изделиях:
а – при $l \geq r$; б – при $l = S+r+K/2$; в – при $l = r+K/2$

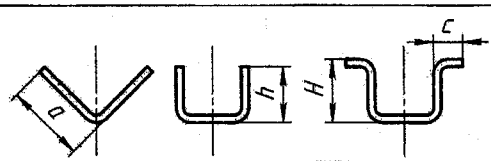
Не следует назначать наружный радиус менее суммы внутреннего радиуса и толщины материала. В противном случае изделие должно подвергаться предварительной гибке, а последующими осадкой и чеканкой изделию придается окончательная форма.

Угол между линией контура и линией сгиба должен быть равен 90°. В противном случае происходит искривление (отклонение от плоскостности) отгибаемой полки (рис. 1.9).

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.14

Числовые значения линейных отклонений на отгибаемые полки



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

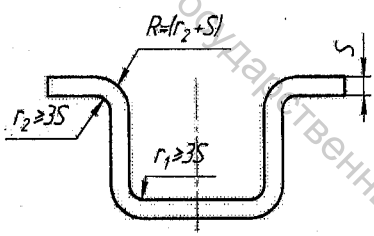


Рис. 1.8 Схема конструкции изделия для назначения наружных радиусов сопряжения

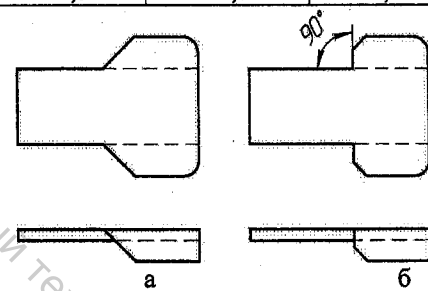


Рис. 1.9 Схемы конструкций гнутого изделий:
а – неправильная; б – правильная.

Числовые значения отклонений от номинального размера изделий назначаются двухсторонними и симметричными.

Расчёт усилия гибки

Усилие гибки определяется по формуле:

$$P = 1.25K\sigma_в LS \qquad (1.28)$$

В случае гибки с прижимом усилие гибки увеличивается и рассчитывается по формуле

$$P = 1.6K\sigma_в LS \qquad (1.29)$$

K – поправочный коэффициент, зависит от соотношения радиуса гибки и толщины материала (табл. 1.15). $\sigma_в$ – предел прочности; L – суммарная длинна гибки; S – толщина материала.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.15

Значение поправочного коэффициента K, необходимого для расчета усилия гибки

$\frac{r}{S}$	0,1	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	10,0
K	0,55	0,48	0,40	0,30	0,25	0,20	0,16	0,12	0,10	0,06

Расчёт длины развертки заготовки

В процессе гибки слои изделия, примыкающие к пуансону (внутренние), сжимаются и укорачиваются, а слои изделия, примыкающие к матрице (наружные) – наоборот, растягиваются и удлиняются. Между внутренними сжатыми и внешними растянутыми слоями находится нейтральная поверхность, которая претерпевает изгиб, но не изменяет первоначальной длины. Радиус кривизны нейтральной поверхности определяется по формуле

$$R = r + Sx, \tag{1.30}$$

где r – внутренний радиус; S – толщина материала; x – коэффициент утонения, зависящий от внутреннего радиуса гибки и толщины материала (табл. 1.16)

Таблица 1.16

Зависимость коэффициента утонения от отношения r/S

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

При завивке шарниров (петель) вследствие действия сил трения коэффициент утонения определяют по таблице 1.17.

Таблица 1.17

Значения коэффициента утонения при гибке изделий, подвергаемых действию сил трения

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

Витебский государственный технологический университет

Для расчёта длины заготовки (развертки) необходимо выполнить следующие действия. Разбить контур изделия на элементы, представляющие собой отрезки прямой и дуги окружности (рис. 1.10)

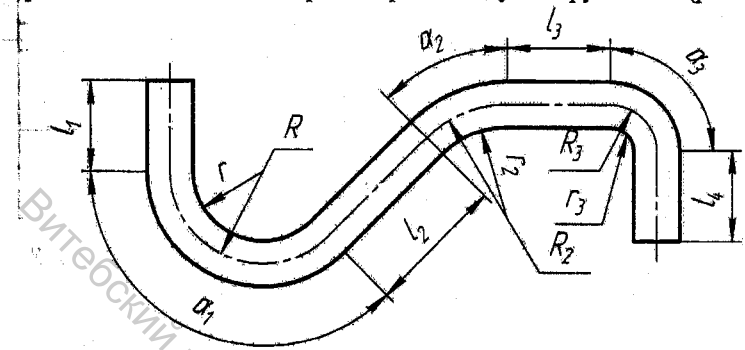


Рис. 1.10 Схема разделения изделия на элементы для определения длины развертки

Определить радиус нейтральной поверхности по формуле 1.30.
Длину развертки определяют по формуле

$$l_3 = \sum l + \sum \frac{\pi \alpha}{180} R, \qquad (1.31)$$

где l – сумма прямых участков; α – угол гиба; R – расчетный радиус нейтральной поверхности.

Расчет размеров пуансона и матрицы

Основными разновидностями заготовок, подвергаемых гибке, являются V–образные и П–образные. Остальные заготовки в различных сочетаниях повторяют их формы. Поэтому методика определения размеров пуансона и матрицы основана на методике расчета V– и П–образных заготовок.

При V–образной гибке основными определяющими размерами пуансона и матрицы являются рабочие углы $\varphi_П$ и $\varphi_М$.

$$\varphi_П = \varphi_М = \varphi_З \pm \Delta\varphi, \qquad (1.32)$$

где $\varphi_З$ – угол гибки заготовки; $\Delta\varphi$ – угол пружинения принимают в соответствии с таблицей 1.8.

Предельное отклонение углов $\varphi_П$ и $\varphi_М$ принимается равным 0,3…0,5 от соответствующего предельного отклонения угла, указанного на чертеже изделия.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.18

Ориентировочные значения угла пружинения при V–образной гибке

Материал	r/s	□φ ° при s, мм		
		До 0,8	Св. 0,8 до 2,0	Св. 2,0
Алюминий, латунь мягкая, цинк	До 1	4	2	0
	Св. 1 до 5	5	3	1
	Св. 5	6	4	2
Латунь твёрдая ($\sigma_в > 350$ МПа), бронза твёрдая	До 1	5	2	0
	Св. 1 до 5	6	3	1
	Св. 5	8	5	3

Радиус закругления пуансона $r_П$ принимается равным радиусу закругления изделия $r_З$. Радиус закругления матрицы равен

$$r_M = (0{,}6...0{,}8)(r_П + s). \quad (1.33)$$

Радиус закругления на ребре матрицы R_M принимается ориентировочно из соотношения

$$R_M = (1...2)s. \quad (1.34)$$

При длине полки заготовки $l \le 50$ глубину рабочей части матрицы и её толщину определяют по табл. 1.19. Во всех случаях ширина касания пуансона с заготовкой должна быть не более ширины касания матрицы с заготовкой. Ширина $A_П$ принимается на 5…10 мм больше ширины касания пуансона со штампуемой заготовкой. Толщина пуансонодержателя $H_{ПН}$ принимается равной $(0{,}3...0{,}5)A_П$. Высоту пуансона вычисляют по формуле

$$H_П = h_M + H_{ПН} + (20...25),\ мм \quad (1.35)$$

При П–образной гибке методика определения исполнительных размеров матрицы и пуансона зависит от варианта простановки размеров на чертеже заготовки (рис. 1.11).

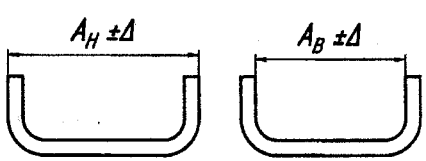
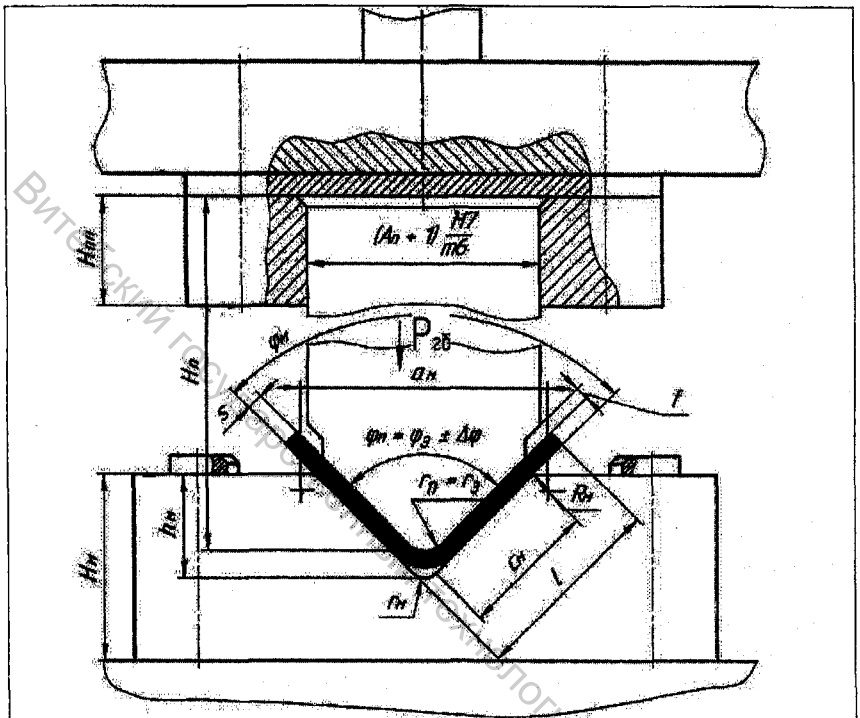


Рис. 1.11. Чертежи скоб с наружной (а) и внутренней (б) простановкой размеров

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.19

Размеры по высоте матрицы и пуансона при длине полки $l \le 50$ *мм*



s ,*мм*	h_M ,*мм*	H_M ,*мм*	*s*,*мм*	h_M ,*мм*	H_M ,*мм*
До 0,5	2	12	Св. 3 до 4	15	35…40
Св. 0,5 до 1	4	19	» 4 » 5	18	43…48
» 1 » 2	7	22…27	» 5 » 6	22	47…52
» 2 » 3	12	32…37	» 6 » 7	25	55…56
			» 7 »10	30…36	60…76

Длина наклонной части рабочего профиля c_M матрицы для V–образной гибки при длине полки $l > 50$ *мм*

Толщина материала *s* ,*мм*	Длина полки *l*, *мм*			
	Св. 50 до 75	Св. 75 до 100	Св. 100 до 150	Св. 150 до 200
До 1	18…25	25…30	30…35	35…40
Св. 1 до 2	20…25	25…30	30…35	35…45
» 2 » 4	25…30	30…35	35…40	40…50
» 4 » 6	30…35	35…40	40…45	45…50
» 6 »10	35…40	40…45	45…50	50…60

Витебский государственный технологический университет

Если задан наружный размер скобы A_H с отклонениями ±Δ, матрицу выполняют по размеру

$$A_M = A_H + T_M \tag{1.36}$$

Размер пуансона занижают на величину зазора.

Если задан внутренний размер скобы A_B с отклонениями ±Δ, пуансон выполняют по размеру

$$A_П = A_B - T_П \tag{1.37}$$

Размер матрицы завышается на величину зазора.

В формулах (1.36) и (1.37) $T_П$ и T_M – допуски на изготовление матрицы и пуансона.

Величина зазора зависит от толщины материала, допуска на его изготовление, а также от длины загибаемой полки. Эта зависимость выражается формулой

$$Z = s + cT_S, \tag{1.38}$$

где s – толщина материала; T_S – допуск на толщину материала; c – коэффициент, учитывающий трение изгибаемой заготовки о рабочую поверхность матрицы.

Толщину пуансонодержателя $H_{ПН}$, высоту пуансона $H_П$ для П-образных штампов определяют по аналогии со штампами для V-образной гибки.

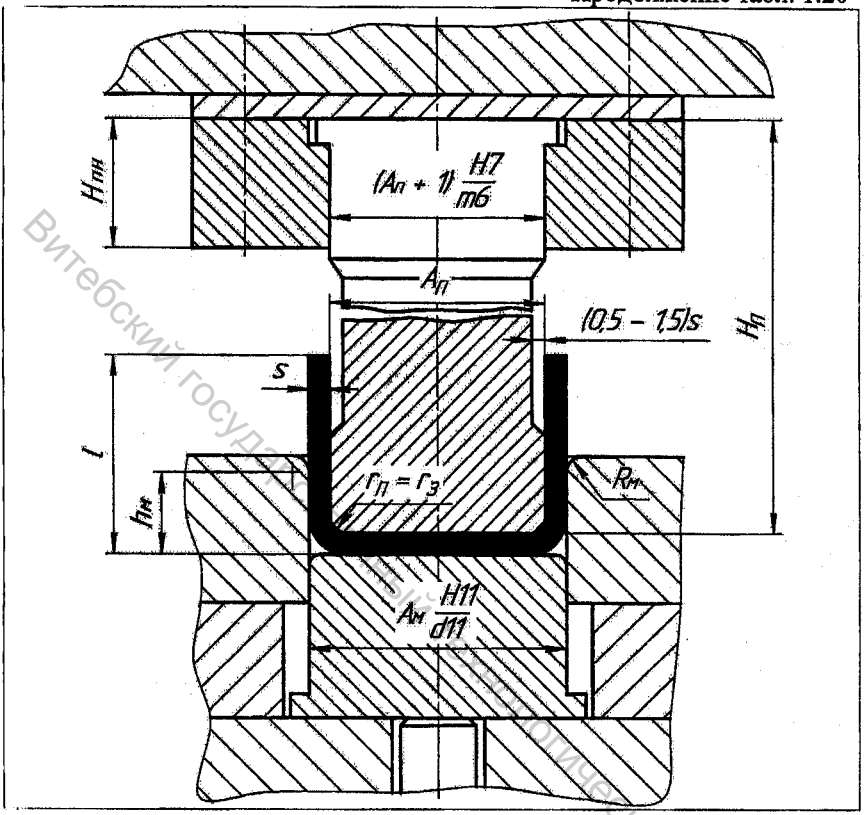
Конструктивные размеры матриц приведены в таблице 1.20.

Таблица 1.20

Размеры элементов матриц для П–образной гибки.

l	Толщина материала							
	До 0,5		Св. 0,5 до 2		Св. 2 до 4		Св. 4 до 5	
	R_M	h_M	R_M	h_M	R_M	h_M	R_M	h_M
До 10	2	6	3	10	4	10	–	–
Св. 10 до 20	2	8	4	12	5	15	5	20
Св. 20 до 35	2	12	4	15	5	20	5	25
Св. 35 до 50	3	15	4	20	6	25	5	30
Св. 50 до 75	3	20	5	25	6	30	5	35
Св. 75 до 100	–	–	5	30	8	35	5	40
Св. 100 до 150	–	–	5	35	8	40	5	50
Св.150 до 200	–	–	5	45	8	55	5	65

Витебский государственный технологический университет



1.3 Вытяжные штампы

1.3.1 Штампы для вытяжки без преднамеренного утонения толщины стенок

Технологичность вытянутых изделий

В процессе вытяжки заготовка затягивается в зазор между матрицей и пуансоном. При этом плоская заготовка трансформируется в полое изделие. Основным требованием к изделиям, изготовляемым вытяжкой, является наличие плавных сопряжений между стенками, а также между стенками и дном изделия.

На рис. 1.12 приведены примеры рекомендаций по выбору наиболее рациональной формы вытягиваемых изделий.

Витебский государственный технологический университет

• БИБЛИОТЕКА •
УА «Витебская государственная технологическая университет»
Инв. № 4-3095

Плоское дно более рационально чем сферическое (рис. 1.12, а). Переходы в ступенчатых изделиях следует выполнять наклонными. При этом разность диаметров ступеней предусматривать минимальной (рис. 1.12, б). Следует избегать криволинейных и сферических боковых поверхностей (рис. 1.12, в). Выступы следует выполнять наклонными с минимальной высотой (рис. 1.12, г). Изделия больших габаритных размеров с плоским дном более склонны к перекосу, чем выпуклые (рис. 1.12, д). Изделия со сферическим дном следует выполнять с небольшим выступом $h \approx S$, облегчающим удержание заготовки при вытяжке (рис. 1.12, е).

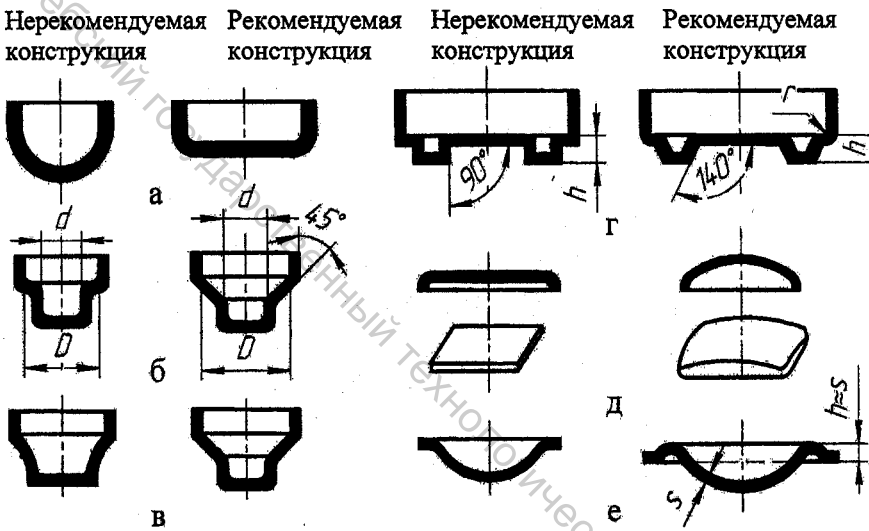


Рис. 1.12 Рекомендуемые формы изделий

От размера радиуса сопряжений элементов изделия зависит величина напряжение в материале, а значит возможность обрывов и складкообразований. Рекомендуемые значения радиусов сопряжения приведены в таблице 1.21.

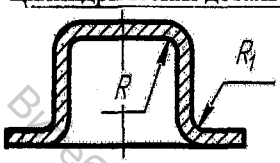
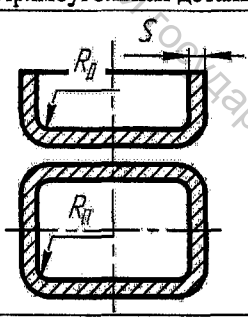
На рисунке 1.13 представлены конструктивные требования к изделиям, вытягиваемым за одну операцию.

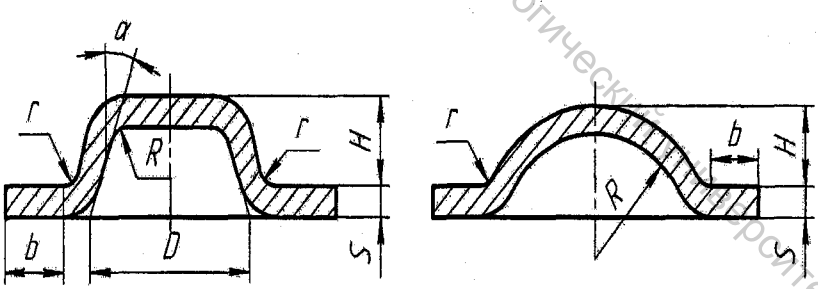
Минимальное расстояние между отверстиями во фланце (рис. 1.14) определяют из соотношения

$$A \geq D + 2S + 2r + d \qquad (1.39)$$

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.21

Вид детали	Место расположения радиуса закругления	Рекомендуемые значения
Цилиндрическая деталь 	Между дном и стенкой R (радиус дна)	$R \geq S$
	Между фланцем и стенкой R_1 (радиус фланца)	$R_1 \geq (2 \div 3)S$
Прямоугольная деталь 	Между дном и стенкой $R_Д$ (радиус дна)	$R_Д = 1{,}5S$ желательно $R_Д = R_П$
	Между боковыми стенками $R_П$ (радиус в плане)	$R_П \geq 3S$



$H \leq (1.5-2)S$; $R \geq (1-1.5)S$; $\alpha \geq 15-20°$; $R \geq (3-4)S$; $H \leq 2S$;

$D \geq 3H$; $r \geq 0.5S$; $b \geq (3\text{-}3.5)S$ $r \geq 0.5S$; $b \geq (3-3.5)S$

Рис. 1.13 Конструктивные требования к изделиям, получаемым за одну операцию

Витебский государственный технологический университет

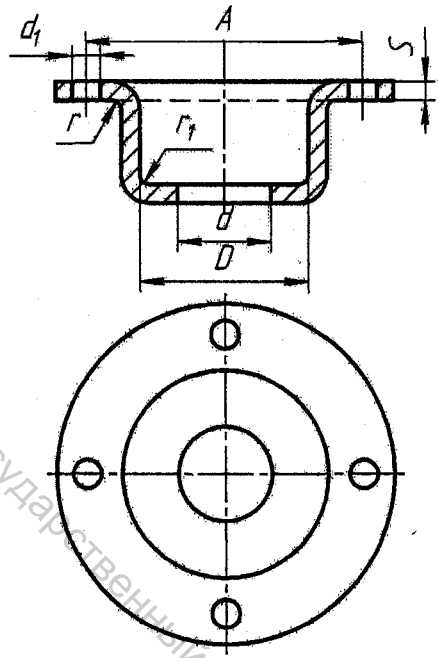


Рис. 1.14 Технологические требования к расположению отверстий

В таблице 1.22 приведены допускаемые отклонения по высоте полых цилиндрических изделий с фланцем.

Таблица 1.22

Рекомендуемые значения отклонений по высоте цилиндрических изделий с фланцем

Толщина материала, мм	Высота H,мм						
	До 18	Свыше 18 до 30	Свыше 30 до 50	Свыше 50 до 80	Свыше 80 до 120	Свыше 120 до 180	Свыше 180 до 260
До 1	±0,3	±0,4	±0,5	±0,6	±0,8	±1,0	±1,2
Свыше 1 до 2	±0,4	±0,5	±0,6	±0,7	±0,9	±1,2	±1,4
Свыше 2 до 4	±0,5	±0,6	±0,7	±0,8	±1,0	±1,4	±1,6
Свыше 4 до 6	±0,6	±0,7	±0,8	±0,9	±1,1	±1,6	±1,8

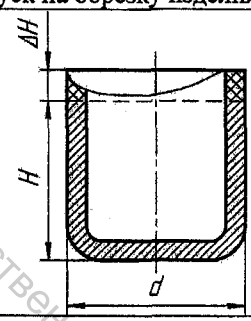
Витебский государственный технологический университет

Расчет размеров заготовки

В основе методики расчета размеров заготовки принимается равенство поверхностей заготовки и изделия. При расчете размеров заготовки необходимо учитывать припуск на обрезку волнистой кромки, которая образуется вследствие анизотропии материала заготовки. В таблицах 1.23 и 1.24 приведены величины припусков на обрезку цилиндрических изделий без фланца и с фланцем.

Таблица 1.23

Припуск на обрезку изделия без фланца



Высота детали H, мм	Относительная высота детали без фланца H/d, мм			
	0,5-0,8	0,8-1,6	1,6-2,5	2,5-4,0
	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

Примечание. Для деталей толщиной $S \leq 0,5$ мм табличные данные следует увеличить на 30%

Технологический расчет вытяжки изделий тел вращения

Определение размеров заготовки производится в соответствии с правилом Гюльдена, согласно которому *площадь поверхности тела вращения, образованного кривой произвольной формы при вращении её вокруг оси, находящейся в той же плоскости, равна произведению длины образующей на длину окружности, описанной центром тяжести.*

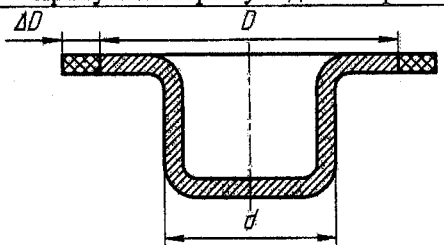
$$F = 2\pi r_{Ц.Т.} l, \qquad (1.40)$$

Витебский государственный технологический университет

где F – площадь поверхности тела вращения, l – длина образующей, $r_{ц.т.}$ – расстояние от центра тяжести до оси вращения. Для кривых, являющихся частью окружности, положения центра тяжести А определяются по таблице 1.25.

Таблица 1.24

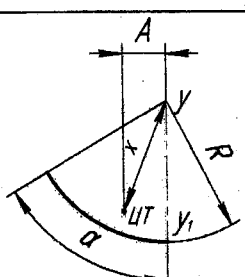
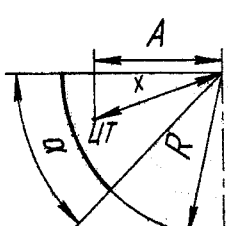
Припуск на обрезку изделия с фланцем



Диаметр фланца D, мм	Относительный диаметр детали с фланцем D/d, мм			
	До 1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0
	Припуск ΔD на сторону, мм			
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

Таблица 1.25

Положение центра тяжести дуг окружности

Центральный угол дуги в градусах			Расстояние от центра тяжести дуги до центра закругления
Централь-ный угол дуги α, °			X
30	0,256R	0,955R	0,988R
45	0,373R	0,901R	0,978R
60	0,473R	0,827R	0,955R
90	0,637R	0,637R	0,905R

Витебский государственный технологический университет

Радиус центра тяжести дуги равен:
для выпуклых закруглений

$$r_{Ц.Т.} = B + A \quad (1.41)$$

для вогнутых

$$r_{Ц.Т.} = B - A \quad (1.42)$$

где В – расстояние от оси до центра закругления.

Для изделий, имеющих форму тел вращения, заготовка, как правило, имеет форму круга. Условие равенства площади поверхности заготовки и изделия может быть представлено виде

$F_{изд} = 0,785D^2$, где D – диаметр изделия (1.43)

Откуда диаметр заготовки D_0

$$D_0 = 1.13\sqrt{F_{изд}} \quad (1.44)$$

Для определения диаметра заготовки поверхности изделия необходимо разбить на элементарные геометрические элементы (рис. 1.15)

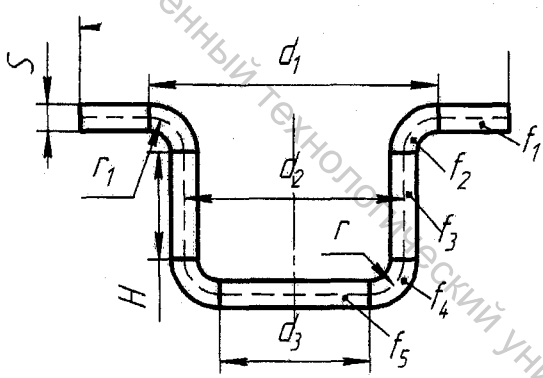


Рис. 1.15. Схема разбивки поверхности изделия на элементарные поверхности

Площадь заготовки равна сумме площадей элементарных элементов изделия

$$F_{изд} = \sum_{i=1}^{n} f_i = f_1 + f_2 + f_3 + ... + f_n \quad (1.45)$$

Условие применения вытяжки с прижимом

В процессе вытяжки во фланцевой части заготовки возникают тангенциальные сжимающие напряжения. При вытяжке тонкого

Витебский государственный технологический университет

материала легко возникает потеря устойчивости, благодаря чему на нем образуются гофры. В толстом материале при тех же размерах заготовки и изделии возникновение гофров затруднено благодаря большей устойчивости фланца заготовки. Для предотвращения гофров применяются прижимы. Условия применения прижимов определяются диаметром заготовки и изделия, толщиной материала и их соотношениями (табл. 1.26)

Таблица 1.26

Условия применения прижима

Операция вытяжки	С прижимом	С прижимом или без прижима	Без прижима
Первая	$D_0 - d_1 > 22S$	$D_0 - d_1 = 22S$	$D_0 - d_1 < 22S$
Последующие	$\frac{100S}{d_{n-1}} < 1.25$	$\frac{100S}{d_{n-1}} = 1.25 \div 1.5$	$\frac{100S}{d_{n-1}} > 1.5$
Примечание: D_0 – диаметр заготовки; d_1 – диаметр изделия на первом переходе; S – толщина материала; n – порядковый номер перехода.			

Количество операций вытяжки, необходимых для изготовления цилиндрических изделий без фланца, зависит от относительной высоты H/D и относительной толщины S/D (рис. 1.16, табл. 1.27, 1.28).

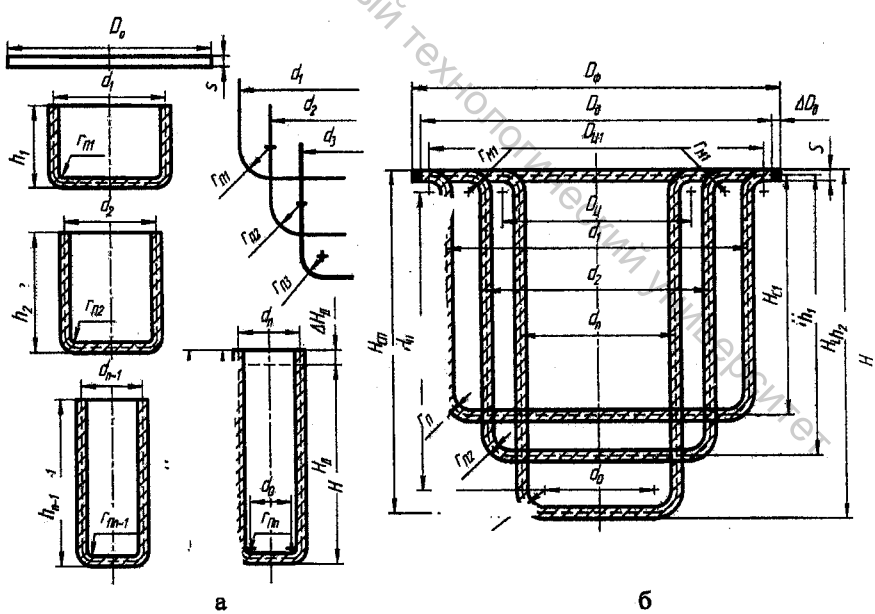


Рис. 1.16 Последовательность вытяжки без фланца (а) и с фланцем (б)

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.27

Количество вытяжных операций изделий без фланца (рис. 1.16, а)

H/D	<0,6	1,4	2,5	4	7	12
Количество вытяжных операций	1	2	3	4	5	6

Таблица 1.28

Количество вытяжных операций изделий с фланцем (рис. 1.16, б)

$D_ф/d$	H/D		
	0,5	1	2
	Число операций вытяжки		
1,5	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5

Если в изделии предусмотрен фланец, число вытяжных операций дополнительно зависит от отношения диаметра фланца $D_ф$ к диаметру цилиндрической части d и значения радиуса перехода $r_п$ фланца к стенкам, который составляет (2…3)S.

Расчет операционных размеров изделия проводится по коэффициентам вытяжки. Для первой и последующих вытяжек коэффициенты определяются по формулам:

$$m_1 = d_1 / D_0; m_2 = d_2 / d_1; m_2 = d_n / d_{n-1} \qquad (1.46)$$

Числовые значения коэффициентов вытяжки приведены в таблице 1.29. Многообразие факторов, влияющих на значение коэффициентов, приводит к необходимости их уточнения опытным путем почти в каждом случае освоения штамповки нового изделия.

При технологических расчетах многооперационной вытяжки наряду с определением количества операций необходимо определить высоту изделия на каждой операции. В таблице 1.30 приведены формулы для расчета высоты цилиндрических изделий на каждой операции.

Расчет исполнительных размеров матриц и пуансонов

Расчет выполняется в соответствии со способом задания размеров на изделиях. Если размер задан по наружной поверхности (рис. 1.17, а), то принимаются:

размер матрицы

$$D_M = \left(D - T\right)^{+T_M} \qquad (1.47)$$

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.29

Значение коэффициента вытяжки цилиндрических изделий (рис. 1.16)

$100S/D_3$	m_1 при вытяжке с прижимом								
	Без фланца	С фланцем при $D_Ф/d_п$							
		До 1,1	Св. 1,1 до 1,3	Св. 1,3 до 1,5	Св. 1,5 до 1,8	Св. 1,8 до 2,0	Св. 2,0 до 2,2	Св. 2,2 до 2,5	Св. 2,5
Св. 0,06 до 0,15	0,63-0,60	0,61-0,60	0,60-0,59	0,59-0,55	0,55-0,52	0,52-0,48	0,48-0,45	0,45-0,42	0,42-0,38
Св. 0,15 до 0,30	0,60-0,58	0,60-0,59	0,59-0,55	0,55-0,52	0,52-0,48	0,48-0,45	0,45-0,42	0,42-0,38	0,38-0,35
Св. 0,30 до 0,60	0,58-0,55	0,59-0,57	0,57-0,55	0,52-0,51	0,51-0,48	0,46-0,55	0,44-0,42	0,40-0,38	0,36-0,35
Св. 0,60 до 1,0	0,55-0,53	0,57-0,55	0,55-0,53	0,51-0,50	0,48-0,47	0,45-0,44	0,43-0,42	0,39-0,38	0,35-0,34
Св. 1,0 до 1,5	0,53-0,50	0,55-0,53	0,53-0,51	0,50-0,49	0,47-0,46	0,44-0,43	0,42-0,41	0,39-0,38	0,35-0,34
Св. 1,5 до 2,0	0,50-0,48	0,53-0,50	0,50-0,49	0,49-0,47	0,46-0,45	0,43-0,42	0,41-0,40	0,38-0,37	0,34-0,33
Св2,0	0,48-0,46	0,53-0,49	0,50-0,49	0,49-0,47	0,46-0,45	0,43-0,42	0,41-0,40	0,38-0,37	0,34-0,33

$100S/D_3$	При вытяжке с прижимом с фланцем и без фланца				При вытяжке без прижима					
	m_2	m_3	m_4	m_5	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6
Св. 0,06 до 0,15	0,82-0,80	0,84-0,82	0,86-0,85	0,88-0,87	0,87	0,94	-	-	-	-
Св. 0,15 до 0,30	0,80-0,79	0,85-0,81	0,85-0,83	0,87-0,86	0,85	0,92	0,94	-	-	-
Св. 0,30 до 0,60	0,79-0,78	0,81-0,80	0,83-0,82	0,86-0,85	0,82	0,90	0,92	0,94	-	-
Св. 0,60 до 1,0	0,78-0,76	0,80-0,79	0,82-0,81	0,85-0,84	0,78	0,88	0,90	0,92	0,94	-
Св. 1,0 до 1,5	0,76-0,75	0,79-0,78	0,81-0,80	0,84-0,82	0,75	0,85	0,90	0,90	0,92	0,94
Св. 1,5 до 2,0	0,75-0,73	0,78-0,75	0,80-0,78	0,82-0,80	0,65	0,80	0,84	0,87	0,90	0,92
Св2,0	0,73-0,71	0,75-0,73	0,78-0,76	0,80-0,78	0,60	0,75	0,80	0,84	0,87	0,90

Примечание 1. Меньшие значения коэффициентов вытяжки соответствуют радиусу рабочей кромки матрицы $r_м = (8÷15)S$, большие $r_м = (8÷15)S$. 2. Если вытяжка без прижима выполняется на всех операциях, включая первую, коэффициенты m_1, m_2 и т.д.соответствуют значениям, приведенным в таблице. Если же вытяжка без прижима следует за рядом операций, выполнявшихся с прижимом, то значение коэффициента вытяжки принимают по предыдущей по счету операции, например для пятой по счету вытяжки принимают значения m_4 и т.д.

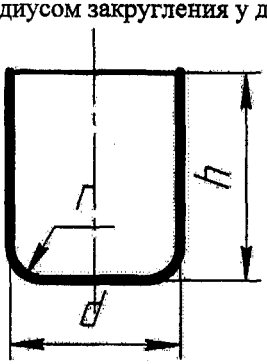
размер пуансона

$$D_П = \left(D - T_{изд} + 2 \cdot Z_{вт}\right)_{-T_П}, \qquad (1.48)$$

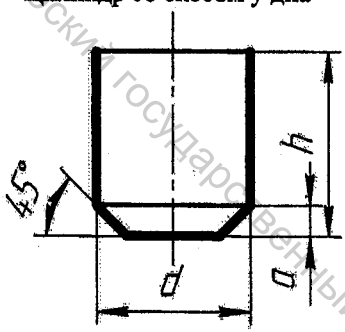
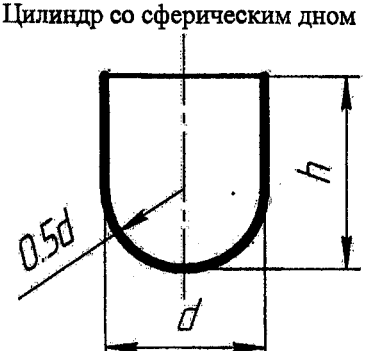
где D, D_M и $D_П$ – соответственно номинальные размеры изделия, матрицы и пуансона; $Z_{вт}$ – односторонний зазор при вытяжке; T, $T_П$ и T_M – допуски на размеры изделия, пуансона и матрицы.

Таблица 1.30

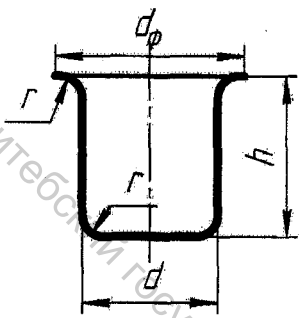
Формулы для расчета пооперационной высоты изделий (рис. 1.16)

Форма детали	Операция вытяжки	Формулы
Цилиндр с большим радиусом закругления у дна 	1-я	$h_1 = 0.25(\frac{D}{m_1} - d_1) + +0.43\frac{r_1}{d_1}(d_1 + 0.32r_1)$
	2-я	$h_2 = 0.25(\frac{D}{m_1 m_2} - d_2) + +0.43\frac{r_2}{a_2}(d_2 + 0.32r_2)$ или при $r_1 = r_2 = r$ $h_2 = \frac{h_1}{m_2} + 0.25(\frac{d_1}{m_2} - d_2) - -0.43\frac{r}{d_2}(d_1 - d_2)$
	n-я	$h_n = 0.25(\frac{D}{m_1 m_2 ... m_n} - d_n) + +0.43\frac{r_n}{a_n}(d_n + 0.32r_n)$ или при $r_1 = r_n = r$ $h_n = \frac{h_{n-1}}{m_n} + 0.25(\frac{d_{n-1}}{m_n} - d_n) - -0.43\frac{r}{d_n}(d_{n-1} - d_n)$

Витебский государственный технологический университет

Цилиндр со скосом у дна 	1-я	$h_1 = 0.25(\frac{D}{m_1} - d_1) + +0.57\frac{a_1}{d_1}(d_1 + 0.86a_1)$
	2-я	$h_2 = 0.25(\frac{D}{m_1 m_2} - d_2) + +0.57\frac{a_2}{d_2}(d_2 + 0.86a_2)$ или при $a_1 = a_2 = a$ $h_2 = \frac{h_1}{m_2} + 0.25(\frac{d_1}{m_2} - d_2) - -0.57\frac{a}{d_2}(d_1 - d_2)$
	n-я	$h_n = 0.25(\frac{D}{m_1 m_2 ... m_n} - d_n) + +0.57\frac{a_n}{d_n}(d_n + 0.86a_n)$ или при $a_1 = a_n = a$ $h_n = \frac{h_{n-1}}{m_n} + 0.25(\frac{d_{n-1}}{m_n} - d_n) - -0.57\frac{a}{d_n}(d_{n-1} - d_n)$
Цилиндр со сферическим дном 	1-я	$h_1 = 0.25\frac{D}{m_1}$
	2-я	$h_2 = 0.25\frac{D}{m_1 m_2}$ или $h_2 = \frac{h_1}{m_2}$
	n-я	$h_n = 0.25\frac{D}{m_1 m_2 ... m_n}$ или $h_n = \frac{h_{n-1}}{m_n}$

Витебский государственный технологический университет

Цилиндр с широким фланцем 	1-я	$h_1 = 0.25(\frac{D}{m_1} - \frac{d_\Phi^2}{d_1} + 3.44r_1)$
	2-я	$h_2 = 0.25(\frac{D}{m_1 m_2} - \frac{d_\Phi^2}{d_2} + 3.44r_2)$ или $h_2 = \frac{h_1}{m_2} - 0.86\frac{r_1}{m_2} + 0.86r_2$
	n-я	$h_n = 0.25(\frac{D}{m_1 m_2 ... m_n} - \frac{d_\Phi^2}{d_n} + 3.44r_n)$ или $h_n = \frac{h_{n-1}}{m_n} - 0.86\frac{r_{n-1}}{m_n} + 0.86r_n$

Если допуск задан по внутреннему размеру (рис. 1.17, б), то:

$$D_П = \left(d + 0,5 \cdot T\right)_{-T_П} \quad (1.49)$$

$$D_M = \left(d + 0,5 \cdot T + 2 \cdot Z_{em}\right)^{+T_M}, \quad (1.50)$$

где d – номинальный внутренний размер изделия.

Зазор $Z_{em}(мм)$ при вытяжке круглых деталей без утонения материала можно определять по следующим формулам:

для стали $Z_{em} = S + 0,07\sqrt{10S}$ (1.51)

для алюминия $Z_{em} = S + 0,02\sqrt{10S}$ (1.52)

для других цветных металлов и сплавов $Z_{em} = S + 0,04\sqrt{10S}$, (1.53)

где S – номинальная толщина материала.

На основании экспериментальных данных установлено, что среднее значение зазора должно составлять: при вытяжке из мягкой стали для первой операции $(1,35 \div 1,50)S$, для последующих операций $(1,20 \div 1,30)S$; при вытяжке из алюминия и латуни соответственно $(1,30 \div 1,40)S$ для первой операции и $(1,25 \div 1,29)S$ – для последующих операций. Калибрующая (последняя операция) осуществляется при зазоре $(1,0 \div 1,1)S$. Иногда для получения гладкой поверхности изделия принято на последующих операциях увеличивать зазор, принимая его для первой операции $(1,20 \div 1,30)S$, а для последующих – $(1,25 \div 1,35)S$.

Витебский государственный технологический университет

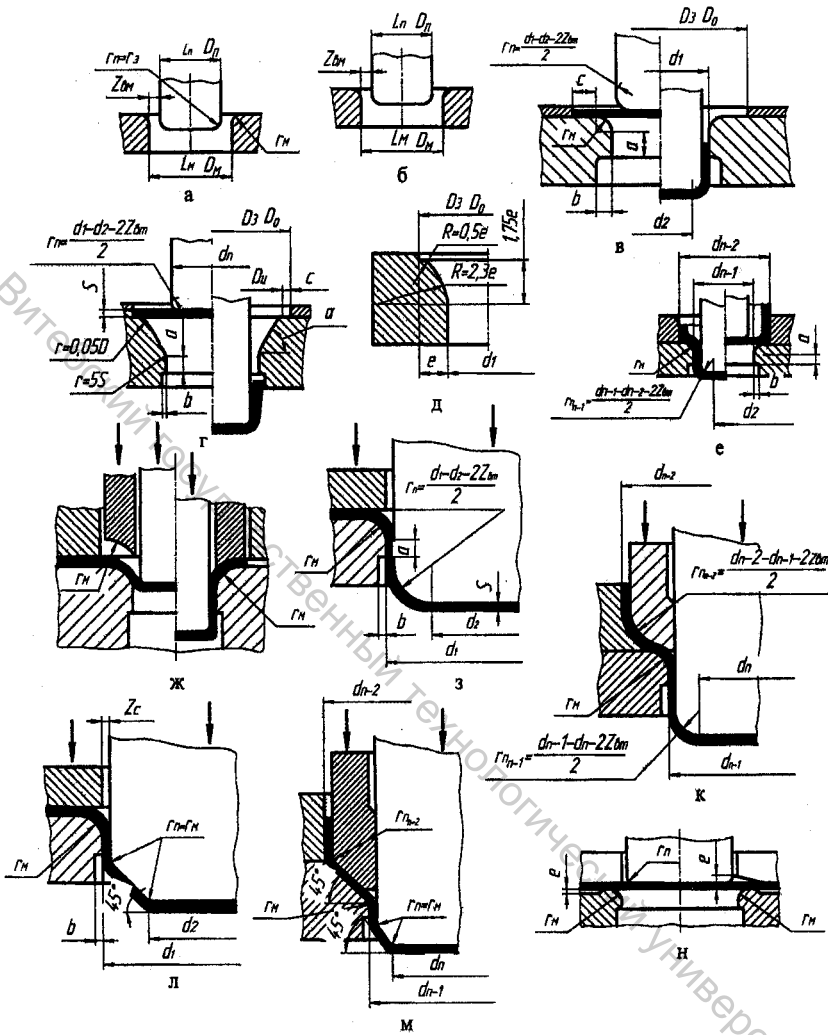


Рис. 1.17. Размеры формообразующих элементов вытяжных штампов: а, б – исполнительные размеры пуансона и матрицы соответственно при задании наружного или внутреннего размеров заготовки; в, г – конструктивное оформление формообразующих элементов при вытяжке соответственно в цилиндрической и конической матрице; д – элементы матрицы с эвольвентой поверхностью; е – конструктивное оформление формообразующих элементов при многопереходной вытяжке без прижима; ж – схема штампа с дополнительным прижимным кольцом; з,к – формообразующие элементы соответственно для первой и последующей вытяжке с прижимом; л, м – формообразующие элементы соответственно при первой и последующих вытяжках коническим пуансоном; н – схема конструкции вытяжного штампа с пониженным усилием прижима.

Витебский государственный технологический университет

Наиболее ответственными элементами формообразующих деталей являются: поверхности, непосредственно соприкасающиеся во время вытяжки со штампуемым материалом, закругления, переходные фаски, перетяжные пороги и др. От правильного их оформления во многом зависит качество операций вытяжки. Конструктивное оформление формообразующих элементов представлено на рис. 1.17, в н.

Радиус закругления ребра матрицы для n – ой операции r_{mn} можно определить по формуле:

$$r_{mn} = 0,05\left[50 + \left(d_{n-1} - d_n\right)\right]\sqrt{S}, \qquad (1.54)$$

где d_{n-1} и d_n – диаметры изделий на предшествующей и данной операции. Следует иметь в виду, что увеличенный радиус r_M может привести к складкообразованию, а уменьшенный радиус r_M – к разрыву штампуемого материала.

Определение радиусов закруглений матриц необходимо осуществлять с учетом свойств материала. Так, при вытяжке заготовок из материала толщиной до 3 мм из низкоуглеродистой стали $r_M = \left(6 \div 10\right)S$; из алюминия, его сплавов и латуни $r_M = \left(5 \div 8\right)S$. При толщине 3 – 6 мм указанные значения соответственно уменьшаются до $\left(4 \div 6\right)S$ и $\left(3 \div 5\right)S$, а при $S > 6$ мм до $\left(2 \div 4\right)S$ и $\left(1,5 \div 3\right)S$. В случае вытяжки заготовок с широким фланцем, когда нет опасения складкообразования на выходе фланца из-под прижима, радиус r_M можно увеличивать по сравнению с расчетным в 1,5 – 2 раза и довести его значение до $\left(10 \div 20\right)S$.

Существенного увеличения r_M можно добиться применяя дополнительное прижимное кольцо (рис. 1.17, ж), воздействующее на заготовку с помощью отдельного механизма.

Радиус закругления торца пуансона $r_П$ на последней операции применяют равным радиусу заготовки $r_З$ (рис. 1.17, а). Если вытяжку осуществляют за две-три операции, следует назначить $r_П = \left(0,8 \div 1,0\right)r_M$ на соответствующей операции, постепенно уменьшая до $r_З$. При многооперационной вытяжке значение $r_П$ на каждой операции следует назначать, исходя из диаметров заготовки после данной операции d_{n-1} и после следующей за ней операции.

При вытяжке без прижима с коэффициентом $m > 0,8$ следует применять цилиндрические матрицы с закруглениями (рис. 1.17, е), а

Витебский государственный технологический университет

при $m \le 0,8$ – матрицы с конической формой рабочей части (рис. 1.17, г). В последнем случае для первой вытяжки при $100S/d_1 > 3$ принимают $\alpha = 60 \div 70°$, а при $100S/d_1 < 3$ $\alpha = 40 \div 45°$. Для последующих вытяжек принимают $\alpha = 60 \div 70°$. С уменьшением угла наклона в случае применения прижима соответствующего профиля появляется возможность заклинивания полой заготовки в конусе матрицы под прижимом. Угол наклона в 55° обеспечивает надёжное центрирование полой заготовки при установке её на матрицу и предотвращает заклинивание стенок заготовки в конусе матрицы.

Рабочая часть матрицы для первой вытяжки без прижима может выполняться, как показано на рис.1.17 д. При вытяжке напровал необходимо предусмотреть рабочий поясок высотой $a = (5 \div 10)S$ и расточку глубиной $b = (2 \div 8)S$ (рис.1.17, г).

При вытяжке без прижима ширина плоской кольцевой части верхней плоскости матрицы должна составлять $c = (0,02 \div 0,2)D_з$, но не менее 1,5 – 2*мм* и соответственно диаметр расположения центра закругления матрицы $D_ц = D_0 - 2c$ (рис. 1.17, в, г).

При вытяжке с прижимом съем заготовки с пуансона обеспечивает прижимное кольцо (рис. 1.17, ж, к, л, м); без прижима – кромка буртика (рис. 1. 17, г).

При вытяжке деталей с широким фланцем во избежание чрезмерного возрастания усилия прижима необходимо уменьшить контактную площадь прижима, что достигается выполнением буртика (рис. 1.17, н). Высота буртика или выемки $e = (0,2 \div 0,5)S$.

Расчет силовых параметров

Усилие вытяжки цилиндрических изделий приближенно вычисляют по формуле

$$P_{вт} = \pi K_{вт} dS\sigma_в, \qquad (1.55)$$

где $K_{вт}$ – коэффициент зависящий от коэффициента вытяжки (табл. 1.31), d – диаметр изделия; $\sigma_в$ – предел прочности.

Усилие прижима фланца

$$P_{прж} = qF_{прж}, \qquad (1.56)$$

где q – давление прижима, определяемое по таблице 1.32, $F_{прж}$ – площадь части заготовки, зажатой между матрицей и прижимным кольцом.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.31

Значение коэффициента Квт

m	Квт
До 0,55	1,00
Св. 0,55 до 0,58	0,93
Св. 0,58 до 0,60	0,86
Св. 0,60 до 0,63	0,79
Св. 0,63 до 0,65	0,72
Св. 0,65 до 0,68	0,66
Св. 0,68 до 0,70	0,60
Св. 0,70 до 0,73	0,55
Св. 0,73 до 0,75	0,50
Св. 0,75 до 0,78	0,45
Св. 0,78 до 0,80	0,40
Св. 0,80	0,37

Таблица 1.32

Давление прижима при вытяжке

Штампуемый материал	q,МПа
Мягкая сталь:	
S≤0,5мм	2,5-3,0
S>0,5мм	2,0-2,5
Высоколегированные стали	3,0-4,5
Медь	1,0-1,5
Латунь	1,5-2,0
Алюминий и его сплавы	0,8-1,8
Бронза	2,0-2,5
Белая жесть	2,5-3,0
Молибден	4,5-6,0

1.3.2 Штампы для вытяжки с преднамеренным утонением стенок

Расчет исходной заготовки определяют из условия равенства объемов заготовки и изделия. Для обеспечения припуска на обрезку объем исходной заготовки увеличивают на 5…6% по сравнению с объемом готового изделия. Если вытяжку производят более чем за четыре-пять операций, следует предусмотреть промежуточную обрезку полуфабриката по высоте.

Диаметр исходной заготовки для вытяжки с утонением определяют по формуле

$$D_0 = 1.2\sqrt{V_{изд} / S}\,, \qquad (1.57)$$

Витебский государственный технологический университет

где $V_{изд}$ – объем материала готового изделия; S – толщина исходной заготовки, принимается равной толщине донной части готового изделия.

Количество операций и размеры полуфабрикатов

Коэффициент вытяжки с утонением определяют по формуле

$$m_{ут} = S_n / S_{n-1}, \tag{1.58}$$

где S_{n-1} – толщина стенки до вытяжки; S_n – толщина стенки после вытяжки. Значения коэффициентов вытяжки $m_{ут}$ принимаются по таблице 1.33.

Таблица 1.33

Значение коэффициента вытяжки с утонением

Материал	Первая операция	Последующие операции
Латунь	0,70	0,55
Алюминий	0,75	0,60
Сталь малоуглеродистая	0,75	0,65
Сталь среднеуглеродистая	0,85	0,75

Наружный диаметр колпачка после первой вытяжки из плоской заготовки принимают (рис. 1.18)

$$d_1 = 0.75 D_0 \tag{1.59}$$

Толщина стенки на первом переходе составит

$$S_1 = m_{ут} S \tag{1.60}$$

На каждой последующей вытяжке внутренний диаметр изделия уменьшается на 0,15-0,30 мм

$$d_{в.п} = d_{в.п-1} - (0.15 - 0.30), мм \tag{1.61}$$

После каждой вытяжки толщина стенки уменьшается

$$S_n = m_{ут.п} S_{n-1} \tag{1.62}$$

Высота изделия после первой операции вытяжки равна

$$H_1 = \frac{S}{2S_1} \cdot \frac{D_0^2 - d_{н.1}^2}{d_{н.1} + d_{в.1}} \tag{1.63}$$

На промежуточной операции

$$H_n = \frac{S}{2S_n} \cdot \frac{D_0^2 - d_{н.п}^2}{d_{н.п} + d_{в.п}} \tag{1.64}$$

Полоцкий государственный технологический университет

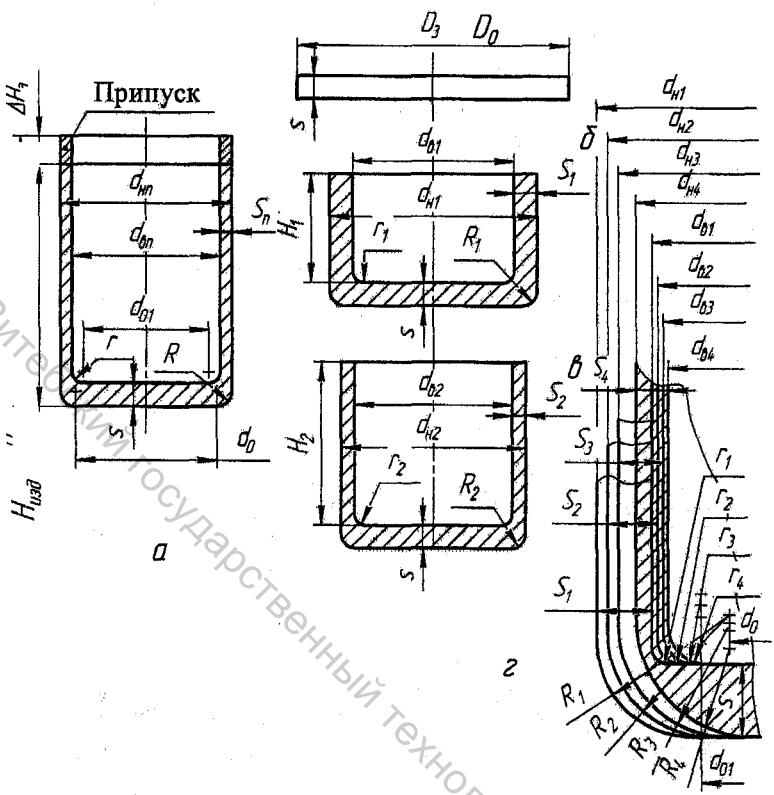


Рис. 1.18. Схемы операционных переходов вытяжки с утонением:
а – изделие; б – заготовки; в,г – операционных переходов; д – совмещенных операционных переходов

В приведенных выше формулах расчета высоты изделия условно принято, что на всех операциях радиусы закругления (наружный и внутренний) у донной части изделия близки к нулю. Фактически радиусы закругления r_i на первой операции принимаются так же, как и для вытяжки без утонения. На последующих операциях радиусы уменьшаются за каждую операцию на величину $(r_1-r_n)(n-1)$, т.е.

$$r_2 = r_1 - \frac{r_1 - r_n}{n-1} \tag{1.65}$$

$$r_3 = r_1 - 2\frac{r_1 - r_n}{n-1} \tag{1.66}$$

$$r_n = r_1 - (n-1)\frac{r_1 - r_n}{n-1} \tag{1.67}$$

Витебский государственный технологический университет

Усилие вытяжки на промежуточной операции

$$P_{ут} = \pi d_n (S_{n-1} - S_n)\sigma_в K_у, \qquad (1.68)$$

где d_n – диаметр изделия после n-й операции; S_{n-1} и S_n – толщина стенки до и после n-й вытяжки, $\sigma_в$ – предел прочности; $K_у$ = 1,8…2,25 для стали, $K_у$ = 1,6…1,8 для латуни.

1.4 Конструктивно-технологические характеристики изделий, получаемых холодным выдавливанием

Все процессы холодного выдавливания по характеру выдавливания металла разделяются на простые и комбинированные (рис. 1.19). Простые процессы основаны на прямом, обратном и боковом истечении металла; комбинированные являются сочетанием двух и более простых.

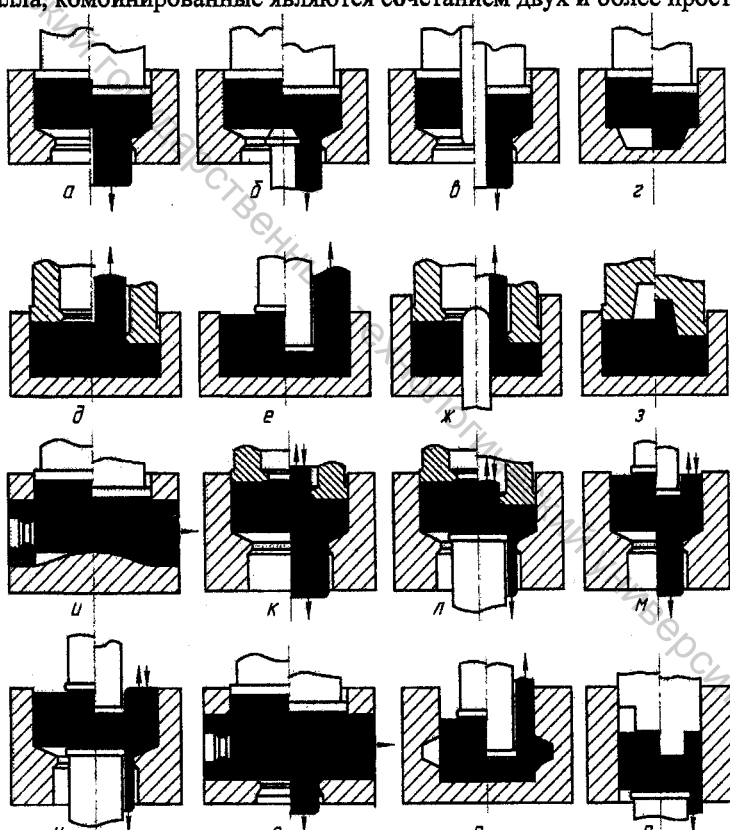


Рис. 1.19 Схемы процессов холодного выдавливания:

а, б, в, г – прямое выдавливание; д, е, ж, з – обратное выдавливание; и – боковое выдавливание; к, л, м, н, о, п, р – комбинированное выдавливание. Стрелкой показано направление течения металла.

Высокий государственный технологический университет

Прямое выдавливание – истечение металла заготовки по направлению совпадает с движением пуансона (рис. 1.19, а). При обратном выдавливании истечение металла заготовки происходит в направлении, противоположном движению пуансона (рис. 1.19, д–з). При боковом (поперечном) выдавливании истечение металла происходит под углом $\leq 90^0$ к направлению движения пуансона (рис. 1.19, и).

Примеры применения простых процессов выдавливания приведены в таблице 1.34.

Таблица 1.34

Примеры применения процессов холодного выдавливания

Схема выдавливания (рис. 1.19)	Форма поперечного сечения		Виды изделий
	Не выдавленной части заготовки	Выдавленной части заготовки	
а, д	Круг, многоугольник	Круг, многоугольник, а также более сложные профили	Ступенчатые сплошные детали простого и фасонного сечения, болты, гайки, ступенчатые валы, детали со шлицами, шестерни
б, е	Круг, многоугольник	Кольцо с внутренним и внешним кругом, многогранником и их сочетания	Гильзы, колпачки, стаканы и другие трубчатые детали с гладкой и ступенчатой поверхностью; полые заготовки для выдавливания или редуцирования тонкостенных изделий
в, ж	Кольцо с внешним и внутренним кругом, многоугольником и их сочетанием	Кольцо простого и фасонного сечения	Тонкостенные детали с глухой и сквозной полостью, гладкие и ступенчатые

Витебский государственный технологический университет

Продолжение табл. 1.34

г, з	Круг, многоугольник	Конус, сфера и другие элементы переменного сечения	Детали, имеющие отростки, бобышки и другие элементы переменного сечения
и	Круг, многоугольник	Многоугольник и более сложный профиль	Шестерни, крестовины, звездочки и другие детали с симметричными и асимметричными отростками

По внешним размерам поперечного сечения изделия можно разделить на следующие основные группы: очень мелкие D < (2 -3) мм; мелкие (2 – 3) < D < 10 мм; средние 10 < D < 50 мм; крупные 50 < D < 100 мм; очень крупные D > 100 мм. Каждая из этих групп может быть разделена на подгруппы в зависимости от отношения длины к диаметру: первая - $\frac{L}{D} \le 0{,}5$, вторая - $0{,}5 < \frac{L}{D} < 1{,}0$, третья - $1 < \frac{L}{D} < 3$, четвертая - $3 < \frac{L}{D} < 8$, пятая - $\frac{L}{D} > 8$; размеров полости: первая - $\frac{h}{d} \le 0{,}5$, вторая - $0{,}5 < \frac{h}{d} < 1{,}0$, третья - $1 < \frac{h}{d} < 2{,}5$, четвертая - $2{,}5 < \frac{h}{d} < 4$, пятая - $\frac{h}{d} \ge 4$.

Наибольшие габаритные размеры прессуемых изделий ограничиваются мощностью прессового оборудования, а наименьшие – прочностью пуансонов. При прямом прессовании (рис. 1.20, а, б) фланец выполняется под углом α, что обуславливается необходимостью создания наиболее благоприятных условий истечения прессуемого материала.

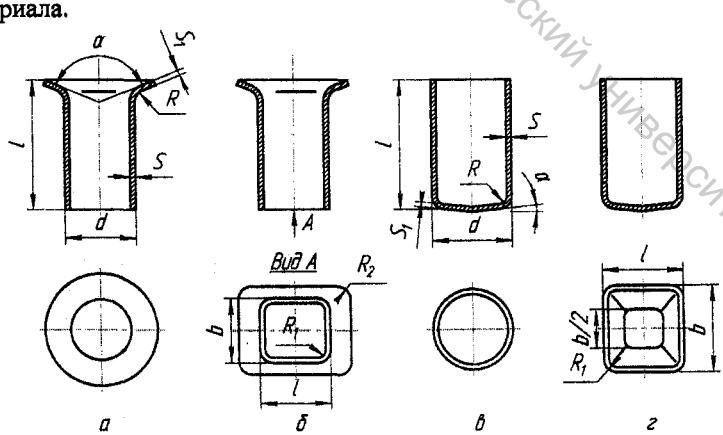


Рис. 1.20 Конструктивные элементы круглых и прямоугольных изделий: а, б – прямое прессование; в, г – обратное прессование

Витебский государственный технологический университет

При обратном прессовании (рис. 1.20, в, г) дно изделия выполняется наклонным под углом α, что обеспечивает возможность центрирования пуансона в заготовке и способствует снижению усилий выдавливания.

Габаритные размеры изделий и отдельных элементов, изготовляемых прямым и обратным способом прессования, приведены в таблице 1.35.

Таблица 1.35

Габаритные размеры изделий (мм), получаемых прямым и обратным прессованием (рис. 1.20)

Наименование элементов деталей	Способ прессования	Свинец, цинк, олово, алюминий		Алюминиевые сплавы, медь		Латунь	
		от	до	от	до	от	до
Диаметр цилиндрических деталей d, мм	Прямой	2	100	3	100	3	80
	Обратный	5	100	8	80	10	80
Сечение прямоугольных деталей $l \times b$, мм	Прямой	2×3	70×80	3×4	70×80	3×4	50×60
	Обратный	4×6	70×80	5×7	60×70	8×10	40×50
Толщина стенок S, мм	Прямой	0,1	Не огранич.	0,3	Не огранич.	0,5	Не огранич.
	Обратный						
Толщина фланца S_1, мм	Прямой	0,1	То же	0,3	То же	0,5	То же
Толщина основания S_1, мм	Обратный						
Отношение длины изделий к диаметру $\frac{L}{d}$	Прямой	-	20	-	10	-	8
	Обратный	-	6	-	4	-	3
Радиус R, мм	Прямой	0,3	Не огранич.	0,5	Не огранич.	0,8	Не огранич.
	Обратный						
Радиус R_1, мм	Прямой	0,5	То же	0,8	То же	1,0	То же
	Обратный	1,0		1,5		2	
Радиус R_2, мм	Прямой	1,5	То же	1,5	То же	2	То же
Угол α, °	Прямой	-	150^0	-	130^0	-	130^0
	Обратный	3^0	-	3^0	-	3^0	-

Процесс выдавливания сопровождается сложным комплексом физико-химических явлений, в результате которых структура и механические свойства изменятся: пластичность снижается, а сопротивление деформированию повышается. При выдавливании сталей повышенные нагрузки на инструмент являются одним из главных ограничений применения холодного выдавливания. Сопротивление деформированию является одним из основных критериев оценки штампуемости. Классификация металлов и сплавов по штампуемости приведена в таблице 1.36.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.36

Классификация металлов и сплавов по штампуемости при холодном выдавливании

Группа	Под-группа	Марка	Рекомендуемая (предельно допустимая) величина относительной деформации, %	
			от	до
1	1	А, Э	60	75
2	2		50	70
3	1	20, 25, 30, 15Х, 20Х	45	65
	2	25, 15Г, 15Х, 20Х, 35	40	60
	3	30, 20Г, 40, 45, 30Х, 35Х, 15ХФ, 20ХФ, 15ХМ	40	60
4	1	35, 40, 25Г, 30Х, 35Х, 38ХА, 20Г2, 35Г2	40	50
	2	18ХГ, 30ХМ, 18ХГТ, 40Х, 45Х	40	40
	3	20ХН, 12Х3А, 18ХГН, 16ХСН	40	40
5	1	45, 50, 30Г,20ХГСА	40	40
	2	35Г, 40Г, 30ХГСА	40	40
	3	30ХГСА, 30ХМА, 45Г, 50Г	40	40
6	1	40ХН, 45ХН	35	35
	2	50ХН, 20ХН3А, 30ХГНА, 38ХГН	35	35
	3	25Х2Н4ВА	35	35
7	1	0Х13, 1Х13,2Х13	35	35
	2	0Х18Н10, Х18Н9, Х18Н10Т, Х18Н9Т	35	35

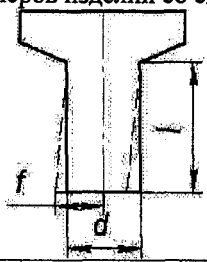
Точность размеров

Отклонения размеров для изделий со сплошным стержнем приведены в таблице 1.37. Отклонение изделий типа стаканов при отношении $H/D \leq 1,2$ (чаще изготавливаемых обратным выдавливанием) приведены в таблице 1.38, а отклонения изделий типа гильз с отношением $H/D \geq 1,2$ (чаще изготавливаемых прямым выдавливанием) приведены в таблице 1.39. При выполнении дополнительных операций, например, калибровка, протяжка точность размеров повышается. Достижимой точностью является IT8 – IT7, а в некоторых случаях IT6. Общую высоту целесообразно не ограничивать допуском.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.37

Отклонение размеров изделий со сплошным стержнем

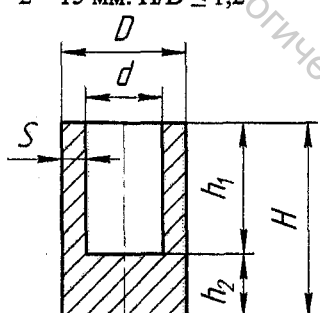


Диаметр d (номинальный размер), мм	Квалитет точности h11	Квалитет точности h9	Длина l, мм	Отклонение от прямолинейности оси f, мм
	Отклонение от диаметра d, мм			
	обычное	при доп. обработке		
Свыше			Меньше	
10-18	0,11	-	100	0,02-0,15
18-30	0,13	0,052	До 200	0,05-0,25
30-50	0,16	0,062	До 500	0,10-0,50
50-80	0,19	0,074	До 700	0,20-1,50
80-100	0,22	0,087	До 1200	0,50-2,00

Таблица 1.38

Отклонение размеров полых изделий

Толщина стенки S = 2 – 15 мм. H/D ≤ 1,2



Наружный диаметр D, мм	Отклонение диаметра от D, мм		Отклонение от диаметра d, мм		Толщина стенки S, мм	Отклонение от S, мм	
	Обычное	При доп. обработке	Обычное	При доп. обработке		Обычное	При доп. обработке
1	2	3	4	5	6	7	8
Меньше 10	±0,08	±0,05	±0,10	±0,05	Меньше 2	±0,10	±0,05
10-30	±0,10	±0,04	±0,10 до ±0,20	±0,05 до ±0,10	2-10	±0,15	±0,10

Витебский государственный технологический университет

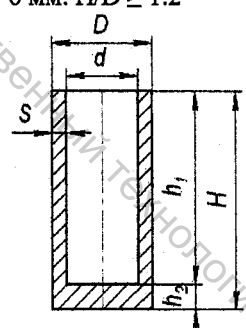
Продолжение табл. 1.38

1	2	3	4	5	6	7	8
30-40	±0,12	±0,07	±0,15 до ±0,25	±0,10 до ±0,15	10-15	±0,20	±0,15
40-50	±0,15	±0,10	±0,20 до ±0,25	±0,10 до ±0,15	Толщина дна h_2, мм	Отклонение от h_2, мм	
50-60	±0,20	±0,12	±0,20 до ±0,30	±0,12 до ±0,20		Обычное	При доп. обработке
60-70	±0,22	±0,15	±0,20 до ±0,30	±0,15 до ±0,25	Меньше 2	±0,15 до ±0,20	±0,10
70-80	±0,25	±0,17	±0,20 до ±0,35	±0,15 до ±0,25	2-10	±0,20 до ±0,30	±0,15
80-90	±0,30	±0,20	±0,25 до ±0,40	±0,20 до ±0,30	10-15	±0,25 до ±0,30	±0,20
100-110	±0,35	±0,22	±0,30 до ±0,45	±0,25 до ±0,35	15-25	±0,30 до ±0,40	±0,25
110-120	±0,40	±0,25	±0,35 до ±0,50	±0,30 до ±0,40	25-40	±0,40 до ±0,50	±0,35

Таблица 1.39

Отклонение размеров для полых изделий

Толщина стенки S = 0,5 – 6 мм. H/D ≥ 1.2



Наружный диаметр D, мм	Отклонение диаметра от D, мм		Отклонение от диаметра d, мм		Толщина стенки S, мм	Отклонение от S, мм	
	Обычное	При доп. обработке	Обычное	При доп. обработке		Обычное	При доп. обработке
1	2	3	4	5	6	7	8
Меньше 10	±0,1	±0,020	±0,05	±0,020	Меньше 0,6	±0,03 до ±0,10	±0,020
10-30		±0,020	±0,05 до ±0,07	±0,020 до ±0,040	0,8-1,2	±0,07 до ±0,10	±0,020
30-40		±0,020	±0,08 до ±0,10	±0,020 до ±0,040	1,2-2,0	±0,10 до ±0,15	±0,025
					2,0-3,5	±0,12 до ±0,15	±0,300
					3,5-6,0	±0,15 до ±0,20	±0,040
40-50	±0,1	±0,025	±0,10 до ±0,12	±0,025 до ±0,040	Толщина дна h_2, мм	Отклонение от h_2, мм	
50-60		±0,030	±0,12 до ±0,14	±0,030 до ±0,050		Обычное	При доп. обработке

Витебский государственный технологический университет

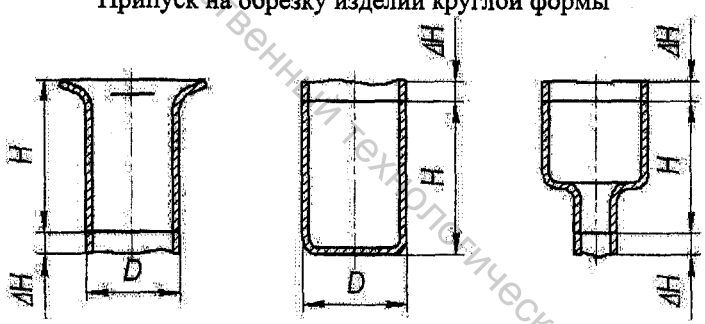
Продолжение табл. 1.39

60-70	0,2до ±0,4	±0,040	±0,18 до ±0,20	±0,035 до ±0,050	Мень-ше 2	До ±0,15	±0,10
70-80		±0,040	±0,18 до ±0,20	±0,040 до ±0,050	2-10	±0,20 до ±0,30	±0,12
80-90		±0,050	±0,20 до ±0,24	±0,050 до ±0,080	10-15	±0,25 до ±0,35	±0,15
90-100		±0,060	±0,25 до ±0,30	±0,060 до ±0,090	15-25	±0,30 до ±0,40	±0,20
100-120	±0,3	±0,080	±0,30 до ±0,40	±0,080 до ±0,100	25-40	±0,35 до ±0,50	±0,25
120-140	±0,4	±0,120	±0,40 до ±0,50	±0,100 до ±0,120	40-50	±0,40 до ±0,50	±0,30
					50-70	±0,45 до ±0,60	±0,35

Припуск на обрезку кромок для изделий круглой формы устанавливается в соответствии с данными таблицы 1.40.

Таблица 1.40

Припуск на обрезку изделий круглой формы



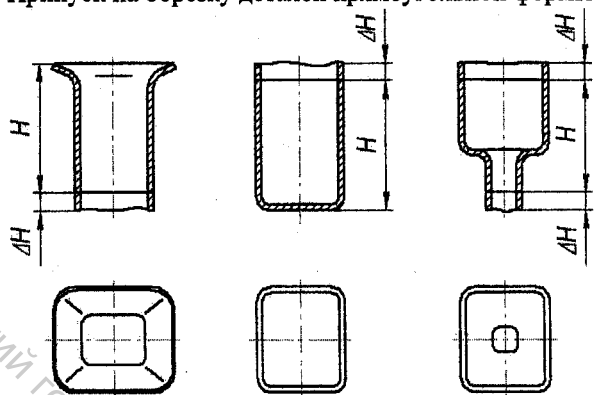
Высота детали H, мм	Относительная высота детали $\frac{H}{D}$	
	до 1	свыше 1
	Припуск ΔH, мм	
10	2	3
20	3	4
50	4	5
100	5	6
150	6	7
200	7	8

Припуск на обрезку изделий прямоугольной формы устанавливается в соответствии с таблицей 1.41.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.41

Припуск на обрезку деталей прямоугольной формы



Высота, мм	10	20	30	40	50	70	100	125	150	200
Припуск, мм	3,0	4,0	5,0	5,5	6,0	6,6	7,0	7,5	8,0	10,0

Определение размеров и формы исходных заготовок

Размеры заготовок для холодного прессования определяют из условия равенства объемов заготовки и изделий с учетом припуска на обрезку. После определения объема заготовки, исходя из формы готового изделия, устанавливают её форму. Для изделий стержневого типа заготовкой, как правило, является стержень, а для полых изделий заготовкой может быть прутковый материал или пластина, вырубленная из полосы. Для некоторых форм изделий применяют прессованный профиль или поковки. Общее правило следующее: форма и размеры заготовки должны быть по возможности аналогичны форме и размерам готового изделия.

При прямом прессовании круглых трубчатых изделий без фланца (рис. 1.20) максимальный наружный диаметр заготовки рассчитывается исходя из максимально допустимой степени деформации в зависимости от материала по формулам:

для алюминия:

$$D_{о.макс} = \sqrt{\frac{D^2 - 0,98d^2}{0,02}}, \qquad (1.69)$$

для алюминиевых сплавов:

$$D_{о.макс} = \sqrt{\frac{D^2 - 0,95d^2}{0,05}}, \qquad (1.70)$$

для меди:

$$D_{о.макс} = \sqrt{\frac{D^2 - 0,9d^2}{0,1}}, \qquad (1.71)$$

Витебский государственный технологический университет

для латуни:

$$D_{o.макс} = \sqrt{\frac{D^2 - 0,85d^2}{0,15}}, \qquad (1.72)$$

Минимальный диаметр заготовки принимается равным:

$$D_{o.мин} = (D + 5мм.) \qquad (1.73)$$

Внутренний диаметр заготовки (кольцевой формы) принимается равным:

$$d_o = d + 0,05мм. \qquad (1.74)$$

Высота кольцевой заготовки определяется по формуле:

$$h = \frac{H(D^2 - d^2)}{D_o^2 - d_o^2}, мм \qquad (1.75)$$

В формулах (1.69) – (1.75) приняты следующие обозначения:

D, d, H – приняты соответственно: наружный, внутренний диаметры и высота изделия; $D_{o.макс}$, $D_{o.мин}$ – соответственно предельные размеры наружного диаметра заготовки; d_o – внутренний номинальный диаметр заготовки; h – номинальная высота заготовки.

Витебский государственный технологический университет

Витебский государственный технологический университет

2 Штампы для холодной обработки давлением

Общие сведения

Наиболее распространенным инструментом при холодной обработке давлением являются штампы, предназначенные для придания изделиям заданной конфигурации посредством пластической деформации заготовок или разделении их на части. Штампы для холодной штамповки классифицируют по следующим признакам: технологическому, универсальности применения, сборности и рядности.

По **технологическому признаку** штампы бывают: простого действия, последовательного действия и комбинированные.

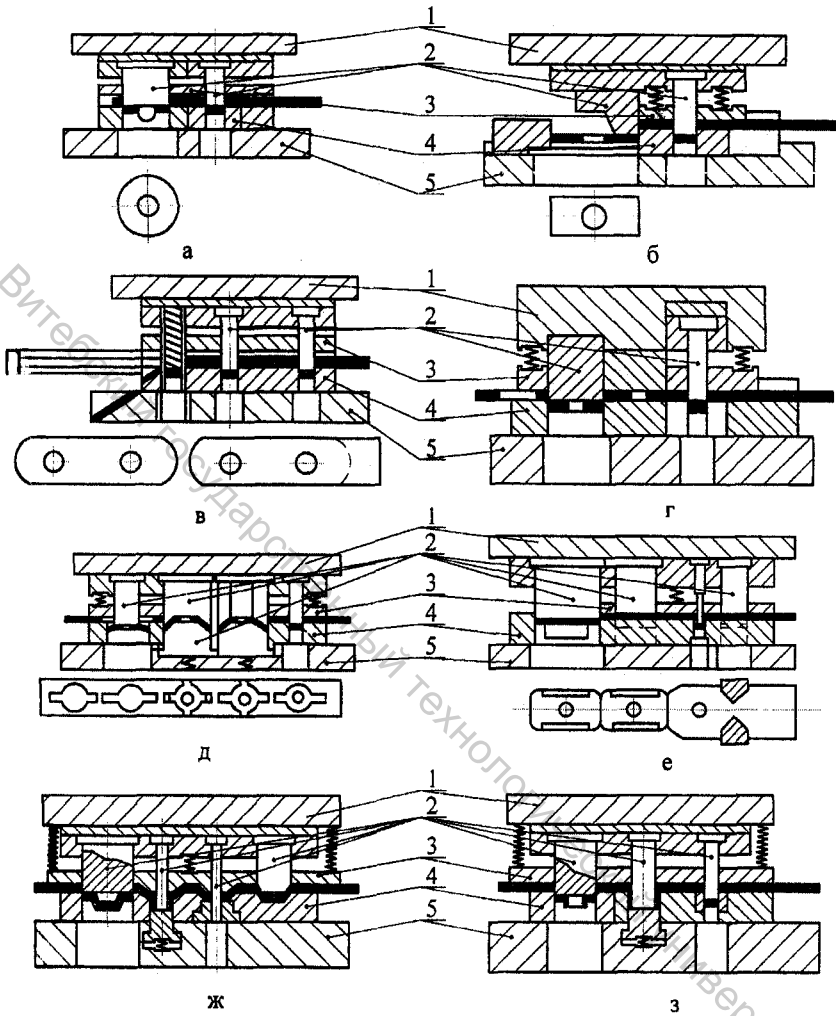
Штампы **простого действия** предназначены для выполнения одной или нескольких одноименных технологических операций на одной позиции и за один ход подвижной части штампа.

Штампы **последовательного действия** предназначены для выполнения нескольких технологических операций или технологических переходов на нескольких позициях за соответствующее число ходов подвижной части штампа.

Штампы **совмещенного действия** предназначены для выполнения разноименных технологических операций или технологических переходов на одной позиции за один ход подвижной части штампа.

Штампы **последовательно-совмещенного действия (комбинированные)** обеспечивают изготовление изделия путем сочетания последовательной и совмещенной штамповки

На рис. 2.1 и 2.2 приведены характерные схемы комбинированных штампов.



Витебский государственный технологический университет

Рис. 2.1. Схемы основных типов комбинированных последовательных штампов:

а – для пробивки и вырубки; б – для пробивки и отрезки; в – для пробивки и разрезки (фигурной отрезки); г – для пробивки, чеканки и вырубки; д – для пробивки, подрезки, гибки и отрезки; е – для обрезки, пробивки, гибки и отрезки; ж – для вытяжки, пробивки и вырубки; з – для пробивки, отбортовки и вырубки.

1 – плиты верхние; 2 – пуансоны; 3 – съемники; 4 – матрицы; 5 – плиты нижние.

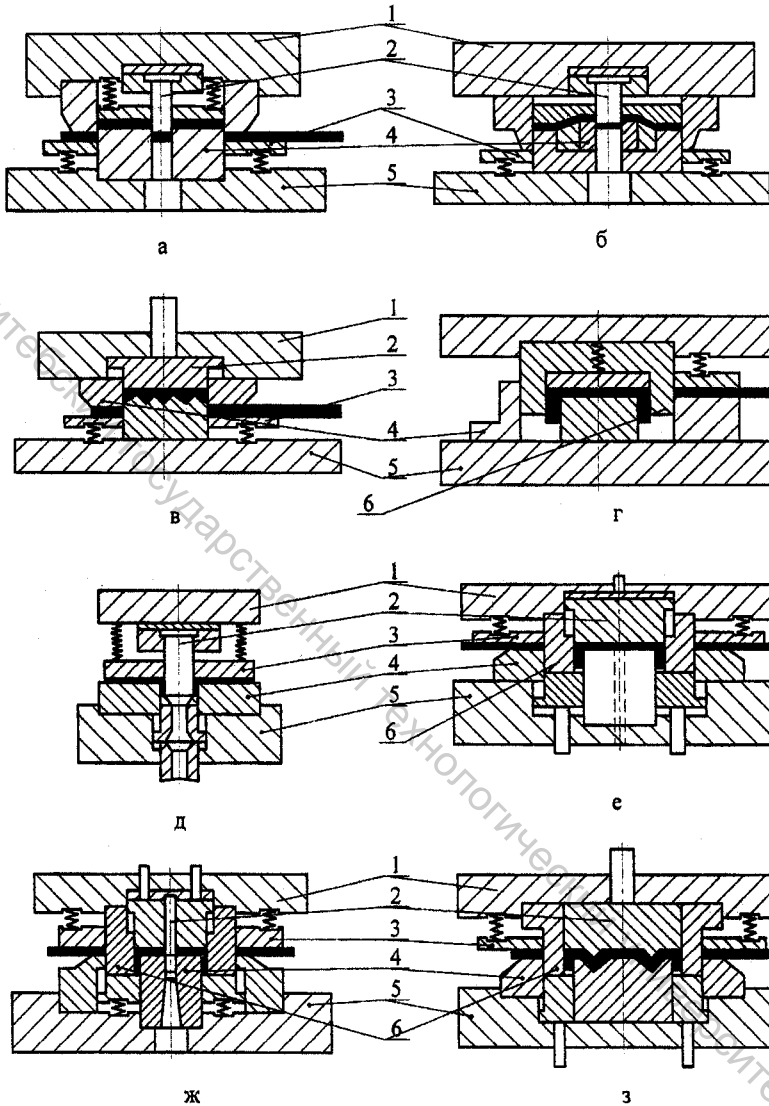


Рис. 2.2. Схемы основных типов комбинированных совмещенных штампов:

а – для вырубки и пробивки; б – для отрезки и пробивки; в – для вырубки и чеканки; г – для отрезки и гибки; д – для пробивки и отбортовки; е – для вырубки и вытяжки; ж – для вырубки, вытяжки и пробивки; з – для вырубки, вытяжки и формовки.

1 – плиты верхние; 2 – пуансоны; 3 – съемники; 4 – матрицы; 5 – плиты нижние; 6 – пуансон-матрицы.

Витебский государственный технологический университет

По конструктивному признаку штампы разделяют на две группы: штампы без направления; штампы с направляющими устройствами.

Штампы без направляющих более просты в изготовлении, но неудобны при установке на пресс, небезопасны в эксплуатации, имеют невысокую стойкость и поэтому применяются в мелкосерийном или опытном производстве.

Штампы с направляющими более сложны в изготовлении, но просты и надежны в эксплуатации, удобны при наладке, обладают повышенной стойкостью, применяются в серийном, крупносерийном и массовом производстве.

Штампы специальные предназначены для изготовления только конкретных изделий со своим блоком и полной комплектацией, необходимой для ведения заданного процесса.

Штампы универсальные предназначены для изготовления различных заранее неизвестных изделий. К универсальным штампам относятся штампы переналаживаемые, переналадка которых достигается за счет перемещения деталей штампа относительно друг друга.

По сборности штампы разделяются на неразборные, штампы со сменными рабочими деталями, сборные и штампы со сменным пакетом.

Неразборный штамп собирается из узлов и деталей, используемых только в данном штампе.

Штамп со сменными рабочими элементами – это штамп, в котором предусмотрена замена пуансона и матрицы.

Сборный штамп собирается из узлов и деталей, многократно используемых в различных штампах.

По **рядности** штампы подразделяются на штампы для однорядной и многократной штамповки.

2.1 Разделительные штампы

Разделительные штампы предназначены для полного или частичного отделения одной части заготовки от другой по замкнутому или незамкнутому контуру. Разделительные штампы простого действия выполняют только одну из разделительных операций. Эта группа штампов наиболее распространена в листовой штамповке для получения заготовок или готовых изделий. На рис. 2.3 представлен вырубной штамп простого действия.

Верхняя часть штампа включает хвостовик 1, плиту 2, прокладку 3, пуансонодержатель 4. Детали 2...4 соединяются между собой винтами 5 и штифтами 6.

Библиотека Белорусско-Российского технологического университета

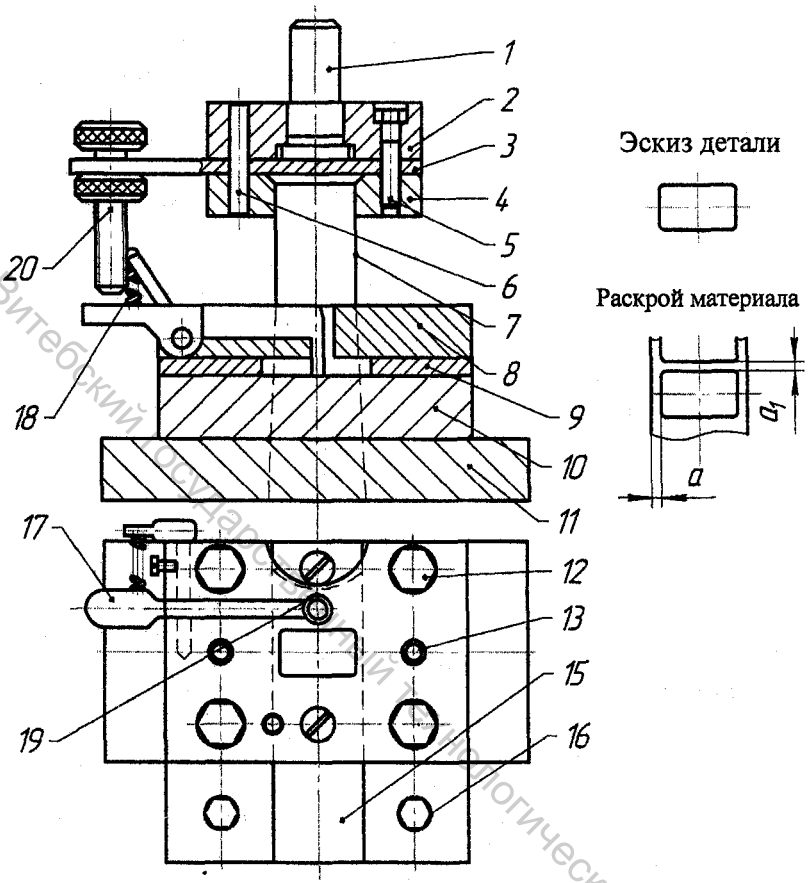


Рис. 2.3 Вырубной штамп простого действия:
1 – хвостовик; 2 – плита верхняя; 3 – прокладка; 4 – пуансонодержадель; 5, 12, 14, 16 – винты крепежные; 6, 13 – штифты; 7 – пуансон; 8 – плита направляющая; 9 – направляющая планка; 10 – матрица; 11 – плита нижняя; 15 – лоток; 17 – упор; 18 – пружина; 19 – рычаг; 20 – винт специальный

На нижней плите 11 винтами 12 и штифтами 13 закреплена матрица 10, направляющая плита 8, являющаяся одновременно и съемником. Между направляющей плитой и матрицей находятся две направляющие планки 9, расстояние между которыми равно ширине полосы.

На нижней плите 11 винтами 12 и штифтами 13 закреплена матрица 10, направляющая плита 8, являющаяся одновременно и съемником. Между направляющей плитой и матрицей находятся две направляющие планки 9, расстояние между которыми равно длине полосы.

Витебский государственный технологический университет

Автоматический упор работает следующим образом. При опускании верхней части штампа винт 20 нажимает на левое плечо упора 17, приподнимается правое плечо и освобождает упор от ленты, одновременно происходит вырубка изделия. В этот момент пружина 18 поворачивает упор в сторону, противоположную подаче. При движении пуансона вверх и перемещении ленты упор попадает вовнутрь вырубленного отверстия, задняя кромка которого при подаче на величину шага упирается в упор.

Вырубные штампы **последовательного действия** предназначены для последовательной пробивки и вырубки. Такие штампы позволяют получать изделие за два и более последовательных хода ползуна пресса. Штампы последовательного действия могут быть как с направляющей плитой, так и с направляющими колонками.

Конструктивно штампы последовательного действия могут быть выполнены с ловителями, которые при перемещении полосы или ленты на шаг центрируют ее по предварительно пробитым отверстиям, или боковыми шаговыми ножами.

Штампы с ловителями оснащаются предварительными упорами, которые вводятся в действие вручную лишь перед первым ударом. Ловитель используется при толщине штампуемого материала более 0,3 мм, так как в противном случае материал будет прогибаться по краям отверстия. Не следует применять ловители при изготовлении изделия с отверстиями менее 2 мм ввиду возможной поломки ловителей. Схема штампа последовательного действия с разовыми и постоянными упорами представлена на рис 2.4.

Штамп работает следующим образом. Перед подачей исходной полосы вручную выдвигается разовый упор 10, который используется один раз только при подаче очередной полосы. Полоса доходит до разового упора и пуансоном 9 производится пробивка отверстия. Затем разовый упор возвращается в исходное положение, а полоса перемещается до контакта с грибковым упором 7. В процессе движения вырубного пуансона 4 вниз первоначально осуществляется центрирование полосы ловителем 8, а затем вырубка по наружному контуру.

Если в штампе предусматривается свободное перемещение полосы, то её ширину рассчитывают из условия, что при наибольшем смещении полосы (ленты) в одну сторону боковая перемычка не была меньше величины "a" (рис. 2.4).

При этом между направляющими 2,5 и полосой 6 должен быть обеспечен некоторый гарантированный наименьший зазор Z_H, а допуск на расстояние между планками B должен составлять T_B

$$B = (b + Z_H)^{+T_B} \qquad (2.1)$$

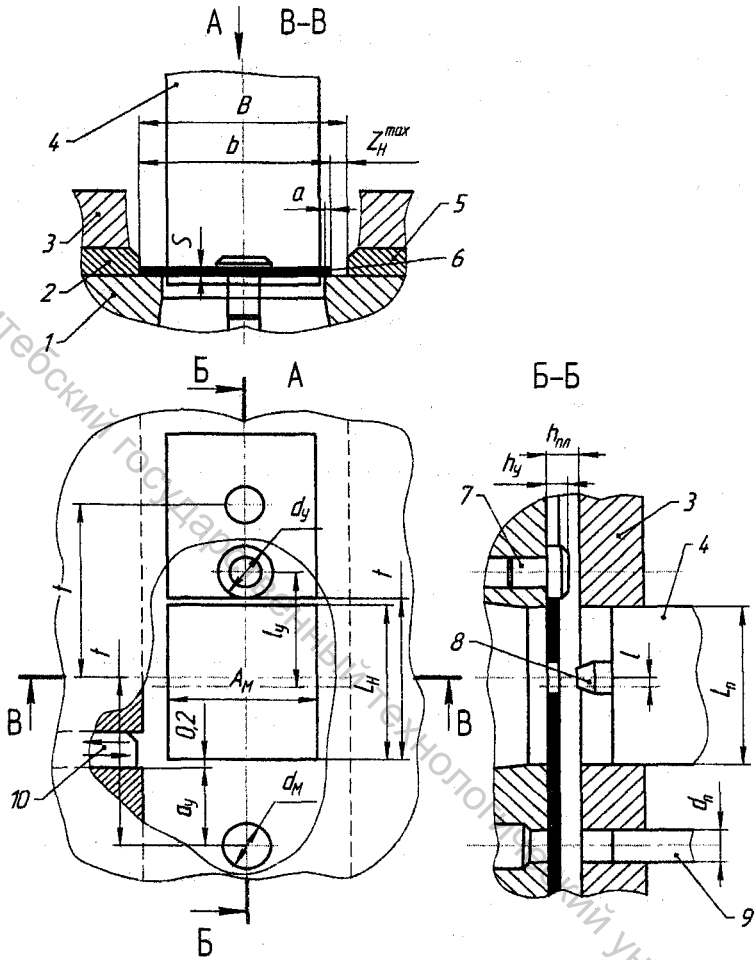


Рис. 2.4 Схема для расчета штампа последовательного действия с разовым, грибковым упором и фиксатором:

1 – матрица; 2,5 – направляющие планки; 3 – съемник; 4 – пуансон вырубной; 6 – исходная полоса; 7 – грибковый упор; 8 – фиксатор; 9 – пуансон пробивной; 10 – разовый упор

При наиболее неблагоприятном случае наибольший зазор равен

$$Z_H^{max} = Z_H + T_b + T_B, \qquad (2.2)$$

где T_b, T_B – допуски на ширину полосы и расстояние между планками.

Ширина полосы для самых неблагоприятных условий штамповки должна обеспечить сохранение наименьшего значения перемычки a и рассчитывается по формуле

Витебский государственный технологический университет

$$b = \left[A + 2\left(a + T_b\right) + Z_H + T_B \right]_{-T_b} \qquad (2.3)$$

Значения Z_H и T_B принимают по таблице 2.1.

Таблица 2.1

Значения гарантированного наименьшего зазора Z_H (мм) и допуска T_B (мм)

Ширина полосы	Допуск T_B	Зазор Z_H при толщине s штампуемого материала				
		До 1,0	Св. 1,0 до 2,0	Св. 2,0 до 3,0	Св. 3,0 до 5,0	Св. 5,0
До 10	0,15	0,50	0,75	1,00	1,00	1,50
Св. 10 до 50	0,25	0,50	0,75	1,00	1,00	1,50
50…80	0,30	0,75	0,80	1,00	1,20	1,50
80…120	0,35	1,00	1,00	1,20	1,40	2,00
120…180	0,40	1,00	1,20	1,40	1,60	2,00
180…250	0,46	1,20	1,40	1,50	2,00	2,50
250…315	0,52	1,20	1,40	1,60	2,00	2,50

Примечание: Значения Z_H приведены для однорядного раскроя полосы. В случае применения раскроя с переворотом полосы приведенные значения Z_H следует увеличить на 50-70 %.

Для первого хода штампа исходная полоса подается до разового упора 10, который для этого выдвигается вручную по направлению стрелки на такое расстояние, чтобы пуансон 4 при ходе вниз не срезал его. Для того чтобы при первом ходе пуансон не отрезал кромку полосы, разовый упор 10 размещают так, чтобы его передняя грань отступала от кромки матрицы на 0,1-0,2 мм. Для этого расстояние a_y от оси отверстия в матрице до разового упора должно быть

$$a_y = \left(\frac{L_H}{2} + a_1 - l - 0{,}2\right)^{+0{,}1}, \qquad (2.4)$$

где L_H – номинальный размер изделия; a_1 – перемычка между изделиями; l – смещение осей пробиваемого отверстия и вырубаемого контура.

При первом ходе пуансона 9 в полосе пробивается отверстие диаметром d. Разовый упор возвращается в исходное положение, а полоса проталкивается вперед до грибкового упора 7. Последний должен размещаться на таком расстоянии l_Y от оси отверстия матрицы, чтобы при ходе пуансона 4 фиксатор 8 вошел в пробитое в полосе отверстие d и на 0,1-0,2 мм возвратил полосу к разовому упору. В противном случае может произойти смятие перемычки или повреждение упора 7. Поэтому расстояние между осями отверстия в матрице и упором должно быть

Белорусско-Российский университет

$$l_Y = (\frac{L_H}{2} + \frac{d_Y}{2} + a_1 - 0.2)_{-0.1} \quad (2.5)$$

Диаметр фиксатора равен

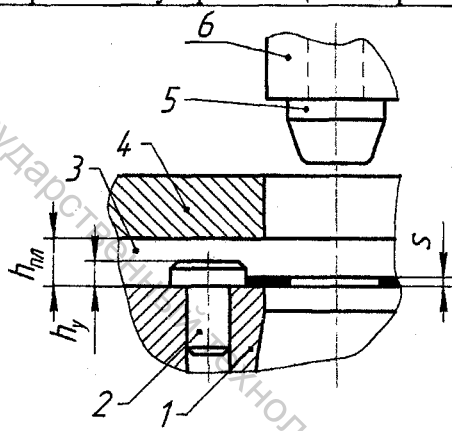
$$d_\Phi = (d_П - T_П)_{-T_П/2}, \quad (2.6)$$

где $d_П$ – номинальное значение пуансона для пробивки отверстия; $T_П$ – допуск на размер пуансона.

Высоту грибкового упора и толщину направляющих планок принимают по таблице 2.2.

Таблица 2.2

Высота грибкового упора и толщина направляющих планок

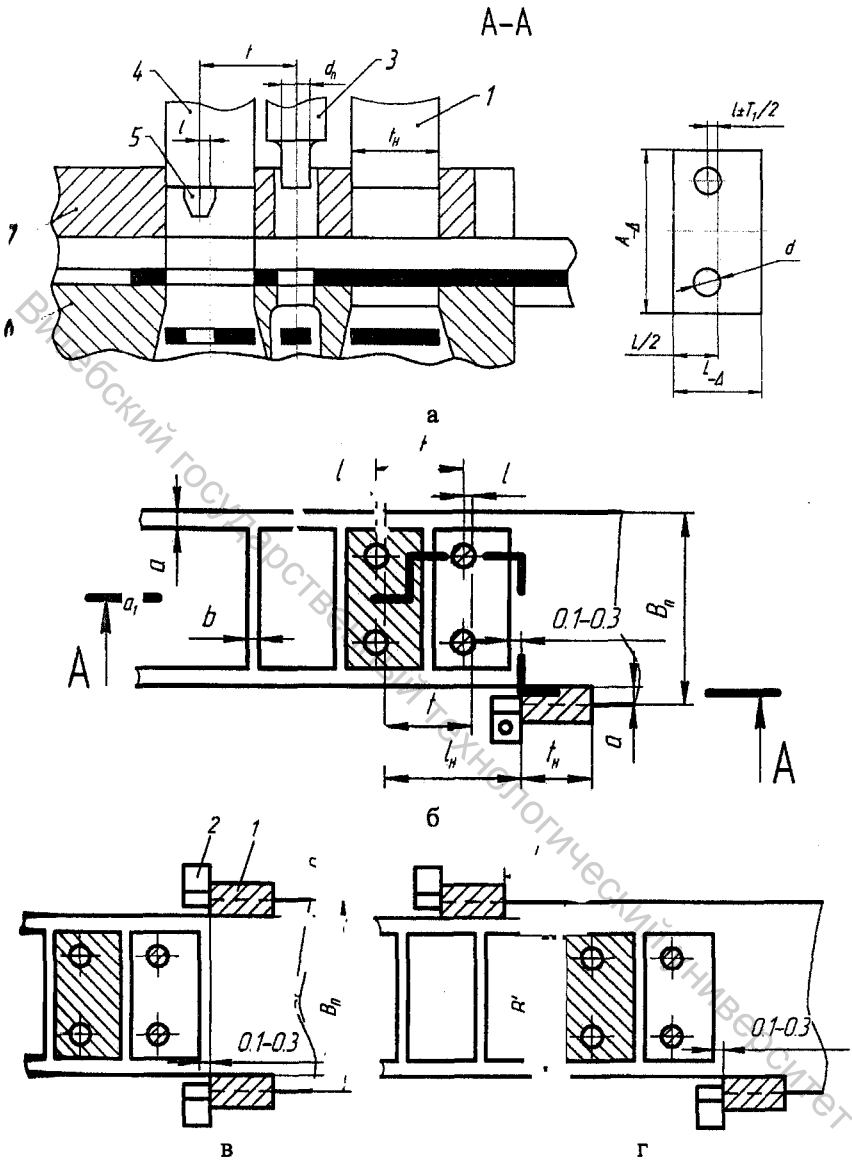


Толщина материала s	h_y	$h_{пл}$ (поле допуска h_{10})		
		При наличии упора и длине направляющих планок		При наличии шаговых ножей
		До 200 мм	Св. 200 мм	
До 1	2	4	8	4
Св. 1 до 2	3	8	12	4
Св. 2 до 3	3	10	14	6
Св. 3 до 4	4	12	16	6
Св. 4 до 6	6	16	20	8
Св. 6 до 8	8	20	24	-
Св. 8 до 10	10	20	26	-
Св. 10 до 12	10	26	30	-
Св. 12 до 16	14	30	34	-

Примечание. Обозначения: 1 – матрица; 2 – грибковый упор; 3 – направляющая планка; 4 – съемник; 5 – фиксатор; 6 – пуансон.

Схема вырубки-пробивки в штампе последовательного действия с **шаговыми ножами представлена** на рис. 2.5.

Витебский государственный технологический университет



Витебский государственный технологический университет

Рис. 2.5 Схема вырубки пробивки в штампе последовательного действия: **а – схе**ма штампа и изделия; б – схема раскроя полосы для штампа с одним **ножом**; в,г – схемы раскроя полосы в штампе с двумя ножами: 1 – шаговый **нож**; 2 – разовый упор; 3 – пуансон пробивной; 4 – пуансон вырубной; 5 – фиксатор; 6 – матрица; 7 – съемник

Первоначально полоса подается до упора 2 и упирается в него своим торцем. После первого хода шаговый нож 1 вырезает в полосе прямоугольный выступ размером $a \times t$, а пуансон 3 пробивает в ней отверстие диаметром d. При последующих ходах одновременно осуществляется отрезка очередного выступа, пробивка отверстий диаметром d и вырубка пуансоном 4 контура изделия $A \times L$.

Точность шага подачи зависит от точности расположения отверстий диаметром d относительно контура $A \times L$, т.е. допуска T_1:

$$t = (L + a_1) \pm \frac{T_1}{2}, \qquad (2.7)$$

где a_1 – перемычка между изделиями в полосе.

Длина шагового ножа t_H должна быть несколько больше величины шага подачи. Это вызвано тем, что фиксаторы 5 при вхождении в отверстия d не должны вызывать перемещения полосы вперед, а значит и повреждения самих фиксаторов и изделий. При входе фиксаторов в отверстия полоса должна возвращаться на 0,1-0,2 мм назад.

Длина шагового ножа определяется по формуле

$$t_H = (L + a_1 + 0,2)_{-T_1/4} \qquad (2.8)$$

При отсутствии фиксаторов длина ножа определяется по формуле

$$t_H = (L + a_1 + T_1/4)_{-T_1/4} \qquad (2.9)$$

Вырубные штампы совмещенного действия (рис. 2.6) предназначены для одновременной вырубки изделия по наружному контуру и пробивки по внутреннему. Такие штампы обеспечивают повышенную точность расположения (концентричность) наружного и внутреннего контуров, которая зависит только от точности штампа. При этом исключаются погрешности в результате перемещения полосы.

Штамп предназначен для изготовления изделий типа шайбы. На верхней плите штампа установлены и закреплены штифтами 24 и винтами 3, 12 узел выталкивания, включающий стержень 1, траверсу 4, толкатель 5, выталкиватель 6, также пуансонодержатель 10, матрицедержатель 11, матрицу 13 и пуансон 23.

На нижней плите 15 установлены и закреплены с помощью винтов 18, 20 пуансон-матрица 19, пуансонодержатель 17, съемник 22, пружины 16, упоры 21.

Штамп работает следующим образом. Полоса укладывается на съемник 22 до упора 21. При движении ползуна пресса вниз полоса зажимается между подпружиненным съемником 22 и матрицей 13, а затем по мере дальнейшего движения ползуна пресса съемник 22 смещается и происходит отделение изделия от полосы между пуансоном-матрицей 19 и матрицей 13.

Витебский государственный технологический университет

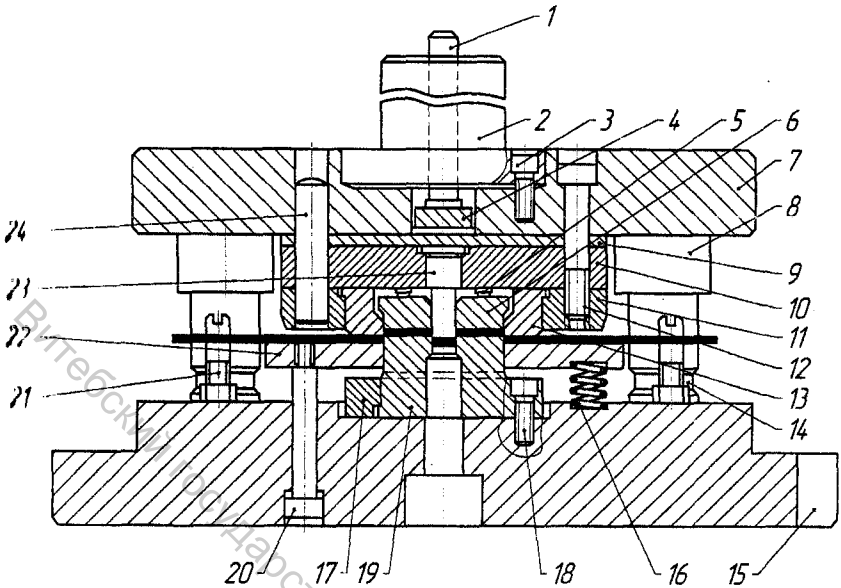


Рис. 2.6 Типовая конструкция штампа совмещенного действия:
1 – стержень выталкивателя; 2 – хвостовик; 3, 12, 18 – винты; 4 – траверса; 5 – толкатель; 6 – выталкиватель; 7 – плита верхняя; 8 – колонка; 9 – прокладка; 10 – пуансонодержатель; 11 – матрицедержатель; 13 – матрица; 14 – колонка; 15 – плита нижняя; 16 – пружина; 17 – пуансонодержатель; 19 – пуансон-матрица; 20 – винт специальный; 21 – упор; 22 – съемник; 23 – пуансон пробивной; 24 – штифт

Одновременно происходит пробивка отверстия между пуансон-матрицей 19 и пуансоном 23. При обратном ходе ползуна пресса съемник 22 снимает полосу с пуансон-матрицы 19, а изделие удаляется из отверстия матрицы 13 выталкивателем 6.

2.1.1 Узлы разделительных штампов

Прижимные устройства

В процессе перемещения полосы между направляющими планками штампа она может перекашиваться (поворачиваться) на величину зазора. Поворот полосы в штампах последовательного действия неизбежно приведет к искажению формы изделий. Наружный контур изделий будет смещен относительно внутреннего. Во избежание перекоса полосы оператор должен постоянно прижимать её к одной из направляющих планок. Усталость оператора (человеческий фактор) приводит к тому, что оператор ограничивается только перемещением полосы. В результате качество изделий снижается. С целью получения

Витебский государственный технологический университет

изделий стабильного качества в штампах предусматриваются прижимные устройства.

На рис. 2.7 представлена схема колодочного прижима, а в таблице 2.3 и 2.4 – размеры.

Таблица 2.3

Размеры колодочного прижима (мм) (рис. 2.7)

Типо-размер	C	C_0	C_1	C_2	$B_{прж}$	$B_{пл}$, не менее	$c_{пл}$	$b_{пл}$	tпрж	$s_{прж}$
1	20	25	28	40	32	25,5	6	15,5	14	0,5
2	25	30	34	45	36	30,5	8	20,5	16	1,0
Примечание. Материал прижима – сталь 45, твердость 41,5-46,5 HRC										

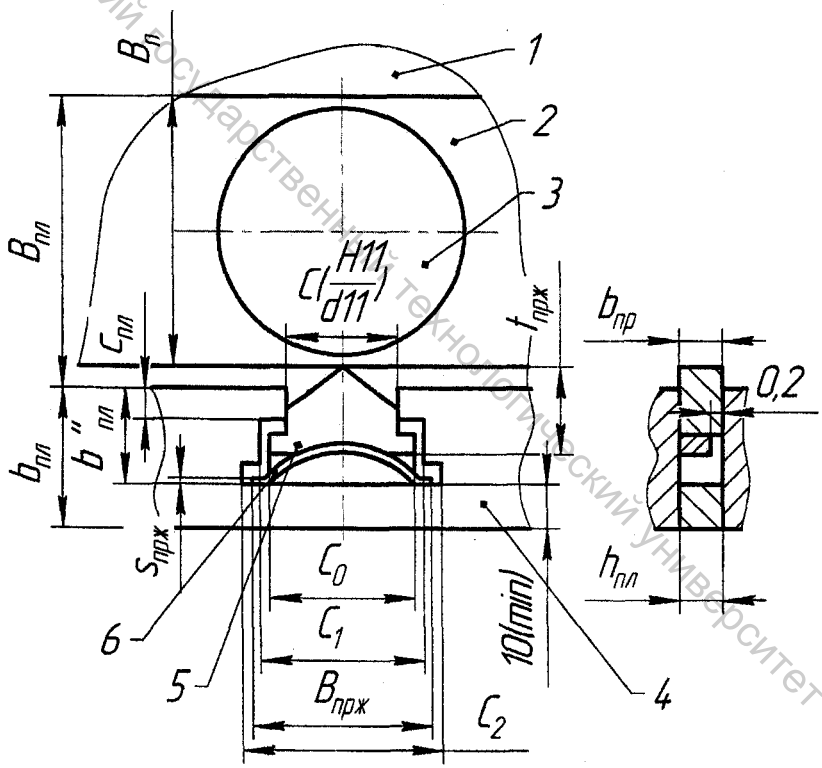


Рис. 2.7 Схема колодочного прижима:
1 – базовая направляющая планки; 2 – исходная полоса; 3 – вырубаемый контур; 4 – направляющая планка; 5 – прижим; 6 – пружина

Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.4

Толщина колодочного прижима и направляющей планки (рис. 2.7)

$h_{пр}$ (c11) (мм)	$h_{пл}$ (h10) (мм)
$4^{-0.070}_{-0.145}$	$4_{-0.048}$
$6^{-0.070}_{-0.145}$	$6_{-0.048}$
$8^{-0.080}_{-0.170}$	$8_{-0.058}$
$10^{-0.080}_{-0.170}$	$10_{-0.058}$
$12^{-0.095}_{-0.205}$	$12_{-0.070}$
$16^{-0.095}_{-0.205}$	$16_{-0.070}$
$20^{-0.110}_{-0.240}$	$20_{-0.084}$

Если применяется пружинный боковой прижим, в планке выполняется паз, форма и размеры которого показаны на рисунке 2.8

Витебский государственный технологический университет

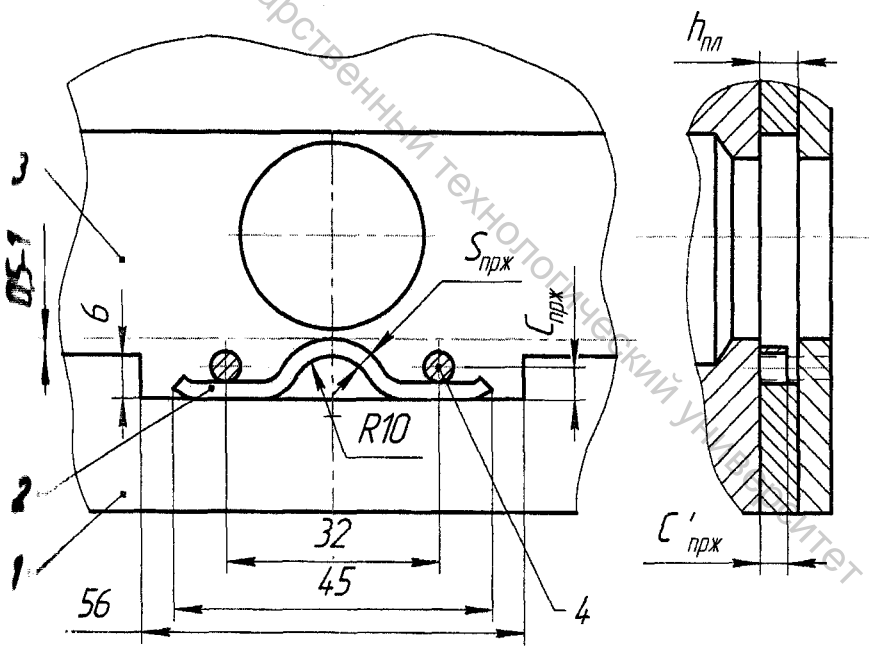


Рис. 2.8 Схема пружинного бокового прижима:
1 – направляющая планка; 2 – пружинный прижим;
3 – исходная полоса; 4 – штифт

Высоту прижимного устройства $C'_{пр ж}$ в зависимости от $h_{пл}$ принимают равной 4(d11) или 6(d11)мм; расстояние $C_{пр ж}$ при толщине $S_{пр ж}$ = 0,5мм принимают 2,7мм, при $S_{пр ж}$ = 1мм $C_{пр ж}$ = 3,2.

Применение боковых прижимов приводит к повышенному трению полосы о поверхности прижимающих элементов и базовой направляющей планки. Известно, что трение качения меньше трения скольжения. Использование в качестве прижимающего элемента шарнирного ролика (рис. 2.9, а) позволяет отказаться от базовой направляющей планки и максимально уменьшить трение при передвижении полосы.

Перед вводом очередной полосы оператор сводит сжимающие губки 7 навстречу друг другу. При этом серьги 4 поворачиваются относительно неподвижных очей 5. Захват центрирующих роликов 1 увеличивается и полоса свободно подается. После чего губки отпускаются, пружина 3 стягивает ролики 1, которые независимо от ширины полосы центрируют ее относительно осей 5 (рис. 2.9, б).

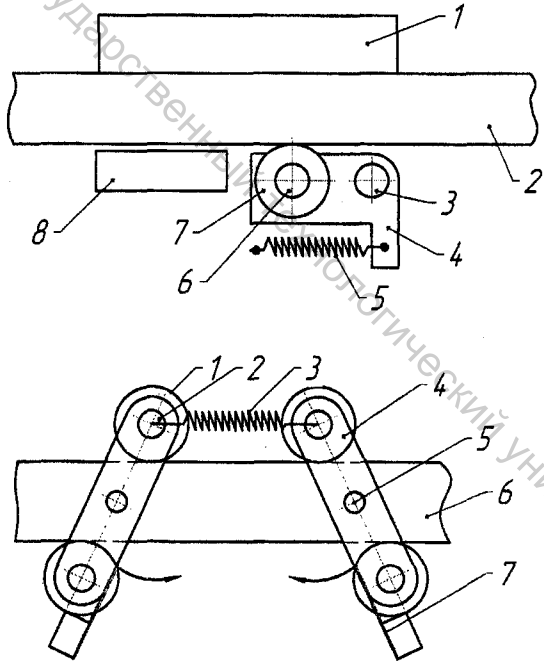


Рис. 2.9 Схемы устройств бокового прижима с шарнирными роликами (а), с центрирующими роликами (б):

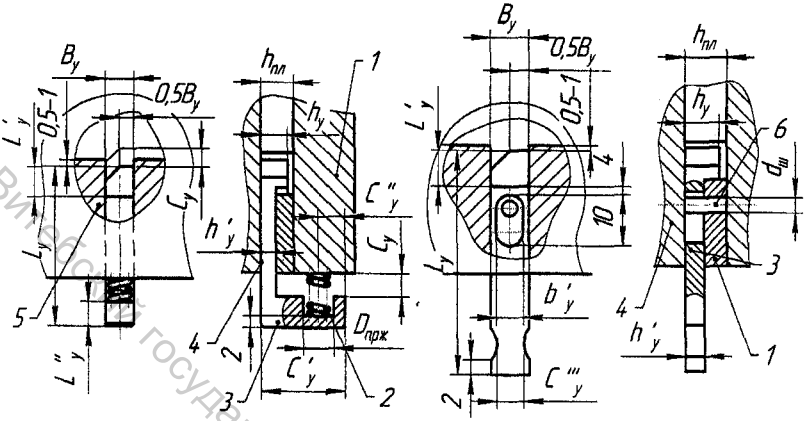
а – 1 – базовая направляющая планка; 2 – полоса; 3 – ось шарнира; 4 – шарнир; 5 – пружина растяжения; 6 – ось ролика; 7 – ролик прижимной; 8 – планка направляющая;

б – 1 – ролики центрирующие; 2 – оси роликов; 3 – пружина растяжения; 4 – серьга поворотная; 5 – ось серьги; 6 – полоса; 7 – губки сжимающие

Витебский государственный технологический университет

Упоры разового действия

В пазу направляющей планки размещается также упор (рис. 2.10). Размеры разовых упоров приведены в таблице 2.5.



а б

Рис. 2.10 Схемы разовых упоров с пружинным (а) и ручным (б) возвратом:

1 – съемник; 2 – пружина; 3 – разовый упор; 4 – матрица; 5 – направляющая планка; 6 – штифт.

Используются такие упоры один раз для каждой полосы при её вводе в штамп. Размещаются упоры в направляющей планке (рис. 2.10); размеры упоров приведены в таблице 2.5, 2.6.

Таблица 2.5

Установочные размеры (мм) разовых упоров с пружиной возврата (рис 2.10,а)

$h_{пл}$ (h10)	h_y	h_y $(\frac{H11}{d11})$	B_y $(\frac{H11}{d11})$	c_y	$c`_y$	L_y	$L``_y$	$L```_y$	$c```_y$	$D_{прж}$
4	3,8	2	8	4	16	25-40	6	10	5	6
6	5,8	3	8	4	18	25-45	6	10	5	6
4	3,8	2	10	4	18	30-50	6	10	6	7
6	5,8	3	10	4	20	30-50	8	10	6	7
8	7,8	4	10	5	22	35-56	8	12	6	7
8	7,8	4	12	5	25	40-60	10	12	8	9
10	9,8	5	12	5	28	40-71	10	12	8	9
12	11,8	6	12	5	28	45-71	10	12	8	9
16	15,8	8	16	5	32	50-85	12	14	8	9

$h_{пл}$ (h10)	Пружина					
	$D_{прж}$	$d_{прж}$	$t_{прж}$	$H_{прж}$	$P^{max}_{прж}, H$	$h_{прж}$
4	5	0,5	1,96	14,5	8	8,19
6	5	0,5	1,96	14,5	8	8,19

Витебский государственный технологический университет

4	6	0,6	2,30	14,7	11,2	8,16
6	6	0,6	2,30	14,7	11,2	8,16
8	6	0,6	2,30	14,7	11,2	8,16
8	8	0,8	3,08	22,8	20,0	12,74
10	8	0,8	3,08	22,8	20,0	12,74
12	8	0,8	3,08	22,8	20,0	12,74
16	8	0,8	3,08	22,8	20,0	12,74

Примечание. Обозначение для пружин: $D_{пр ж}$ – наружный диаметр; $d_{пр ж}$ – диаметр проволоки; $P_{прж}^{max}$ – наибольшее рабочее усилие; $H_{пр ж}$ – высота в свободном состоянии; $h_{пр ж}$ – сжатие, при котором возникает усилие $P_{прж}^{max}$; $t_{пр ж}$ – шаг навивки пружины.

Таблица 2.6

Установочные размеры (мм) разовых упоров с ручным возвратом (рис. 2.10,б)

$h_{пл}$ (h10)	h_y	h_y $(\frac{H11}{d11})$	B_y $(\frac{H11}{d11})$	c'''_y	L_y	$L`_y$	$b`_y$	$d_ш$ $(\frac{H7}{h6})$
4	3,8	2	8	5	40-75	4	3,4	3
6	5,8	3	8	6	45-80	5	3,4	3
6	*5,8*	*3*	*10*	*6*	45-80	*6*	*4,5*	*4*
8	7,8	4	10	6	45-80	6	4,5	4
10	9,8	5	12	8	50-85	8	4,5	4
12	11,8	6	12	8	60-100	8	4,5	4
16	15,8	8	16	10	71-100	10	4,5	4

Упоры постоянного действия

Предназначены такие упоры для фиксации шаговых перемещений полосы. По конструкции они разделяются на неподвижные: цилиндрические, грибковые, крючкообразные, резьбовые и подвижные (утопающие). Цилиндрические упоры применяются в вырубных штампах при штамповке толстолистового материала диаметром отверстий от 8 до 16 мм. Грибковые упоры применяются в вырубных и последовательных штампах при штамповке изделий из полосы или ленты шириной свыше 20 мм при ручной подаче материала. Диаметр головки 6...40 мм. Крючкообразные упоры применяются в вырубных штампах при ручной подаче для установки сравнительно крупных заготовок по наружному контуру.

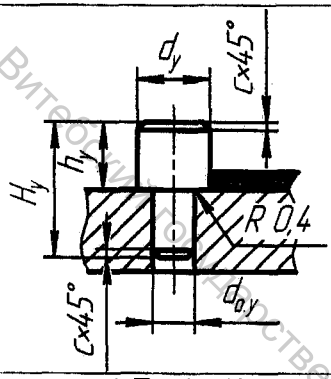
Утопающие упоры за счет перемещения по высоте фиксирующих подвижных элементов обеспечивают ускоренное движение полосы и способствуют повышению производительности процессов штамповки. Применяются утопающие упоры в вырубных совмещенных штампах, у которых матрица расположена в верхней части, а пуансон – в нижней части штампа.

Витебский государственный технологический университет

Конструкции и размеры неподвижных упоров приведены в таблицах 2.7…2.10. Конструкции утопающих упоров приведены на рис. 2.11 и 2.12, а размеры – в таблицах 2.11, 2.12.

Таблица 2.7

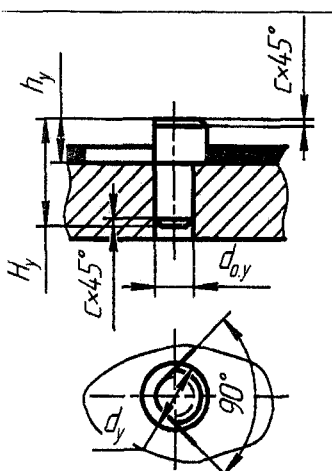
Основные размеры (мм) цилиндрических упоров

Эскиз	d_y (h12)	$d_{o.y}$ $(\frac{H7}{n6})$	H_y/h_y
	6,3	4,0	14/6; 16/6
	8,0	6,3	18/8; 20/10; 25/14
	10	8.0	20/8; 22/10; 28/16; 32/20
	12	10	22/8; 25/10; 32/16; 36/20; 40/25
	16	12	28/10; 36/16; 40/20; 45/25; 50/32
	20	16	56/32

Примечание: 1. При $d_y < 10$ мм c = 0,6 мм; при $d_y > 10$ мм c = 1 мм. 2. Материал сталь 45 41,5-46,5 HRC

Таблица 2.8

Основные размеры (мм) грибковых упоров

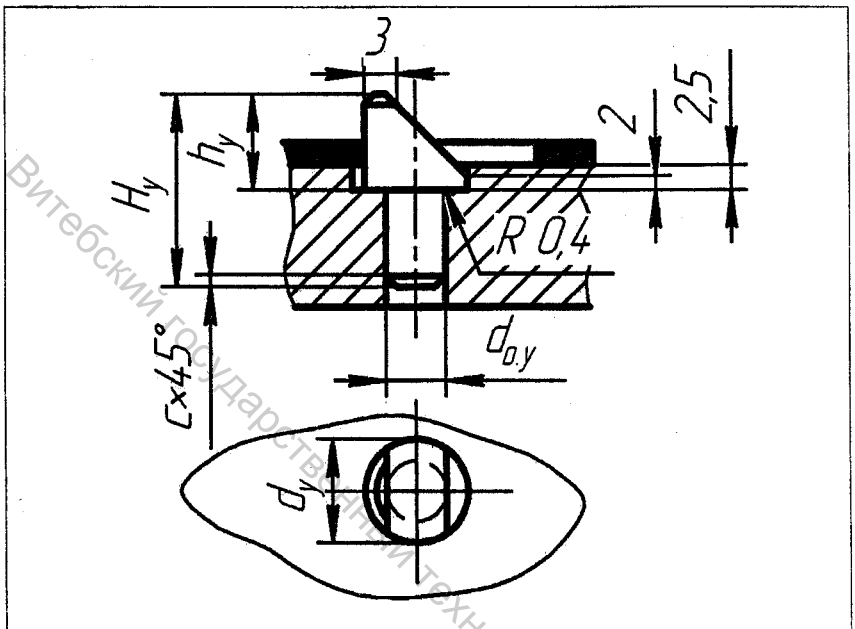
Эскиз	d_y (h11)	$d_{o.y}$ $(\frac{H7}{n6})$	H_y/h_y
	4	3,2	8/2
	6	3,2	8/2; 10/3
	8	4,0	10/2; 12/3
	10	4,0	12/3
	12	6,3	16/4
	16	6,3	16/4
	16	8,0	22/6
	20	8,0	20/4; 22/6; 25/8; 25/10
	25	10	25/6; 25/8; 28/10; 30/12
	32	10	25/6; 25/8; 28/10; 30/12
	40	12	28/6; 28/8; 32/10; 32/12
	40	16	36/8; 36/10; 40/12; 40/14

Примечание: 1. При $d_y = \leq 32$ мм c = 0,6 мм; при $d_y > 40$ мм c = 1 мм. 2. Материал сталь 45 41.5-46.5 HRC

Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.9

Основные размеры (мм) упоров со скосом



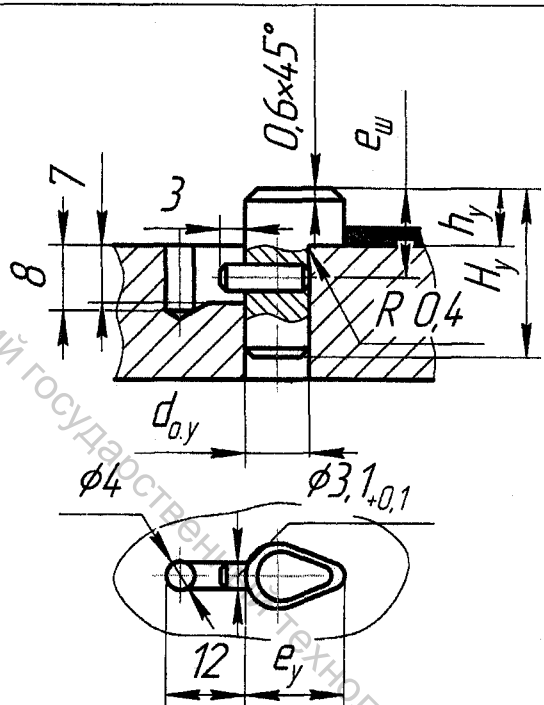
d_y (H11)	$d_{o.y}$ $(\frac{H7}{n6})$	H_y	h_y	d_y (H11)	$d_{o.y}$ $(\frac{H7}{n6})$	H_y	h_y
12; 14	8	22	8	20; 25; 28	12	28	10
16; 18	10	25	8	32;36	16	36	10

Примечание: 1. При d_y = 12÷18 мм с = 0,6 мм; при d_y = 20 ÷ 36 мм с = 1мм.
2. Материал сталь 45 41.5-46.5 HRC

Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.10

Основные размеры (мм) Г-образных упоров



e_y (h11)	$d_{o.y}$ ($\frac{H7}{n6}$)	e_m	H_y	h_y
6	6,3	4,0	12	2,0
8		5,0		3,0
10	8,0		18	
		6,0	20	4,0
12		7,5		5,0
16		6,0		4,0
		7,5	25	5,0
20	10,0	12,5	30	
25	12,0	8,5	25	6,0
		13,5	30	

Примечание: 1. При e_y = 6 ÷ 20 мм c = 0,6 мм; при e_y = 25 мм c = 1 мм. 2. Материал сталь 45 41.5-46.5 HRC

Витебский государственный технологический университет

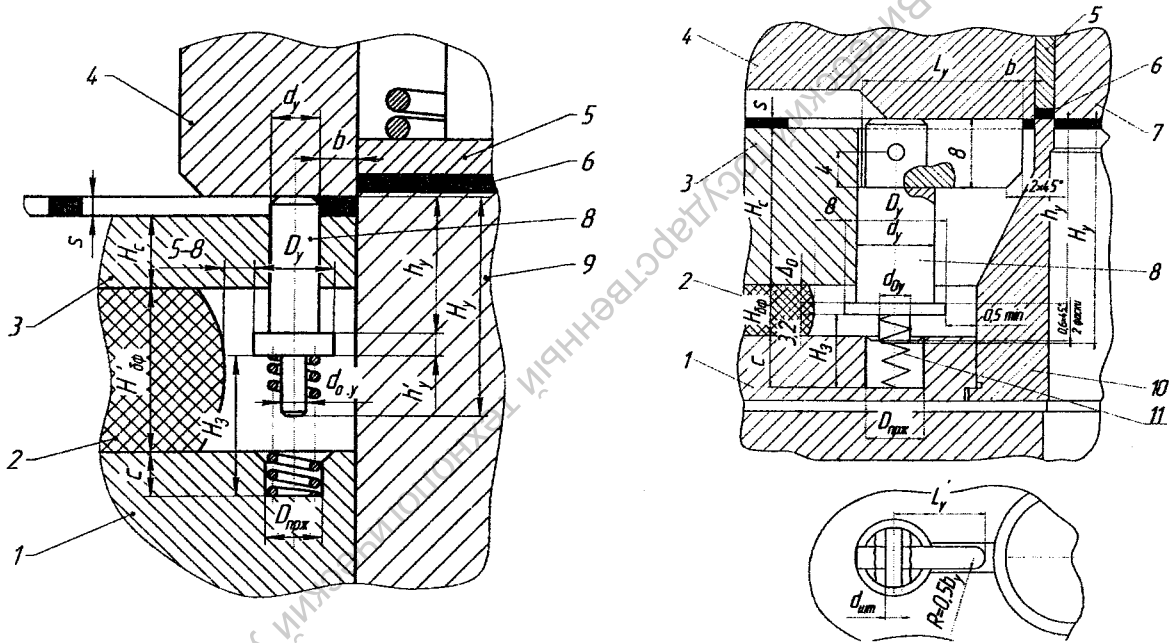


Рис. 2.11 Схема конструкции ступенчатого утопающего упора:
а – без планки; б – с планкой.
1 – пуансоно-матрицедержатель; 2 – буфер; 3 – нижний съемник; 4 – матрица; 5 – выталкиватель; 6 – изделие; 7 – пуансон; 8 – упор; 9 – пуансон; 10 – пуансон-матрица; 11 – пружина возврата упора.

Электронный архив библиотеки Технологического университета

Таблица 2.11

Основные размеры (мм) ступенчатого утопающего упора (рис. 2.11)

H_c	$d_y\left(\frac{H7}{n6}\right)$	$d_{o.y}$	D_y	$D_{пруж}$	c	$H_з$	H_y/h_y	Пружина					
								$D'_{пруж}$	$d_{пруж}$	$t_{пруж}$	$H_{пруж}$	$P^{max}_{пруж}, Н$	$h_{пруж}$
4-8	2,0	2,5	4,0	6	2	11	14/8; 16/10	5	0,5	1,96	26,3	8,0	15,21
4-10	3,2	3,2	5,0	7	3	13	16/10; 18/1214/8;	6	0,6	2,30	30,8	11,2	17,68
4-12	4,0	3,2	6,3	7	3	13	14/8; 16/10; 18/12; 20/14	6	0,6	2,30	30,8	11,2	17,68
6-16	6,3	5,0	8,0	9	4	18	20/10; 22/12; 24/14; 28/18	8	0,8	3,08	41,2	20,0	23,66
8-20	8,0	7,1	10	11	5	20	25/12; 28/14; 30/16; 32/18; 34/20; 36/22	10	1,0	3,73	46,3	30,0	26,28
10-26	10	7,1	12	11	5	20	30/14; 32/16; 34/18; 36/20; 38/22; 40/25; 44/28; 45/30	10	1,0	3,73	46,3	30,0	26,28
14-32	12	7,1	14	13	6	25	36/18; 38/20; 40/22; 42/25; 46/28; 48/30; 50/32; 56/36	11	1,2	3,61	52,3	42,5	27,02
22-36	16	11	20	17	8	40	48/25; 50/28; 53/30; 56/32; 60/36; 63/40	15	1,8	4,54	79,9	100	37,23
26-40	20	11	25	17	8	40	53/30; 56/32; 60/36; 63/40; 71/45	15	1,8	4,54	79,9	100	37,23

Примечание. 1. Принятые обозначения для пружины: $D_{пруж}$ – наружный диаметр; $d_{пруж}$ – диаметр проволоки; $t_{пруж}$ – шаг; $H_{пруж}$ – высота в свободном состоянии; $p^{max}_{пруж}$ – наибольшее рабочие усилие; $h_{пруж}$ – наибольшее сжатие, при котором возникает $p^{max}_{пруж}$.

2. Пружины приняты по ГОСТ 18793-80. Для каждого номера пружины размер с установлен с учетом значения $p^{max}_{пруж}$. Исходя из конкретных значений $H_{пруж}$ и $H_з$ могут быть известны с учетом достижения усилия, меньшего $p^{max}_{пруж}$.

3. Размер Δ_0 следует принимать равным s+(1÷3) мм.

4. Высоту буфера в сжатом состоянии следует вычислять из зависимости $H'_{бф} = H_з - c + h'_y + \Delta_0$.

5. Материал упора – сталь 45 (для $d_y > 5$ мм) и 40Х (для $d_y \le 5$ мм), 41,5 ÷ 46,5 HRC.

Электронный архив библиотеки МГТУ им. Н.Э. Баумана

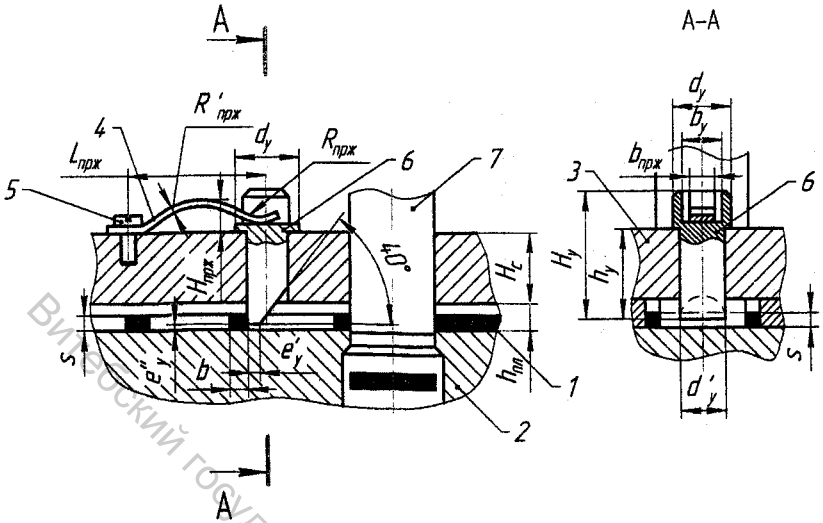


Рис. 2.12 Схема конструкции утопающего упора со скосом:
1 – полоса; 2 – матрица; 3 – съемник; 4 – пластинчатая пружина; 5 – винт; 6 – упор; 7 – пуансон

Таблица 2.12

Основные размеры (мм) утопающих упоров со скосом (рис 2.12)

H_c	d_y	$d`_y$ $(\frac{H8}{h9})$	e_y	H_y/h_y	$L_{прж}$	$R_{прж}$	$R`_{прж}$	$H_{прж}$	$b_{прж}$
Св. 10 до 13	10	6,3	1,6	20/14; 22/16	36	6	20	5	5
Св. 13 до 15	12	8,0	1,6	22/16; 24/18; 26/20	42	10	25	5	5
Св. 15 до 18	14	10	2,0	26/20; 28/22; 30/24	42	10	25	5	8
Св. 18 до 24	16	12	2,0	32/26; 34/28; 40/32	56	10	30	8	10

Примечание. 1 При $2 < s \le 12$ мм $e``_y = 5$ мм; при $s > 12$ мм, $e``_y = 7$ мм. 2. Высота $H_{прж}$ указана в свободном состоянии. 3. При $d`_y = 8$ мм $b_y = 5{,}3$ мм; при $d`_y = 10$ мм $b_y = 8{,}5$ мм; при $d`_y = 12$ мм $b_y = 10{,}5$ мм. 4. Материал упора сталь 45 41,5 ÷ 46,5 HRC.

Фиксаторы

В последовательных штампах для точной фиксации полосы недостаточно только одного упора, так как упоры не обеспечивают точности и соосности пробитого отверстия и наружного контура. Для получения точных изделий необходимо обязательное применение фиксаторов, устраняющих погрешности подачи полосы. Фиксаторы применяются для позиционирования полосы по предварительно пробитым отверстиям. На рис. 2.13 представлены типовые конструкции фиксаторов, а в таблицах 2.13…2.15 – размеры.

Витебский государственный технологический университет

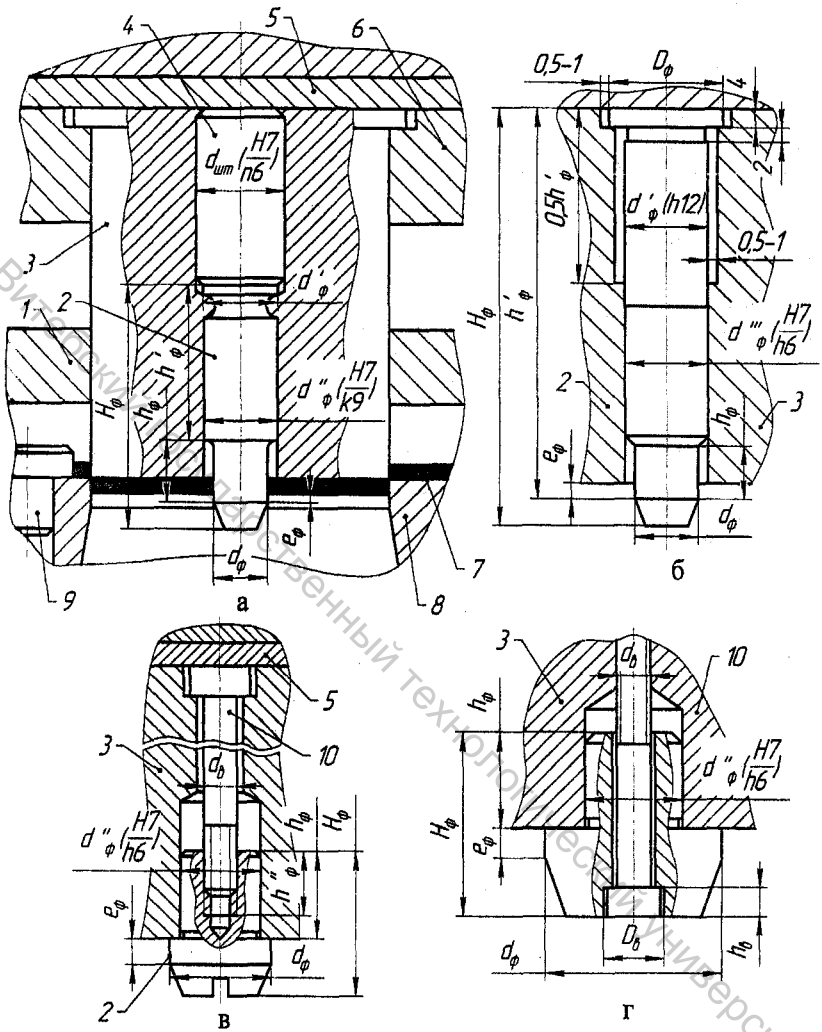


Рис. 2.13 Схемы конструкций фиксаторов:
а – стержневые для отверстий диаметром 1,0÷12 мм;
б – стержневые удлиненные для отверстий диаметром 1,5÷10 мм;
в – с резьбовым отверстием для отверстий диаметром 10÷18 мм;
г – со ступенчатым отверстием для отверстий диаметром 18÷50 мм;
1 – съемник; 2 – фиксатор; 3 – пуансон; 4 – штифт; 5 – плита подкладная; 6 – пуансонодержатель; 7 – полоса; 8 – матрица; 9 – грибковый упор; 10 – винт

Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.13

Основные размеры (мм) стержневых фиксаторов (рис. 2.13, а)

$d_ф$	$d``_ф$	$d`_ф$	$h_ф$	$H_ф$	$h`_ф$	d_{in}
Св. 1,0 до 1,5	3,2	5,0	3	16	12	6
Св. 1,5 до 2,0				18	13	
Св.2,0 до 2,8				20	14	
Св. 2,8 до 3,8	4,0	6,0	4	25	18	8
Св. 3,8 до 4,8	5,0	7,1	6	28		
Св. 4,8 до 6,0	6,3	8,0				10
Св. 6,0 до 7,8	8,0	10,0	8	32	20	12
Св. 7,8 до 9,8	10,0	12,0		40	26	14
Св. 9,8 до 11,8	12,0	14,0				16

Примечание: Материал фиксатора сталь У8А, 51,5÷55,2 HRC

Таблица 2.14

Основные размеры (мм) стержневых удлиненных фиксаторов (рис. 2.13, б)

$d_ф$	$h_ф$	$H_ф/h`_ф$
Св. 1,5 до 2,3	6	35/33,5; 39/37,5; 43/41,5; 48/46,5; 53/51,5; 59/57,5; 66/64,5
Св. 2,3 до 3,0	6	59/57,5; 40/37,5; 44/41,5; 49/46,5; 54/51,5; 60/57,5; 67/64,5
Св. 3,0 до 3,8	6	37/34,5; 41/38,5; 45/42,5; 50/47,5; 55/52,5; 61/58,5; 68/65,5
Св. 3,8 до 4,8	8	38/34,5; 42/38,5; 46/42,5; 51/47,5; 56/52,5; 62/58,5; 69/65,5; 73/69,5
Св. 4,8 до 6,0	8	38/34,5; 42/38,5; 46/42,5; 51/47,5; 56/52,5; 62/58,5; 69/65,5; 73/69,5; 77/73,5
Св. 6,0 до 9,8	10	40/34,5; 44/38,5; 48/42,5; 53/47,5; 58/52,5; 54/58,5; 71/65,5; 75/69,5; 79/73,5; 83/77,5; 88/82,5

Примечание. Материал сталь У8А, 51,5÷55,2 HRC

Конструкция выталкивателя ударного действия включает: толкающий стержень 1, траверсу 2, толкатели 3 и выталкиватель 4. В процессе обратного хода ползуна пресса толкающий стержень 1 упирается в неподвижное коромысло (планку) пресса и останавливается. При этом конструктивно связанные со стержнем 1 останавливаются траверса 2, толкатель 3 и выталкиватель 4. Остановка сопровождается ударом. Остальные детали верхней части штампа, включая и вырубленные изделия, продолжают движение вверх. Движущиеся изделия упираются в неподвижный выталкиватель 4 и останавливаются, а матрица 6 продолжает движение вверх относительно неподвижного изделия, которое удаляется из рабочей зоны матрицы.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.15

Основные размеры (мм) фиксаторов с резьбовым отверстием (рис. 2.13, в) и ступенчатым отверстием (рис. 2.13, г)

$d_ф$	$d``_ф$	$h_ф$	Высота фиксатора $H_ф$												$d_ф$	$h``_ф$	$D_в$
			16		18		20		22		25		28				
			$e_ф$	$h_в$	$e_ф$	$h_в$	$e_ф$	$h_в$	$e_ф$	$h_в$	$e_ф$	$h_в$	$e_ф$	$h_в$			
От 10 до 12	8	8	1; 2	-	3; 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M4	8	-
Св. 12 до 15	10	8	1; 2	-	3; 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M5	10	-
Св. 15 до 18	12	10	-	-	1; 2	-	3; 4	-	-	-	-	-	-	-	M6	10	-
Св. 18 до 24	14	8	-	-	1; 2	6	3; 4	8	6	10	-	-	-	-	M6	-	11
Св. 24 до 32	18	10	-	-	-	-	-	-	1; 2; 3	8	4; 6	10	-	-	M8	-	14
Св. 32 до 40	22	10	-	-	-	-	-	-	1; 2; 3	10	4; 6	12	-	-	M10	-	17
Св. 50 до 40	25	12	-	-	-	-	-	-	-	-	1; 2; 3	10	4; 6; 8	12	M10	-	17

Примечание. 1. ГОСТ предусматривает только фиксаторы, для которых указаны значения $e_ф$.
2. Материал фиксатора сталь У8А, 51,5÷55,2 HRC

Витебский государственный технологический университет

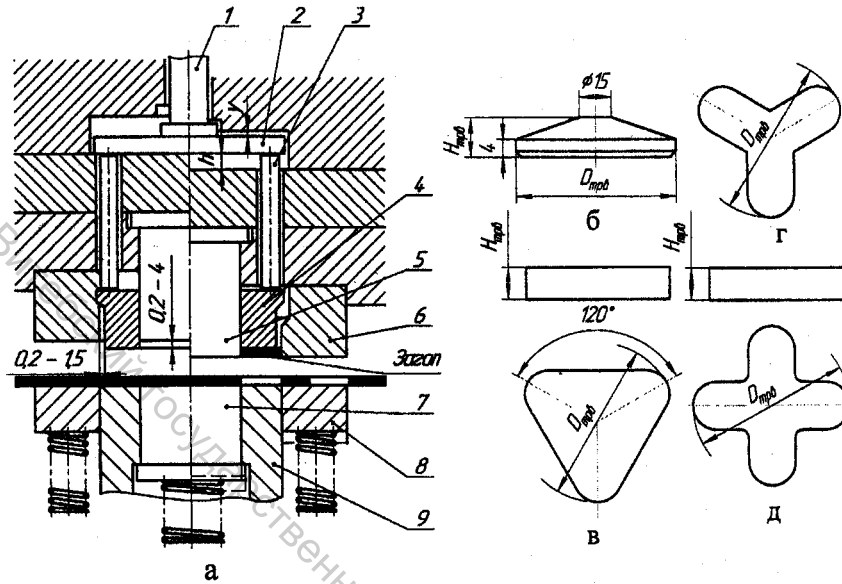


Рис. 2.14 Схема конструкции и формы траверс выталкивающих устройств: а – схема штампа с выталкивателями ударного и плавного действия, б – круглая траверса в форме усеченного конуса, в,г,д – трех- и четырехопорные траверсы:

1 – стержень толкающий; 2 – траверса; 3 – толкатель; 4 – выталкиватель верхний; 5 – пуансон пробивной; 6 – матрица; 7 – изделие; 8 – выталкиватель нижний; 9 – съемник; 10 – пуансон-матрица

Выталкиватель плавного действия 7 установлен в отверстии пуансон-матрицы 9 и поджимается пружинами или специальными буферными устройствами. В процессе рабочего хода выталкиватель под действием пуансона 5 утопает и при обратном ходе удаляет из отверстия пуансон-матрицы 9 отход изделия. Для удаления отхода из отверстия пуансон-матрицы необходимо предварительное сжатие пружины, превышающее усилие выталкивания.

Диаметр стержня 1 принимается 4…58 мм, длина 300…800 мм. В качестве толкателя 3 применяют специальные гладкие стержни или штифты. Размеры траверс следующие:

$D_{трв}$	20;20	25;28	32;36	40;45	50;56	63;71
$H_{трв}$	5,0	6,3	8,0	10,0	12,0	14,0

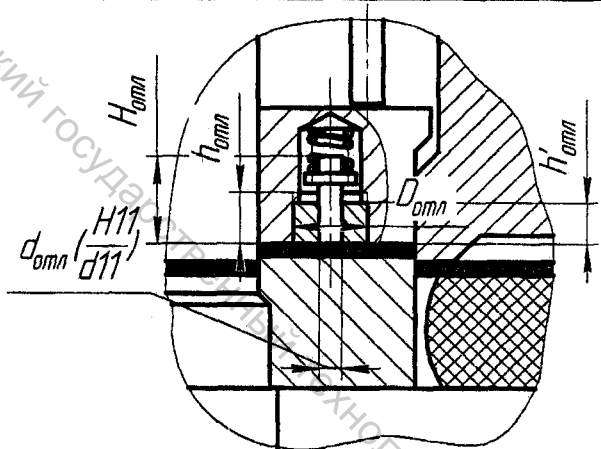
Витебский государственный технологический университет

Отлипатели

Отлипатели предусмотрены для отделения вырубленных изделий из тонколистового материала от плоской поверхности торца пуансона. В большинстве случаев прилипание происходит в результате действия адгезионных сил смазочного материала, наносимого на поверхность полосы в процессе ее протирания ветошью. Применяются отлипатели в вырубных и совмещенных штампах. При автоматической работе применение отлипателей обязательно, отлипатели выполняют с прижимами. Основные размеры отлипателей приведены в таблице 2.16.

Таблица 2.16

Основные размеры (мм) отлипателей



$d_{отл}$	$D_{отл}$	$H_{отл}$	$h_{отл}$	$h`_{отл}$
2	М6×0,75	16	9,5	8
4	М8×1,0	18	11,5	10

2.1.2 Формообразующие детали разделительных штампов

Матрицы

Габаритные размеры матрицы определяется размерами рабочей зоны. В таблице 2.17 приведены минимальные габаритные размеры прямоугольных матриц в зависимости от размеров рабочей зоны.

Толщина матрицы

Толщину матрицы определяют по эмпирической зависимости:

$$H_M = S + K_M \cdot \sqrt{a_p + b_p} + 7, \qquad (2.10)$$

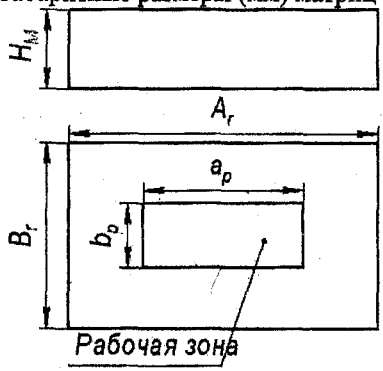
где S – толщина штампуемого материала; a_p, b_p – размеры рабочей зоны (мм.);

$K_м$ – коэффициент определяется из таблицы 2.18.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.17

Минимальные габаритные размеры (мм) матриц и рабочей зоны



$a_p \times b_p$ не более	$A_r \times B_r$ не менее	$a_p \times b_p$ не более	$A_r \times B_r$ не менее	$a_p \times b_p$ не более	$A_r \times B_r$ не менее
30×20	63×50	110×80	180×140	180×130	250×220
40×20	80×50	130×80	200×140	200×130	280×220
50×20	100×50	150×60	220×140	220×130	320×220
40×30	80×63	180×60	250×140	250×130	360×220
50×30	100×63	200×60	280×140	280×130	400×220
70×30	125×63	100×100	160×160	320×130	450×220
40×40	80×80	110×100	180×160	180×180	250×250
50×40	100×80	130×100	200×160	200×180	280×250
70×40	125×80	180×100	250×160	220×180	320×250
80×40	140×80	200×100	280×160	250×180	360×250
100×40	160×80	220×100	320×160	280×180	400×250
50×50	100×100	110×110	180×180	320×180	450×250
70×50	125×100	130×110	200×180	360×180	500×250
80×50	140×100	150×110	220×180	200×200	280×280
100×50	160×100	180×110	250×180	220×200	320×280
110×50	180×100	200×110	280×180	250×200	360×280
130×50	200×100	220×110	320×180	280×200	400×280
70×60	125×125	250×110	360×180	320×200	450×280
80×60	140×125	130×130	200×200	360×200	500×280
100×60	160×125	150×130	220×200	410×200	560×280
110×60	180×125	180×130	250×200	220×220	320×320
130×60	200×125	200×130	280×200	250×280	360×320
150×60	220×125	220×130	320×200	280×220	400×220
180×60	250×125	250×130	360×200	320×220	450×320
80×80	140×140	280×130	400×200	360×220	500×320
100×80	160×140	130×130	220×220	410×220	560×320
450×220	630×320	360×250	500×360	320×280	450×400
250×250	360×360	410×250	560×360	360×280	500×400
280×250	400×360	450×250	630×360	410×280	560×400
320×250	450×360	280×280	400×400	450×280	630×400

Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.18

Соотношение между прочностью материала матрицы и коэффициентом $К_м$

$\sigma_в$, МПа	До 120	Св.120 до 200	Св. 200 до 300	Св. 300 до 500	Св. 500 до 1000	Св. 1000
$К_м$	0,5	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5 – 2,0

Значения $Н_м$ необходимо округлить до ближайшего большего числа из следующего ряда чисел: 8, 10, 12, 16, 20, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80.

Выбор диаметров винтов и штифтов осуществляют по таблице 2.19. Число винтов определяют из условия, что расстояние между двумя ближайшими винтами не должно превышать 90 мм.

Число штифтов определяют из условия, что каждый самостоятельный элемент штампа, который должен быть неподвижным относительно матрицы, и сама матрица должны фиксироваться двумя штифтами.

Таблица 2.19

Диаметры штифтов и винтов для крепления матриц, мм

Наибольший габаритный размер (наружный диаметр) матрицы, мм	Диаметры винтов и штифтов (мм) при технологическом усилии Р,кН, воспринимаемом матрицей					
	До 500		Св. 500 до 1000		Св. 1000	
	Винт	Штифт	Винт	Штифт	Винт	Штифт
До 100	М6	6	М8	6	-	-
Св.100 до 125	М8	8	М10	8	-	-
Св. 125 до 160	М10	8	М12	10	М12	10
Св. 160 до 250	М10	10	М12	10	М12	10
Св. 250 до 280	М10	10	М12	10	М12	10
Св. 280 до 400	М12	10	М12	10	М12	10
Св. 400	М12	10	М12	12	М16	12

Пример размещения рабочей зоны и отверстий для крепления матрицы штампа последовательного действия показан на рис. 2.15.

Высокий государственный технологический университет

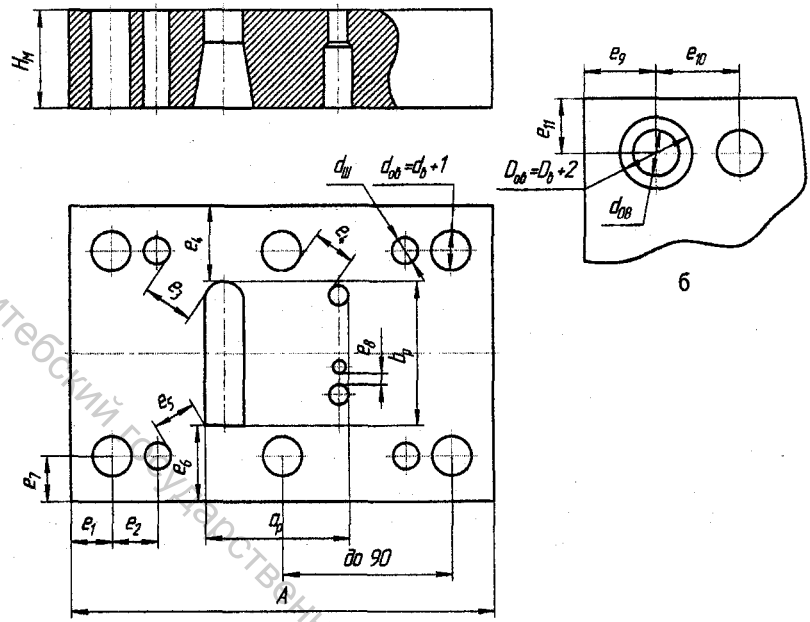


Рис. 2.15 Матрица штампа последовательного действия: $d_в$ – диаметр стержня винта; $D_в$ – диаметр головки винта; $d_{о.в}$ – диаметр отверстия под стержень винта; $D_{о.в}$ – диаметр углубления под головку винта; $d_ш$ – диаметр отверстия под штифт

Координаты винтов и штифтов определяются по таблицам 2.20, 2.21.

Таблица 2.20

Размеры и координаты винтов и штифтов для крепления матриц (рис. 2.15), мм

Длина А матрицы	Наименьшие значения координат отверстий под винты и штифты в зависимости от диаметра винта (штифта)										Число винтов в одном ряду
	М6 (6)		М8 (6; 8)		М10 (8; 10)		М12 (10; 12)		М16 (12)		
	e_1	e_2	e_1	e_2	e_1	e_2	e_1	e_2	e_1	e_2	
До 100	7,5	12	10	16	-	-	-	-	-	-	2
Св.100 до125	-	-	10	16	12,5	20	-	-	-	-	2
Св.125 до160	-	-	-	-	12,5	20	15	25	-	-	2
Св. 160 до250	-	-	-	-	15	20	15	25	-	-	3
Св. 250 до280	-	-	-	-	15	20	15	25	-	-	3
Св.280 до400	-	-	-	-	-	-	15	25	-	-	3
Св.400	-	-	-	-	-	-	15	25	20	32	3

Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.21

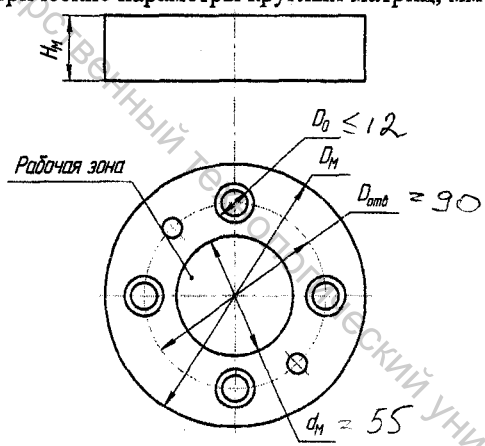
Наименьшее расстояние между элементами стальной матрицы (рис. 2.15), мм

Материал матрицы	e_3	e_4	e_5	e_6	e_7		e_8
					$d_{ов} \leq 8,5$	$d_{ов} > 8,5$	
У8А, У10А, 7Х3, 9ХС, 9ХВГ	$0,8d_{ов}$	$1,2H_М$	$d_{ов}$	$2,5H_М$	$1,2d_{ов}$	$1,4d_{ов}$	2s
Х12М, Х12Ф1	$0,6d_{ов}$	$H_М$	$0,8d_{ов}$	$2H_М$	$d_{ов}$	$1,2d_{ов}$	1.5s

Наружный диаметр матрицы круглой формы принимают в зависимости от диаметра окружности $d_М$, в котором вписывается её рабочая зона (Таблица 2.22).

Таблица 2.22

Геометрические параметры круглых матриц, мм



$d_М$	$D_М$	$d_М$	$D_М$
До 15	50	Св. 115 до 130	200
Св. 15 до 25	63	Св. 130 до 150	220
Св. 25 до 35	80	Св. 150 до 180	250
Св. 35 до 50	100	Св. 180 до 210	280
Св. 50 до 75	125	Св. 210 до 250	320
Св.75 до 85	140	Св. 250 до 280	360
Св. 85 до 105	160	Св. 280 до 310	400
Св. 105 до 115	180		

Примечание:

Белорусский государственный технологический университет

$$D_0 \le \frac{D_M - d_M}{6} \qquad (2.11)$$

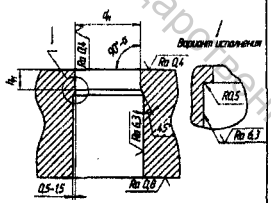
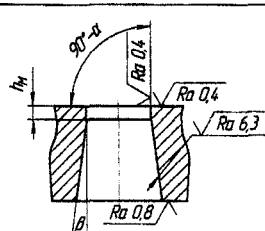
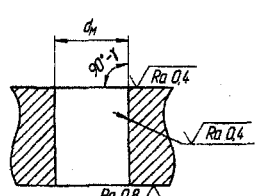
$$D_{отв} = \frac{D_M + d_M}{2}, \qquad (2.12)$$

где D_0 – диаметр отверстия под головку винта; D_B – диаметр головки винта.

Форму рабочих и провальных отверстий в матрице для пробивки и вырубки принимают по таблице 2.23.

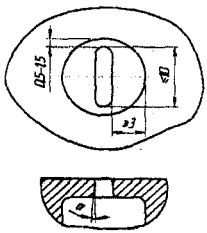
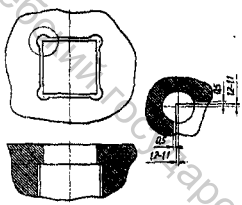
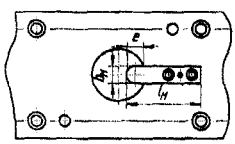
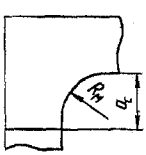
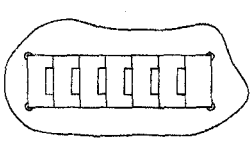
Таблица 2.23

Форма и размеры рабочих провальных отверстий в матрице для пробивки и вырубки

Тип	Форма отверстия	Назначение отверстия	Размеры			
			s, мм	β^0	α	h_M, мм
1	2	3	4	5	6	7
1		Для пробивки отверстий диаметром до 8 мм и для вырубки простых контуров, в которых отсутствуют консольно-расположенные элементы, ослабляющие сечение матрицы	До 5 мм.	2	10'	6
			Св.0,5 до 1,0		15'	6-8
			Св.1,0 до 2,5		20'	6-8
			Св. 2,5 до 4,0	3	30'	8-10
			Св. 4,0 до 5,0		45'	8-10
2		Для вырубки фигурных контуров и матриц, в которых имеются консольно-расположенные элементы	Св.5,0 до 10,0		1^0	15
			Св.10	4	1^0	18
3		Для матриц (пуансон матриц) с обратным выталкивателем детали. Преимущественно в штампах совмещенного действия	Г = 5'			

Витебский государственный технологический университет

Продолжение табл. 2.23

Тип	Форма отверстия	Назначение отверстия	Размеры			
			s, мм	β^0	α	$h_м$, мм
4		Для матриц и пуансон - матриц со сложным рабочим контуром, вписываемым в окружность диаметром 10 мм	α – см. тип 1			
5		Для матриц и пуансон - матриц с острыми углами рабочего контура	-			
6		Для вырубки заготовки с глубокой выемкой	$e \le 2b_M$; $l_M \ge 3b_M$.			
7		Для вырубки крупных заготовок (матрица без «замков»)	$a_c > R_M$			
8		При наличии в матрице нескольких одинаковых элементов	-			

Витебский государственный технологический университет

Провальное отверстие в матрице должно эквидистантно повторять рабочий контур с учетом нависания рабочего контура матрицы над провальным отверстием: не более чем на 1,5 мм при наличии фасок или закруглений или не более чем на угол β при наличии уклона на всей высоте. Допускается спрямление отдельных участков контура провального отверстия или их сооружение при условии, что нависание на этих участках не превысит 3 мм. При этом условии для рабочих контуров матрицы сложной конфигурации провальное отверстие можно выполнить цилиндрическим. Провальное отверстие следует скруглить также, когда рабочий контур матрицы имеет острые или прямые углы. При этом в углах увеличение нависания рабочего контура матрицы над контуром провального отверстия на 0,3 – 0,4 мм относительно принятого.

Основные виды **вставных матриц** представлены на рисунке 2.16.

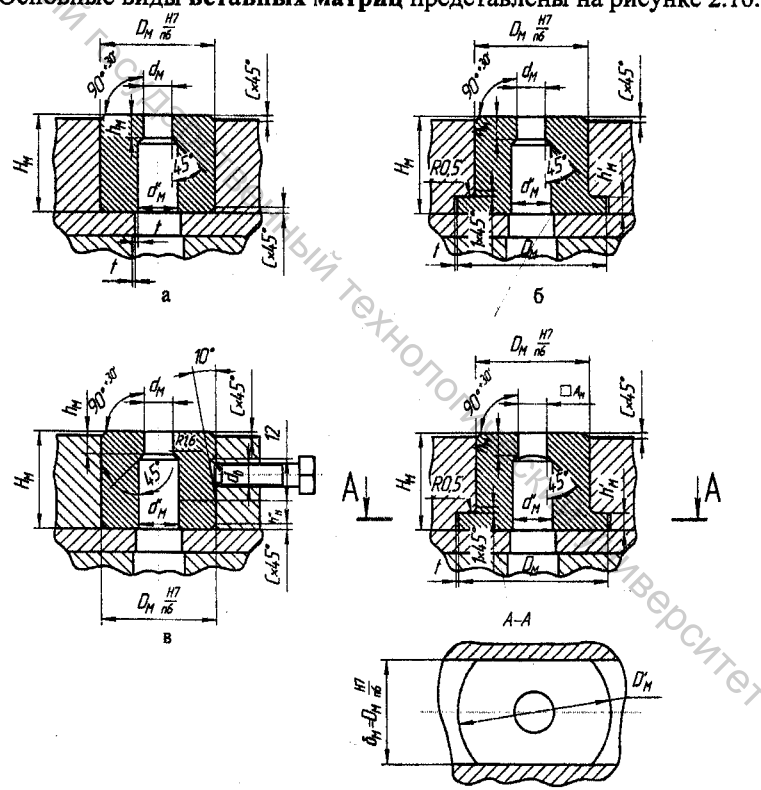


Рис. 2.16. Основные виды вставных матриц: а – с круглым рабочим отверстием; б – с круглым рабочим отверстием и фланцем; в – с круглым рабочим отверстием, быстросменные; г – с квадратным рабочим отверстием

Витебский государственный технологический университет

В таблице 2.24 приведены размеры наиболее распространенных типов матриц с круглым отверстием.

Таблица 2.24

Основные размеры матриц с круглым рабочим отверстием (рис. 2.16, а, б), мм

$d_м$	$d'_м$	$D_м$	$D'_м$	$H_м/h_м$
Св. 1,0 до 1,5	2,0	6,3	-	8/3
Св. 1,5 до 2,0	2,5	8,0	-	12/4
		8,0	12	12/4; 16/5; 20/5; 25/6
Св. 2,0 до 2,5	3,0	8,0	-	8/3
Св. 2,5 до 3,0	3,5	10	-	12/4
		10	14	12/4; 16/5; 20/5; 25/6
Св. 3,0 до 3,5	4,0	12	-	10/3; 14/4
Св. 3,5 до 4,0	4,5	12	16	12/4; 16/5; 20/5; 25/6
Св. 4,0 до 4,5	5,0	14	-	10/3; 14/4
Св. 4,5 до 5,0	5,5	14	18	12/4; 16/5; 20/5; 25/6
Св. 5,0 до 6,0	6,5	16	-	12/4; 16/5
		20	-	14/5; 18/6
		16	20	16/5; 20/5; 25/6
		18	22	28/7; 32/8
		20	24	20/6; 25/7; 28/8; 32/9
		22	26	36/10
Св. 6,0 до 7,0	7,5	18	-	12/4; 16/5
		22	-	16/5; 20/6
		16	20	16/5; 20/5; 25/6
		18	22	28/7; 32/8
		22	26	20/6; 25/7; 28/8; 32/9
		25	30	36/10
Св. 7,0 до 8,0	8,5	18	-	12/4; 16/5
		22	-	16/5; 20/6
		18	22	16/5; 20/5; 25/6
		20	24	28/7; 32/8
		22	26	20/6; 25/7; 28/8; 32/9
		25	30	36/10
Св. 8,0 до 9,0	9,5	20	-	14/4; 18/5
		25	-	18/6; 22/7
		18	22	16/5; 20/5; 25/6
		20	24	28/7; 32/8
		25	30	20/6; 25/7; 28/8; 32/9
		28	32	36/10

Витебский государственный технологический университет

Продолжение табл. 2.24

$d_м$	$d'_м$	$D_м$	$D'_м$	$H_м/h_м$
Св. 9,0 до 10	10,5	20	-	14/4; 18/5
		25	-	18/6; 22/7
		20	24	16/5; 20/5; 25/6
		22	26	28/7; 32/8
		25	28	20/6; 25/7; 28/8; 32/9
		30	32	36/10
Св. 10 до 11	11,5	22	-	16/5; 20/5
		28	-	20/6; 22/7
Св. 11 до 12	12,5	22	26	16/5; 20/5; 25/6
		25	30	28/7; 32/8
		28	32	20/6; 25/7; 28/8; 32/9
		32	36	36/10
Св. 12 до 13	13,5	25	-	18/5; 22/6
		32	-	22/7; 25/7
		25	30	16/5; 20/5; 25/6
Св. 13 до 14	14,5	28	32	28/7; 32/8
		32	36	20/6; 25/7; 28/8; 32/9
		36	40	36/10; 40/12
Св. 14 до 15	15,5	28	-	20/5; 22/6
		36	-	22/7; 25/7
		28	32	16/5; 20/5; 25/6
Св. 15 до 16	16,5	32	36	28/7; 32/8
		36	40	20/6; 25/7; 28/8; 32/9
		40	45	36/10; 40/12
Св. 16 до 17	17,5	32	-	22/6; 25/6
		40	-	22/7; 25/7
		28	32	16/5; 20/5; 25/6
		32	36	28/7; 32/8
		36	40	20/5; 25/7; 28/8; 32/9
		40	45	36/10; 40/12
Св. 17 до 18	18,5	32	-	22/6; 25/6
		40	-	22/7; 25/7
		32	36	16/5; 20/5; 25/6
		36	40	28/7; 32/8; 36/8
		40	45	20/6; 25/7; 28/8; 32/9
		45	50	36/10; 40/12
Св. 18 до 19	19,5	36	-	22/6; 25/6
		42	-	22/7; 25/7
		32	36	16/5; 20/5; 25/6
		36	40	28/7; 32/8; 36/8
		40	45	20/6; 25/7; 28/8; 32/9
		45	50	36/10; 40/12

Витебский государственный технологический университет

При конструировании быстросменных матриц с круглым отверстием (рис. 2.16, в) необходимо учитывать следующие соотношения:

Общая высота H_M для $d_M = 3 \div 12 мм$ должна быть равна 20 или 25 мм, а при $d_M \geq 12$мм – 20, 25, 28 или 32 мм, высоту h_M или h''_M следует применять в зависимости от H_M:

H_M, мм	20	25	28	32
h''_M, мм	6	7	8	9

Резьбы винтов для крепления матриц следует выбирать из соотношения:

H_M, мм	20	25	28, 32
d_B, мм	М8	М10	М12

Размеры матрицы с квадратным отверстием (рис. 2.16, г) выбирают из следующих отношений: диаметр D_M следует выполнять на $3 \div 8 мм$ больше, чем для соответствующих усиленных матриц с фланцем (табл. 2.24).

Общую высоту матрицы H_M для $A_M = 3 \div 10 мм$ принимают: 16, 20, 25, 28 или 32 мм; для $A_M > 10 мм$ - 16, 20, 25, 28, 32, 36 или 40 мм;

Высоты h_M и h'_M принимают в зависимости от H_M:

H_M, мм	16	20	25	28	32	36	40
h_M, мм	5	6	7	8	9	10	12
h'_M, мм	4	6	6	6	6	8	8

Пуансоны

Конструкции и крепление стандартных пробивных пуансонов представлены на рис. 2.17, а размеры – в таблице 2.25.

Таблица 2.25

Основные размеры пуансонов для пробивки круглых отверстий (рис.2.17, а, б)

$d_П$	$D_П$	$D_П$	Значение высоты элементов пуансона при его общей высоте $H_П$													
			32		36		40		45		50			56		
			$h_П$	$h''_П$	$h_П$	$h''_П$	$h_П$	$h''_П$	$h_П$	$h''_П$	$h_П$	$h'_П$	$h''_П$	$h_П$	$h'_П$	$h''_П$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Пуансоны по ГОСТ 16621-80 (см. рис. 2.7, а)																
От 1 до 2	3,2	6	5	4	5	4	8	4	8	4	10	-	4	10	25	4
Св. 2 до 3	5,0	8	8	4	8	4	8	4	8	6	10	-	6	10	25	6
Св. 3 до 4	5,0	8	8	4	8	4	10	4	10	6	12	-	6	12	25	6
Св. 4 до 5	6,3	10	8	4	8	4	10	4	10	6	12	-	6	12	25	6
Св. 5 до 7	8,0	12	10	4	10	4	12	4	12	6	14	-	6	14	25	6

Читальный зал Восточно-Сибирский технологический университет

Продолжение табл. 2.25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Св. 7 до 8	10	14	10	4	10	4	12	4	12	6	14	-	6	14	25	6
Св. 8 до11	12	16	10	4	10	4	12	4	12	6	14	-	6	14	25	6
Св.11 до13	14	18	10	4	10	4	12	4	12	6	14	-	6	14	25	6
Св.13 до15	16	20	10	4	10	4	12	4	12	6	14	-	6	14	25	6
Св.15 до17	18	22	10	4	12	4	14	4	14	6	16	-	6	16	25	6
Св.17 до19	20	24	10	4	12	4	14	4	14	6	16	-	6	16	25	6
Св.19 до21	22	26	10	4	12	4	14	4	14	6	16	-	6	16	25	6
Св.21 до24	25	30	10	4	12	4	14	4	14	6	16	-	6	16	25	6
Пуансоны по ГОСТ 16625-80 (см. рис. 2.7, б)																
От 24 до26	28	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	6	-	25	6
Св.26 до30	32	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	6	-	25	6
Св.30 до34	36	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	6	-	25	6
Св.34 до38	40	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	6	-	25	6
Св.38 до44	45	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	6	-	25	6
Св.44 до48	50	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	6	-	25	6
Св.48 до52	56	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	6	-	25	6

$d_П$	$D_П$	$D_П$	Значение высоты элементов пуансона при его общей высоте $H_П$								
			63			67			71		
			$h_П$	$h'_П$	$h''_П$	$h_П$	$h'_П$	$h''_П$	$h_П$	$h'_П$	$h''_П$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Пуансоны по ГОСТ 16621-80 (см. рис. 2.7, а)											
От 1 до 2	3,2	6	12	25	4	12	25	4	-	-	-
Св.2 до 3	5,0	8	12	25	6	12	25	6	-	-	-
Св.3 до 4	5,0	8	12	25	6	12	25	6	14	28	6
Св.4 до 5	6,3	10	12	25	6	12	25	6	14	28	6
Св.5 до 7	8,0	12	14	25	6	14	25	6	16	28	6

Брянский государственный технологический университет

Продолжение табл. 2.25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Св.7 до 8	10	14	14	25	6	14	25	6	16	28	6
Св. 8 до11	12	16	16	25	6	16	25	6	18	28	6
Св.11 до13	14	18	16	25	6	16	25	6	18	28	6
Св.13 до15	16	20	16	25	6	16	25	6	18	28	6
Св.15 до17	18	22	18	25	6	18	25	6	20	28	6
Св.17 до19	20	24	18	25	6	18	25	6	20	28	6
Св.19 до21	22	26	18	25	6	18	25	6	20	28	6
Св.21 до24	25	30	18	25	6	18	25	6	20	28	6
Пуансоны по ГОСТ 16625-80 (см. рис. 2.7, б)											
От 24 до26	28	32	-	25	6	-	28	6	-	28	6
Св.26 до30	32	36	-	25	6	-	28	6	-	28	6
Св.30 до34	36	40	-	25	6	-	28	6	-	28	6
Св.34 до38	40	45	-	25	6	-	28	6	-	28	6
Св.38 до44	45	50	-	25	6	-	28	6	-	28	6
Св.44 до48	50	55	-	25	6	-	28	6	-	28	6
Св.48 до52	56	60	-	25	6	-	28	6	-	28	6

Пуансоны с коническим фланцем (рис. 2.17, в) изготавливают со следующими размерами:

$d_П$	Св. 1,0 до1,5	Св. 1,5 до 2,0	Св. 2,0 до 2,5	Св. 2,5 до 3,5	Св. 3,5 до 4,5
$D_П$	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0
$d_П$	Св. 4,5 до5,5	Св. 5,5 до 7,0	Св. 7,0 до 9,0	Св.9,0 до11,0	Св.11 до 13
$D_П$	6,3	8,0	10	12	14
$d_П$	Св. 13 до15	Св. 15 до 17	Св. 17 до 19	Св.19 до 21	Св. 21 до 24
$D_П$	16	18	20	22	25

Диаметр конического фланца $D_П'$ определяют в зависимости от диаметра рабочей зоны части пуансона $d_П$.

Гомельский государственный технологический университет

$d_П$	Св. 1 до 7	Св. 7 до 13	Св. 13 до 17	Св. 17 до 21	Св. 21 до 24
$D'_П$	$D_П+1$	$D_П+1{,}5$	$D_П+2$	$D_П+2{,}5$	$D_П+3$

Размеры пуансонов с расклепанными фланцами (рис. 2.17, е) принимают по аналогии с коническими фланцами.

Посадочные размеры быстросменных пуансонов с винтовым креплением (рис.2.17, д) и шариковым креплением (рис. 2.17, е) равны:

с винтовым креплением:

$d_П$	От 3 до 6	Св. 6 до 8	Св. 8 до 10	Св. 10 до 20	Св. 12 до 14
$D_П$	10	12	14	16	18
$d_П$	Св. 14 до 16	Св. 16 до 18	Св. 18 до 21	Св. 21 до 24	
$D_П$	20	22	25	28	

с шариковым креплением:

$d_П$	От 1,5 до 2,5	Св. 2,5 до 4,0	Св. 4,0 до 5,0	Св. 5,0 до 10
$D_П$	6,3	8,0	10	12
$d_П$	Св. 10 до 13	Св. 13 до 16	Св. 16 до 19	Св. 19 до 24
$D_П$	16	20	22	25

Общую высоту пуансонов с винтовым креплением $H_П$ принимают по таблице 2.25 при $d_П = 3 \div 5мм$ от 63 до 100 мм; при $d_П > 55мм$ – от 63 до 125 мм. Высоту посадочной части $h'_П$ принимают в зависимости от общей высоты:

$H_П$	63-71	75; 80	85; 90	95; 100	110	125
$h'_П$	30	34	38	42	53	63

Общую высоту пуансонов с шариковым креплением принимают по таблице 2.25:

при $d_П = 1{,}5 \div 5мм$ – от 56 до 67, при $d_П > 5мм$ – от 56 до 100 мм.

Высоту посадочной части $h'_П$ принимают в зависимости от $H_П$:

$H_П$	56-67	71; 75	80; 85	90-100
$h'_П$	30	34	38	42

Витебский государственный технологический университет

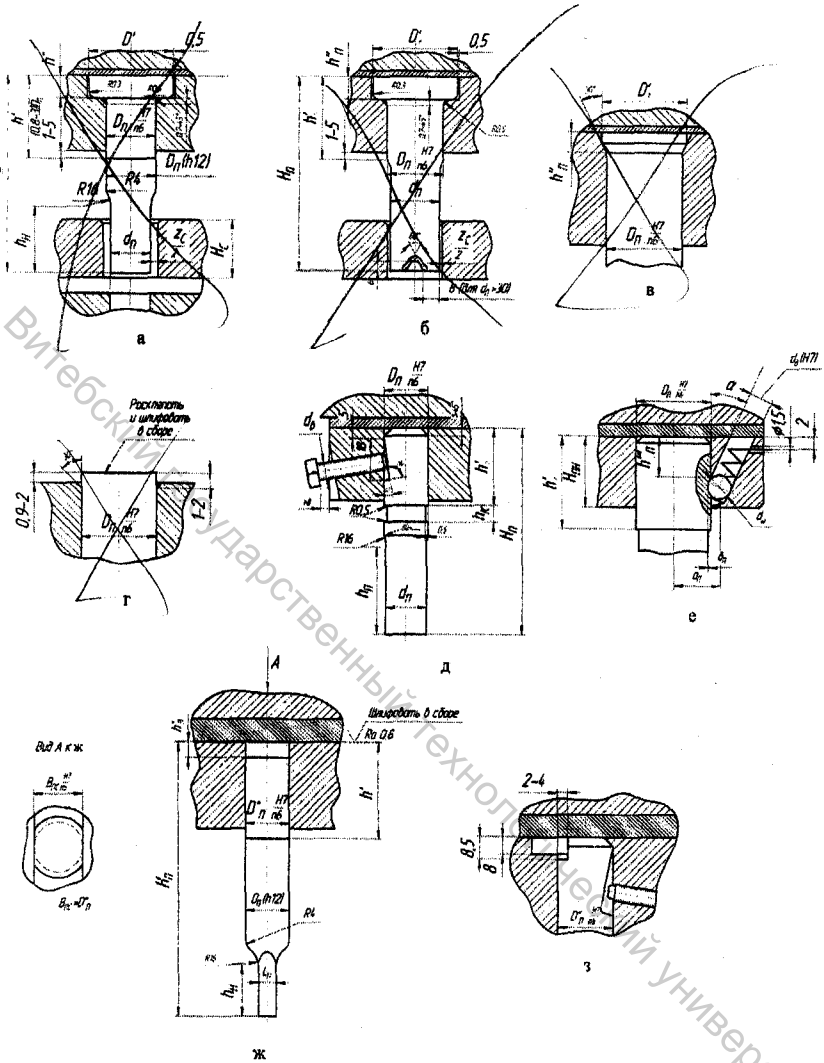


Рис. 2.17 Типы пуансонов с круглой посадочной частью:
а – диаметром 1-24 мм; б – диаметром 24-52 мм; в – с коническим фланцем; г – без фланца (под расклепку); д – диаметром 3-24 мм с винтовым креплением; е – диаметром 1,5-24 мм с шариковым креплением; ж – для некруглых отверстий с фиксацией по фланцу, з – для некруглых отверстий с фиксирующей шпонкой

Витебский государственный технологический университет

Высоту до начала канавки принимают:

для $h_{п}^{'} = 30$мм.; $h_{п}^{''} = 9{,}8$мм.; для $h_{п}^{'} = 34 \div 42 мм.$, $h_{п}^{''}$=12,3мм.

Глубину канавки принимают для $h_{п}^{'} = 30$мм., $b_{п} = 2мм$; для $h_{п}^{'} = 34 \div 42мм, b_{п} = 3мм.$

Диаметры шариков следующие: 6,35мм, 8мм, 9,5мм, 12,5мм. Соответственно диаметры отверстия под шарик и пружину имеют следующие значения:

$D_{П}$	6,3-10	12; 16	20-25
$d_{д}$	6,5	8,2; 12,7	9,8; 12,7

Для этих пуансонов применяют следующие пружины из проволоки диаметром: 0,7; 0,8; 1мм с диаметром пружин соответственно: 5,5; 7,0 мм и для 1мм – 8,5 мм или 11мм.

Пуансоны для некруглых отверстий по всей длине должны иметь одинаковую форму сечения. Посадочная часть пуансона в случае его выполнения с одинаковым по всей длине сечением должна являться основной деталью, по которой необходимо подгонять отверстия пуансонодержателя. Сопряжение пуансона с отверстием в пуансонодержателе выполняют в системе вала по посадке $\frac{N7}{h6}$, а для больших усилий $\frac{R7}{h6}$. Если посадочную часть пуансона изготовляют несколько больших размеров, чем рабочую, то может быть применена посадка в системе отверстия - $\frac{H7}{n6}$.

Пуансоны при сравнительно небольших размерах окружности, в которую они вписываются, следует выполнять с круглой посадочной частью и фиксировать их положение путем посадки фланца с лыской в паз пуансонодержателя или с помощью шпонки.

Некруглые пуансоны малых размеров закрепляют в пуансонодержателе путем расклепки (рис. 2.18).

Припуск на расклепку принимают в зависимости от глубины фаски и размеров пуансона.

При $b_{рк} = 1мм$: для $L_{П} \le 2мм.$ $a_{рк} = 1{,}7мм$; для

$L_{П} = 2 \div 3мм.$ $a_{рк} = 1{,}2мм$; для $L_{П} = 3 \div 4мм.$ $a_{рк} = 0{,}9мм$;

При $b_{рк} = 1{,}5мм$: для $L_{П} = 4 \div 5мм.$ $a_{рк} = 1{,}4мм$; для

$L_{П} = 5 \div 6мм.$ $a_{рк} = 1{,}2мм$;

При $b_{рк} = 2мм$: для $L_{П} = 4 \div 5мм.$ $a_{рк} = 2{,}5мм$; для

$L_{П} = 5 \div 6мм.$ $a_{рк} = 2мм.$

Витебский государственный технологический университет

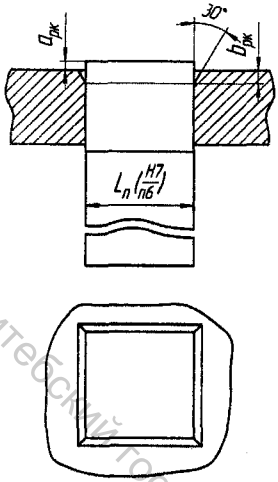


Рис. 2.18 Припуск на расклепку пуансона

Более крупные пуансоны расчеканивают, т. е. расклепывают без припуска $a_{рк}$. Расклепку и расчеканку применяют для штамповки материала, толщиной до 4 мм. Варианты креплений пуансонов некруглой формы представлены на рис. 2.19.

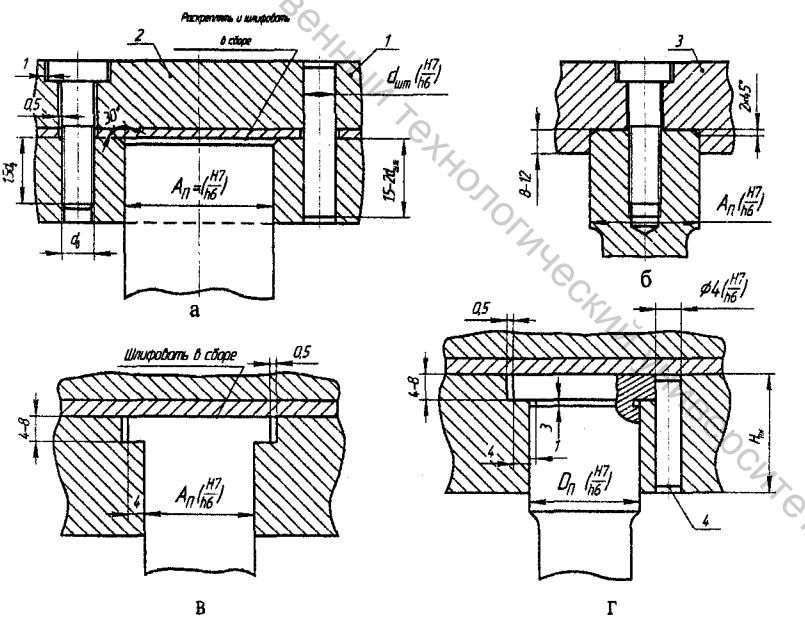


Рис. 2.19 Варианты крепления пуансонов некруглой формы: а – в пуансонодержателе; б – в плите; в – фиксирование фланцем; г – фиксирование круглой посадочной части штифтом: 1 – пуансонодержатель; 2, 3 – плита верхняя; 4 – штифт

Витебский государственный технологический университет

Шаговые ножи

Рабочую часть шаговых ножей выполняют в двух исполнениях: с гладкой рабочей поверхностью и с выступом – противоотжимом (рис. 2.20).

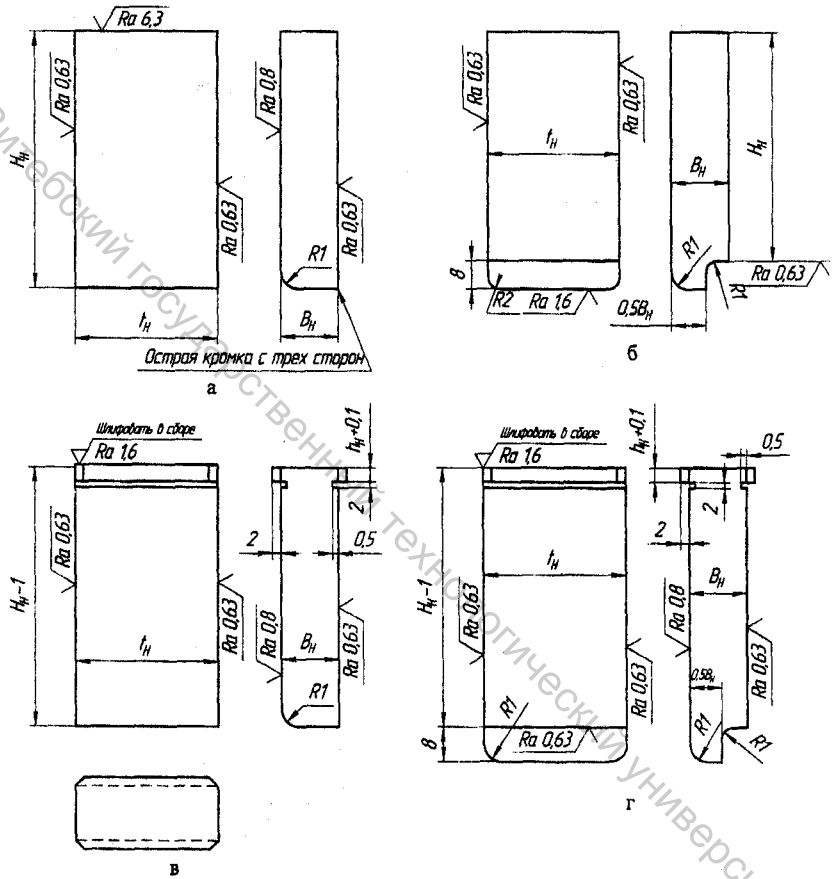


Рис. 2.20. Шаговые ножи:
а, в – с гладкой поверхностью; б, г – с выступом

Ножи с гладкой рабочей поверхностью применяют только в тех случаях, когда выступ на пуансоне заменяется противоотжимом, обеспечиваемым конструкцией других деталей штампа.

Тыльная часть шаговых ножей выполняется двух типов – гладкая, под последующую расклепку (рис. 2.20, а, б) и с фланцем для крепления (рис. 2.20, в, г).

Витебский государственный технологический университет

Длина шаговых ножей вычисляется по формулам (2.9). Если предельное отклонение допуска $\frac{T_1}{4}$ оказывается больше h6, то поле допуска на длину $t_н$ следует принимать h6. Если предельное отклонение $\frac{T_1}{4}$ оказывается меньше h6, то оставляют расчетное значение допуска.

В зависимости от значения $t_н$ по таблице 2.26 определяют остальные размеры ножей.

Таблица 2.26

Размеры шаговых ножей (рис. 2.20), мм

$t_н$	$B_н$	$h_н$ при $H_н$												
Поле допуска h6		32	36	40	45	50	55	63	67	71	75	80	84	89
От 6 до 12	6	4	4	4	6	6	6	6	-	-	-	-	-	-
Св. 12 до 24	8	4	4	4	6	6	6	6	6	6	-	-	-	-
Св. 24 до 36	10	-	-	4	6	6	6	6	6	6	6	6	-	-
Св.36 до 50	12	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	8	-
Св.50 до 100	14	-	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	8	8

Примечание. В таблице приведены значения $H_н$ для ножей с фланцем (рис. 2.20, в, г). Для ножей без фланца (рис. 2.20, а, б) высоту $H_н$ следует принимать больше 1 мм (для расклепки в пуансонодержателе).

2.1.3 Штампы для чистовой вырубки

Штампы для чистовой вырубки – пробивки в сравнении с обычными штампами отличаются повышенной прочностью формообразующих деталей, массивностью верхней и нижней плит, точностью направляющих узлов.

Штампы для чистовой вырубки и пробивки подразделяются на два основных вида: с подвижной пуансон-матрицей (пуансоном) и неподвижным прижимом и с неподвижной пуансон-матрицей (пуансоном) и подвижным прижимом. Подвижность и неподвижность определяется относительно исходной заготовки в процессе ее вырубки или пробивки.

На рис. 2.21 представлена схема штампа первого вида. Применяются такие штампы для получения **изделий небольших размеров**, содержащих несколько отверстий.

Витебский государственный технологический университет

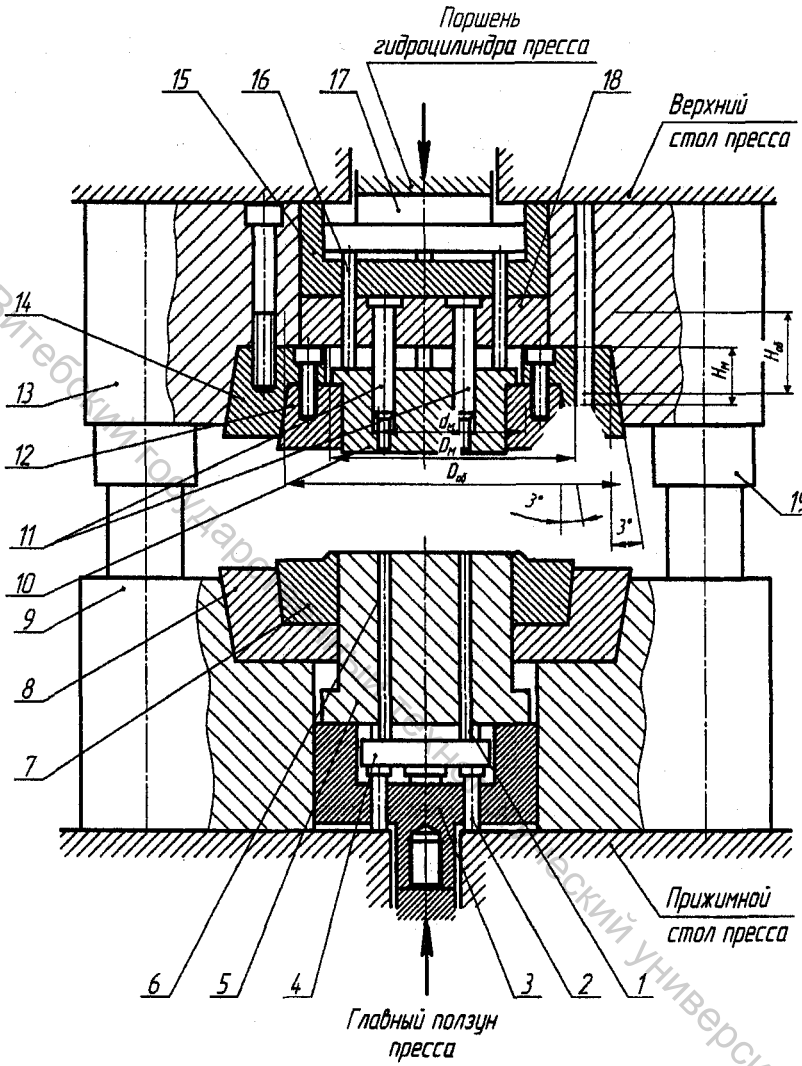


Рис. 2.21 Схема штампа с подвижной пуансон – матрицей и неподвижным прижимом (первый вид): 1 – выталкиватель; 2 – толкатель; 3 – хвостовик; 4 – траверса; 5 – пуансон – матрица;6 – выталкиватель; 7 – прижим; 8 – обойма; 9 – плита нижняя; 10 – выталкиватель;11 – пуансон; 12 – матрица; 13 – плита верхняя; 14 – обойма; 15 – опора; 16 – толкатель; 17 – подпятник; 18 – пуансонодержатель; 19 – шариковый направляющий узел

Штамп смонтирован на блоке, состоящем из утолщённых для повышения жёсткости плит 9, 13 и соединённых шариковыми

Витебский государственный технологический университет

направляющими узлами 19. Нижняя плита 9 устанавливается и крепится на прижимном столе пресса; хвостовик 3 крепится резьбовым концом к главному ползуну пресса. Верхняя плита 13 крепится к верхнему столу пресса, а подпятник 17 упирается в поршень гидроцилиндра пресса.

В начале процесса штамповки при ходе прижимного стола главного ползуна пресса вверх исходная заготовка зажимается между прижимом 7 и матрицей 12; затем прижим осуществляется в зоне прилегающей к очагу деформации между пуансоном-матрицей 5 и выталкивателем 10, а места образования отходов зажимаются между пробивными пуансонами 11 и выталкивателями 1, 6.

В процессе штамповки пуансон-матрица 5 перемещается вверх под действием усилия главного ползуна пресса, передаваемого через хвостовик 3. Прижим 7 остаётся неподвижным, обеспечивая постоянное сжатие исходной заготовки усилием, передаваемым через нижнюю плиту 9 прижимным столом пресса. При этом поддерживается постоянное сжатие мест образования отходов, поскольку выталкиватели 1,6 через траверсу 4 и толкатели 2 опираются на тот же прижимной стол пресса.

При ходе пуансон - матрицы 5 вверх выталкиватель 10 утапливается относительно матрицы 12 и пуансонов 11, закреплённых в пуансонодержателе 18, которые через опору 15 упираются в верхний стол пресса и остаются неподвижными. При этом усилие от выталкивателя 10 через толкатель 16 и подпятник 17 передаётся гидросистеме пресса. Затем осуществляется вырубка детали по контуру и пробивка отверстий. При обратном ходе пуансон-матрица 5 опускается; затем опускаются прижим 7 и выталкиватели 1, 6, а выталкиватель 10 под действием усилия гидросистемы пресса выталкивает полученную заготовку из полости матрицы 12.

Изделия больших размеров со значительным числом отверстий получаются на штампах второго вида (рис. 2.22).

В верхней части штампа неподвижно закреплены обойма 1 с матрицей 3, в которой перемещается выталкиватель 12. Движение выталкивателю передается от верхней гидроопоры пресса через подпятник 8 и толкатель 9. В верхней плите 2 между опорой 5 и обоймой 1 установлен пуансонодержатель 7, с размещенными в нем пробивными пуансонами 4.

На нижней плите 19 на прокладке 14 установлена и закреплена пуансон-матрица 15, в которой перемещаются выталкиватели 16, опирающиеся на прижимной плунжер пресса. По пуансон-матрице перемещается прижим 18, закрепленный в промежуточной плите 20. Сама плита передвигается по направляющим колонкам 10, удерживается винтом 11 и через толкатели 17 передает усилие на прижимной плунжер пресса, обеспечивая зажатие исходной заготовки.

Библиотека Национального технического университета

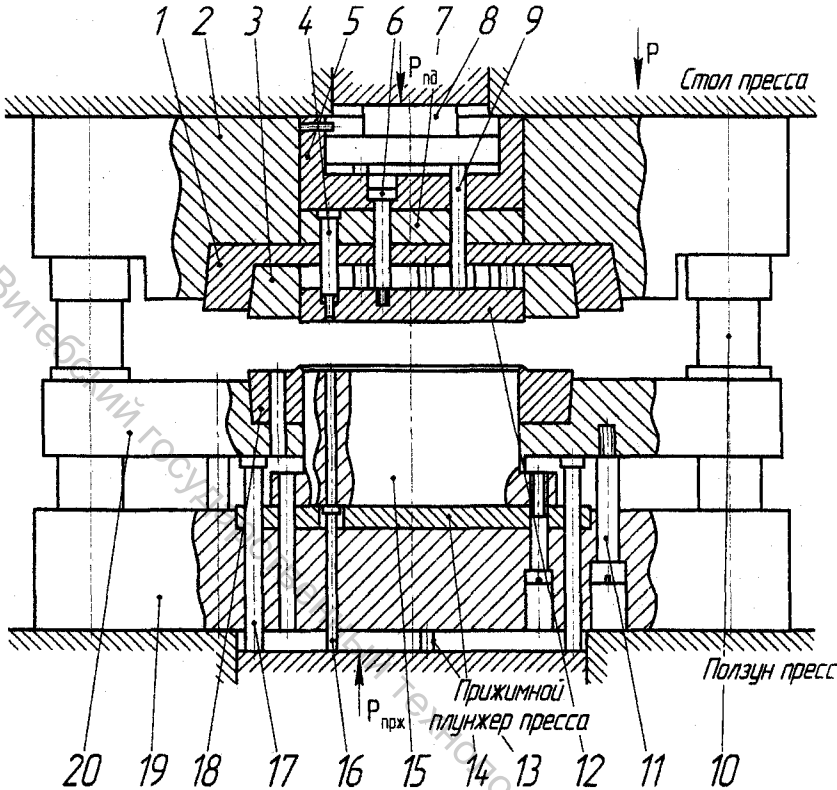


Рис. 2.22 Схема штампа с неподвижной пуансон – матрицей и подвижным прижимом (второй вид):1 – обойма; 2 – плита верхняя; 3 – матрица; 4 – пуансон; 5 – опора; 6,11 – винты; 7 – пуансонодержатель; 8 – подпятник; 9,13,17 – толкатели; 10 – направляющая колонка; 12,16 – выталкиватели; 14 – прокладка; 15 – пуансон-матрица; 18 – прижим; 19 – плита нижняя; 20 – плита промежуточная

Особенности конструкций прижимов и матриц чистовых вырезных штампов

С целью создания дополнительного давления на поверхностях матриц и прижимов выполняются клиновидные ребра (рис. 2.23). На прижиме простой конфигурации клиновидные ребра располагаются эквидистантно контуру отверстия. Сложные участки контура прижима (пазы, острые углы, выступы, зубья) клиновидное ребро должно огибать плавно по более простому контуру.

Витебский государственный технологический университет

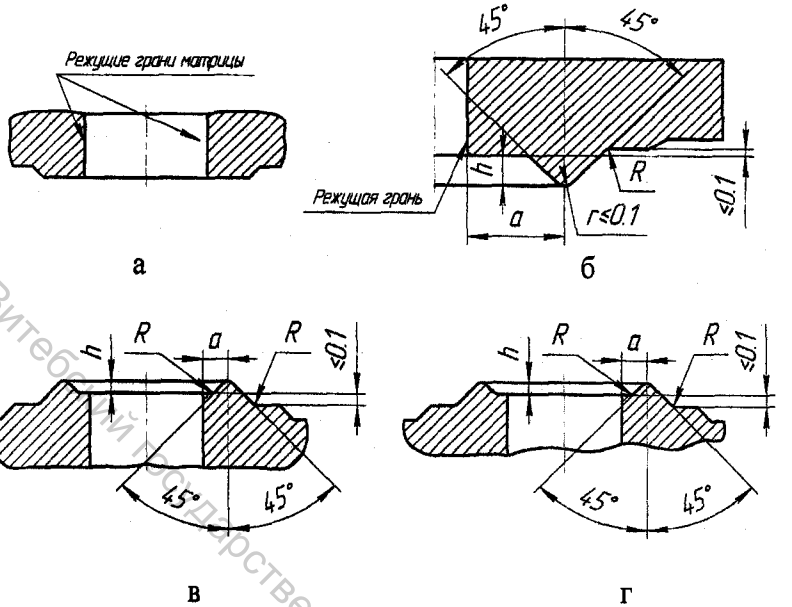


Рис.2.23 Профили матриц (а, б) и прижимов (в, г) для чистовой вырубки – пробивки

В таблицах 2.27 и 2.28 приведены рекомендуемые размеры клиновых ребер на матрице и на прижиме. Размеры круглых матриц приведены в таблице 2.29.

Таблица 2.27

Размеры клинового ребра на матрице, мм

Толщина материала S, мм.	Рисунок – 2.23 (а, б)		
	h, мм	*a*, мм	R, мм
0,5 – 4,5	0	-	-
4,5 – 5,5	0,8	2,5	0,8
5,6 – 7	1	3	1
7,1 – 9	1,2	3,5	1,2
9,1 – 11	1,5	4,5	1,5
11,1 – 13	1,8	5,5	2
13,1 – 15	2,2	7	3
15,1 – 18	2,5	9	3
18,1 - 20	3,0	10	3

Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.28

Размеры клиновидного ребра на прижиме, мм

Толщина вырубаемой детали S, мм	Рисунок – 2.23 (в)			Толщина вырубаемой детали S, мм	Рисунок – 2.23(г)		
	h, мм	*a*, мм	R,мм		h, мм	*a*, мм	R,мм
0,5 – 0,9	0,2	0,5	0,2	4,6 – 5,5	0,5	2,5	0,2
1 – 1,7	0,3	1	0,2	5,6 – 7	0,7	3	0,2
1,8 – 2,2	0,4	1,4	0,2	7,1 – 9	0,8	3,5	0,2
2,3 – 2,7	0,5	1,7	0,2	9,1 – 11	1	4,5	0,5
2,8 – 3,2	0,6	2,1	0,2	11,1 – 13	1,2	5,5	0,5
3,3 – 3,7	0,7	2,5	0,2	13,1 – 15	1,6	7	0,5
3,8 – 4,5	0,8	2,8	0,2	15,1 – 18	1,8	9	0,5
				18,1 – 20	2	10	0,5

Таблица 2.29

Основные размеры круглых матриц и обойм для чистовой вырубки (рис.2.21, г)

$d_м$	$D_м$	$H_м$	$D_{об}$	$H_{об}$
До 25	75	20	120	28
Св.25 до32	85		130	
Св.32 до 40	95	25	150	36
Св.40 до 50	110		170	
Св. 50 до 63	130	32	190	45
Св.63 до 80	150		210	
Св.80 до 100	170	40	240	56
Св100 до 200	210		270	

Пуансоны для пробивки отверстий скругляют радиусом 0,1 – 0,2 мм. Размеры пуансона принимают по таблицам, приведенным для обычных пуансонов.

2.2 Гибочные штампы

Типовые конструктивные схемы гибочных штампов

Гибочные штампы конструируются с учетом пружинения материала. Первую группу образуют штампы, основанные на корректировке угла изгиба на угол пружинения. Вторую группу образуют штампы, основанные на правке, калибровке, иногда подчеканке, заготовки в зоне гибки.

Типовые конструктивные схемы штампов, обеспечивающих корректировку пружинения, приведены на рис. 2.24.

Витебский государственный технологический университет

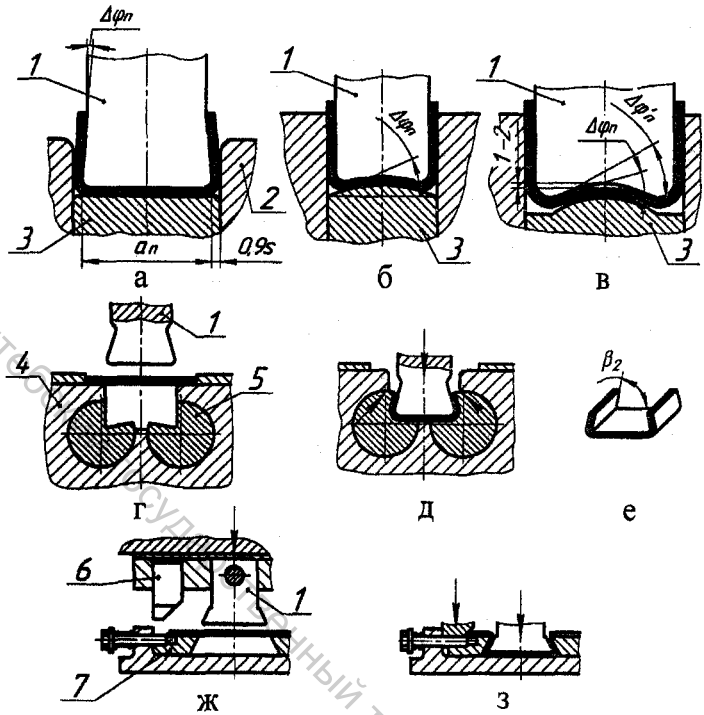


Рис. 2.24 Схемы конструкций штампов, обеспечивающих корректировку пружинения материала заготовок с использованием: а – скошенных пуансонов;
б, в – пуансонов с выпуклостями; г, д – поворотных матриц; ж, з – подвижных полуматриц: 1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – выталкиватель; 4 – основание матрицы;
5 – поворотная полуматрица; 6 – клин; 7 – подвижная полуматрица

Определённой компенсации пружинения можно достичь за счёт выполнения на пуансоне двух скосов под углом $\Delta\phi_n$ (рис. 2.24, а) и применения при этом заниженных зазоров между матрицей и пуансоном.

Пружинение можно также компенсировать путём образования в штампуемой заготовке выпуклости с углом её касательной к горизонтали φ_n (рис. 2.24, б). После гибки пружинение выпуклой полки компенсирует пружинения в углах заготовки.

С целью исключения жёсткого удара в конце рабочего хода выпуклость на выталкивателе и выемку на пуансоне рекомендуется выполнить по схеме, представленной на рис. 2.24,в. При этом принимается $\Delta\varphi_n' = (1{,}5...1{,}8)\Delta\varphi_n$.

Витебский государственный технологический университет

Компенсацию пружинения можно обеспечить путем применения поворотных полуматриц и соответствующих скосов на пуансоне (рис. 2.24, г, д). Штампы подобной конструкции обеспечивают изгиб полки относительно горизонтального основания под углом $\beta < 90°$ (рис. 2.24, е). Компенсация пружинения или гибка заготовок под углом $\beta < 90°$ могут быть обеспечены подвижными полуматрицами, перемещающимися клиньями (рис. 2.24, ж, з).

Гибка с правкой и калибровкой отгибаемых полок изделий производится на штампах с подвижными элементами (рис. 2.25).

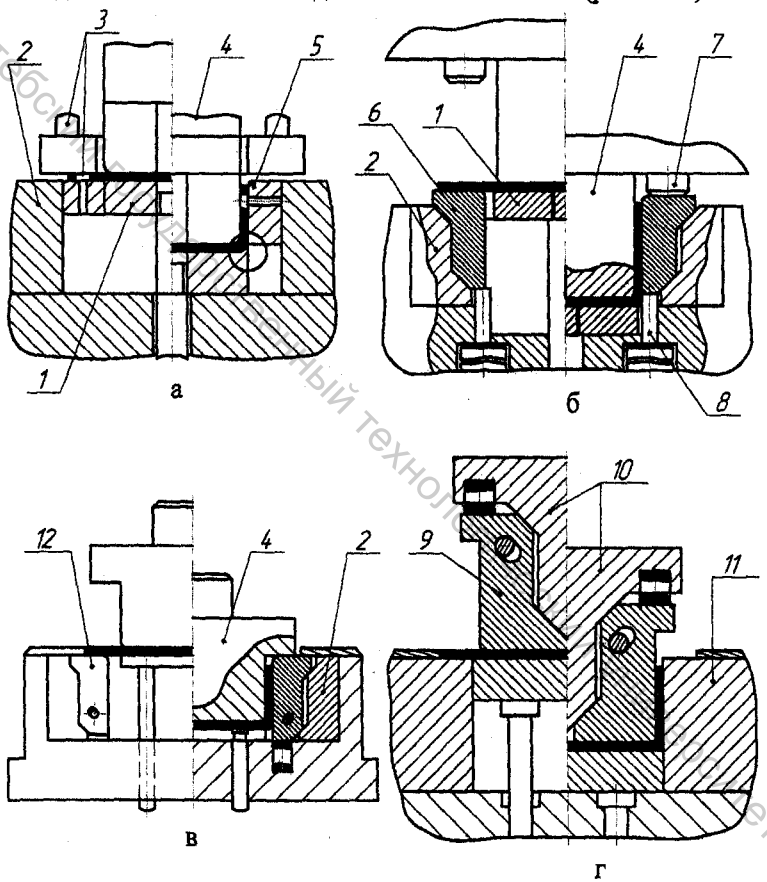


Рис 2.25 Схемы конструкций штампов, корректирующих пружинение: а – поворотными створками; б,в – подвижными полуматрицами; г – подвижными вкладышами составного пуансона: 1 – выталкиватель; 2 – обойма; 3 – фиксаторы; 4 – пуансон; 5 – поворотные створки; 6- подвижная полуматрица; 7 – упор – толкатель; 8 – толкатель; 9 – подвижный вкладыш; 10- пуансон; 11 – матрица

Витебский государственный технологический университет

Для обеспечения точного изгиба применяется штамп с поворотными створками 2 (рис.2.25, а), которые шарнирно соединены с выталкивателем 1. В исходном положении створки раскрываются горизонтально и располагаются на одном уровне с торцом выталкивателя. Заготовка укладывается на поверхность выталкивателя и позиционируется фиксаторами 3. При движении пуансона 4 вниз заготовка загибается между торцами пуансона и выталкивателя и в фиксируемом положении перемещается по ходу движения пуансона. Поворотные створки 5 поворачиваются вокруг шарниров и отгибают боковые полки изделия. В конце рабочего хода поворотные створки занимают вертикальное положение, а пуансон осуществляет калибровку горизонтальной полки.

Правка и калибровка боковых полок **снаружи** изделия осуществляется подвижными полуматрицами (рис.2.25, б, в).

Осевое движение полуматриц осуществляется от упора – толкателя 7 (рис.2.25, б) или выступа на пуансоне 4 (рис.2.25, в). В поперечном направлении матрицы перемещаются по наклонным поверхностям, осуществляя при этом калибровку полок. В исходное положение матрицы возвращаются подпруженными толкателями 8 (рис. 2.23, в).

Правка и калибровка боковых полок **изнутри** изделия осуществляется подвижными вкладышами 9 составного пуансона 10. Подвижные вкладыши сопрягаются с пуансоном по наклонным поверхностям. В конце рабочего хода пуансона вкладыши перемещаются в поперечном направлении. При этом одновременно осуществляется правка и калибровка горизонтальной и вертикальной (боковой) полок.

Схемы типовых конструкций гибочных штампов представлены на рисунке 2.26. На рис.2.26 а, б, в представлены схемы штампов для гибки **П-образных изделий**. Процесс гибки начинается только после защемления части заготовки с помощью прижима 1 рис. 2.26, а, после чего свободная часть заготовки отгибается матрицей 3. Усилие прижима $P_{пр}$ должно быть достаточным для обеспечения плоскостности защемленной полки изделия. При недостаточном усилии прижима работа штампа продолжается до упора прижима в верхнюю плиту и сопровождается правкой горизонтальной полки. Обязательным условием надежной работы штампа является наличие противоотжима 2 для матрицы 3.

При расположении отгибаемой полки вертикально вверх рис. 2.26, б матрица 3 в процессе работы штампа остается неподвижной, а пуансон 4 совершает возвратно – поступательное движение от ползуна пресса. При такой конструкции отпадает необходимость в противоотжиме. Желательно матрицу располагать внутри массивной плиты.

Белорусский государственный технологический университет

Конструкция, обеспечивающая защемление заготовки на наклонной плоскости (рис.2.26, в), позволяет получить более точный угол изгиба по сравнению с рассмотренными конструкциями. При наладке штампа такой конструкции можно компенсировать пружинение корректировкой углов рабочих элементов матрицы 3, пуансона 4 и прижима 1. Кроме того, при наклонном положении заготовки имеется возможность осуществлять правку одновременно двух полок. В данном случае противоотжим 2 служит опорой для прижима 1 и предотвращает его смещение в горизонтальной плоскости.

Наклонное положение заготовки используется также в штампах для гибки **Z-образных изделий** (рис. 2.26, г). В конструкции использованы две боковые матрицы 3 и два прижима 1, расположенных в верхней и нижней частях штампа. Гибка начинается с защемления заготовки между двумя прижимами и заканчивается правкой, когда оба прижима жестко смыкаются с верхней и нижней частями штампа.

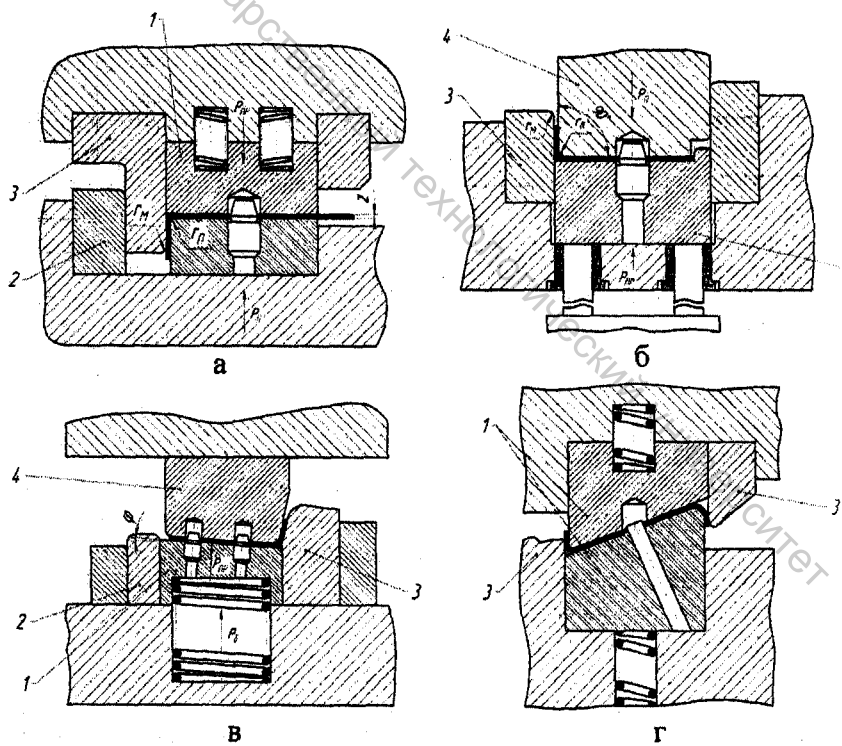
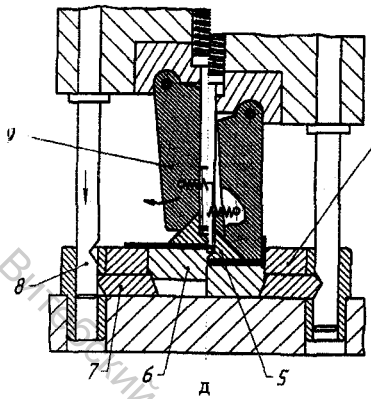
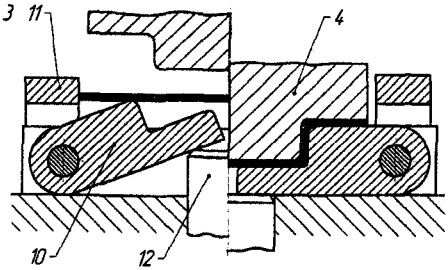


Рис. 2.26 Схемы типовых конструкций гибочных штампов

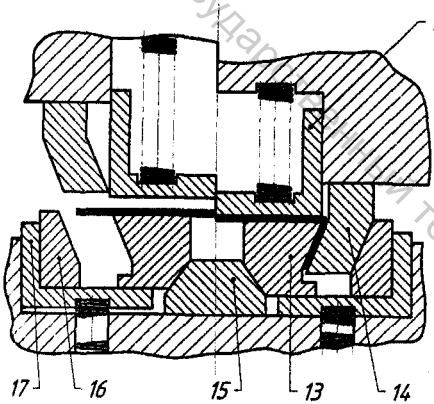
Витебский государственный технологический университет



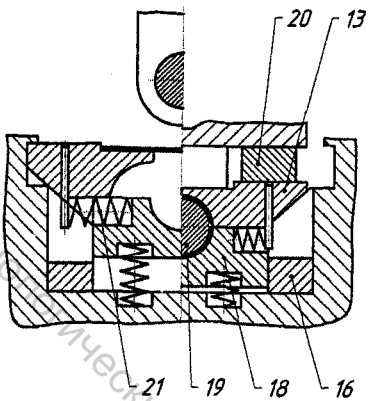
д



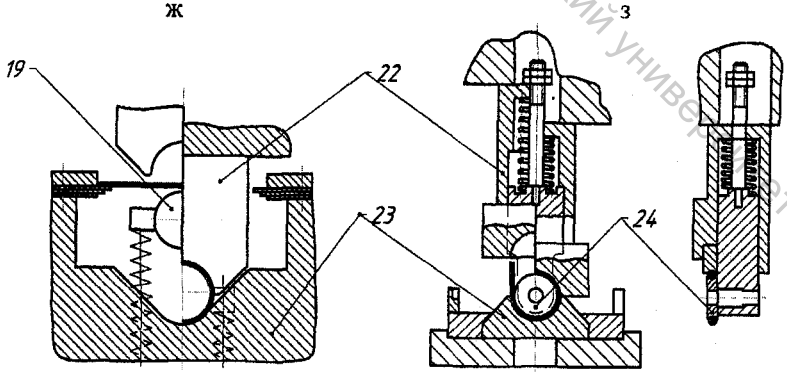
е



ж

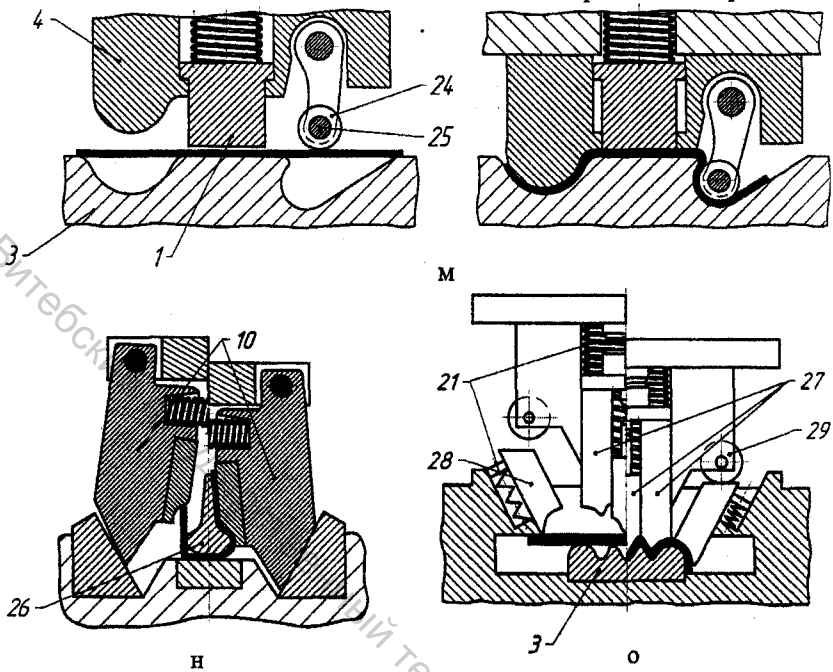


з



к л

Витебский государственный технологический университет



а - в – Г-образных изделий; г – Z-образных изделий; д, е – П-образных изделий; ж – двухугловых V-образных изделий; з, к – втулок; л – проволочных колец; н - о – изделий сложной формы.

1 – прижим; 2 – противоотжим; 3 – матрица; 4 – пуансон; 5 – прижим клиновидный; 6 – опора; 7 – ползушка; 8 – фиксатор; 9 – пуансон поворотный; 10 – полуматрицы поворотные; 11 – упор; 12 – толкатель; 13 – матрицы – ползушки; 14 – пуансон – клинья; 15 – призма; 16 – клиновые вкладыши; 17 – подъемник; 18 – полуматрица; 19 – пуансон; 20 – подкладка; 21 – пружина; 22 – верхняя полуматрица; 23 – нижняя полуматрица; 24 – пуансон роликовый; 25 – ось; 26 – пуансон фасонный; 27 – пуансон вертикальный; 28 – пуансон боковой; 29 – ролики

Для гибки П-образных двухугловых изделий предназначен штамп, представленный на рис.2.26, д. Плоская заготовка защемляется между клиновым прижимом 5 и опорой 6, которая жестко фиксируется в двух крайних положениях. В крайнем верхнем положении опора 6 опирается на боковые наклонные поверхности ползушек 7, которые остаются временно неподвижными. При движении верхней части штампа вниз в определенный момент времени клиновидные пазы на фиксаторах 8 оказываются расположенными напротив ползушек. Ползушки 7 начинают раздвигаться, а опора начинает перемещаться

Витебский государственный технологический университет

вертикально вниз. Полки заготовки начинают загибаться. При этом поворотные пуансоны 9 скользят по наклонным поверхностям прижима 5 и раздвигаются. Движение поворотных пуансонов в крайнем нижнем положении заканчивается правкой и калибровкой вертикальных полок.

Четырехугловая гибка П-образных изделий осуществляется на штампе с поворотными полуматрицами (рис. 2.26, е). Заготовка укладывается на наклонно расположенные полуматрицы 10 и позиционируется по упору 11. Полуматрицы 10 в крайнем верхнем положении штампа опираются на толкатель 12. В процессе рабочего хода заготовка начинает деформироваться между вертикально перемещающимся пуансоном и поворачивающимися вокруг осей полуматрицами 10. Процесс гибки заканчивается, когда полуматрицы займут горизонтальное положение. В процессе обратного хода полуматрицы под действием толкателя возвращаются в исходные наклонные положения, а заготовка выталкивается.

Двухугловая гибка V-образных изделий (рис. 2.26, ж) осуществляется между горизонтально перемещающимися матрицами – ползушками 13 и подвижными пуансон – клиньями 14, перемещающихся в двух направлениях: вертикальном и горизонтальном. В начальном положении заготовка укладывается на матрицы – ползушки 13 и защемляется прижимом 1. При дальнейшем движении верхней части штампа концы заготовки под действием вертикально перемещающихся пуансон – клиньев 4 изгибаются на 90^0. После этого матрицы – ползушки начинают скользить по наклонным поверхностям призмы 15 и раздвигаться в горизонтальном положении. Боковые пуансон – клинья 14 также получают горизонтальное движение навстречу друг другу от клиновых вкладышей 16. В результате боковые полки изгибаются и калибруются под острым углом в процессе встречного движения матриц – ползушек 13 и пуансон – клиньев 14. При обратном движении верхней части штампа матрицы – ползушки поднимаются вверх подпружиненным подъемником 17. При этом матрицы сближаются, а пуансоны – клинья, наоборот, раздвигаются. В результате полученное изделие освобождается от формообразующих элементов и удаляется с поверхности штампа.

Гибка втулок из плоских заготовок осуществляется в штампе, показанном на рис.2.26, з. Штамп включает две матрицы-ползушки 13, расположенные с возможностью перемещения на подпружиненной полуматрице 18. В нижнем положении штампа матрицы-ползушки 13 и полуматрицы 18 в сборе формируют наружную поверхность штампуемой втулки. Внутренняя поверхность втулки формируется цилиндрическим пуансоном 19, расположенным горизонтально. В исходном положении матрицы-ползушки 13 заходят в соответствующие выступы, расположенные в плите.

Электронный архив библиотеки Полоцкого государственного университета

Плоская заготовка укладывается и позиционируется на поверхности матриц – ползушек. При опускании верхней части штампа плоская заготовка начинает огибать поверхность цилиндрического пуансона. В момент соприкосновения заготовки с полуматрицей 18 заготовка принимает U-образную форму.

Движение нагрузки пресса через специальную подкладку 20 передается на матрицы – ползушки, которые скользят по наклонным поверхностям клиновых вкладышей 16 и двигаются навстречу друг другу. При этом вертикальные полки U-образной заготовки начинают огибать поверхность цилиндрического пуансона. Процесс гибки заканчивается в момент соприкосновения матриц-ползушек. Заготовка принимает цилиндрическую форму. При обратном движении верхней части штампа подпружиненная матрица 18 поднимается вверх, а матрицы-ползушки раздвигаются сжатыми пружинами 21 пуансона 19.

Другой вариант конструкции **штампа для гибки втулок** представлен на рис. 2.26, к. Конструкцией предусмотрены две полуматрицы 22, 23, расположенные в верхней и нижней частях штампа, и подвижный подпружиненный пуансон19. Плоская заготовка укладывается в специальный трафарет сверху под пуансоном. При движении верхней полуматрицы заготовка огибает поверхность пуансона 19. При этом усилие деформации заготовки должно быть меньше усилия сжатия пружины. Заготовка приобретает ∩ - образную форму. В процессе дальнейшего движения защемленной заготовки вертикальные полки упираются в формообразующую поверхность нижней полуматрицы 23 и закругляются вокруг цилиндрической поверхности пуансона. В конце рабочего хода происходит правка и калибровка заготовки по наружной поверхности. При обратном движении ползуна пресса штамп раскрывается, подпружиненный пуансон 19 поднимается вверх, а готовая втулка снимается с его поверхности. Конструкция штампа отличается простотой и надежностью, однако в процессе огибания возможен перекос или смещение заготовки.

Конструкция штампа (рис. 2.26, л), аналогичная предыдущей, **используется для гибки колец из проволочной заготовки**. Конструкцией предусмотрены две полуматрицы 22, 23, жестко закрепленные в верхней и нижней частях штампа, и подвижный подпружиненный пуансон 24, выполненный в виде ролика. Проволочная заготовка укладывается до упора в трафарете. В процессе движения верхней части штампа, роликовый пуансон изгибает заготовку, которая приобретает U-образную форму и оказывается неподвижно защемленной между подпружиненным пуансоном и нижней полуматрицей. В процессе дальнейшего движения ползуна пресса верхняя полуматрица продолжает движение относительно неподвижных вертикально расположенных стержневых частей

заготовки, которые скользят по цилиндрической поверхности полуматрицы и огибают поверхность роликового пуансона 24. В конце рабочего хода происходит жесткая правка и калибровка между полуматрицами изогнутого кольца.

Штампы для гибки сложных по форме изделий

Штамп для гибки с поднутрением представлен на рис. 2.26, м. Штамп включает матрицу 3 и два пуансона 4, 24. Пуансон 4 закреплен неподвижно на верхней части штампа, а роликовый пуансон 24 установлен с возможностью поворота вокруг оси 25. Гибка начинается с защемления заготовки между прижимом 1 и матрицей 3. Изгиб заготовки между матрицей 3 и пуансоном 4 осуществляется в процессе вертикального движения пуансона 4. Роликовый пуансон 24 получает дополнительно вращательное (поворотное) движение в результате качения ролика по наклонной поверхности матрицы. В итоге заготовка изгибается с поднутрением. При возвратном движении верхней части штампа роликовый пуансон поворачивается в обратную сторону и выходит из поднутрения. Полученное изделие выталкивается из матрицы.

Гибка фасонных хомутиков осуществляется в штампе, представленном на рисунке 2.26, н. Предварительно плоской исходной заготовке придается Ш-образная форма. Полученное изделие устанавливается на плите штампа таким образом, чтобы фасонный пуансон 26 оказался между вертикальными полками Ш-образной заготовки. В процессе рабочего хода полуматрицы 10 движутся вертикально вниз и одновременно скользят по наклонным поверхностям клиновых вкладышей 16, совершая одновременно встречное вращательное движение. В результате вертикальные полки Ш-образной заготовки обжимаются поворотными полуматрицами по поверхности фасонного пуансона.

Гибка фасонных изделий с чередующимся профилем осуществляется на многопуансонном штампе (рис. 2.26, о). Штамп включает вертикальные подпружиненные пуансоны 27 и боковые наклонные подпружиненные пуансоны 28. Количество вертикальных пуансонов определяется числом впадин профиля. Вертикальные пуансоны в процессе рабочего хода могут перемещаться друг относительно друга. Это позволяет без разрушения (разрыва) заготовки заполнить впадины матрицы.

Боковые наклонные пуансоны предназначены для загиба части заготовки по краям матрицы. Вертикальное перемещение боковых пуансонов сообщается от верхней части штампа через ролики 29. Горизонтальное перемещение боковых пуансонов осуществляется в результате скольжения по наклонным поверхностям. В процессе

Белорусско-Российский технологический университет

встречного горизонтального перемещения боковых пуансонов происходит загибание краев заготовки. Гибка завершается правкой и калибровкой изделия. Возврат вертикальных и наклонных пуансонов в исходное положение осуществляется пружинами 21.

2.3 Вытяжные штампы

Вытяжку осуществляют преимущественно на прессах простого и двойного действия. Необходимость двойного, тройного или даже многократного действия вызывается требованием соответствующего прижима исходной заготовки или полуфабриката в процессе вытяжки для исключения складкообразования.

Штампы для вытяжки классифицируют по следующим основным признакам: наличию прижима, использованию пресса простого или двойного действия и направлению вытяжки (вниз или вверх дном). В таблице 2.30 приведены соответствующие типы наиболее часто применяемых штампов.

Таблица 2.30

Основные типы штампов

Направление вытяжки	Штампы без прижима, устанавливаемые на пресс простого действия		Штампы с прижимным устройством			
			на пресс простого действия		на пресс двойного действия	
	Для первой вытяжки	Для последующих вытяжек	Для первой вытяжки	Для последующих вытяжек	Для первой вытяжки	Для последующих вытяжек
Дном вниз	I	II	III	-	IV	V
Дном вверх	-	-	VI	VII	VIII	IX

Технологические схемы штампов для вытяжки дном вниз на прессе простого действия для первой вытяжки (Тип I) представлены на рис. 2.27, а, б; для последующих вытяжек (Тип II) – на рис. 2.27, в.

Схема конструкции для первой вытяжки с прижимом устанавливаемого на прессе простого действия (Тип III) представлена на рис. 2.28. Штамп предназначен для вытяжки и обрезки фланца заданной высоты. Круглая исходная заготовка укладывается на плоскость матрицы в отверстие трафарета 13. При движении верхней части штампа вниз прижимное кольцо 4 под воздействием буфера 5 прижимает заготовку к поверхности матрицы. Вытяжной пуансон 3, закрепленный на отрезном пуансоне 6, осуществляет вытяжку. В процессе вытяжки выталкиватель 15 опускается вниз. В конце рабочего хода отрезной пуансон 6 отделяет фланцевую часть от основного изделия.

Библиотека государственного технологического университета

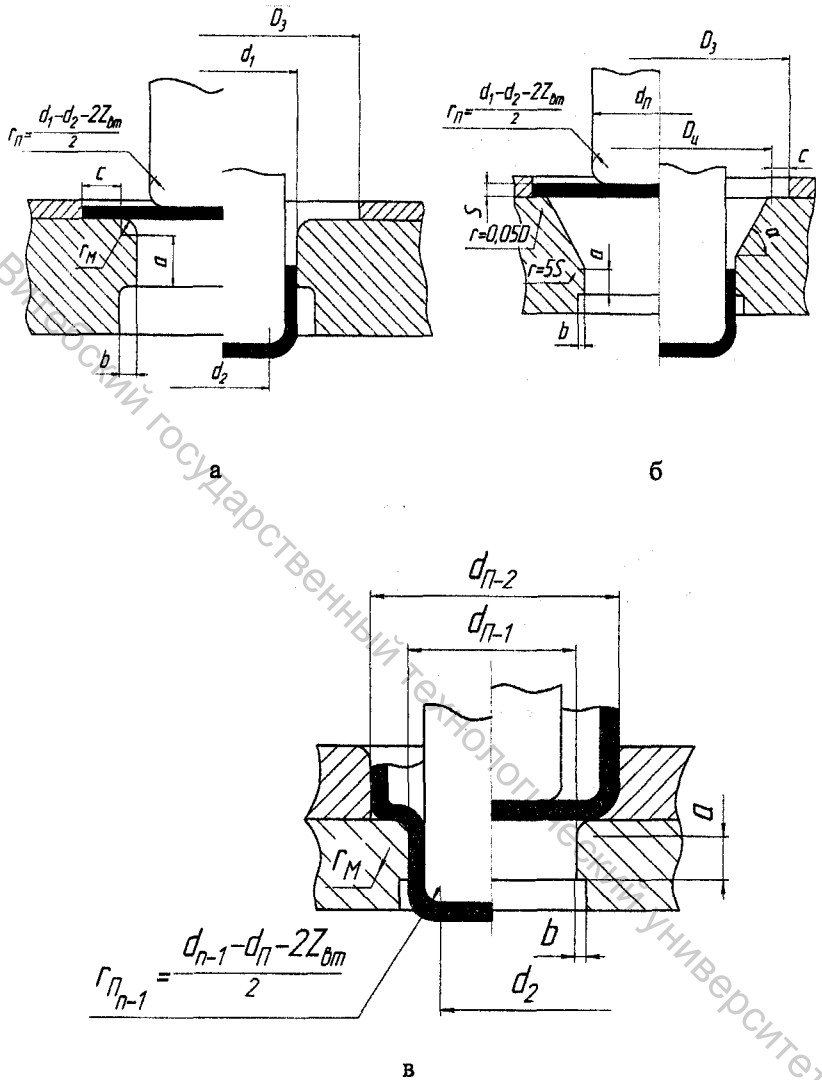


Рис.2.27 Технологические схемы штампов для первой и последующих вытяжек дном вниз на прессе простого действия: а – схема штампа для первой вытяжки с цилиндрической матрицей (Тип I); б – схема штампа для первой вытяжки с конической матрицей (Тип I); в – схема штампа для последующих вытяжек (Тип II)

Витебский государственный технологический университет

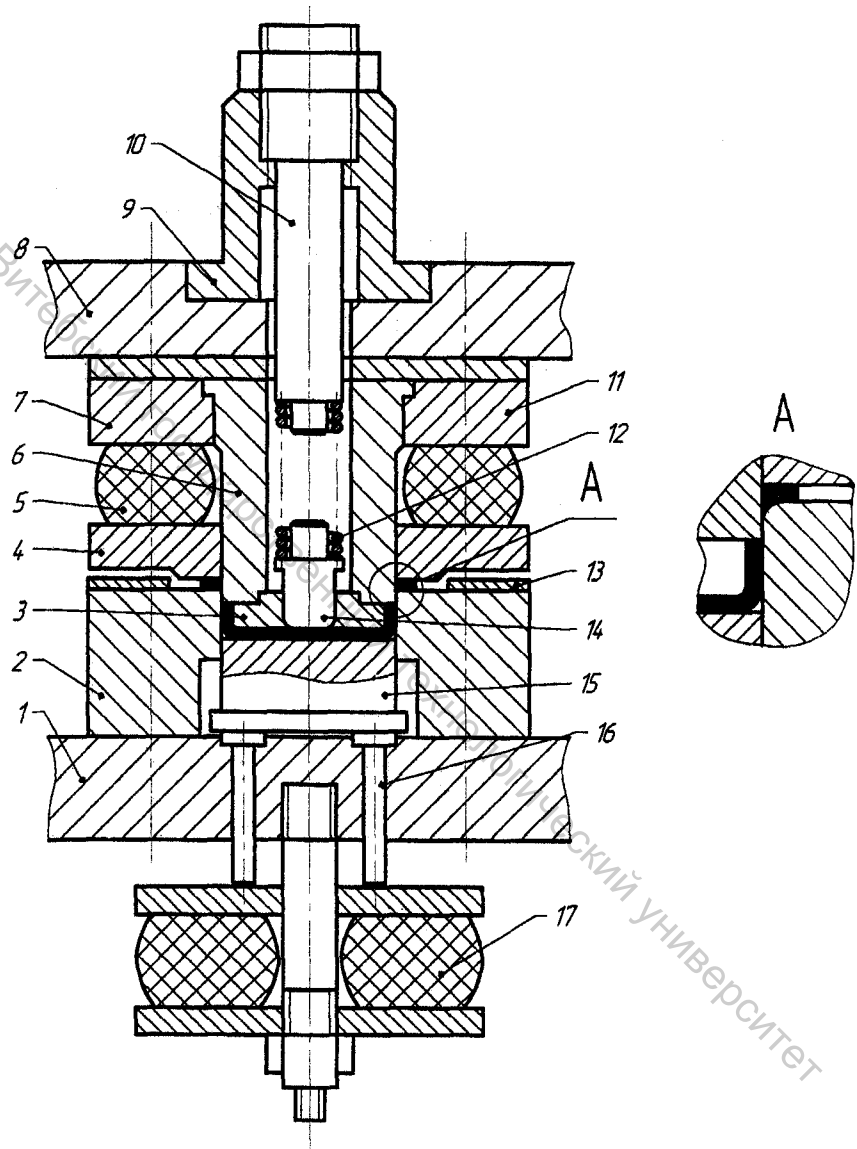


Рис. 2.28 Штамп для первой вытяжки и отрезки (Тип III):
1 – плита; 2 – матрица; 3 – пуансон вытяжной; 4 – кольцо прижимное; 5 – буфер; 6 – пуансон отрезной; 7 – прокладка; 8 – плита верхняя; 9 – хвостовик; 10 – шпилька; 11 – пуансонодержатель; 12 – пружина; 13 – трафарет; 14 – съемник; 15 – выталкиватель; 16 – толкатель; 17 - буфер

Витебский государственный технологический университет

В процессе обратного хода полученное изделие вначале удаляется из матрицы 2 выталкивателем 15, а затем снимается с пуансона съемником 14.

Штамп для первой вытяжки и вырубки заготовки, устанавливаемый на прессе двойного действия (Тип IV),представлен на рис. 2.29.

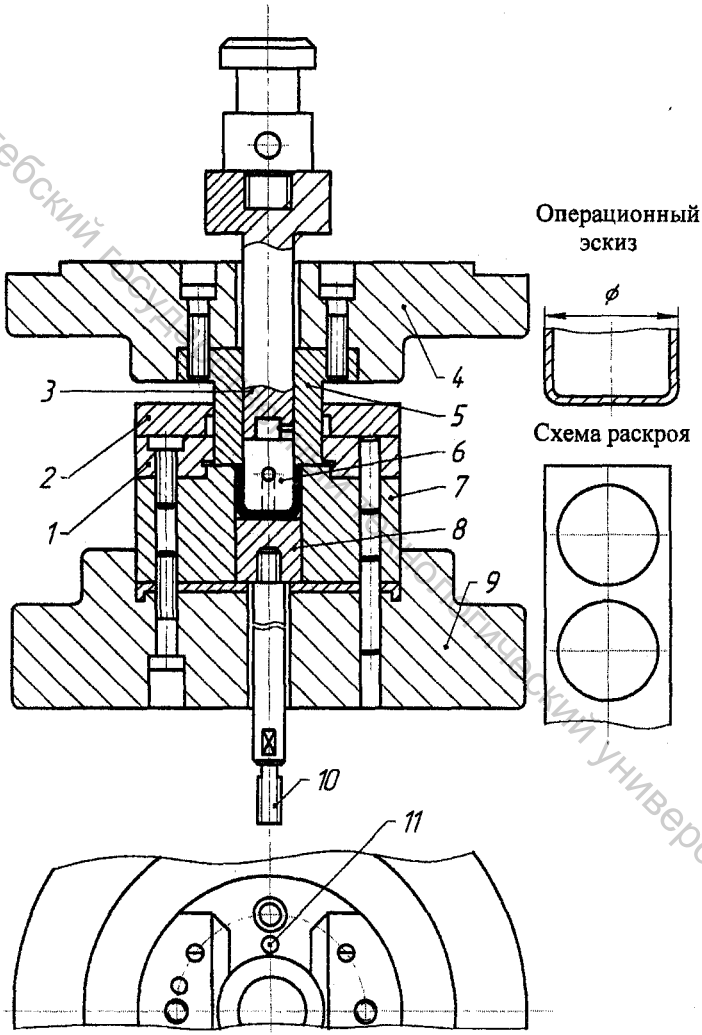


Рис. 2.29 Штамп совместного действия для вырубки и вытяжки стакана (Тип IV): 1 – матрица вырубная; 2 – съемник; 3 – пуансонодержатель; 4 – плита верхняя; 5 – пуансон вырубной; 6 – пуансон вытяжной; 7 – матрица вытяжная; 8 – выталкиватель; 9 – плита нижняя; 10 – толкатель; 11 – упор

Витебский государственный технологический университет

Исходной заготовкой является полоса, которую подают между направляющими съемника 2 до упора 11. Вырубка заготовки осуществляется пуансоном 5 на матрице 1. Пуансон 5 одновременно является прижимным кольцом, осуществляющим прижим заготовки. Формообразование стакана производится между вытяжным пуансоном 6 и матрицей 7. В процессе обратного хода верхней части штампа вначале поднимается вытяжной пуансон 6. Полученное изделие остается в полости матрицы 7. Затем поднимается вырубной пуансон 5, а изделие удаляется из полости матрицы выталкивателем 8.

Штамп для последующих вытяжек дном вниз на прессе двойного действия (Тип V) представлен на рис. 2.30.

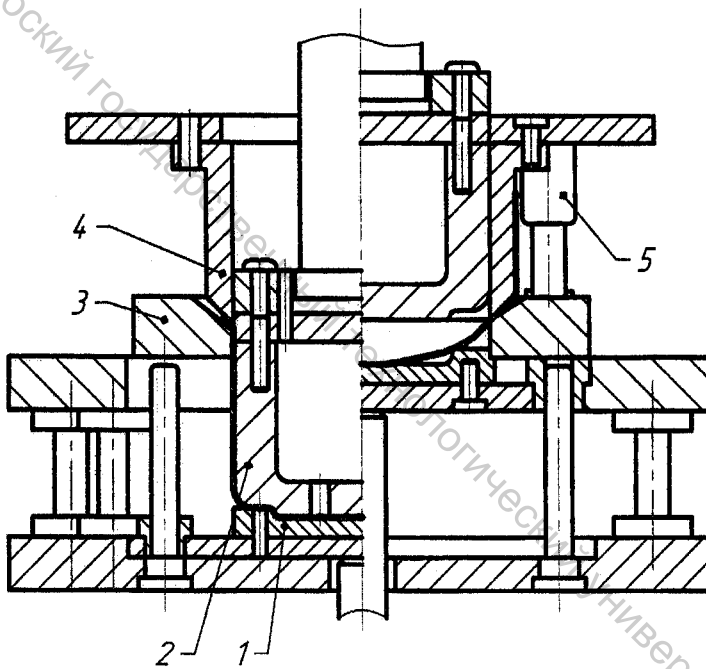


Рис. 2.30 Штамп для последующих вытяжек на прессе двойного действия (Тип V): 1 – выталкиватель; 2 – пуансон; 3 – матрица; 4 – стакан прижимной; 5 – колонки и втулки

Предварительно полученная на первой операции полая заготовка устанавливается в выемку выталкивателя 1 и опирается на кромку матрицы 3. Прижим осуществляется стаканом 4, а вытяжка – пуансоном 2. При опускании и подъеме прижим направляется колонками и втулками 5.

Витебский государственный технологический университет

Штамп для первой вытяжки дном вверх на прессе простого действия (Тип VI) представлен на рис. 2.31. Исходной заготовкой является полоса, которая подается между боковыми упорами 10 до упора 6. В процессе движения ползуна пресса вниз полоса защемляется между прижимной плитой 5 и плоскостью матрицы 4, затем пуансон-матрица 9 на матрице 4 осуществляет вырубку заготовки, и при дальнейшем движении происходит вытяжка по внутренней поверхности пуансон-матрицы 9 неподвижным пуансоном 1.

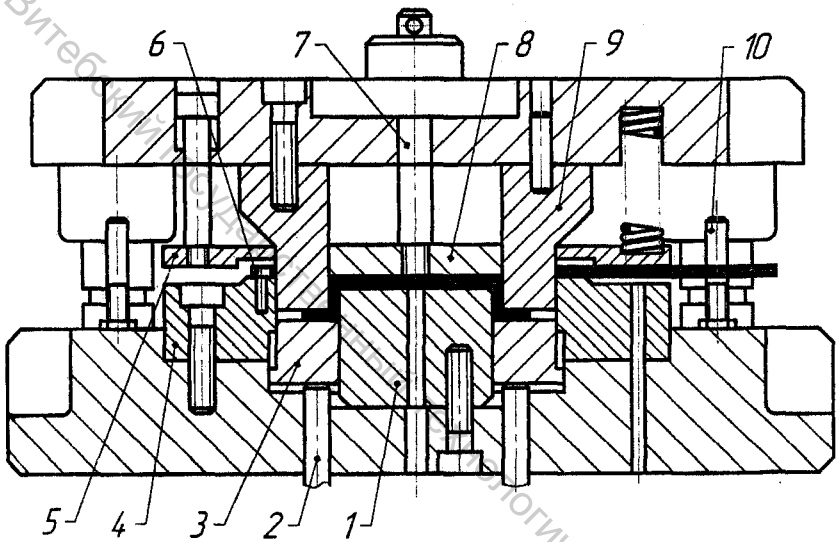


Рис. 2.31 Штамп совместного действия для вытяжки дном вверх и вырубки (Тип VI): 1 – пуансон вытяжной; 2 – толкатель; 3 – кольцо прижимное; 4 – матрица вырубная; 5 – плита прижимная; 6 – упор; 7 – толкатель; 8 – выталкиватель; 9 – матрица-пуансон; 10 – упор-боковой

Прижимное кольцо 3 при этом опускается и сжимает фланцевую часть заготовки, предотвращая складкообразование. При обратном ходе ползуна пресса буферное устройство через толкатель 2 поднимает прижимное кольцо 3, снимая при этом вытянутое изделие с поверхности пуансона 1. Изделие остается в полости пуансона-матрицы 9 и удаляется выталкивателем 8, усилие на который передается от коромысла пресса через толкатель 7.

Штамп для последующей вытяжки дном вверх на прессе простого действия (Тип VII) представлен на рис. 2.32

Витебский государственный технологический университет

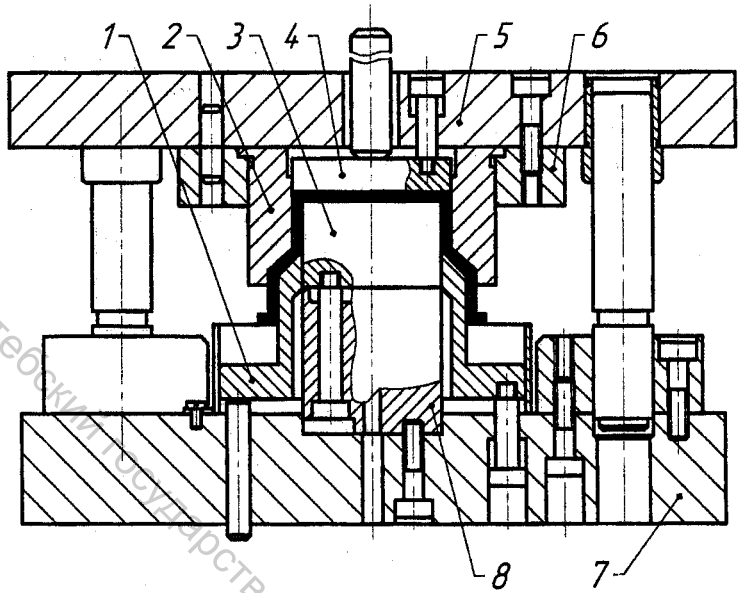


Рис. 2.32 Штамп для второй вытяжки дном вверх (Тип VII): 1 – прижимное кольцо; 2 – матрица; 3 – пуансон; 4 – выталкиватель; 5 – плита верхняя; 6 – матрицедержатель; 7 – плита нижняя; 8 – пуансонодержатель

Предварительно вытянутая заготовка подается на прижимное кольцо 1. Вытяжка осуществляется подвижной матрицей 2 на неподвижном пуансоне 3. Прижимное кольцо 1 опирается на толкатели, действующие от буферного устройства пресса. Изделие снимается с неподвижного пуансона прижимным кольцом, а из подвижной матрицы 2 удаляется выталкивателем 4, приводимого в действии коромыслом пресса.

Штампы для вытяжки дном вверх (Тип VIII, IX), предназначенные для работы на прессах двойного действия, встречаются очень редко и поэтому не рассматриваются.

2.4 Штампы для вытяжки с преднамеренным утонением стенок изделия

Вытяжку с утонением применяют для изготовления глубоких, преимущественно цилиндрических заготовок (гильзы, тонкостенные трубы, баллоны и т.п.). Исходная заготовка имеет форму колпачка и изготавливается обычно однооперационной вытяжкой. Утонение при вытяжке осуществляется за счет уменьшения толщины стенок. При этом возрастает высота изделий. Толщина донной части исходной заготовки практически не претерпевает изменений. Технологические расчеты штампов приведены в разделе 1.3.2.

Витебский государственный технологический университет

Конструктивная схема штампа для вытяжки с утонением представлена на рис. 2.33 (справа относительно осевой линии начало процесса вытяжки, слева – окончание). Штамп предназначен для эксплуатации на гидравлическом прессе.

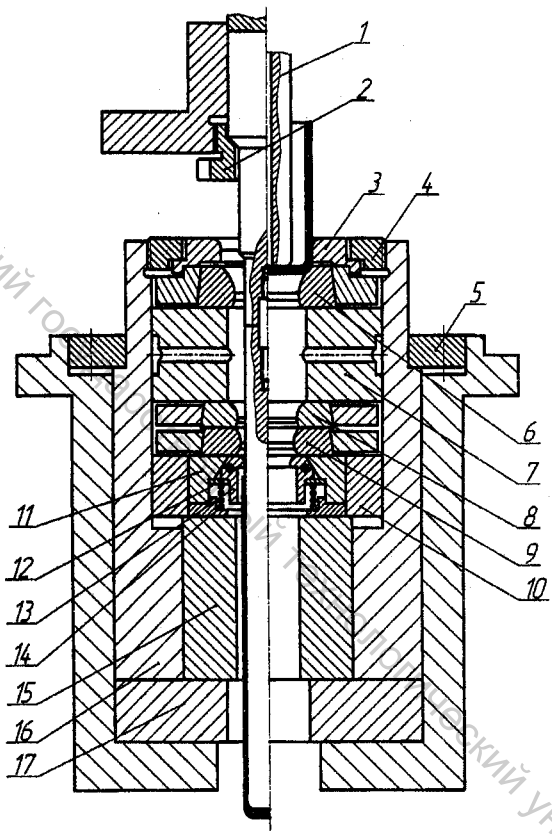


Рис. 2.33 Схема штампа для вытяжки с утонением: 1 – пуансон; 2, 4 · гайки специальные; 3, 7, 10 – кольца упорные; 5 – крышка; 6, 8, 9 – матрицы; 11 – втулка; 12 – сектор поворотный; 13 – ось; 14 – пружина; 15 – опора; 16 – корпус; 17 – плита

Штамп включает три стопочно установленные по высоте матрицы 6, 8, 9. Для предотвращения образования радиальных трещин матрицы запрессованы по посадке с натягом в бандажные обоймы. Матрицы и установочные кольца в корпусе 16 затягиваются в осевом направлении гайкой 4. Пуансон 1 зажимается к плите гайкой 2. Исходная заготовка в форме колпачка устанавливается и центрируется в

Витебский государственный технологический университет

отверстии установочного кольца 3. Вытянутая заготовка снимается с пуансона раздвижным съёмником, состоящим из трёх подпружиненных секторов 12.

Матрицы (рис. 2.33, а) имеют форму кольца. Поверхность полости состоит из направляющей (входной) цилиндрической части диаметром *Dвх*; рабочих частей — конической с углом 2α при вершине и цилиндрической диаметром D, а также выходной конической части с углом при вершине 2β. Входная часть матрицы предназначена для центрирования заготовки относительно оси матрицы, что необходимо для получения полуфабрикатов заданной точности.

Диаметр входной части матрицы рекомендуется принимать на 0,5 – 1,8% больше диаметра заготовки. При вытяжке через несколько матриц направляющая часть выполняется только в верхней матрице. Иногда направляющая часть выполняется в виде отдельного кольца, высота которого составляет 0,3 – 0,6 диаметра калибрующего пояска.

Угол рабочей конической части поверхности матрицы (угол ската) принимается $\alpha = 4 \div 22°$. При коэффициенте вытяжки $\varepsilon \geq 0,5$ влияние угла α на усилие вытяжки незначительно; при $\varepsilon < 0,5$ минимальное усилие наблюдается при $\alpha = 8 \div 14°$

Угол ската $\alpha = 4 \div 9°$ обеспечивает возможность достижения предельного формоизменения и равномерную деформацию по толщине стенки, но при этом снижается точность заготовки, увеличивается разностенность и связанные с нею косина кромки и кривизна, увеличиваются потери на преодоление сил трения. Высота конической части рабочей поверхности матрицы составляет 1,2 – 1,3 высоты очага деформации.

Калибрующий поясок обеспечивает формирование наружной поверхности заготовки. Его высоту принимают равной $h_k = (0,1 \div 0,05)D$. Меньшее значение принимают для матрицы большего диаметра. Увеличение высоты калибрующего пояска практически не влияет на усилие вытяжки, но увеличивает возможность налипания металла на поверхность матрицы.

Сопряжение рабочих поверхностей выполняется тороидальной поверхностью радиусом $r_3 = (0,5 \div 1,0)h_k$.

Выходная часть матрицы оформляется в виде конуса с углом $\beta = 20$ или 70°. При $\beta = 70°$ обеспечивается возможность съема полуфабриката упором. В этом случае кромка, образованная пересечением поверхностей калибрующего пояска и выходного ската матрицы, выполняется острой. Съем упором в выходной конус матрицы возможен при степенях деформации не более 40% и глубине заготовки не более двух диаметров.

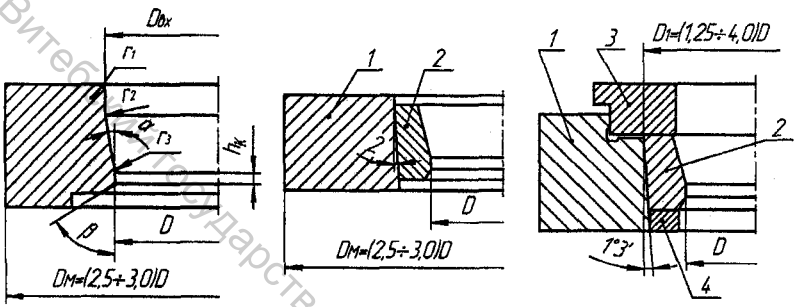
Выполнение угла $\beta = 20 \div 60°$ обеспечивает благоприятные условия работы калибрующего пояска (исключает его выкрашивание), но при

Витебский государственный технологический университет

этом необходимо специальное устройство для съема заготовки с пуансона.

Для снижения себестоимости заготовок и уменьшения расхода инструментальных сталей рекомендуется применять сборные матрицы (рис. 2.34, б). Вкладыш 2 запрессовывается в бандаж 1 с натягом (0,0035÷0,0040)*D*.

Второй тип составной матрицы (рис. 2.34, в) обеспечивает возможность регулирования диаметра *D* калибрующего пояска за счет изменения глубины запрессовки при смене опорного кольца *4*.



а б в

Рис.2.34 Конструкции матриц: а – цельная; б, в – составные бандажированные:
1 – бандаж; 2 – вкладыш; 3 – установочное кольцо; 4 – опорное кольцо

В процессе эксплуатации сборных матриц из строя выходит только вкладыш (царапины, задиры). Вкладыши можно подвергать многократному восстановлению путем шлифования, полирования и хромирования. Увеличение калибрующей части в этом случае можно компенсировать увеличением глубины запрессовки.

Применяют два типа крепления матриц – жесткое и плавающее. В последнем случае матрица имеет возможность радиального смещения и самоустанавливается по пуансону.

Пуансоны. Рабочая поверхность пуансона имеет форму конуса (рис. 2.35, а) и сопрягается с торцем тороидальной поверхностью радиусом $r_п$, который составляет 0,5 – 2 толщины донной части заготовки. Минимальная длина пуансона складывается из высот: исходной заготовки, матриц с центрирующими кольцами, наибольшей глубины заготовки, высоты съёмника, свободного хода пуансона и высоты его крепления. Профиль пуансона на каждом переходе следует подгонять по профилю заготовки на предыдущем переходе.

Витебский государственный технологический университет

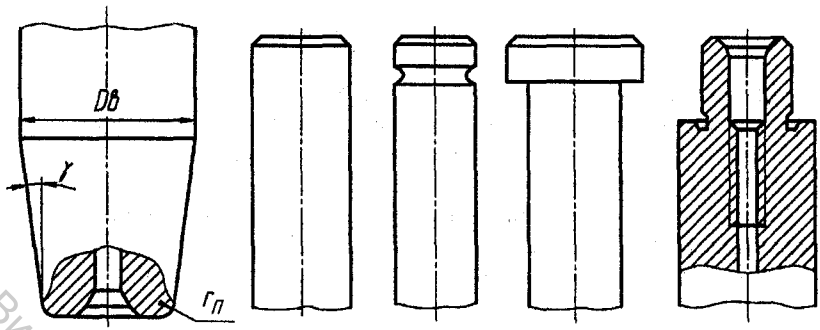


Рис. 2.35 Конструкции пуансонов:
а – рабочая часть; б-д – хвостовые части

Минимальный зазор *(0,003 $d_П$)* обеспечивает центрирование заготовки по пуансону и тем самым получение детали требуемой точности. Меньший зазор может привести к недоходу торца пуансона до дна заготовки, следствием чего будет образование внутреннего уступа в нижней части изделия. Большой зазор между пуансоном и заготовкой требует либо жесткого крепления матриц, либо применения центрирующей втулки, которая сопрягается с цилиндрической частью пуансона и внутренней поверхностью изделия.

Как правило, в пуансонах, диаметр которых превышает 80 мм, выполняется сквозное осевое отверстие. Такое отверстие обеспечивает интенсивное и равномерное охлаждение пуансона во время термической обработки и предназначено для выхода смазывающей эмульсии и воздуха во время вытяжки.

Конструкции хвостовой части пуансонов показаны на рисунке 2.35 (б – д). Конструкции типов а, б применяются при диаметре пуансона до 30 – 50 мм; при больших размерах используются крепления типов г,д.

Размеры пуансона и матрицы. Диаметр конической части пуансона на промежуточном переходе равен

$$d_K = d_П[1+0,003(1+n-k)], \qquad (2.13)$$

где $к$ – порядковый номер перехода; n – число переходов.

Диаметр матрицы определяется в сечении, имеющем наибольшее относительное уменьшение площади поперечного сечения заготовки.

$$D_K = \sqrt{1,27F_K^2 + d_K^2}, \qquad (2.14)$$

Витебский государственный технологический университет

где F_K – площадь поперечного сечения заготовки на k-ом переходе; d_K – диаметр пуансона на k-ом переходе.

Съемники. При малой конусности пуансона, большой глубине и малой стенке заготовки ее съем с пуансона с помощью выходного ската матрицы приводит к затягиванию обратно в матрицу и разрушению. В этих случаях применяются специальные устройства — съемники (рис 2.36).

Съёмники устанавливаются под матрицей. Часто корпус съемника служит для матрицы опорой. Заготовки снимаются с пуансона раздвижными или поворотными элементами.

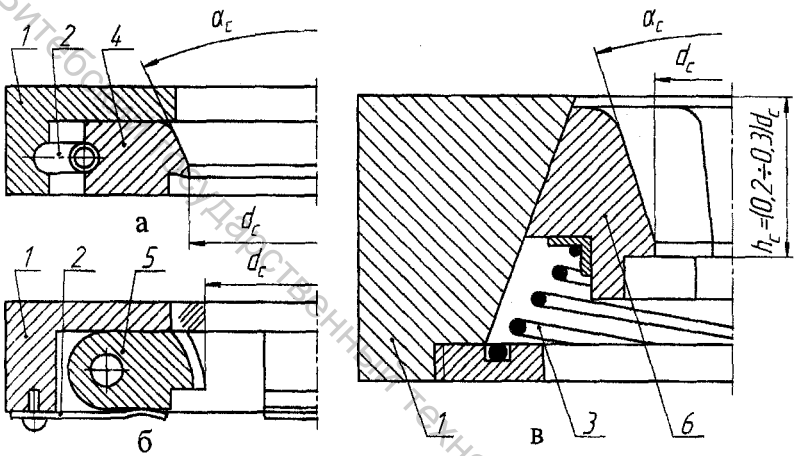


Рис 2.36 Конструкции съёмников: а, в – раздвижные; б – поворотный: 1 – корпус; 2, 3 – пружины; 4 – сектор раздвижной цилиндрический; 5 – кулачок поворотный; 6-сектор раздвижной конический

2.5 Штампы для гидромеханической вытяжки

Процесс гидромеханической вытяжки состоит в деформировании заготовок жестким пуансоном «в жидкостной матрице». Этим способом можно получать изделия цилиндрической, сферической, параболической, конической форм из высокопрочных материалов, из сплавов с низкими показателями пластичности, материалов, склонных к схватыванию с материалов инструмента. Положительными особенностями процесса гидромеханической вытяжки являются:

- активное влияние сил трения между пуансоном и заготовкой, возникающих при прижатии заготовки к поверхности пуансона давлением жидкости;
- значительное снижение сил трения между заготовкой и матрицей;

Витебский государственный технологический университет

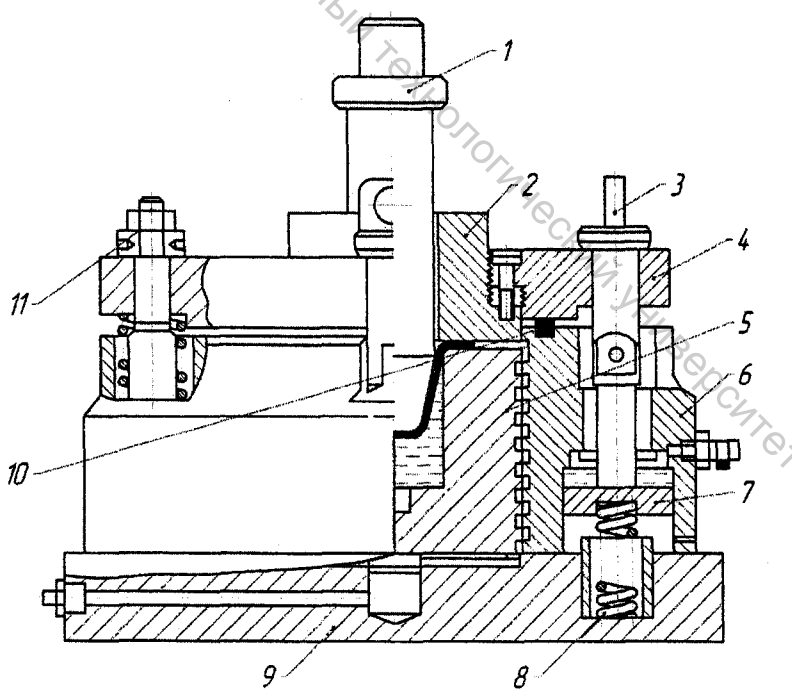
- возможность получения изделий с большими степенями деформации за один переход.

Существует две основные схемы реализации процесса: гидромеханическая вытяжка с вытеснением жидкости из жесткой матрицы через регулируемый клапан и гидромеханическая вытяжка с вытеснением жидкости через зазор между фланцем заготовки и торцевой поверхностью матрицы.

С точки зрения простоты осуществления и технологических возможностей наиболее перспективной является вытяжка с вытеснением жидкости через зазор. Процесс вытяжки по этой схеме может осуществляться как из плоских, так и пространственных заготовок с прижимом и без прижима.

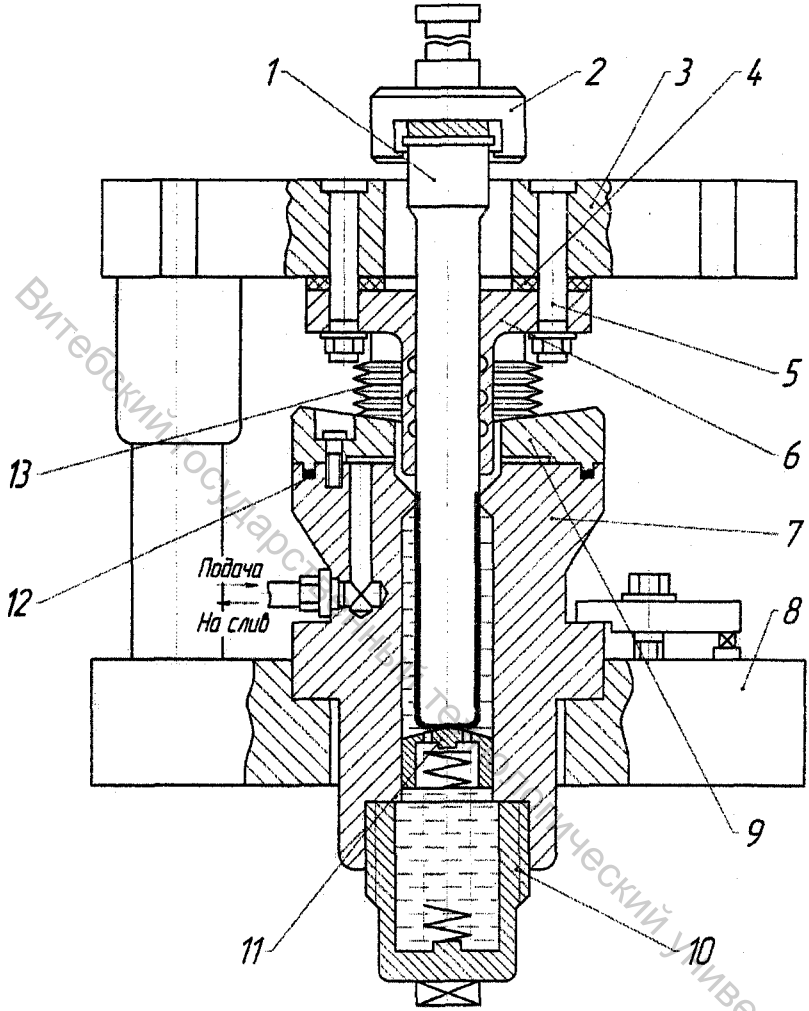
По своей конструкции штампы для гидромеханической вытяжки отличаются от штампов обычной вытяжки следующими особенностями: глухая рабочая полость матрицы; наличие в полости матрицы жидкости высокого давления; необходимость в заполнении матрицы рабочей жидкостью и отводе её при штамповке из-под фланца или стенки заготовки (последующие переходы).

Схема конструкции штампа для вытяжки с вытеснением жидкости через зазор из плоской заготовки представлена на рис. 2.37,а.



а

Ижевский государственный технологический университет



Витебский государственный технологический университет

Рис. 2.37 Схема штампа для гидромеханической вытяжки:
а – для первой вытяжки изделия из плоской заготовки:
1 – пуансон; 2 – прижим; 3 – тяга; 4 – крышка; 5 – матрица;6 – корпус; 7 – поршень; 8 – пружина; 9 – плита; 10 – уплотнение; 11 – гайка
б – для последующих переходов гидромеханической вытяжки:
1 – пуансон; 2 – хвостовик; 3 – плита верхняя; 4 – компенсатор; 5 – болт; 6 – прижим; 7 – матрица; 8 – плита нижняя; 9 – фиксатор; 10 – стакан; 11 – выталкиватель; 12 – уплотнение; 13 – сильфонная защита

Штамп включает пуансон 1, крепящийся непосредственно в ползуне пресса. Прижим 2 соединяется с крышкой 4 и сопрягается с корпусом 6. Матрица 5 размещена в корпусе 6 и торцем опирается на плиту 9. На наружной поверхности матрицы выполнена винтовая канавка, сообщающаяся со сливными отверстиями. В корпусе имеется отверстие гидроцилиндра , внутри которого размещен подпружиненный поршень 7. Перемещение поршня вниз осуществляется тягой 3, а подъем производится пружиной сжатия 8. Между торцевыми поверхностями крышки и корпуса размещено уплотнение 10.

Штамп работает следующим образом. Плоская заготовка укладывается на торец матрицы. Прижим 2 устанавливается в отверстие корпуса 6, а крышка 4 затягивается гайками 11. Откидная тяга 3 вводится в паз крышки и поджимается гайкой.

В процессе рабочего хода ползуна пресса пуансон 1 входит в отверстие прижима и внедряется в заготовку. При этом в полости матрицы создается давление, а между поверхностями заготовки и торцем матрицы образуется зазор, заполняемый жидкостью. В результате между поверхностями имеет место жидкостное трение, способствующее перемещению заготовки относительно поверхности матрицы. Под действием давления жидкости заготовка приобретает форму жесткого пуансона. Избыток жидкости выдавливается из полости штампа через винтовую канавку и сливные отверстия.

Одновременно поршень под действием тяги 3 опускается вниз, а полость гидроцилиндра заполняется жидкостью.

При обратном ходе ползуна пресса пуансон 1 выводится из штампа, крышка вместе с прижимом снимается, готовое изделие извлекается из штампа. При этом автоматически происходит заполнение полости матрицы жидкостью, которая выдавливается из полости гидроцилиндра поршнем 7.

На рис. 2.37,б представлен штамп для последующих переходов гидромеханической вытяжки. Штамп предназначен для использования на прессах двойного действия.

Сменный пуансон 1 устанавливается с помощью плавающего хвостовика 2 во внутреннем ползуне пресса. В процессе движения пуансон направляется по отверстию прижима 6, который через компенсаторы 4 болтами 5 крепится в верхней плите 3. Сменная матрица 7 прихватами закреплена на нижней неподвижной плите 8. На верхнем торце матрицы установлен фиксатор 9. Между торцами матрицы размещено металлическое уплотнение 12. Во избежание разбрызгивания жидкости предусмотрена сильфонная защита 13. К нижнему торцу матрицы крепится резьбовой стакан 10, заполняемый жидкостью. Внутри матрицы размещен подпружиненный выталкиватель 11. В матрице выполнены отверстия для подачи и слива жидкости.

Библиотека Белорусско-Российского университета

Для обеспечения равномерности зазора между пуансоном и матрицей штамп оснащен направляющими колонкой и втулкой. Величина зазора выбирается в пределах $(1,1\text{-}1,2)S_0$ на первом переходе и $(1,2\text{-}1,5)S_0$ на последующих, где S_0 – исходная толщина заготовки.

Штамп работает следующим образом. Исходная заготовка устанавливается в отверстии фиксатора 9. При движении вниз наружного ползуна прижим 6 входит в заготовку и фиксирует ее положение. В процессе последующего движения внутреннего ползуна пресса пуансон 1 внедряется в донную часть заготовки. При этом в полости матрицы поднимается давление, под действием которого заготовка принимает форму жесткого пуансона. Одновременно жидкость проникает в зазор между стенками заготовки и суженной частью матрицы, обеспечивая жидкостное трение. Избыток жидкости вытекает через сливные отверстия. При обратном ходе ползунов пресса изделие удаляется из полости матрицы подпружиненным выталкивателем 11, а полость заполняется жидкостью.

Штампы для гидромеханической вытяжки позволяют достичь и даже превысить предельные значения коэффициентов вытяжки. Количество переходов с вытяжкой на обычных штампах сокращается в разы. Один штамп для гидромеханической вытяжки может заменить несколько механических штампов.

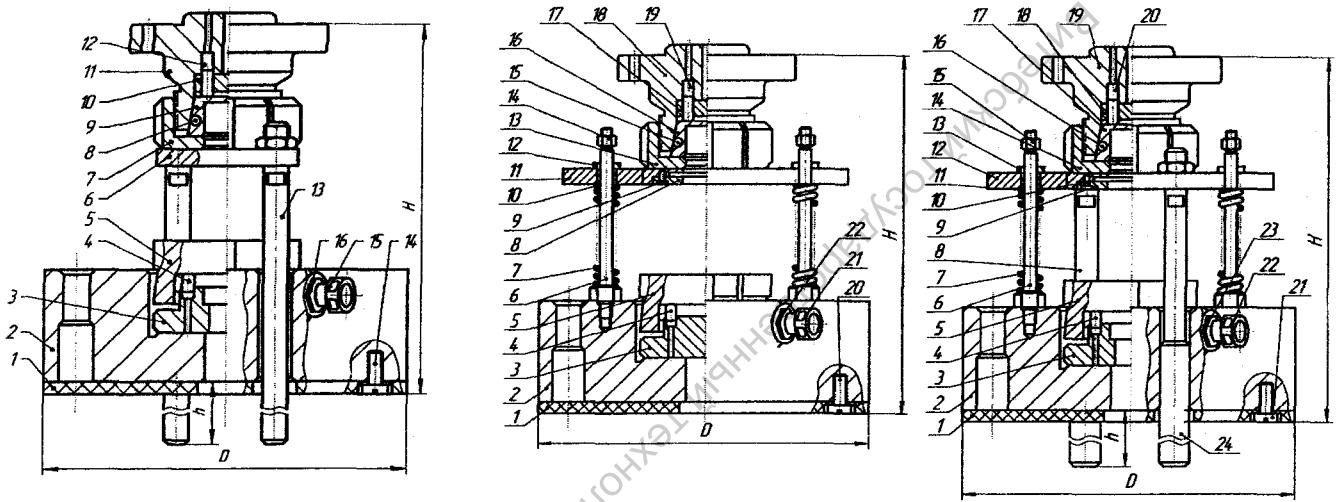
2.6 Штампы для холодного выдавливания

Штампы для холодного выдавливания нормализованы и включают универсальные блоки и пакеты, предназначенные для осуществления прямого, обратного и комбинированного выдавливания (таблица 1.34). Применяются блоки без направляющих и с направляющими колонками. Блоки без направляющих колонок могут использоваться только на специализированном оборудовании, отличающемся повышенной жесткостью.

Универсальные блоки и пакеты для прямого прессования (рис. 2.38,а; 2.39,а;) включают фланец 11, предназначенный для крепления верхней подвижной части штампа к ползуну пресса. В цилиндрической части центрального отверстия фланца размещается опорный вкладыш 10, а в конической части отверстия – цанга 9, в которой зажимаются сменные пуансоны. Гайкой 7 осуществляется затягивание подпружиненной цанги и находящегося в ней пуансона.

Нижняя неподвижная часть штампа включает основание 2, устанавливаемое и закрепляемое на столе пресса. В отверстии основания размещаются матрицедержатель 3 и специальная гайка 5. Внутри конического отверстия гайки устанавливаются сменные матрицы.

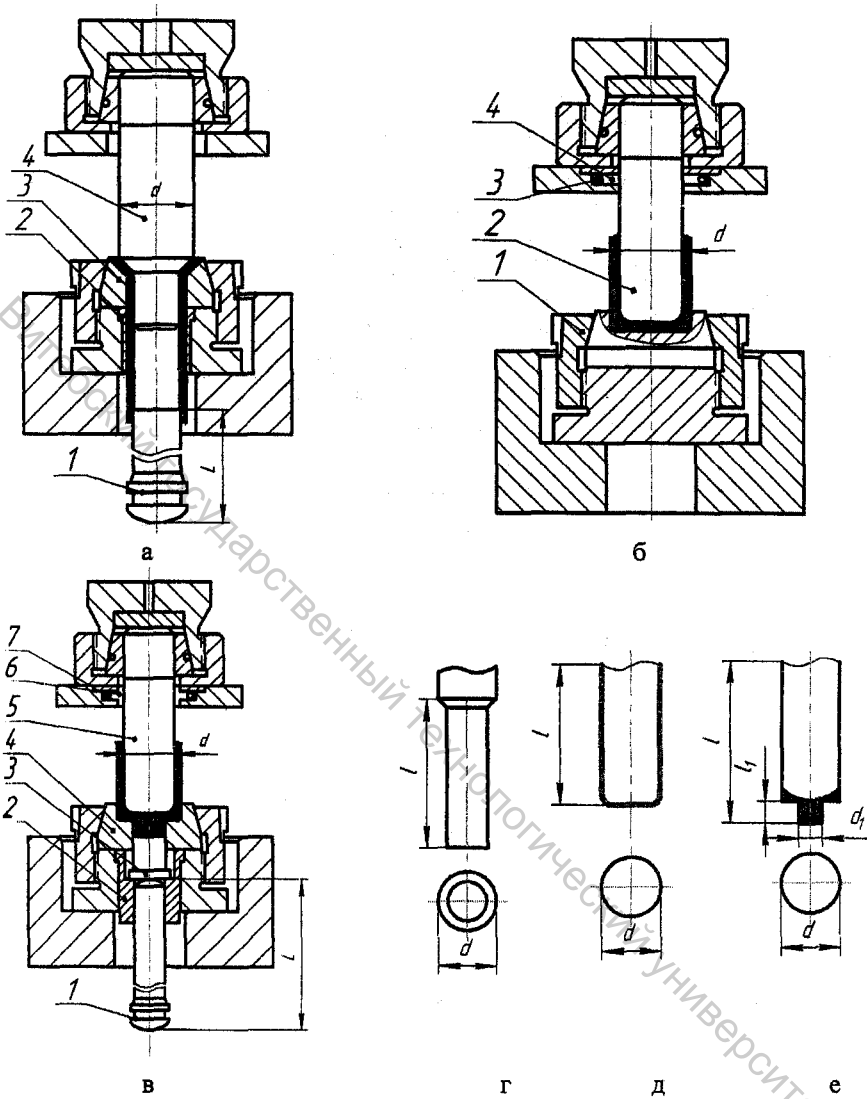
Российский государственный технологический университет



а б в

Рис. 2.38 Универсальные блоки для выдавливания: а – прямого, б – обратного, в – комбинированного.
а – 1 – прокладка; 2 – основание; 3 – матрицедержатель; 4, 12 – штифты; 5, 7 – гайки специальные;
6 – плита подвижная; 8 – пружина; 9 – цанга; 10 – вкладыш; 11 – фланец; 13 – толкатель; 14 – винт;15 – болт; 16 – контргайка.
б – 1 – прокладка; 2 – основание; 3 – матрицедержатель; 4, 19 – штифты; 5, 13 – гайки специальные; 6 – колонка; 7, 15 – пружины;
8, 10 – шайбы; 9, 20, 21 – винты; 11 – плита съема; 12 – втулка; 14 – гайка; 16 – цанга;17 – вкладыш; 18 – фланец
в – 1 – прокладка; 2 – основание; 3 – матрицедержатель; 4, 20 – штифты; 5, 14 15 23 – гайки; 6 – колонка;
7, 16 – пружины; 8, 24 – толкатели; 9, 11 – шайбы;10, 21, 22 – винты; 12 – плита подвижная; 13 – втулка;
17 – [illegible]; 18 – [illegible]; 19 – [illegible]

Электронный архив кафедры технологии машиностроения Университета



Витебский государственный технологический университет

Рис. 2.39 Сменные пакеты для выдавливания:
а – прямого, б – обратного,в – комбинированного, г,д,е – форма изделий, получаемых соответственно прямым, обратным и комбинированным выдавливанием.

а – 1 – выталкиватель; 2 – втулка; 3 – матрица; 4 – пуансон;
б – 1 – матрица; 2 – пуансон; 3 – пружина; 4 – съемник секционный;
в – 1 – выталкиватель; 2 – втулка; 3 – толкатель; 4 – матрица; 5 – пуансон; 6 – съемник секционный; 7 – пружина

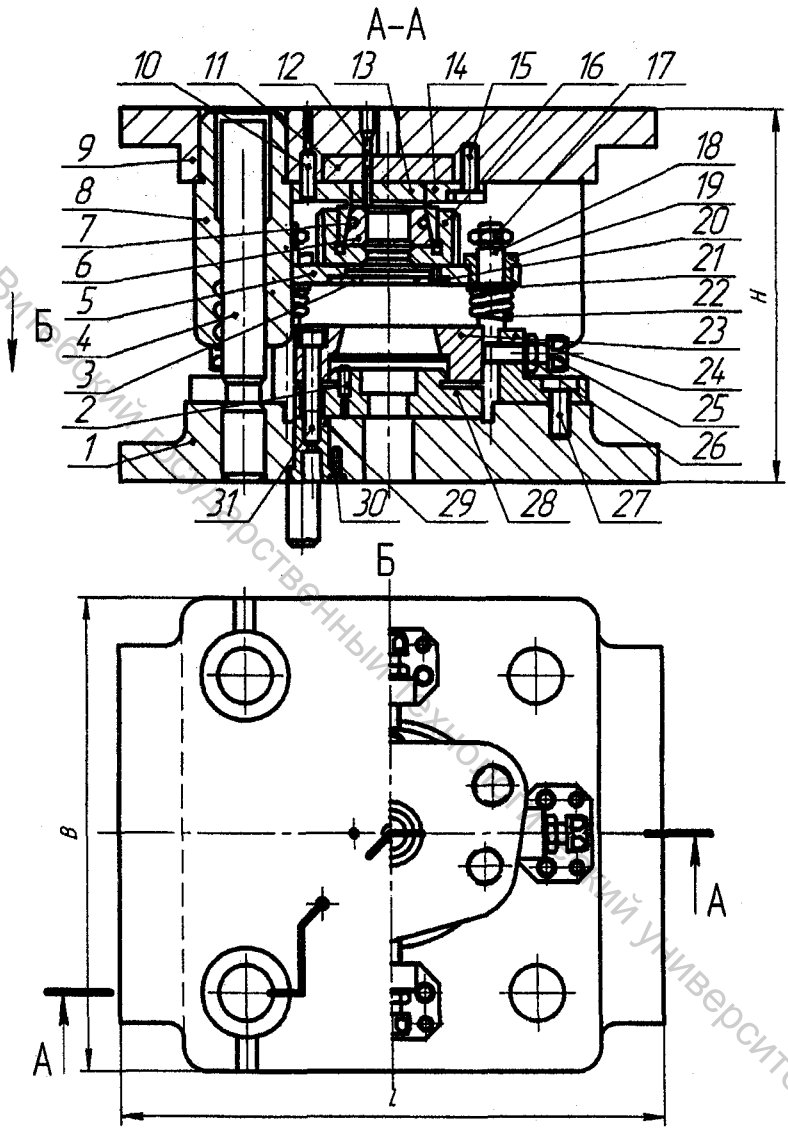


Рис. 2.40 Универсальный блок с направляющими колонками для прямого прессования: 1, 9 – плиты нижняя и верхняя; 2, 15, 20, 22, 25 – винт; 3, 10, 12 – штифт; 4 – колонка; 5 – плитка подвижная; 6 – цанга; 7 – пружина; 8 – втулка направляющая; 11 – плитка подкладная; 13, 23 – вкладыши; 14, 18 – фланец; 16, 17, 21 – гайка; 19 – упор; 24 – пробка;26 – толкатель; 27,30 – винт; 28 – матрица; 29– втулка

Вятский государственный гуманитарный университет

Центрирование формообразующих элементов осуществляется выставлением матрица 3 по пуансону 4 (рис. 2.39, а). Для этого предназначена центрирующая втулка 2. Выставленная сборка: матрицедержатель 3, гайка 5 и матрица фиксируются в основании стопорными винтами 15 и контргайками 16.

Для предотвращения во время работы случайного поворота матрицы или пуансона при выдавливании изделия некруглой формы, что может вызвать поломку штампа и аварию, в блоке предусмотрены специальные штифты 4, 12.

Удаление готового изделия из матрицы осуществляется выталкивателем 1 (рис. 2.39, а), который приводиться в действие буферным устройством пресса. Сжатие буферного устройства производится толкателями 13 (рис. 2.38, а) в процессе рабочего хода.

Универсальные блоки и пакеты для обратного выдавливания (рис.2.38,б; 2.39,б) отличаются от аналогичных узлов для прямого выдавливания конструкцией съемного устройства, которое размещается на основании 2, и состоит из подпружиненной плиты 11, перемещающейся по направляющим колонкам 6 и втулкам 12.

На плите съема 11 смонтирован раздвигающийся съемник 4 (рис. 2.39, б), который плотно охватывает поверхность пуансона 2. В процессе рабочего хода подпружиненная плита съема совместно с верхней частью штампа опускается вниз. При обратном ходе плита съема сжатыми пружинами 7 поднимается вверх, жестко упирается в торец гаек 14 и останавливается. Пуансон 2 с выдавленным изделием продолжает движение вверх. Изделие при этом ударяется торцем в съемник 4 и снимается с поверхности пуансона.

Универсальные блоки и пакеты для комбинированного выдавливания принципиально не отличаются от соответствующих узлов для прямого и обратного выдавливания. Они могут содержать одновременно выталкиватели и съемники, конструкции которых аналогичны рассмотреным выше.

Универсальные блоки с колонками (рис.2.40) могут использоваться на универсальном оборудовании. Использование блоков с колонками имеет ряд преимуществ с точки зрения хранения, установки и съема с пресса и транспортировки. С целью повышению точности и жесткости целесообразно применять штамп с четырьмя колонками, расположенными по углам.

Основные размеры блоков без направляющих и с направляющими колонками для прямого, обратного и комбинированного выдавливания приведены соответственно в таблицах 2.31, 2.32, 2.33

Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.31

Основные размеры (мм) штамповых блоков для прямого выдавливания (рис. 2.38,а; 2.39,а)

Наибольшие размеры штампуемых изделий		Штамповочные блоки без направляющих колонок		Штамповочные блоки с направляющими колонками			
d	l	D	H	B	L	H	h
25	60	320	275	300	400	240	
36	80	360	290	400	520	310	
50	100	400	325	400	520	320	l+15

Таблица 2.32

Основные размеры (мм) штамповых блоков для обратного выдавливания (рис. 2.38,б; 2.39,б)

Размеры штампуемых изделий			Штамповочные блоки без направляющих колонок			Штамповочные блоки с направляющими колонками			
				H				H	
d	l		D	наиб.	наим.	B	L	наиб.	наим.
	наиб.	наим.							
25	70	20	320	330	280	300	400	330	280
36	110	25	360	385	300	400	520	380	300
50	140	32	400	445	335	400	520	435	325

Таблица 2.33

Основные размеры (мм) штамповых блоков для комбинированного выдавливания (рис. 2.38,в; 2.39,в)

Размеры штампуемых изделий				Штамповочные блоки без направляющих колонок				
						H		
d	d_1	l		l_1	D			h
наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.		наиб	наим.	
25	10	80	32	10	320	330	280	
36	14	125	40	14	360	385	300	l_1+4
50	20	160	50	20	400	445	335	l_1+5
Размеры штампуемых изделий				Штамповочные блоки с направляющими колонками					
							H		
d	d_1	l		l_1	B	L			h
наиб.	наим.	наиб.	наим.				наиб	наим.	
25	10	80	32	10	30	400	330	280	
36	14	125	40	14	400	520	385	300	l_1+4
50	20	160	50	20			445	335	l_1+5

Витебский государственный технологический университет

2.6.1 Конструирование формообразующих деталей штампов для холодного выдавливания

Пуансоны и оправки. Типовые конструкции пуансонов представлены на рис. 2.41.

Пуансоны для прямого выдавливания можно разделить на пуансоны без оправок (рис. 2.40, а, б) и пуансоны с оправками (рис. 2.41, в). Пуансоны без оправок рекомендуется выполнять со скошенным торцем под углом 1 – 2° (рис. 2.41, б).

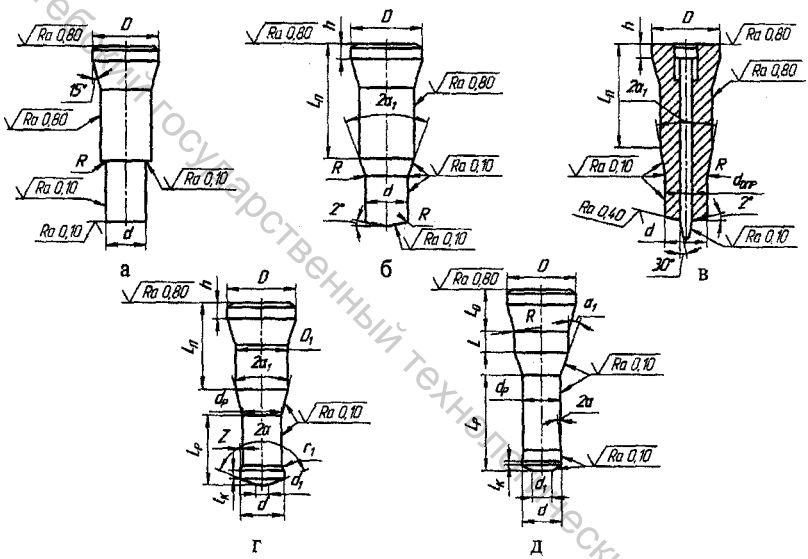


Рис. 2.41 Типовые конструкции пуансонов для прямого выдавливания (а – в) и обратного (г, д).

Размер d принимается по размеру контейнера матрицы так, чтобы обеспечивался зазор между ними, равный 0,2 – 0,5 мм для компенсации упругих деформаций сжатия пуансона. Остальные размеры рекомендуется принимать из следующих соотношений:

$$D = (1{,}1 \div 1{,}5)d;\ R = 0{,}1d;\ h = 5 \div 15 \text{ мм};\qquad (2.15)$$

$$L_П = (1{,}5 \div 2{,}5)d;\ 2\alpha_1 = 60°$$

Оправки применяются для ограничения радиального течения металла и получения полости заданных поперечных размеров (рис. 2.41, в). Применять сплошные пуансоны с оправкой нецелесообразно, так как во время выдавливания оправка под действием изгибающих и растягивающих напряжений отрывается. Торцы пуансона и поверхность

Витебский государственный технологический университет

оправки шлифуются и полируются. Для облегчения извлечения оправки из поковки рабочая часть выполняется конической с углом 30°.

Пуансоны для обратного выдавливания претерпевают нагрузку на 20% большую по сравнению с другими схемами штамповки. Напряжённое состояние рабочей части пуансонов зависит: от конструктивного оформления головки пуансона, радиусов переходов, угла конусности торца, наличия и размеров площадки на торце головки и др.

В типовой конструкции пуансона для обратного выдавливания (рис. 2.41, г) размер пояска d назначается по максимально допустимому размеру полости заготовки; остальные размеры назначаются из соотношений:

$$2\alpha \le 150°;\ 2\alpha_1 = 40 \div 60°;\ d_1 = (0{,}2 \div 0{,}5)d;\ D_1 = 1{,}5d;\ D \approx 2d;$$
$$l_K = (2 \div 3)\ \text{мм};\ R = 0{,}2d;\ h = 5 \div 15\ \text{мм}; \qquad (2.16)$$
$$L_П = (1{,}5 \div 2{,}5)d;\ z = (0{,}05 \div 0{,}15)\ \text{мм}.$$

Конструкция пуансона (рис. 2.41, д) также обеспечивает высокую стойкость. Основные размеры пуансона определяются соотношениями:

$$d_1 = d - \left[2R + (0{,}2 \div 0{,}3)d\right];\ l_K = \left(0{,}3\sqrt{d} \div 0{,}7\sqrt{d}\right); \qquad (2.17)$$
$$2\alpha = 160 - 170°;\ R = (0{,}05 \div 0{,}1)d.$$

Твёрдосплавный пуансон для обратного выдавливания представлен на рис. 2.42. Плавные переходы в поперечном сечении, малые различия в диаметрах и малая высота способствуют тому, что при ударном приложении нагрузки пуансон может обеспечить достаточно высокую работоспособность. Твёрдосплавные пуансоны рекомендуется применять в тех случаях, когда стальные пуансоны выходят из строя вследствие износа, а не поломок.

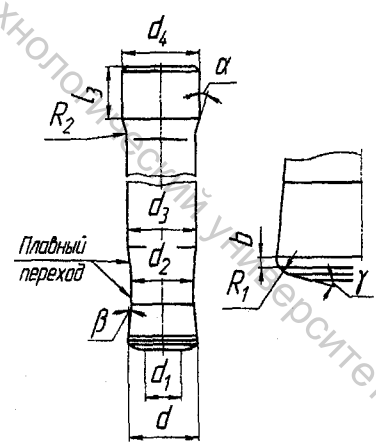


Рис. 2.42 Твёрдосплавный пуансон для обратного выдавливания

Белорусский государственный технологический университет

Геометрические размеры твёрдосплавных пуансонов определяются из соотношений:

$$R_1 = 0{,}05d;\ d_1 = d - (2R_1 + 0{,}2d);\ d_2 = d - (0{,}1 \div 0{,}2)\,мм;$$

$$d_4 = 1{,}3d_1;\ R_2 = (0{,}2 + 0{,}4)d_1;\ b = \frac{\sqrt{d}}{4}; \qquad (2.18)$$

$$\alpha = 5 + 7°;\ \beta = 4 \div 5°;\ \gamma = 15 \div 30°.$$

Матрицы. Конструкция матрицы, геометрия формообразующих частей зависят от вида технологической операции, усилия штамповки, формы и размеров деформируемой заготовки. Матрица для калибровки обычно имеет две полости: верхнюю рабочую, размеры которой определяются требуемыми размерами заготовки, и нижнюю, в которой устанавливается выталкиватель (рис. 2.43, а). Чтобы избежать появления трещин в месте перехода от рабочей полости к фаске нижней полости, необходимо предусмотреть плавный радиусный переход. Для повышения стойкости матрицы перепад диаметров рабочей полости и полости для выталкивания должен быть минимальным. После 50 – 100 ударов увеличивается рабочая полость матрицы непосредственно в зоне деформации, что повышает силу выталкивания. Для уменьшения влияния износа на силу выталкивания полость матрицы выполняется с небольшой конусностью (до 1°).

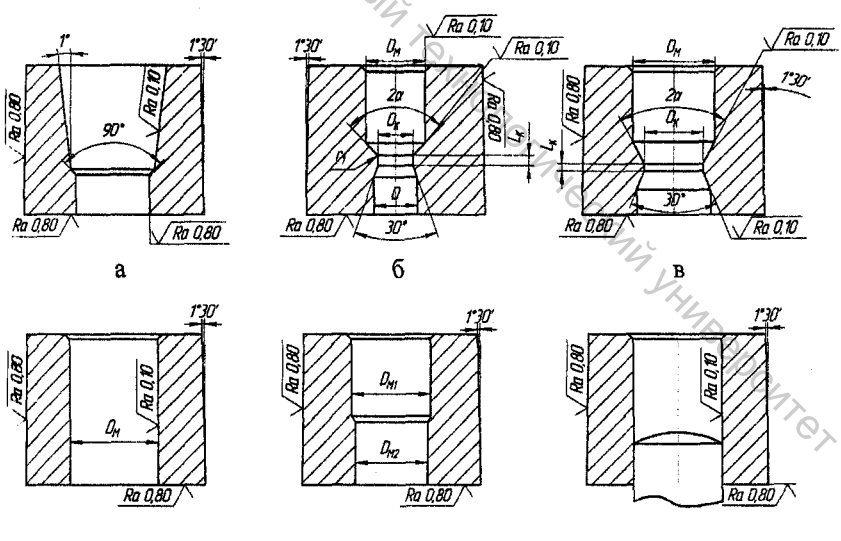


Рис. 2.43 Конструкции матриц для выдавливания:
а – для калибровки; б – для прямого выдавливания; в – для редуцирования; г – е для обратного выдавливания

Белорусско-Российский технологический университет

Матрица для прямого выдавливания имеет цилиндрическую заходную полость, которая служит для установки заготовки, формообразующую полость для придания заготовке соответствующей формы и нижнюю полость, обеспечивающую направление движения выдавленной заготовки (рис. 2.43, б). Высота заходной полости определяется требуемой высотой заготовки и величиной захода пуансона в матрицу перед выдавливанием, которая назначается в пределах 5 – 10 мм. Большая высота заходной полости приводит к увеличению сил трения в начальный момент штамповки и значительному увеличению давления на пуансон. Поэтому рекомендуется, чтобы отношение высоты заходной полости к ее диаметру не превышало 10.

Формообразующая полость состоит из переходной части от цилиндрической заходной части к формообразующему пояску и самого пояска.

Для получения сплошных деталей обычно применяются матрицы, имеющие коническую переходную часть с углом при вершине $2\alpha = 70 – 90°$, что обеспечивает технологичность изготовления, достаточно равномерное и плавное распределение нагрузки в процессе выдавливания, необходимое для увеличения продолжительности срока службы матрицы. При уменьшении угла 2α до 30° возникают большие напряжения на боковых стенках матрицы, возможно полное снятие смазочного материала с поверхности заготовки. Увеличение угла 2α до 160 – 180° вызывает рост давления. Важным фактором, определяющим стойкость матрицы является радиус r_1 перехода от цилиндрической части в коническую и от неё к формообразующему пояску (рис. 2.43, б), который выполняется для уменьшения трения и давления на инструмент. Высота формообразующего пояска обычно назначается в пределах: $L_K = (0,8 \div 1,2)\sqrt{D_K}$.

Для матрицы, показанной на рис. 2.43, б, диаметры D_M и D_K назначаются по минимально допустимым размерам готовых изделий; остальные размеры $r_1 = 0,1D_M$; $L_K = 0,2D_K$. Если выдавливаемая часть деталей имеет значительную длину, то на некотором расстоянии от калибрующего пояска предусматривают направляющий поясок с размером $D = D_K + 0,1$ мм с целью обеспечения прямолинейности поверхности выдавливаемой детали.

Полость матрицы для редуцирования по конфигурации аналогична полости матрицы для прямого выдавливания (см. рис. 2.43, в). Основное отличие заключается в том, что контейнер для загрузки заготовок значительно более короткий и меньше угол конической переходной части ($2\alpha \leq 30°$). При редуцировании заготовок из углеродистых сталей контейнер обычно служит только для центрирования заготовки, а длина не превышает $(1 – 1,5)D_M$. Остальные размеры как и у матриц для прямого выдавливания.

Матрицы для обратного выдавливания выполняются с верхней частью и полостью, соответствующей форме и размерам получаемой

заготовки (рис. 2.43, г – е). В нижнюю часть полости устанавливается выталкиватель, торцовая поверхность которого является формообразующей поверхностью донной части заготовки. Если в дне заготовки не предусматривается получение фасок или уступов, матрица имеет гладкую сквозную полость (рис. 2.43, г), а если предусматривается, то матрица имеет ступенчатую форму (рис. 2.43, д). В последнем варианте выталкиватель необходимо точно установить относительно ступеньки матрицы с учетом его упругой деформации во время выдавливания, иначе ухудшаются условия течения металла. При выдавливании стаканов с относительно тонким дном наблюдается отклонение формы дна из-за утягивания вверх его краев. Когда высота очага деформации равна или меньше толщины дна стакана, происходит интенсивное течение металла краевой зоны в зазор между пуансоном и матрицей, в результате чего периферийные слои нижнего торца выдавливаемого стакана отделяются от дна матрицы. Утяжка может быть устранена, если рабочий торец выталкивателя выполнить со скошенными краями (рис. 2.43, е).

Стенки сквозной рабочей полости выполняются строго цилиндрическими или для облегчения выталкивания — с уклоном $\approx 1°$. Величина уклона зависит от толщины стенки детали, высоты заготовки и требуемой точности. Глубина рабочей полости матрицы определяется высотой заготовки, которая при загрузке в матрицу должна быть ниже верхнего его торца не менее чем на 5 мм.

2.7 Штампы для холодного гидропрессования

Общие сведения. Процесс гидропрессования представляет разновидность прямого прессования, при котором передача давления на деформируемую заготовку осуществляется через жидкую среду. При этом заготовка помещается в контейнер, и она заходним конусом перекрывает отверстие формообразующего инструмента – матрицы. Между боковыми поверхностями заготовки и стенками контейнера имеется зазор. Полость контейнера заполняется рабочей жидкостью и перекрывается пуансоном. На пуансоне и матрице установлены уплотнения. При перемещении пуансона давление жидкости возрастает, и при определённом давлении начинается истечение металла через отверстие матрицы.

Высокое давление в рабочей камере контейнера может создаваться как перемещением пуансона, так и внешним источником жидкости высокого давления.

При прессовании жидкостью реализуется наиболее благоприятная для увеличения технологической пластичности материала заготовки схема напряжённого состояния – неравномерное всестороннее сжатие. Деформация заготовки осуществляется в режиме жидкостного контактного трения.

Белорусско-Российский университет

По сравнению с механическим выдавливанием гидропрессование имеет следующие основные преимущества:

- вследствие малых сил контактного трения усилия деформирования снижаются на 20 – 40%, повышается стойкость инструмента;
- отсутствие контакта недеформируемой части заготовки с контейнером позволяет деформировать заготовки различных размеров и поперечного сечения из одного контейнера;
- прессование жидкостью обеспечивает получение изделий с мелкозернистой структурой; улучшает физико-механические характеристики металла; позволяет обрабатывать труднодеформируемые материалы.

На рис. 2.44 показан штамп для прямого гидропрессования прутков. Штамп предназначен для эксплуатации на обычном универсальном гидравлическом прессе. Работа штампа осуществляется следующим образом.

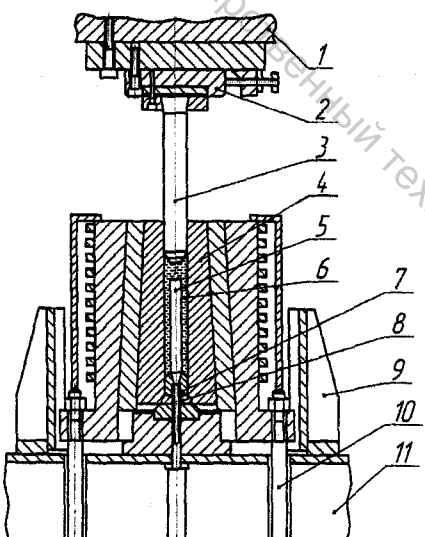


Рис. 2.44 Конструктивная схема штампа для прямого гидропрессования:
1 – траверса; 2 – опорная плита; 3 – плунжер; 4 – контейнер; 5 – заготовка; 6 – жидкость; 7 – матрица; 8 – матрицедержатель; 9 – направляющий кронштейн; 10 – колонна; 11 – неподвижная траверса

Усилие пресса через подвижную траверсу 1 и опорную плиту 2 передается на плунжер 3, который создает гидростатическое давление рабочей жидкости 6, находящейся в полости многослойного контейнера 4. Матрица 7 установлена в матрицедержателе 8 и сопрягается с внутренней поверхностью контейнера. Передняя часть заготовки 5 точно сопрягается с входной поверхностью матрицы. Плунжер,

Витебский государственный технологический университет

двигаясь вниз, создает давление, достаточное для выдавливания заготовки через матрицу.

Вспомогательная гидросистема пресса посредством колонн 10 в процессе прессования прижимает контейнер к матрицедержателю 8.

Установка очередной заготовки 5 в матрицу 7 осуществляется после подъема колоннами 10 контейнера 4.

Инструмент для гидропрессования включает контейнер, матрицу, плунжер (пуансон) и оправку (иглу). Инструмент для гидропрессования имеет важнейшую особенность, заключающуюся в необходимости использования уплотнений высокого давления, что значительно усложняет его конструкцию. Успешное осуществление процесса гидропрессования черных и цветных металлов в значительной мере обусловлено правильным выбором уплотнений для контейнера, матрицы и плунжера. Поэтому необходимо рассматривать инструмент совместно с уплотнениями высокого давления.

Контейнер предназначен для выдавливания изделий (полуфабрикатов) из металлов через матрицу путем воздействия на заготовку рабочей жидкости, находящейся под высоким давлением. Контейнер обычно выполняется в виде полого цилиндра, выдерживающего высокое давление рабочей жидкости, в который с одной стороны вставляется плунжер или пробка, удерживаемая затвором (установки мультипликаторного типа), а с другой стороны – матрица для прессования изделий. Герметизация контейнера обеспечивается с помощью уплотнений высокого давления. Контейнер в связи с воздействием внутреннего гидростатического давления работает главным образом на растяжение. Главная задача, решаемая при разработке конструкции контейнера, заключается в уменьшении растягивающих напряжений и в замене их напряжениями сжатия. Контейнер является самым ответственным и весьма дорогостоящим элементом инструмента для гидроэкструзии, поэтому выбору его конструкции и ее надежности уделяется исключительно много внимания.

На установках для гидропрессования изделий из черных и цветных металлов нашли применение однослойные, многослойные и сегментные конструкции контейнеров (рис. 2.45).

Анализ основных типов конструкций контейнеров показывает, что наиболее простой является однослойная (рис. 2.45, а). Однако однослойные контейнеры недостаточно надёжны. Согласно теории упругости при давлениях жидкости в контейнере, превышающих $0{,}58\sigma_S$ материала контейнера, внутренние слои, прилегающие к отверстию, начинают пластически деформироваться. При этом наружные слои лишь слегка напряжены.

При давлении 0,8 – 1 МПа и выше наиболее эффективным является применение многослойных и сегментных контейнеров.

Липецкий государственный технический университет

Многослойные контейнеры (рис. 2.45, б) могут иметь две и более втулки, однако их количество не должно превышать пяти.

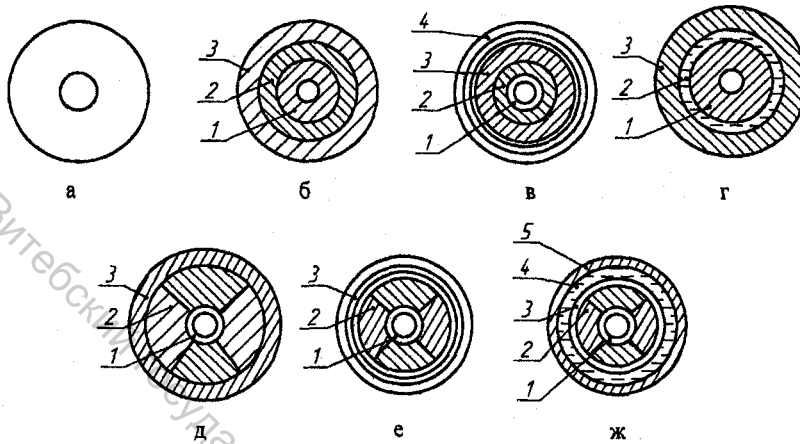


Рис. 2.45 Принципиальные схемы конструкции контейнеров: а – однослойный; б – многослойный: 1 – 3 – соответственно: внутренняя, средняя и наружная втулки; в – многослойный с обмоткой стальной лентой: 1 – 3 – соответственно внутренняя, средняя и наружная втулки; 4 – наружный слой из шайб или обмотки лентой; г – многослойный с гидравлической поддержкой: 1, 3 – внутренняя и наружная втулки; 2 – жидкость под давлением; д – сегментный с наружной втулкой: 1 – 3 – внутренняя и наружная втулки; 2 – сегменты; е – сегментный с обмоткой стальной лентой: 1 – внутренняя втулка; 2 – сегменты; 3 – обмотка лентой; ж – сегментный с гидравлической поддержкой: 1, 3, 5 – внутренняя, средняя и наружная втулки; 2 – сегменты; 4 – жидкость под давлением

У многослойных контейнеров должен быть обеспечен гарантированный постепенно уменьшающийся к периферии натяг. Создание необходимого натяга обеспечивается горячей запрессовкой цилиндрических втулок или холодной запрессовкой конических втулок.

Надёжными являются конструкции контейнеров, у которых наружная втулка состоит из шайб, вырезанных из листов, или заменена обмоткой стальной лентой (рис. 2.45, в).

При конструировании контейнеров для работы в условиях сверхвысоких давлений необходимо стремиться к тому, чтобы материал контейнеров работал в условиях сжатия. В этом плане перспективны конструкции, предусматривающие подпор жидкостью, которая позволяет регулировать напряжение (рис. 2.45, г, ж).

Витебский государственный технологический университет

Сегментные контейнеры (рис. 2.45, д, е) имеют наружную втулку, установленную по посадке с натягом, или сегменты обматываются стальной лентой.

Матрица предназначена для придания прессуемой заготовке определённой формы, заданных размеров и необходимой шероховатости поверхности. Простейший вариант конструкции матрицы представляет собой полый цилиндр, имеющий заходную коническую, калибрующую цилиндрическую и выходную коническую части. По конструкции матрицы можно разделить на три группы: *моноблочные* (рис. 2.46), *составные* и *бандажированные* (рис. 2.47).

Моноблочные матрицы помещаются в контейнер. При этом используется боковая гидравлическая поддержка, которая создаётся рабочей жидкостью. В процессе гидропрессования под воздействием радиальных нагрузок в матрице возникают растягивающие напряжения. Боковой гидроподпор позволяет снизить растягивающие напряжения до уровня допустимых, тем самым предотвращая разрушение матрицы. В качестве уплотняющих элементов применяются резиновые и стальные кольца, устанавливаемые в верхнем или нижнем уступах (рис. 2.46).

Моноблочные матрицы используются при гидропрессовании прутков, труб и несложных профилей.

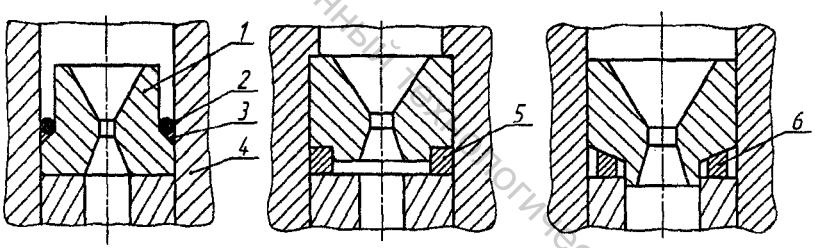


Рис. 2.46 Моноблочные матрицы:
а – с верхним коническим уступом; б – с нижним плоским уступом; в – с нижним коническим уступом; 1 – матрица; 2 – резиновое кольцо круглого сечения; 3 – металлическое кольцо треугольного сечения; 4 – контейнер; 5 – металлическое кольцо прямоугольного сечения; 6 – металлическое кольцо трапецеидального сечения

Для осуществления гидропрессования сложных профилей целесообразно использовать составные матрицы (рис. 2.47), которые состоят из рабочих и поддерживающих сегментов 1, 2, входного конуса 5, опорной втулки 3, соединяемых вместе герметизирующей оболочкой 4. Она помещается в контейнер 6, где уплотняется с помощью резинового кольца круглого сечения и стального кольца треугольного сечения. Составные матрицы отличаются от

Витебский государственный технологический университет

моноблочных повышенной технологичностью, меньшими трудоемкостью и эксплуатационными расходами.

Существенным недостатком моноблочных и составных матриц является большой объем контейнера, занимаемый ими. Указанный недостаток устраняется применением бандажированных матриц, которые не входят в контейнер, а примыкают к нему (рис. 2.47). Герметизация бандажированных матриц осуществляется с помощью уплотнений конусного типа.

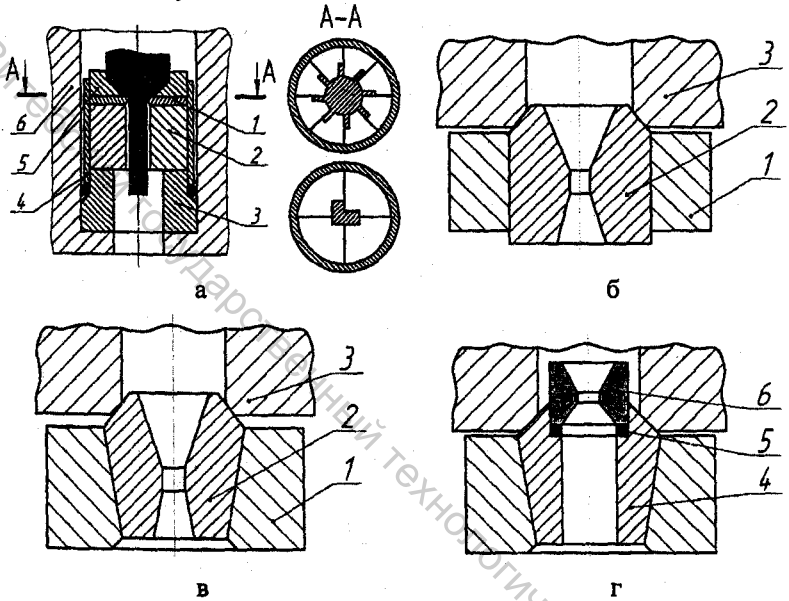


Рис. 2.47 Схемы составной(а) и бандажированной (б,в,г) матриц:
а – 1, 2 – сегменты рабочие и поддерживающие; 3 – опорная втулка; 4 – эластичная оболочка; 5 – входной конус; 6 – контейнер
б – с цилиндрическим бандажным кольцом; в – с коническим бандажным кольцом; г – с коническим бандажным кольцом и твёрдосплавной вставкой:1 – бандажное кольцо; 2 – матрица; 3 – контейнер; 4 – матрицедержатель; 5 – уплотнительное кольцо; 6 – твёрдосплавная вставка

Плунжеры предназначены для создания в контейнере высокого давления рабочей жидкости. В зависимости от расположения уплотнений плунжеры делятся на два типа: ступенчатые – уплотнение закрепляется на плунжере (рис. 2.48, а – г); гладкие – уплотнение размещается в контейнере (рис. 2.48, д).

Плунжеры относятся к высоконагруженным и наиболее ответственным цилиндрическим деталям инструмента, которые должны

Витебский государственный технологический университет

быть устойчивыми на продольный изгиб. По условиям устойчивости плунжера на продольный изгиб отношение длины его рабочей части к диаметру, определяемое расчетом и подтвержденное экспериментально, принимается не более 5-5,5 при давлениях в контейнере до 1,5 МПа и не более 4,5 при давлениях до 2-2,5 МПа.

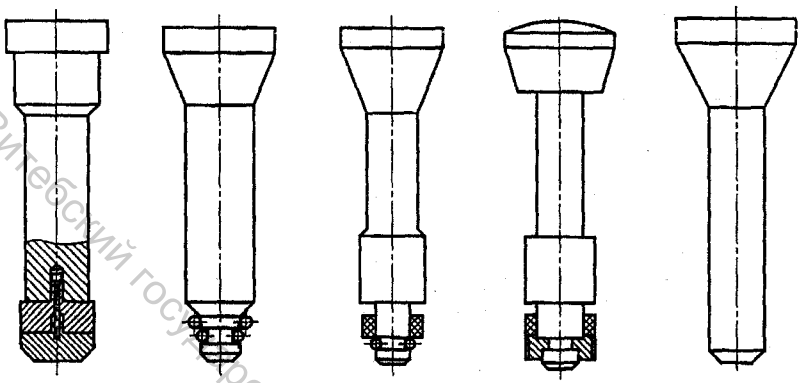


Рис. 2.48 Конструкция плунжеров для гидропрессования:
а – ступенчатый с цилиндрическим основанием; б – ступенчатый с коническим основанием; в – ступенчатый с коническим основанием и центрирующим пояском; г – ступенчатый со сферической опорной поверхностью и центрирующим пояском; д – гладкий

Основания плунжеров могут иметь цилиндрическую или коническую форму (угол конуса 30-60°). Наибольший диаметр основания плунжера принимается 1,2-1,5 рабочего диаметра. Опорная поверхность основания плунжера выполняется плоской или сферической. Для самоустановки плунжера при центрировании желательно использование сферической поверхности основания плунжера. Использование плунжеров с одним диаметром по всей длине рабочей части (рис. 2.48, а, б) может привести к заклиниванию, поэтому часто изготовляются плунжеры ступенчатые с центрирующим пояском (рис. 2.48, в, г). Длина центрирующего пояска составляет 0,7-1,0 диаметра плунжера и выполняется он с зазором относительно контейнера, равным 0,05-0,15 мм (в зависимости от величины диаметра). На остальной длине диаметр рабочей части плунжера выполняется на 0,5-1,0 мм меньше диаметра центрирующего пояска, что исключает заклинивание.

Для герметизации контейнеров чаще всего используются подвижные уплотнения, устанавливаемые на ступенчатых плунжерах (рис. 2.49, а – д). Неподвижные уплотнения устанавливаются в контейнерах и используются с гладкими плунжерами (рис. 2.49, е).

Витебский государственный технологический университет

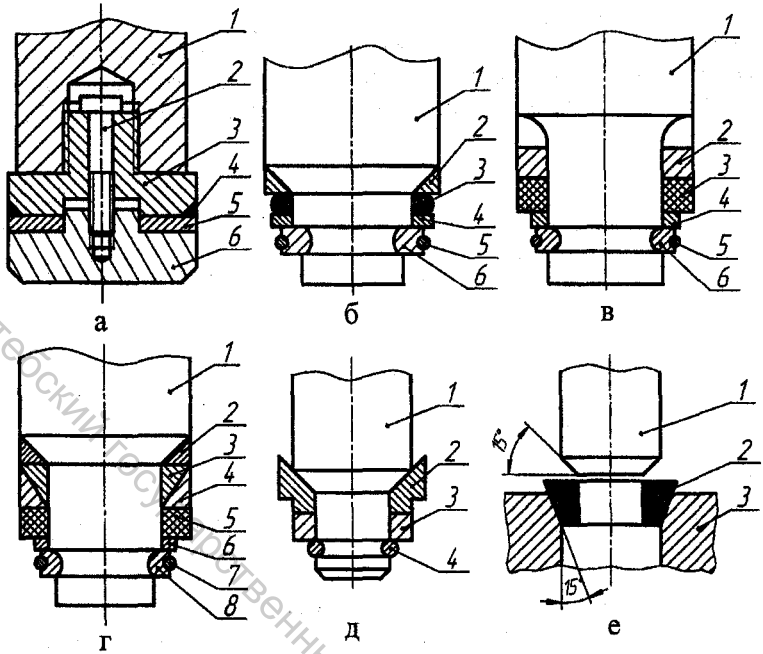


Рис. 2.49 Конструкции уплотнений плунжеров для гидропрессования: а – подвижное типа пресс-шайбы: 1 – плунжер; 2 – винт; 3 – основание; 4 – коническое кольцо; 5 – медное кольцо; 6 – грибок; б – подвижное с двумя кольцами треугольного и круглого сечения: 1 – плунжер; 2 – стальное кольцо; 3 – резиновое кольцо; 4 – шайба; 5 – пружинное кольцо; 6 – разъемное кольцо; в – подвижное с двумя кольцами прямоугольного сечения: 1 – плунжер; 2 – металлическое кольцо; 3 – фторопластовое кольцо; 4 – шайба; 5 – пружинное кольцо; 6 – разъемное кольцо; г – подвижное с четырьмя кольцами: 1 – плунжер; 2 – 4 – металлические кольца; 5 - фторопластовое кольцо; 6 – шайба; 7 – пружинное кольцо; 8 – разъемное кольцо; д – подвижное с кольцом V-образного сечения: 1 – плунжер; 2 – уплотнительное кольцо; 3 – нажимное кольцо; 4 – пружинное кольцо; е – неподвижное: 1 – плунжер; 2 – кольцо; 3 – контейнер

К достоинствам ступенчатых плунжеров можно отнести сравнительно простую конструкцию и доступность их для осмотра и ремонта. В то же время ступенчатые переходы ослабляют прочность плунжеров. Кроме того, необходимо с высокой точностью размеров и низкой шероховатостью обрабатывать отверстия контейнера.

Гладкие плунжеры позволяют устранить отмеченные недостатки и поэтому они нашли широкое применение.

Витебский государственный технологический университет

Оправки предназначены для формообразования отверстий в прессуемых трубах. В поперечном сечении оправки имеют форму отверстий. Конструкции оправок для гидропрессования приведены на рис. 2.50. Прочность оправок определяется расчётом на растяжение. Для изготовления оправок используются те же, что и для плунжеров, высоколегированные стали с термообработкой, обеспечивающей максимальную прочность.

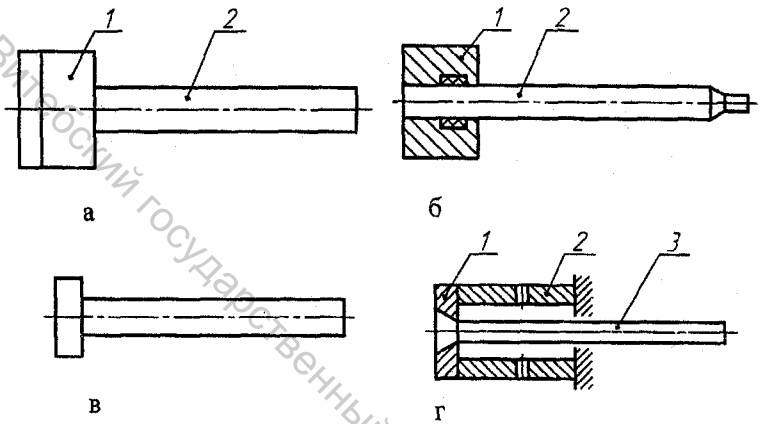


Рис. 2.50 Конструкции оправок для гидропрессования труб:
а – подвижная, закрепленная на плунжере: 1 – плунжер; 2 – оправка;
б – ступенчатая, закрепленная в оправкодержателе механизма для перемещения оправки: 1 – плунжер; 2 – оправка;
в – подвижная, перемещающаяся вместе с заготовкой;
г – неподвижная: 1 – шайба; 2 – втулка; 3 – оправка

2.8 Штамповые узлы и детали общего назначения

Основные типы съемников

Применение

Жесткий открытый съемник (рис. 2.51,а) применяется в мелкосерийном производстве для грубой вырубки изделий толщиной более 3 мм или при пробивке отверстий в крупный изделиях. Небезопасен в работе.

Жесткий закрытый съемник (рис. 2.51,б) применяется в штампах с направляющими колонками, а в пакетных штампах используется одновременно в качестве дополнительного направляющего устройства. Безопасен в работе.

Подвижный пружинный верхний съемник (рис. 2.51,в) применяется в штампах с направляющими колонками при пробивке крупных изделий из тонкого материала с прижимом заготовки или в комбинированных совмещенных штампах. Небезопасен в работе.

Витебский государственный технологический университет

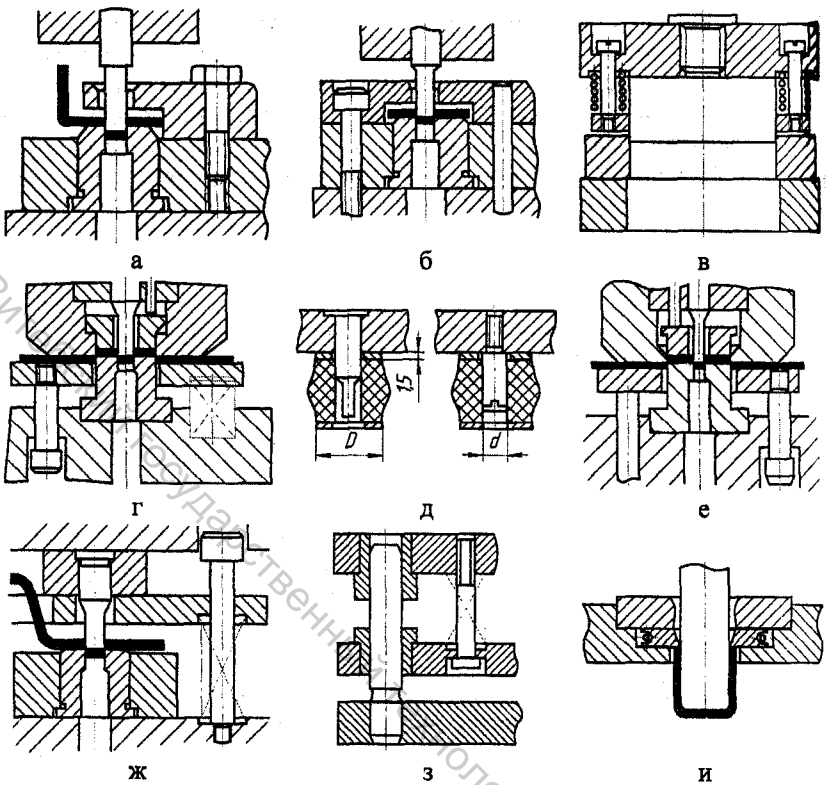


Рис. 2.51 Схемы конструкций съемников:
а – жесткий открытый; б – жесткий закрытый; в – подвижный пружинный верхний; г – подвижный пружинный или резиновый верхний; д – подвижный резиновый верхний; е – подвижный буферный; ж – подвижный отжимаемый; з – подвижный направляемый; и – секционно-кольцевой пружинный

Подвижный пружинный или резиновый нижний (рис. 2.51,г) используется в штампах с направляющими колонками при вырубке изделий из тонкого материала (до 0,2 мм) или при комбинированной вырубке-пробивке как крупных, так и мелких изделий в совмещенных штампах.

Подвижный резиновый верхний (рис. 2.51,д) применяется в многопуансонных штампах для крупных изделий.

Подвижный буферный (рис. 2.51,е) применяется в штампах с направляющими колонками, снабженными нижним буфером.

Витебский государственный технологический университет

Подвижный отжимаемый (рис. 2.51,ж) применяется в штампах для пробивки отверстий в полых изделиях, получаемых вытяжкой, а также в штампах для холодного выдавливания. Позволяет применять более короткие пуансоны и увеличивать рабочую высоту для свободного удаления изделий.

Подвижный направляемый (рис. 2.51,з) служит съемником материала и направляющей плитой для пуансонов. Применяется в штампах с нестандартными длинными и тонкими пуансонами.

Секционно-кольцевой пружинный (рис. 2.51,и) используется в вытяжных штампах при работе в провал для изделий до 100 мм.

Основные типы выталкивателей

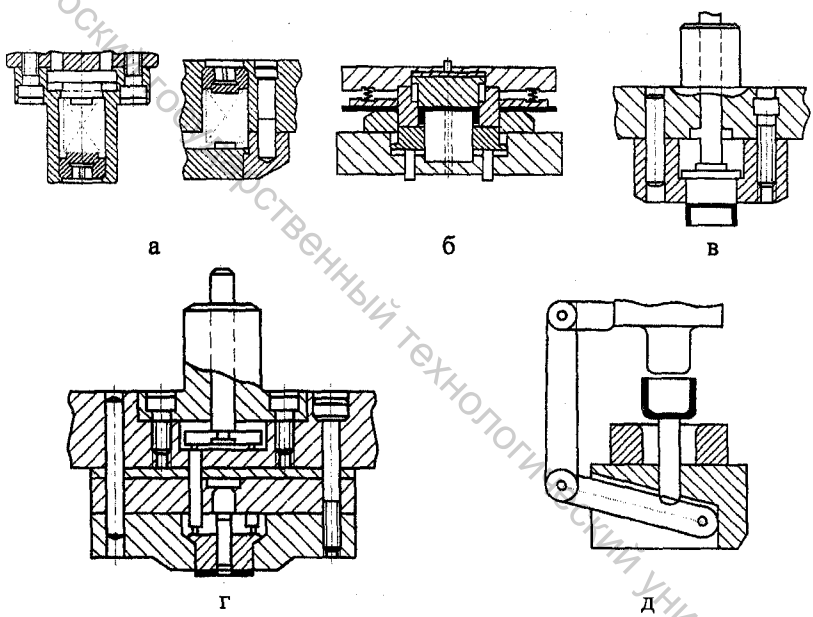


Рис. 2.52 Схемы конструкций выталкивателей:
а – пружинный верхний и нижний; б – буферный нижний;
в – жесткий верхний; г – жесткий верхний выталкиватель-съемник;
д – жесткий рычажный нижний

Применение

Пружинный нижний и верхний (рис. 2.52,а) используется в вырубных штампах при вырубке изделий с прижимом из тонкого материала, а также при вырубке крупногабаритных изделий.

Буферный нижний (рис. 2.52,б) применяется в комбинированных штампах для вырубки-пробивки, вырубки и вытяжки и т.п.

Витебский государственный технологический университет

Жесткий верхний (рис. 2.52,в) применяется в комбинированных штампах при работе с горизонтальным и наклонным расположением стола.

Выталкиватель-съемник (рис. 2.52,г) используется в совмещенных штампах с применением переходных штифтов толкателей.

Жесткий рычажный нижний (рис. 2.52,д) применяется в формовочных, гибочных и других штампах, работающих в упор.

Основные типы прижимов

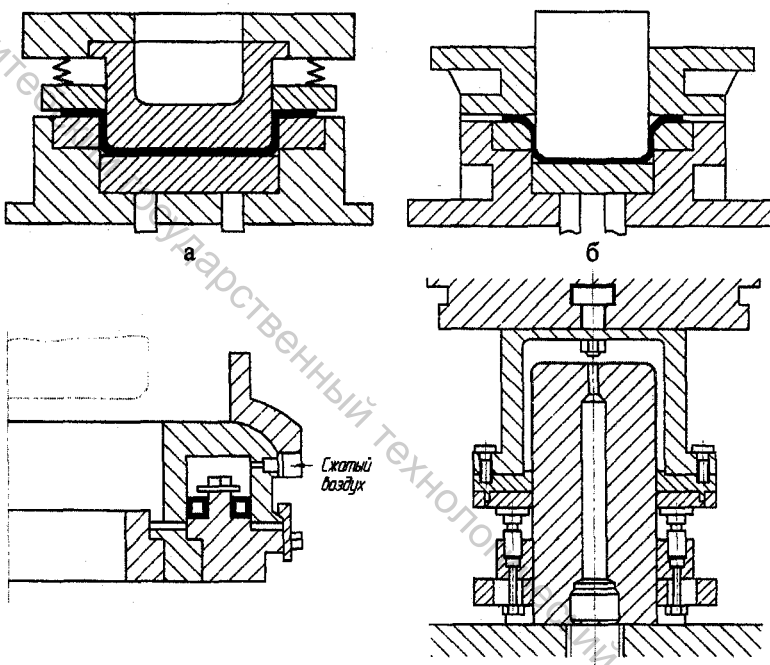


Рис. 2.53 Схемы конструкций прижимов:
а – подвижный; б – жесткий; в – пневматический плавающий;
г – полужесткий регулируемый.

Применение

Подвижный прижим (рис. 2.53,а) используется для вытяжки на прессах простого действия. Для крупных изделий прижим выполняется сверху, для средних и мелких – снизу.

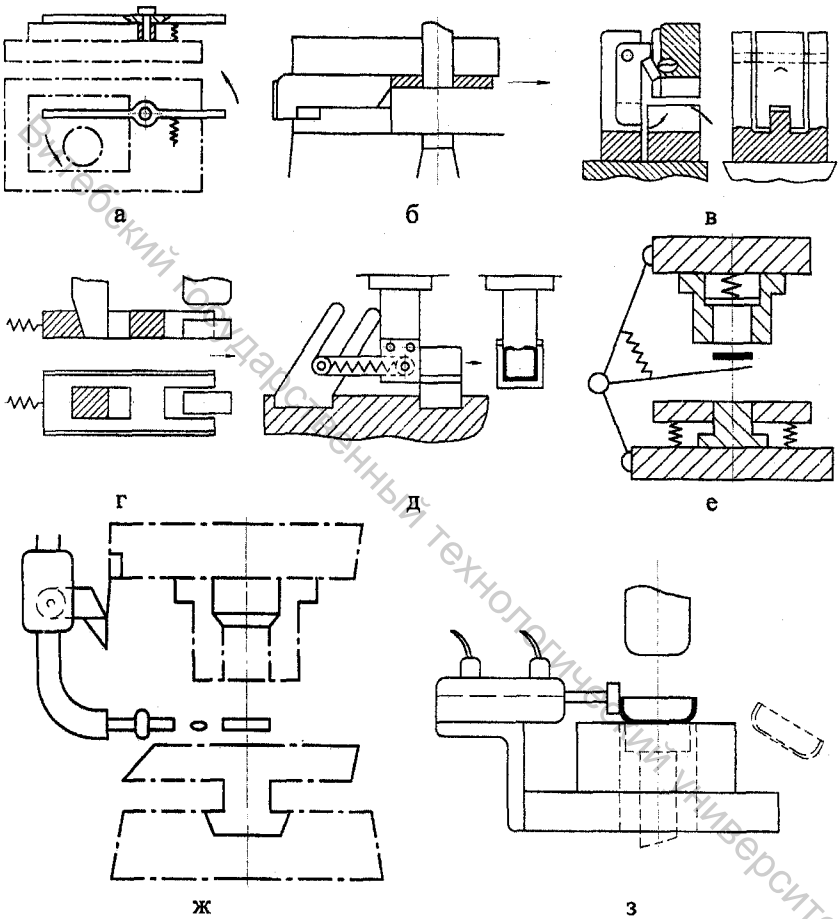
Жесткий прижим (рис. 2.53,б) применяется для вытяжки на прессах двойного действия.

Пневматический плавающий прижим (рис. 2.53,в) применяется для вытяжки круглых изделий на прессах двойного действия. Позволяет компенсировать колебание по толщине изделия.

Витебский государственный технологический университет

Полужесткий регулируемый (рис. 2.53,г) применяется для вытяжки изделий сложной формы, требующих разной величины прижима по контуру.

Основные типы сбрасывателей



Высокий государственный технологический университет

Рис. 2.54 Схемы конструкций сбрасывателей:
а – ручной рычажный; б – автоматический пружинный;
в – автоматический с поворотным рычагом; г – автоматический пружинно-клиновой; д – автоматический копирный; е – поворотный приемный; ж – пневматический сдувающий; з – пневматический толкающий

Применение

Ручной рычажный сбрасыватель (рис. 2.54,а) применяется в вытяжных, формовочных и других аналогичных штампах с обратным выталкиванием изделий на поверхность штампа;

Автоматический пружинный (рис. 2.54,б) применяется в пробивных штампах для небольших изделий;

Автоматический с поворотным рычагом (рис. 2.54,в) применяется в гибочных штампах для П-образной гибки небольших изделий;

Автоматический пружинно-клиновой (рис. 2.54,г) применяется в гибочных штампах для П-образной гибки небольших и средних изделий;

Автоматический копирный (рис. 2.54,д) применяется в гибочных штампах для гибки изделий замкнутой конфигурации;

Поворотный приемный сбрасыватель (рис. 2.54,е) применяется для удаления изделий, удаляемых из верхней части штампа;

Пневматический сдувающий сбрасыватель (рис. 2.54,ж) применяется для удаления с поверхности штампа небольших преимущественно полых изделий;

Пневматический толкающий сбрасыватель (рис. 2.54,з) применяется для удаления крупных и тяжелых изделий.

Блоки штампов

В комплект блоков входят верхние и нижние плиты, направляющие узлы и хвостовики. На рис. 2.55 представлены стандартизованные направляющие узлы и схемы их расположения на плитах блока.

Блок с задним расположением колонок (рис.2.55, г) используется для обычной штамповки изделий средней сложности и точности в вырубных, пробивных, гибочных, вытяжных и комбинированных штампах.

Блок с диагональным расположением колонок (рис.2.55, г) предназначен для использования в штампах повышенный точности.

Блок с осевым (симметричным) расположением колонок (рис.2.55, е,ж) предназначен для штамповки крупных изделий из больших штучных заготовок.

Основные размеры стандартизованных блоков и направляющих узлов приведены в таблицах: 2.34; 2.35; 2.36.

Белорусский государственный технологический университет

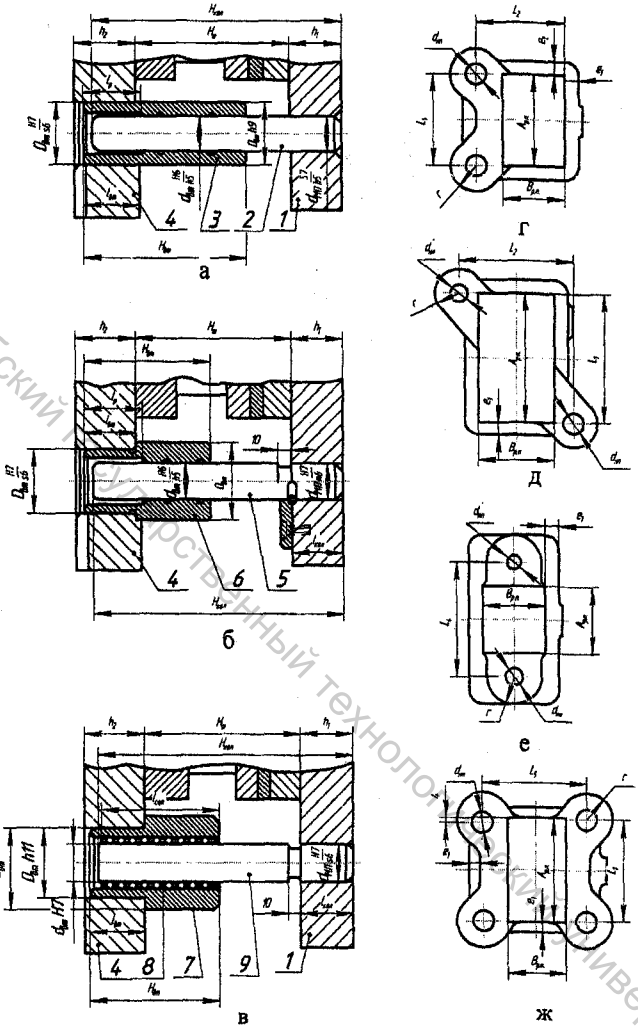


Рис. 2.55 Схемы направляющих узлов (а - в) и их расположения (г - ж): а – направляющий узел скольжения с гладкой колонкой и втулкой; б – направляющий узел скольжения со ступенчатыми колонкой и втулкой; в – шариковый направляющий узел; г – блок с задним расположением колонок; д – диагональным; е – осевым; ж – с угловым расположением четырех колонок: 1 – плита нижняя; 2 – гладкая направляющая колонка; 3 – гладкая направляющая втулка; 4 – плита верхняя; 5 – ступенчатая направляющая колонка; 6 – ступенчатая втулка; 7 – ступенчатая втулка шарикового направляющего узла; 8 – сепаратор; 9 – ступенчатая колонка шарикового направляющего узла

Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.34

Основные размеры блоков и направляющих узлов (рис.2.55)

Порядковый №	$A_{рп}$ L_1	$B_{рп}$	$d_{нп}$	$d'_{нп}$	h_1 Исполнения блоков 1и3	h_1 2	h_2 1и3	h_2 2	$l_{вт}$	e_1	e_2	L_2	L_3	L_4	L_5	r
01	63	50	16	14	32	-	25	-	-	20	16	102,1	80	120	-	22
02	80		20	18	40	32	32	25			20	126,9	85	150		28
03	100										-	124,9		-		
04	80	63					36				20	138,6	100	150		
05	100		25	22	45	36		28	32	25		137,5		170		36
06	125											143,1		200		
07	160										-	151,0		-		
08	80	80									20	150,0	120	150		
09	100											161,6		170		
10	125											156,1		200		
11	160		32	28	50	40	45	32	40			178,9	125	250		45
12	200										25	166,1		300		

Таблица 2.35

Высота пакетов и длина направляющих колонок и втулок (рис.2.55)

Порядковый номер	Исполнение блока	Высота пакета $H_ш$ Наим.	$H_ш$ Наиб.	$H'_ш$ Наим.	$H'_ш$ Наиб.	$H_{кол}$	$H_{вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8
01	1	50	60	-	-	100	50
		60	70	-	-	110	63
		70	80	-	-	120	
02	1	55	65	-	-	120	
		65	75	-	-	130	
		75	85	-	-	140	
03	1	60	75	-	-	120	
		75	90	-	-	140	
		90	105	-	-	150	
	2	60	75	-	-	110	
		75	90	-	-	120	
		90	105	-	-	130	
04	1	60	75	-	-	120	
		75	90	-	-	140	
		90	105	-	-	150	
	2	60	75	-	-	110	
		75	90	-	-	120	
		90	105	-	-	130	

Тольяттинский государственный технологический университет

Продолжение табл. 2.35

1	2	3	4	5	6	7	8
05 - 07	1 и 3	70	85	70	120	140	
		85	100	85	130	150	
		100	115	100	150	170	
	2	70	85	-	-	120	
		85	100	-	-	130	
		100	115	-	-	150	
08; 09	1 и 3	70	85	70	120	140	80
		85	100	85	130	150	
		100	115	100	150	170	
	2	70	85	-	-	120	
		85	100	-	-	130	
		100	115	-	-	150	
10	1 и 3	80	95	85	130	150	
		95	110	95	140	160	
		110	125	110	160	180	
	2	80	95	-	-	130	
		95	110	-	-	140	
		110	125	-	-	160	
11; 12	1 и 3	80	95	80	145	160	
		95	110	100	165	180	100
		110	125	110	175	190	
	2	80	95	-	-	140	
		95	110	-	-	150	80
		110	125	-	-	170	

Таблица 2.36

Диаметры гладких и ступенчатых втулок направляющих узлов скольжения (рис.2.55)

$d_{нп}$	$D_{вт}$	$D'_{вт}$	$d_{нп}$	$D_{вт}$	$D'_{вт}$	$d_{нп}$	$D_{вт}$	$D'_{вт}$	$d_{нп}$	$D_{вт}$	$D'_{вт}$
12	20	24	22	34	38	40	56	60	71	95	100
14	22	25	25	38	42	45	60	65	80	105	110
16	26	30	28	42	45	50	67	71	90	120	125
18	28	32	32	45	50	56	75	80	100	130	135
20	30	34	36	50	56	63	85	90	125	160	170

Таблица 2.37

Основные размеры гладких и ступенчатых втулок направляющих узлов скольжения (рис.2.55)

$H_{вт}$	$l_{вт}$ / $l_р$ при $d_{нп}$						
	12	14; 16	18; 20	22; 25	28; 32	36; 40	45; 50
1	2	3	4	5	6	7	8
25	12/4	12/4	12/4	12/4	12/4	-	-
		16/4	16/4				
	16/4	18/4		16/4	16/4		
		22/4	18/4				
32	12/8	16/8	16/8	18/8	16/8		
	16/8	18/8	18/8	22/8	18/8		

Витебский государственный технологический университет

Продолжение табл. 2.37

1	2	3	4	5	6	7	8
40	12/8	18/8	22/8	22/8	28/8	20/8	20/8
		22/8	25/8	25/8			
	16/8	25/8	28/8	28/8	32/8	25/8	25/8

Таблица 2.38

Основные размеры шариковых направляющих узлов (рис.2.55)

$d_{нп}$	$d_{вт}$	$D_{вт}$	$D'_{вт}$	$H_{кол}$	$l_{кол}$	$H_{вт}$	$l_{вт}$	$l_{сеп}$
14; 16	20; 22	27,5; 29,5	32; 34	110; 120; 130	32	63	25	56
18; 20	24; 26	31,5; 35,5	38; 42	130; 140; 150; 160; 170	40	63	28; 32	56
						80	32	71
22; 25	28; 31	37,5; 41,5	42; 45	140; 150; 160	40	63	32; 36	56
					45	80	36	71
							32	
				170; 180	45	63	32; 40	56
						80		71
						100	40	90
28; 32	34; 38	44,5; 49,5	50; 56	170; 180; 190; 200; 210; 220; 240	45	80	36; 40	71
						100	36	90
				190; 200; 210; 220; 240	45	100	40	90
					50	80	40; 45	71
						100		90
				160; 170; 180	50	100	40	90
				180; 190; 200; 210; 220; 240; 260	56	80	45; 50	71
						100		90

Хвостовики

Хвостовики предназначены для крепления верхней части штампа к ползуну пресса. Стандартом предусмотрено несколько типов хвостовиков, основные наиболее распространенные приведены на рис. 2.56.

Хвостовики с буртиком (рис. 2.56,а) применяются для всех типов блочных штампов. Хвостовики с резьбой (рис. 2.56,б) применяются в штампах с направляющими колонками преимущественно для выполнения гибочных и вытяжных операций. Для вырубных штампов следует использовать стопор. Хвостовик с резьбой и буртиком (рис. 2.56,в) обеспечивает меньшую погрешность центрирования, однако установка стопорного винта менее удобна. Размеры перечисленных хвостовиков приведены в таблице 2.39.

Брянский государственный технологический университет

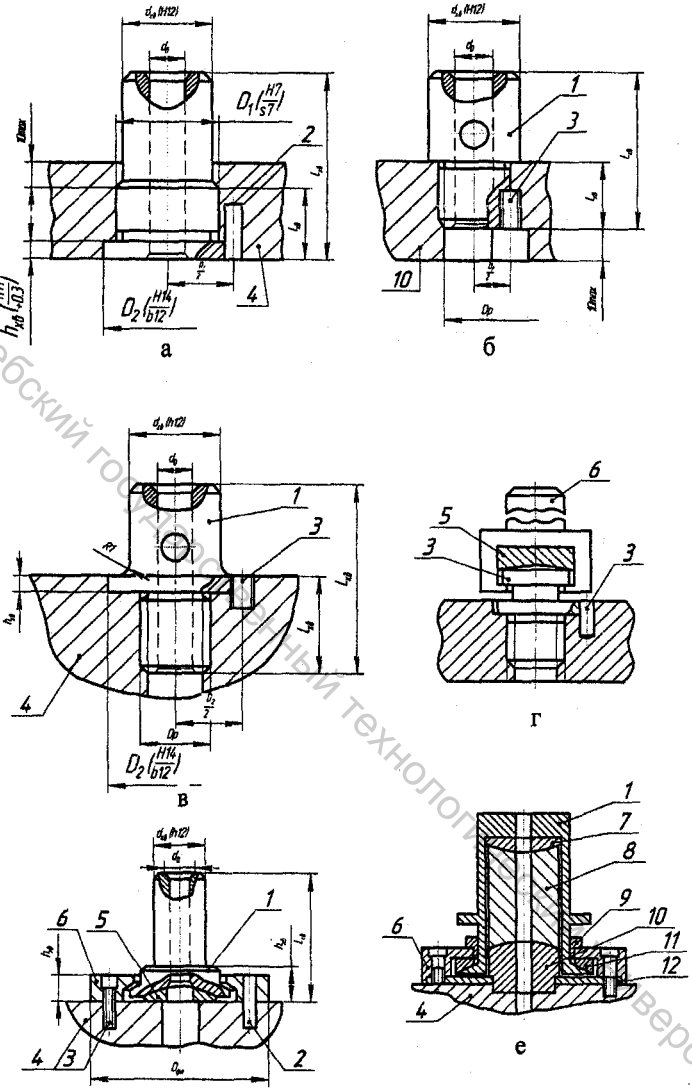


Рис. 2.56 Хвостовики штампов:
а – с буртиком; б – с резьбой; в – с резьбой и буртиком; г,д – плавающие с одной сферической опорой; е – плавающий с двумя сферическими опорами: 1 – хвостовик; 2 – штифт; 3 – винт; 4 – плита верхняя; 5 – опора сферическая; 6 – державка; 7,10 – верхняя и нижняя сферические опоры соответственно; 8 – стержень; 9 – центрирующее разрезное кольцо; 11 – сферическая плавающая шайба; 12 – центрирующий диск

Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.39

Основные размеры стандартизованных хвостовиков штампов

$d_{хв}$	d_o	Хвостовик с буртиком (см. рис.2.56, а)				Хвостовик с резьбой и буртиком (см. рис.2.56, в)			Хвостовик с резьбой (см. рис.2.56, б)
		$\frac{L_{хв}}{l_{хв}}$	$h_{хв}$	D_1	D_2	$\frac{L_{хв}}{l_{хв}}$	$h_{хв}$	D_p	$\frac{L_{хв}}{l_{хн}}$
20	8,5	$\frac{50}{20};\frac{56}{25};\frac{63}{32}$	5	22	28	$\frac{50}{20};\frac{56}{25}$	4	$M20\times1.5$ / $M16\times1.5$	$\frac{50}{20};\frac{56}{25}$
25	10,5	$\frac{60}{20};\frac{67}{25};\frac{75}{32}$		28	36	$\frac{60}{20};\frac{67}{25}$		$M20\times1.5$	$\frac{60}{20};\frac{67}{25};\frac{75}{32}$
32	13	$\frac{71}{20};\frac{75}{25};\frac{85}{32};\frac{90}{40}$		34	42	$\frac{71}{20};\frac{85}{32}$		$M20\times1.5$	$\frac{71}{20};\frac{75}{25};\frac{85}{32}$
40		$\frac{80}{25};\frac{90}{32};\frac{95}{40};\frac{105}{50}$	6	42	50	$\frac{80}{25};\frac{90}{32}$	5	$M30\times2$	$\frac{80}{25};\frac{90}{32};\frac{95}{40}$
50	17	$\frac{100}{32};\frac{105}{40};\frac{115}{50};\frac{125}{60}$		53	63	$\frac{100}{32};\frac{115}{50}$		$M42\times3$	$\frac{100}{32};\frac{105}{40};\frac{115}{50}$

Плавающие хвостовики образуют между штампом и ползуном пресса соединение в виде шарнира, позволяющего устранять влияние перекоса ползуна пресса на направляющий блок. Плавающие хвостовики имеют несколько разновидностей (рис. 2.56,г,д,е). Они используются преимущественно для чистовой вырубки-пробивки.

2.9 Конструирование штампов

2.9.1 Методика конструирования штампов

Конструкция штампа должна обеспечивать: получение изделий с заданной точностью размеров и геометрической формы; с требуемыми механическими свойствами и структурой металла; отсутствие внутренних напряжений и поверхностных дефектов; максимальное использование стандартных узлов, деталей и минимальное применение оригинальных; рациональное использование штампуемого материала; максимальную производительность; безопасность в работе; технологичность в изготовлении; достаточную стойкость; удобство в эксплуатации и ремонте.

Белорусский государственный технологический университет

Задание на проектирование штампов должно включать следующие исходные данные: назначение штампа; операционный чертеж изделия; чертеж исходной заготовки; карты технологического процесса штамповки изделия; карту раскроя материала; годовую программу выпуска изделия; тип производства; паспортные данные наличного оборудования.

Перед тем как приступать к выполнению чертежа штампа, необходимо выбрать тип конструкции и её сложность для данной программы и условий работы.

В мелкосерийном производстве нерационально использовать сложные штампы. Целесообразно применять универсальные и переналаживаемые штампы.

Для крупносерийного и массового производства проектируют индивидуальные штампы. Несколько элементарных операций целесообразно объединить в одном совмещенном или последовательном штампе. При изготовлении изделия в одном штампе отпадает необходимость оперирования штучными заготовками.

Особые требования предъявляются к конструкции штампа по обеспечению безопасных условий труда. Необходимо, чтобы опасные зоны штампа не были доступны для рук оператора. В одних случаях это достигается введением защитных устройств, а в других – за счет средств механизации.

Конструирование штампов состоит из трех этапов. На первом этапе на основе анализа всех особенностей формы и размеров штампуемого изделия и технических требований, а также с учетом объема выпуска выбирают наиболее экономичный тип штампа.

На втором этапе конструирования производят расчет штампов. Определяют требуемое усилие, центр давления, подбирают конструктивные элементы штампа, устанавливают рабочие размеры и отклонения, выбирают материал для изготовления деталей штампов. Сведения о материалах деталей штампов и их термообработке приводят на рабочих чертежах.

На третьем этапе вычерчивают сборочный чертеж штампа. В соответствии с требованиями ЕСКД принята схема размещения основных и вспомогательных проекций, текстовых документов и другой информации на сборочном чертеже штампа (рис. 2.57).

Библиотека Гомельского государственного технического университета

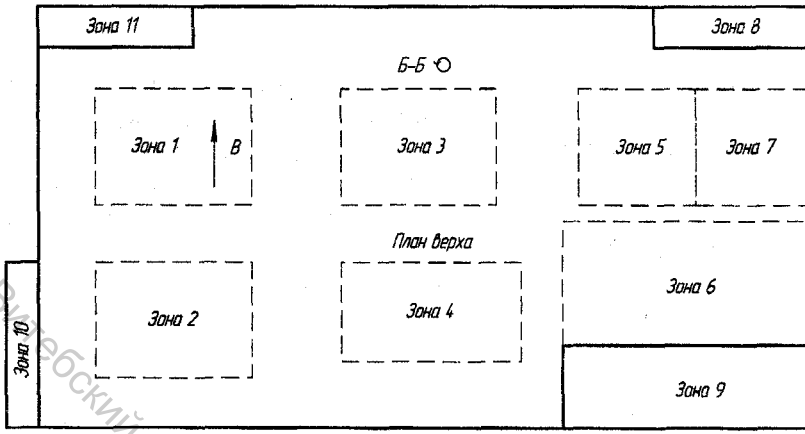


Рис. 2.57 Расположение зон сборочного чертежа штампа:
Зона 1 – главный вид (разрез) штампа; Зона 2 – план низа, т.е. вид сверху на нижнюю часть штампа; Зона 3 – вспомогательный разрез; Зона 4 – план верха, т.е. вид сверху на верхнюю часть штампа; Зона 5 – эскиз исходной заготовки или получаемой после предыдущей штамповки;
Зона 6 – технические требования чертежа; Зона 7 – операционный эскиз штампуемой детали;
Зона 8 – таблица, содержащая наименования и обозначения штампов; Зона 9 – основная надпись сборочного чертежа; Зоны 10,11 – дополнительные графы

2.9.2 Требования к сопряжениям поверхностей деталей штампов и шероховатости

Рекомендуемые посадки сопрягаемых деталей и шероховатость их поверхностей приведены в таблицах 2.40, 2.41 и рис. 2.58.

Таблица 2.40

Рекомендуемые посадки для сопрягающихся деталей штампов

Сопряжение	Толщина штампуемого материала s, мм	Характер сопряжения	Рекомендуемая посадка
1	2	3	4
Направляющая колонка в отверстии втулки	0,5	Продольное относительное перемещение без вращения	$\frac{H6}{h5}$
	0,5 – 3,0		$\frac{H7}{h6}$
	3,0 – 5,0		$\frac{H7}{h7}$
	5,0		$\frac{H9}{e8}$

Витебский государственный технологический университет

Продолжение табл. 2.40

1	2	3	4
Гладкая направляющая колонка в отверстии (нижней) плиты, когда направление колонки во втулке обеспечивается по посадке $\frac{H6}{h5}$	До 0,5	Неподвижные соединения без дополнительного крепления	$\frac{S7}{h5}$
То же, когда направление колонки во втулке обеспечивается по посадкам $\frac{H7}{h6}$; $\frac{H7}{h7}$ или $\frac{H9}{e8}$	От 0,5	То же	$\frac{S7}{h6}$
Направляющая втулка в отверстии верхней (нижней, промежуточной) плиты	До 6,0	То же	$\frac{H7}{s6}$
Ступенчатая направляющая колонка в отверстии нижней (верхнее) плиты	То же	То же	То же
Пуансон (матрица, упор, фиксатор) в отверстии термически не обработанной плиты (пуансонодержателя, матрицедержателя, державки)	До 6,0	Относительное соединение, в ответственных случаях с дополнительным креплением, исключающим относительное вращение (для круглых деталей) и осевое перемещение	$\frac{H7}{m6}$

Витебский государственный технологический университет

Продолжение табл. 2.40

1	2	3	4
Твердосплавная матрица в отверстии обоймы	То же	Неподвижное соединение без дополнительного крепления	$\frac{H7}{u7}$ *1 $\frac{H7}{t7}$ *2
Цилиндрический штифт в отверстии плиты (матрицы, матрицедержателя, пуансонодержателя)	То же	То же	$\frac{H7}{n6}$
Подвижная деталь в отверстии неподвижной - при взаимном точном центрировании (быстросменный пуансон в пуансонодержателе, центрирующий выступ во впадине и т.д.)	≤3,0	Относительное осевое перемещение (вращение) в процессе работы. Возможно дополнительное крепление, обеспечивающие временную неподвижность деталей соединения	$\frac{H7}{h6}$
- при взаимном неточном центрировании	3,0 – 5,0	Тоже	$\frac{H7}{f7}$
- при взаимном грубом центрировании	от 5,0	То же	$\frac{H9}{e8}$
Две термически обработанные детали, неподвижные друг относительно друга, из которых одна охватывает вторую	Любая	Неподвижные соединения без дополнительного крепления	$\frac{H7}{k6}$

*1 – До 24 мм и свыше 40 мм. *2 – Свыше 24 мм и до 40 мм

Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.41

Рекомендуемая шероховатость поверхности деталей штампов (рис. 2.58)

Характеристика поверхности	Примеры поверхностей деталей	R_a, мкм
Поверхности деталей, несоприкасающиеся с поверхностями других деталей	Поверхности торца колонки, втулки, поверхность стержня винта, болта, провального отверстия матрицы, боковые поверхности плит, поверхность торца штифта	50,0 – 12,5
Поверхности, не обеспечивающие точных соединений или направления	Поверхности опорной части головки винта, болта, поверхность хвостовика, соприкасающаяся с поверхностью отверстия в ползуне, поверхности разовых упоров	12,5 – 6,3
Торцевые и боковые поверхности, обеспечивающие точные соединения или направления	Тыльная поверхность торца матриц и пуансонов, поверхности трафаретов, соприкасающиеся с деталью, поверхность торца пружин , цилиндрическая поверхность штифтов, посадочная поверхность фиксаторов, упоров и отверстий для их установки, поверхность направляющих отверстий в съемниках	1,6 – 0,8
Боковые поверхности , обеспечивающие особо точные соединения или направления; опорные базовые поверхности	Поверхности посадочных поверхностей пуансонов, матриц, направляющих колонок и втулок, поверхности отверстия для посадки пуансонов, матриц, направляющих колонок и втулок; горизонтальные поверхности плит, пуансонодержателей матрицедержателей, нерабочие (тыльные) поверхности пуансонов и матриц; рабочая поверхность фиксаторов	0,8 – 0,4
То же, качения	То же	0,16 – 0,08
Рабочие поверхности при штамповке стальных деталей	Боковые и торцевые рабочие поверхности пуансонов и матриц для разделительных и формообразующих материалов	0,8 – 0,4
То же, при штамповке деталей из цветных металлов и неметаллических материалов	То же	0,2 – 0,1

Белорусско-Российский технологический университет

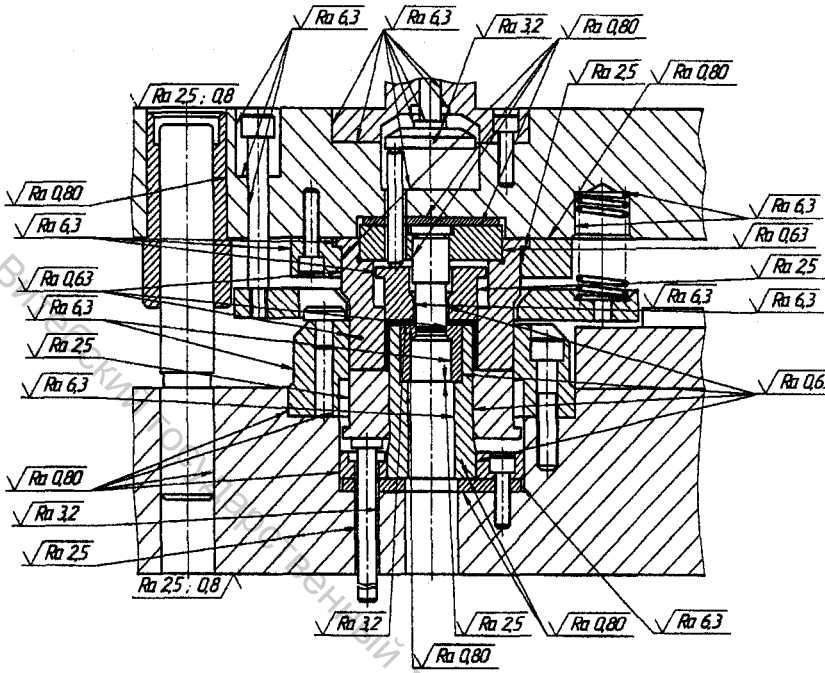


Рис. 2.58 Шероховатость обработки поверхностей деталей штампов

Не указанные в технической документации на детали штампов предельные отклонения размеров должны соответствовать для отверстий H14, для валов h14, остальные ±IT14/2.

Если штампы крепятся к прессу с помощью хвостовика, то ось хвостовика должна совпадать с центром давления штампа.

Направляющие узлы рекомендуется размещать симметрично относительно центра давления штампа.

2.9.3 Материалы для изготовления деталей штампов

На выбор материалов непосредственно влияет конфигурация изготовляемой детали. Если рабочие части штампа имеют сложную форму и нетехнологичны для термической обработки, то для их изготовления следует выбирать высоколегированные стали, которые в меньшей степени подвержены короблению и обладают более прочной структурой после закалки.

Библиотека Полоцкого государственного технологического университета

При ударных нагрузках рабочие части штампа необходимо изготовить из сталей, обладающих большой вязкостью.

На выбор материала рабочих деталей штампа влияет сортимент штампуемых материалов, который постоянно изменяется. Одним материалам придают большую пластичность, другим прочность и пластичность. Для материалов специального назначения, которым придают особые свойства, например электротехнические стали, вводят компоненты, которые качественно изменяют свойство штампуемого материала. При этом прочностные свойства штампуемого материала становится сопоставимы с материалом рабочих частей штампа. В таких случаях необходимо использование в штампах твердосплавных рабочих частей.

Рекомендации по выбору материалов для изготовления рабочих элементов в зависимости от условий их эксплуатации приведены в таблице 2.42.

Таблица 2.42

Штампуемые материалы	Рабочие элементы штампа	Марки материалов для изготовления рабочих элементов штампов	HRC после термообработки стальных деталей	
			матриц (пуансон-матриц)	пуансонов, ножей
1	2	3	4	5
Штампы для разделительных операций				
Низкоуглеродистые стали, цветные металлы и их сплавы, неметаллические материалы толщиной до 3 мм	Пуансоны, матрицы, пуансон-матрицы и их секции простой формы, ножи для резки отходов и шаговые ножи	У8А; У10А; 7Х3; 9ХС	57 - 61	55 - 59
То же, св. 3 мм.		Х12М; Х12Ф; 9ХВГ; 5ХВ2С	57 - 61	55 - 59
То же, св. 3 до 8 мм	Пуансоны, матрицы, пуансон-матрицы и их секции сложной формы	Х12М; Х12Ф; 9ХВГ; 5ХВ2С; Х12Ф4М	57 - 61	55 - 59
То же, св. 8 до 12 мм.	Пуансоны, матрицы, пуансон-матрицы для чистовой вырубки-пробивки	7ХГ2ВМ; Х6ВФ; Х12М; Х12Ф1; Р18	59 - 63	57 - 61

Гомельский государственный технологический университет

1	2	3	4	5
Трудно деформируемые материалы, в т. ч. сталь 45 толщиной до 3 мм	Пуансоны, матрицы, пуансон-матрицы любой формы	Х12Ф1; 6Х6В3МФС; ВК20; ВК25	57 - 61	55 - 59
Электротехническая сталь (и другие материалы – в массовом производстве) толщиной до 0,5 мм	Пуансоны простой формы; матрицы простой формы; пуансоны сложной формы; матрицы сложной формы	ВК11; ВК15; ВК20; ВК25	- - - -	- - - -
Штампы для формоизменяющих операций				
Низкоуглеродистые стали, цветные металлы и сплавы толщиной до 1 мм	Пуансоны, матрицы, прижимы простой формы с габаритными размерами, не превышающими имеющийся листовой (полосовой) прокат	У8А; Х12М; 8ХФ; ВК8 – ВК30	55 - 59	53 – 57
	То же, сложной формы	У10А; ШХ15; 9ХС; Х12Ф1; ВК11 – ВК30	55 - 59	53 – 57
	То же, любой формы с габаритными размерами, превышающими имеющийся листовой (полосовой) прокат	Специальный никелевый чугун	-	-
Конструкционная сталь 45 и аналогичные марки толщиной до 8 мм	То же, любой формы и размеров	Х12М; Х12ВМ; Х12ВФ1; 7ХГ2ВМ	59 - 63	57 – 61
Коррозионностойкая сталь толщиной до 6 мм		Модифицированный чугун	-	-

Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблицы 2.42

1	2	3	4	5
Титановые сплавы	То же, любой формы и размеров	Чугун МН: Сч 35; Сч 32; БрНАЖ10-4-4; БрАНЖ6Н6	-	-
То же, при вытяжке с нагревом		5ХГМ; 3Х2В8Ф; 4ХС	51,8-47,5	51,8-47,5
		ХН70ВМТЮ	-	-

Для изготовления деталей технологического, конструктивного, кинематического и вспомогательного назначения используют в основном углеродистые стали обыкновенного качества, а также легированные конструктивные стали. В отдельных случаях используется шарикоподшипниковая сталь.

Для изготовления игольчатых пружин применяют сталь марок: 60С2А, 60С2, 50ХФА, 65С2ВА и др. Для изготовления пластинчатых пружин применяют сталь марки 65Г, поставляемую в виде лент или листов.

Наряду со стальным прокатом используют отливки из конструкционной нелегированной и легированной сталей, а также чугуна марок Сч24, Сч25.

В таблице 2.43 приведены рекомендации по выбору материалов для изготовления деталей общего назначения.

Таблица 2.43

Детали штампов	Рекомендуемые марки металлов	HRC после термической обработки
1	2	3
Детали технологического назначения		
Упоры: К шаговым ножам Цилиндрические, грибковые, со скосом, Г-образные, утопающие, шаговые и др. Проволочные Разовые	 У10А 45 Проволока классов I, II или IIА 45	 59 – 63 42 – 46,5 - 30 – 34,5
Стержни упоров	45	34 – 38
Рычаги упоров	35	-

Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблицы 2.43

1	2	3
Шпильки упоров	45	38,5 – 42,5
Прижимы боковые (цельный и составные с роликом)	45	42 – 46,5
Ролики к составным боковым прижимам	У8А	55 – 59
Прижимы боковые пружинные, т.ч. пластинчатые	65Г	46,5 – 51,5
Ползушки: Пружинных прижимов Боковых клиновых прижимов	 40Х 45	 49,5 – 54 42 – 46,5
Клинья клиновых прижимов	У8А	55 – 59
Прижимы колодочные	45	42 – 46,5
Трафареты	20, 45	42 – 46,5
Планки направляющие для направления полосы (ленты)	45	34 – 36
Вставки к направляющим планкам	ВК15, ВК20	-
Перетяжные ребра	Х12М, 9ХС	57 – 61
Отлипатели	У8А,	43,5 – 49,5
Фиксаторы всех видов	У8А	54,5 – 55
Сбрасыватели	45	34 – 38
Съемники неподвижные: Не направляющие Направляющие Простой формы (в твердосплавных штампах) Сложной формы (в твердосплавных штампах)	 Ст3 45, 45Х У8А 9ХС, 9ХВГ	 - 42 – 46,5 42 – 45,5 42 – 46,5
Выталкиватели: не являющиеся составными элементами матриц (пуансонов) являющиеся составными элементами матриц (пуансонов)	 45 У8А, У10А, 7Х3, 9ХС, Х12М, Х12Ф1, 9ХВГ	 42 – 46,5 57 - 61
Прижимы и опоры штампов для чистовой вырубки - пробивки	Х12М	55,5 – 59
Прижимы и выталкиватели крупные с относительно тонкими стенками, воспринимающие ударные нагрузки	5ХНВ, 5ХНВ	54 – 58

Электронный архив библиотеки Брянский государственный технологический университет

Продолжение табл. 2.43

1	2	3
Детали конструктивного назначения		
Плиты верхние и нижние штампов с направляющими скольжения	Ст3, Ст4 30Л, СЧ45	- -
То же, штампов с направляющими качения	45, 40Л, СЧ24	32 – 36
Плиты промежуточные	СЧ25, 45Л, 45	-
Планки поддерживающие	Ст3	-
Плитки подкладные	45	43 – 46,5
Матрицедержатели	Ст3	-
Пуансонодержатели	Ст3	-
Державки: Для быстросменных пуансонов и матриц С шариковым креплением пуансонов и матриц	 45 20	 42 – 46,5 59 – 63
Шпонки для фиксации положения пуансонов и матриц	45	41,5 – 46,5
Пуансонодержатели штампов для чистовой вырубки – пробивки	Х12М	55 – 59
Детали направляющих узлов: Колонки направляющих скольжения Втулки направляющих скольжения Колонки направляющих качения Втулки направляющих качения Сепараторы Плитки направляющие всех видов	 20 20 ШХ15 ШХ15 45, 20 У10А	 59 -63 55 – 59 61 – 65 59 – 63 35,5 – 39,5 57 – 61
Детали направляющих узлов: Призмы направляющие всех видов Планки направляющие кареток и ползушек	 40Х 20	 49,5 – 53,5 55 – 59
Детали кинематического назначения		
Клинья	45	42 – 46,5
Ползушки	45, 20	42 – 46,5

Московский государственный технологический университет

Продолжение табл. 2.43

1	2	3
Рычаги	45	32 – 35,5
Оси рычагов	45, Ст6	42 – 46,5
Кронштейны рычагов	45, 35	32 – 35,5
Тяги	35	-
Вспомогательные детали		
Хвостовики неподвижные	35, Ст4, Ст5	42 – 46,5
Хвостовики плавающие	45	42 – 46,5
Фланцы и подпятники плавающих хвостовиков	45	42 – 46,5
Толкатели всех видов	45	37 – 41,5
Траверсы всех видов	45	42 – 46,5
Пробки для установки штифтов в закаленных деталях	20	-
Противоотжимы	45	41,5 – 46,5
Ограничители хода всех видов	45	36,5 – 39,5
Втулка направляющая для толкателя	У8А	51,5 – 56
Гайка отлипателей	45	36,5 – 42
Шайбы буферных устройств	45	42 – 46,5
Штоки (шпильки) буферных устройств	40Х	-
Пружины: Сжатии, растяжения, кручения из проволоки круглого сечения Тарельчатые Пластинчатые Резиновые Полиуретановые	 Проволока классов I,II и IIA 60С2А, 50ХФА, 70С3А,65Г Резина маслобензостойкая подгруппы 4,8 Полиуретан СХУ – 7А	 46 – 52 45,5 – 51,5 44,5 – 49,5 Твердость 50-70 по Шору А Твердость 76-86 по Шору А
Втулки, штыри и гайки для установки пружин	35	-
Корпусы держателей буфера	СЧ25, 40Х	-
Кожухи ограничительные, щитки	Ст3	-
Штыри транспортные: Резьбовые Накладные Для заливки	 45 30 20	 - - -
Брусья подкладные	45Л, 45	-

Электронный архив Белорусский национальный технологический университет

Витебский государственный технологический университет

3 Штампы для горячей объемной обработки

Основным достоинством горячей обработки металлов является снижение усилия деформации, которое по сравнению с холодной обработкой может быть меньше в 30-40 раз. Пластичность металла после нагрева возрастает, что позволяет получать поковки сложной формы. Деформирование металла в штампе происходит в условиях перемещения нагретого металла относительно формообразующих поверхностей ручьев штампа. В результате имеет место интенсивный износ штампов. Эффективность процессов горячей обработки определяется стойкостью штампов. Повышение стойкости штампов для горячей обработки является актуальной конструкторско-технологической задачей.

На рис. 3.1 представлены технологические схемы основных типов штампов. В открытых штампах (рис. 3.1,а) избыток металла после заполнения полости ручья штампа вытесняется в специальную облойную канавку, расположенную по периметру ручья. Технологией штамповки в закрытых штампах (рис. 3.1,б) избыток металла не предусматривается. Объем исходной заготовки равен объему поковки. Поэтому облойные канавки в закрытых штампах отсутствуют. В штампах с разъемной матрицей (рис. 3.1, в) за счет двух плоскостей разъема – по торцу пуансона и плоскости смыкания полуматриц, возможно получение поковок более сложной конфигурации, чем с одной плоскостью разъема. Такие штампы расширяют технологические

возможности объемной штамповки, но более сложны конструктивно и технологически.

Штампы классифицируют по используемому оборудованию, конструктивным признакам, назначению, габаритам и т.д.

По применяемому оборудованию штампы разделяются на две группы:

- штампы, используемые на универсальном оборудовании (молоты, кривошипные, гидравлические прессы, ковочные машины);
- штампы, используемые на специализируемом оборудовании (ротационно-ковочные машины, вальцы, прокатные станы).

По конструктивному признаку штампы разделяются на открытые, закрытые, цельные (монолитные) и сборные; с разъемными матрицами; с выталкивателями и без них.

По назначению различают штампы для выдавливания, колибрования, обрезки и т.д.

По количеству ручьёв штампы подразделяются на одноручьевые и многоручьевые.

По габаритам (массе) штампы разделяются на мелкие (масса до 30 кг), средние (30–200 кг), крупные (200 – 2000 кг) и очень крупные (свыше 2000 кг).

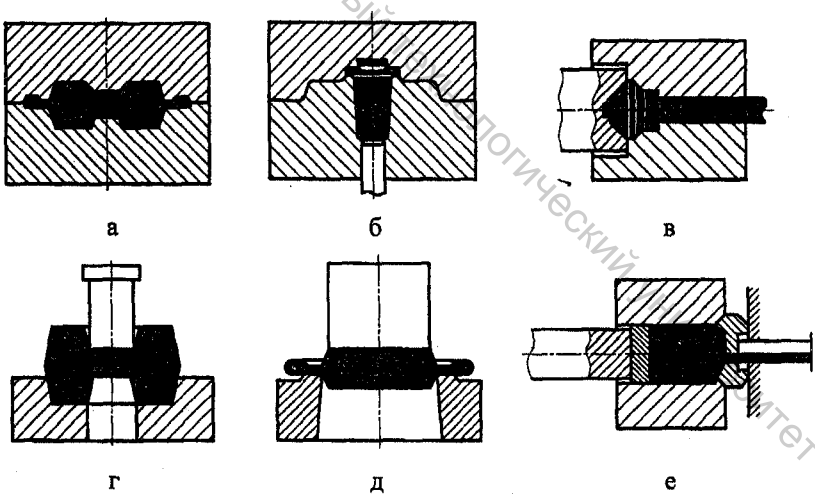


Рис. 3.1 Технологические схемы штампов:
а –для открытой штамповки; б – закрытой штамповки;
в – штамповки в разъемных матрицах; г – пробивки отверстий; д – обрезки облоя; е – прессования

Витебский государственный технологический университет

3.1 Конструктивные и технологические параметры поковки

Обозначение размеров и название элементов поковок приведены на рис. 3.2.

Элементы поковок (рис. 3.2, б).

Полотно – тонкая стенка поковки, штампуемая в горизонтальной плоскости.

Ребро – тонкая стенка или выступ поковки, расположенной в вертикальной плоскости.

Бобышка – выступ на поковке, длина которого равна ширине.

Припуск – слой металла, срезаемый при обработке поковки.

Напуск – необходимый избыток металла, вызываемый особенностями технологического процесса формообразования поковки.

Разновидности напусков и их назначение:

штамповочные уклоны необходимы для обеспечения свободного извлечения готовой поковки из ручья штампа;

заливы* применяют для упрощения формы полости чистового ручья с целью создания условий, необходимых для предотвращения брака поковок, повышение стойкости ручья, а также для создания участков, обеспечивающих вырубку – пробивку, необходимую для испытания механических свойств;

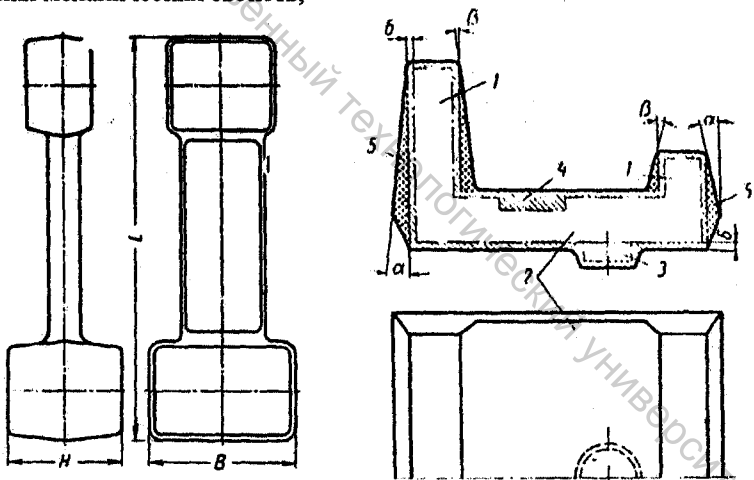


Рис. 3.2 Геометрические параметры поковок:
а – основные размеры; б – элементы поковки;
1 – ребро; 2 – полотно; 3 – бобышка; 4 – залив; 5 – напуск; 6 – припуск;
α – наружный; β – внутренний штамповочные уклоны

Примечание*. Термин «залив» сложился исторически и к заливке металла отношения не имеет.

Витебский государственный технологический университет

радиусы переходов (R) в местах сопряжения отдельных элементов поковки, требуемые для предотвращения поверхностных дефектов на поковках в виде складок металла и трещин и облегчения течения металла;

закругления (r) – необходимы для уменьшения концентрации напряжений в углах дна полости чистового ручья.

К конструктивным параметрам поковок также относятся: класс точности, группа стали, степень сложности, конфигурация поверхности разъема штампа.

Стандарт устанавливает пять классов точности: Т1 – Т5, три группы сталей: М1 – М3, четыре степени сложности: С1 – С4, три вида конфигурации поверхности разъема штампов: плоскую (П), симметрично изогнутую ($И_с$), не симметрично изогнутую ($И_н$).

Класс точности поковки зависит от используемого оборудования, технологического процесса и определяется по таблице 3.1.

Стали с массовой долей углерода до 0,35% включительно и суммарной массовой долей легирующих элементов до 2% включительно отнесены к первой группе – М1. Ко второй группе (М2) отнесены стали с массовой долей углерода > 0,35...0,65% включительно или суммарной массовой долей легирующих элементов > 5,0% отнесены к третьей группе – М3.

Таблица 3.1

Выбор класса точности поковки

Основное деформирующее оборудование, технологические процессы	Класс точности литья				
	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5
Кривошипные горячештамповочные прессы: открытая (облойная) штамповка				+	+
закрытая штамповка		+	+		
выдавливание			+	+	
Горизонтально-ковочные машины				+	+
Прессы гидравлические, винтовые				+	+
Горячештамповочные автоматы		+	+		
Штамповочные молоты				+	+
Калибровка объемная (горячая или холодная)	+	+			
Прецизионная штамповка	+				

За критерий для классификации поковок по степени сложности принято отношение массы (объема) $G_п$ поковки к массе (объему) $G_ф$ геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки. В качестве такой геометрической фигуры стандарт рекомендует использовать шар, параллелепипед, цилиндр с не перпендикулярными к

Высокий государственный технологический университет

его оси торцами или прямую правильную призму (рис. 3.3), преимущественно выбирается фигура с наименьшим объемом.

При вычислении отношения $G_п/G_ф$ принимают ту из геометрических фигур, масса (объем) которой наименьшая. При определении размеров, описывающих поковку геометрической фигуры, допускается исходить из увеличений в 1,05 раза габаритных линейных размеров детали, определяющих положение ее обработанных частей.

Степеням сложности поковок соответствуют следующие численные значения отношений $G_п/G_ф$:

С1…св. 0,63 до 1,0

С2…св 0,32 до 0,63

С3…св 0,16 до 0,32

С4…до 0,16

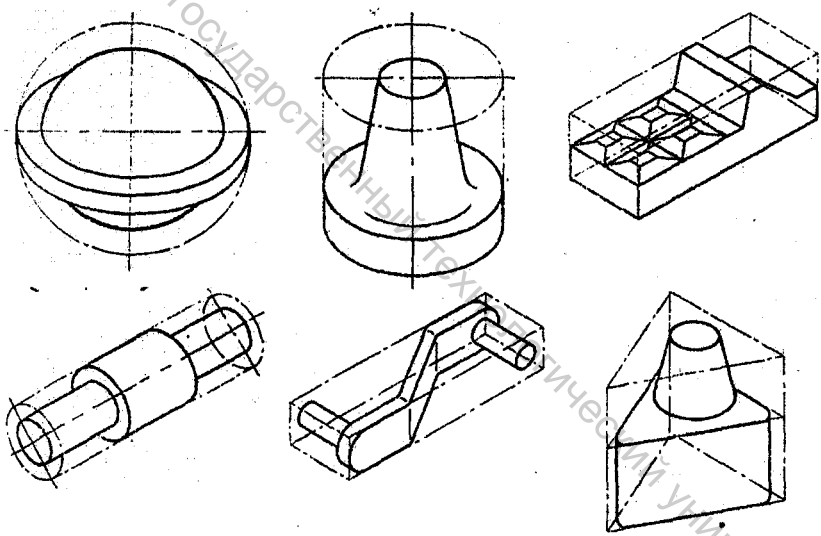


Рис. 3.3 Геометрические фигуры для определения сложности поковок

Степень сложности С4 устанавливается для поковок с тонкими элементами, например, в виде диска, фланца, кольца (рис. 3.4), в том числе с пробиваемыми перемычками, а также для поковок с тонкими стержневыми элементами, если отклонение t/D; t/L; t(D-d) не превышает 0,20 и t не более 25 мм (где D – номинальный размер тонкого элемента, d – диаметр элемента поковки, толщина которого превышает t).

Белгородский государственный технологический университет

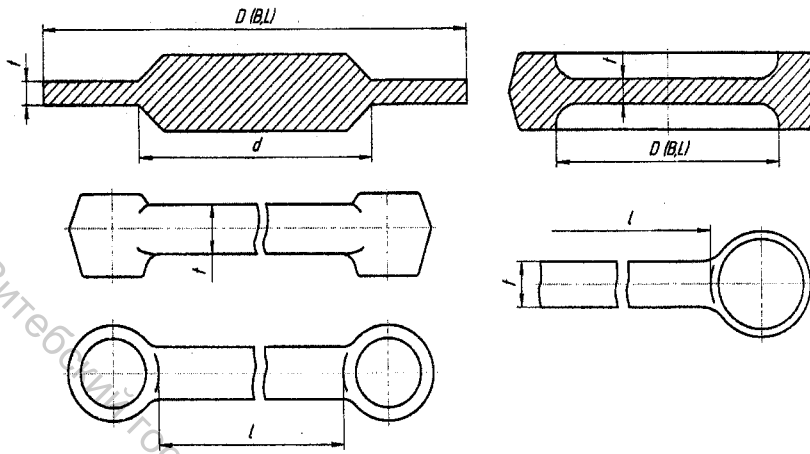


Рис 3.4 Геометрические элементы поковки, определяющие ее степень сложности

Для поковок, полученных на горизонтально ковочных машинах, допускается определять степень сложности в зависимости от числа переходов: С1 – не более чем при двух переходах; С2 – при трех переходах; С3 – при четырех переходах; С4 – более чем при четырех переходах или при изготовлении на двух ковочных машинах.

В качестве показателя, учитывающего в обобщенном виде сумму конструктивных параметров (класс точности, группу стали, степень сложности, конфигурацию поверхности разъема) и массу поковки, принят **исходный индекс.**

Определение исходного индекса начинают с определения массы поковки. Расчетная масса поковки определяется исходя из ее номинальных размеров. Ориентировочную величину расчетной массы поковки G_n допускается вычислить из формулы:

$$G_n = M_{дет} \cdot K_p, \qquad (3.1)$$

где G_n – расчетная масса поковки, кг; $M_{дет}$ – масса детали, кг; K_p – расчетный коэффициент, устанавливаемый в соответствии с таблицей 3.2.

Исходный индекс для последующего назначения припусков и допусков поковки определяется в зависимости от массы, марки стали, степени сложности и класса точности поковки (таблица 3.3).

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.2

Коэффициент ($К_р$) для определения ориентировочной расчетной массы поковки

Группа	Характеристика детали	Типовые представители	$К_р$
1	2	3	4
1	Удлиненной формы		
1.1	С прямой осью	Валы, оси, цапфы, шатуны	1,3 – 1,6
1.2	С изогнутой осью	Рычаги, сошки рулевого управления	1,1 – 1,4
2	Круглые и многогранные в плане		
2.1	Круглые	Шестерни, ступицы, фланцы	1,5 – 1,8
2.2	Квадратные, прямоугольные, многогранные	Фланцы, ступицы, гайки	1,3 – 1,7
2.3	С отростками	Крестовины, вилки	1,4 – 1,6
3	Комбинированной (содержащие элементы групп 1 и 2-й конфиг.)	Кулачки поворотные, коленчатые валы	1,3 – 1,8
4	С большим объемом необрабатываемых поверхностей	Балки передних осей, рычаги переключения коробок передач, буксирные крюки	1,1 – 1,3
5	С отверстиями, углублениями, поднутрениями, не оформляемыми в поковке при штамповке	Полые валы, фланцы, блоки шестерен	1,8 – 2,2

Примеры.

1. Поковка массой 0,5 кг, группа стали М1, степень сложности С1, класс точности Т2.

Исходный индекс – 3.

2. Поковка массой 1,5 кг, группа стали М3, степень сложности С2, класс точности Т1.

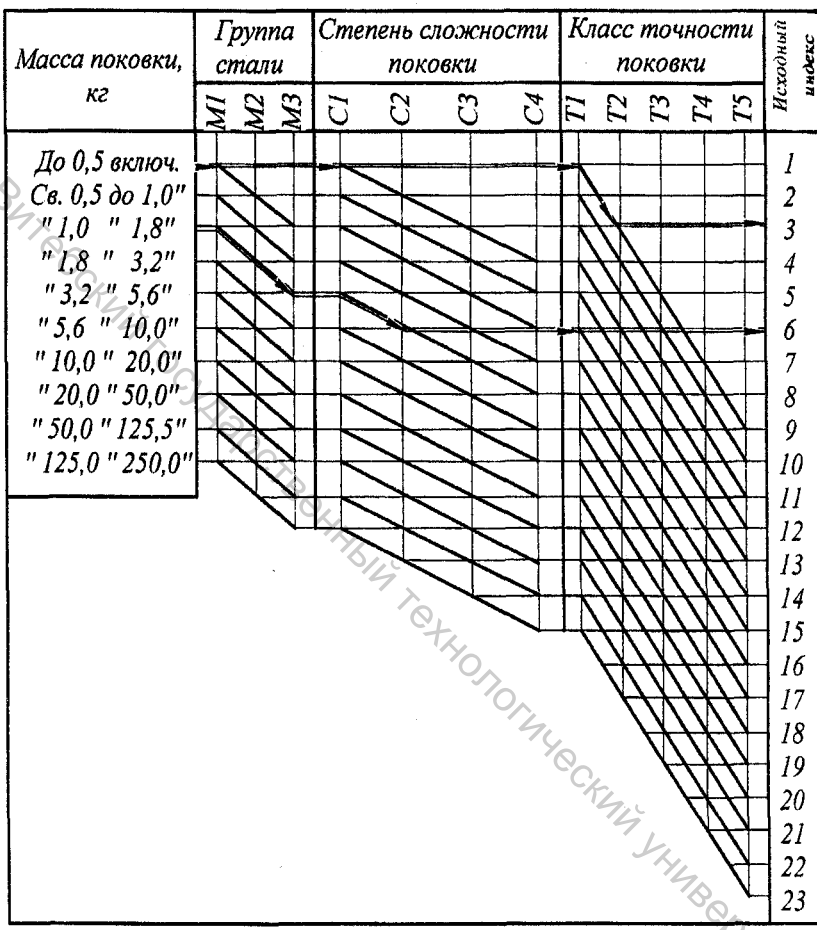
Исходный индекс – 6.

Исходный индекс должен быть указан на чертеже поковки.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.3

Таблица для определения исходного индекса



Витебский государственный технологический университет

Назначение припусков и допусков на механическую обработку

Припуск на механическую обработку включает основной и также дополнительные припуски, учитывающие отклонение формы поковки. Величины припусков назначают на одну сторону номинального размера поковки. Основные припуски на механическую обработку поковок в зависимости от исходного припуска устанавливают по таблице 3.4.

Таблица 3.4

Основные припуски на механическую обработку (на сторону), мм

Исходный индекс	Толщина детали, мм											
	До 25			25 – 40			40 – 63			63 – 100		
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота детали, мм											
	До 40			40 – 100			100 – 160			160 – 250		
	Ra, мкм											
	100 12,5	10 1,6	1,25	100 12,5	10 1,6	1,25	100 12,5	10 1,6	1,25	100 12,5	10 1,6	1,25
1	0,4	0,6	0,7	0,4	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9
2	0,4	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9
3	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0
4	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1
5	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2
6	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4
7	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5
8	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6
9	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8
10	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9
11	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0
12	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2
13	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5
14	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7
15	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0
16	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3
17	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5
18	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8
19	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1
20	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7
21	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1
22	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6
23	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2

Витебский государственный технологический университет

В зависимости от класса точности Т устанавливают дополнительные припуски, учитывающие смещение поковки (табл. 3.5), изогнутость, отклонение от плоскостности и прямолинейности (табл. 3.6), отклонение межосевого расстояния (табл. 3.7).

Таблица 3.5

Смещение по поверхности разъема штампов

Масса поковки, кг	Припуски для классов точности, мм									
	Плоская поверхность разъема (П)									
	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5					
			Симметрично изогнутая поверхность разъема ($И_с$)							
			Т1	Т2	Т3	Т4	Т5			
				Несимметрично изогнутая поверхность разъема ($И_н$)						
				Т1	Т2	Т3	Т4	Т5		
До 0,5 включ.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3		
Св. 0,5 до 1,0				0,2		0,3				
Св. 1,0 до 1,8			0,2		0,3			0,4		
Св. 1,8 до 3,2		0,2					0,4	0,5		
Св. 3,2 до 5,6	0,2			0,3		0,4	0,5	0,6		
Св. 5,6 до 10,0		0,3	0,3		0,4	0,5	0,6	0,7		
Св. 10,0 до 20,0	0,3			0,4	0,5	0,6	0,7	0,9		
Св. 20,0 до 50,0			0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2		
Св. 50,0 до 125,0		0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,6		
Св. 125,0 до 250	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,6	2,0		

Таблица 3.6

Изогнутость, отклонения от плоскостности и прямолинейности, мм

Наибольший размер поковки, мм	Припуск для классов точности, мм					Допускаемые отклонения по изогнутости по классам точности				
	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
До 100 включ.	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
Св. 100 до 160	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
Св. 160 до 250	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
Св. 250 до 400	0,3	0,4	0,4	0,5	0,8	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6
Св. 400 до 630	0,4	0,5	0,5	0,6	1,0	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0

Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Св. 630 до 1000	0,5	0,6	0,6	0,8	1,2	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5
Св. 1000 до 1600	0,6	0,8	0,8	1,0	1,6	1,2	1,6	2,0	2,5	3,2
Св. 1600 до 2500	0,8	1,0	1,0	1,2	2,0	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0

Таблица 3.7

Отклонение межосевого расстояния, мм

Расстояние между центрами, осями, мм	Припуски для классов точности, мм				
	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5
До 60 включ.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3
Св. 60 до 100	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5
Св. 100 до 160	0,2	0,2	0,3	0,5	0,8
Св. 160 до 250	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2
Св. 250 до 400	0,3	0,5	0,8	1,2	1,6
Св. 400 до 630	0,5	0,8	1,2	1,6	2,0
Св. 630 до 1000	0,8	1,2	1,6	2,0	2,5
Св. 1000 до 1600	1,2	1,6	2,0	2,5	4,0
Св. 1600 до 2500	1,6	2,0	2,5	4,0	6,0

Минимальная величина радиусов закруглений наружных углов поковок в зависимости от глубины полости ручья штампа устанавливается по табл. 3.8.

Таблица 3.8

Числовые значения радиусов закруглений, мм

Масса поковки, кг	Минимальная величина радиусов закругления, мм, при глубине полости ручья штампа, мм			
	До 10 включ.	10 – 25	25 – 50	Св. 50
До 1,0 включ.	1,0	1,6	2,0	3,0
Св. 1,0 до 6,3	1,6	2,0	2,5	3,6
Св. 6,3 до 16,0	2,0	2,5	3,0	4,0
Св. 16,0 до 40,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Св. 40,0 до 100,0	3,0	4,0	5,0	7,0
Св. 100,0 до 250,0	4,0	5,0	6,0	8,0

Витебский государственный технологический университет

Допуски и отклонения линейных размеров поковок назначаются в зависимости от исходного индекса и размеров поковки по табл. 3.9.

Таблица 3.9

Допуски и отклонения линейных размеров, мм

Исходный индекс	Наибольшая толщина поковки, мм					
	До 40		40 – 63		63 – 100	
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки, мм					
	До 40		40 – 100		100 – 160	
1	2	3	4	5	6	7
1	0,3	+0,2 -0,1	0,4	+0,3 -0,1	0,5	+0,3 -0,2
2	0,4	+0,3 -0,1	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2
3	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2
4	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3
5	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3
6	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3
7	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4
8	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5
9	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5
10	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7
11	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8
12	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9
13	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0
14	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1
15	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2
16	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3

Библиотека Брестского государственного технического университета

1	2	3	4	5	6	7
17	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5
18	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7
19	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9
20	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1
21	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4
22	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7
23	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0

Отклонения внутренних размеров поковок устанавливаются с обратными знаками.

Числовые значения конструктивных параметров (табл. 3.1-3.9) необходимы для расчета размеров поковок, штампуемых на молотах, кривошипных горячештамповочных прессах, горизонтальных ковочных машинах.

3.2 Штампы для молотов

Штампы для молотов разделяются на два вида: закрепленные и подкладные (незакрепленные). На закрепленных открытых штампах производят штамповку всех форм поковок в условии массового и крупносерийного производства. На закрепленных закрытых штампах производится штамповка поковок типа тел вращения или поковок с вертикальными или почти вертикальными стенками по периметру в условиях крупносерийного массового производства. Применение этого типа штампов целесообразно при производстве поковок из стали с пониженной пластичностью.

Незакрепленные (подкладные) открытые и закрытые штампы применяются для штамповки на ковочных молотах поковок относительно простой формы.

В закрепленных открытых штампах предусматривают один – шесть ручьев; в закрепленных закрытых – один – три ручья; в подкладных закрытых и открытых – обычно один ручей.

Витебский государственный технологический университет

3.2.1 Разработка чертежей поковок, штампуемых на молотах

Выбор штамповочных уклонов. Штамповочные уклоны различают в зависимости от воздействия металла поковки на стенки ручья штампа при его остывании. Если металл отходит от стенки при остывании поковки, то уклон называют внешним α. Если металл прижимается к стенке ручья, то его называют внутренним β (рис. 3.2).

Двойные штамповочные уклоны также могут быть как внешними, так и внутренними, они применимы главным образом на поковках, представляющих собой тела вращения. В некоторых случаях они могут быть применены и на поковках более сложной формы. Например, на отдельных участках коленчатых валов автомобильных двигателей, представляющих собой балансиры. Значения штамповочных уклонов в зависимости от соотношения габаритных размеров поковок приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10

Числовые значения штамповочных уклонов

Отношение H/B или H/D	Штамповочные уклоны			
	обычные одинарные		двойные	
	наружные α°	внутренние β°	основные α°	входные β°
1	2	3	4	5
Св. 0,5 до 1,0	5	7	3	7
Св. 1,0 до 2,5	7	10	3	7
Св. 2,5 до 4,0	7	10	3	7
Св. 4,0 до 5,5	7	12	5	10
Св. 5,5	10	15	5	12

При использовании таблицы 3.10 нужно учитывать следующие обстоятельства:

- если в отдельных местах поковки получаются различные штамповочные уклоны, то их надо унифицировать, приняв большее значение;

- если заполнение ручья штампа осуществляется за счет осадки заготовки, то штамповочные уклоны можно уменьшить до ближайшего меньшего значения.

Радиусы переходов и закруглений (рис. 3.5) назначаются в зависимости от отношения h/b – высоты элемента поковки h к ширине поковки b у искомого радиуса (табл.3.11).

При определении радиусов учитывают следующие положения:

- радиусы закруглений r, меньшие величины припуска, округляют до величины припуска;

- при значении радиуса r, большем величины припуска, последний увеличивают до величины радиуса;

Витебский государственный технологический университет

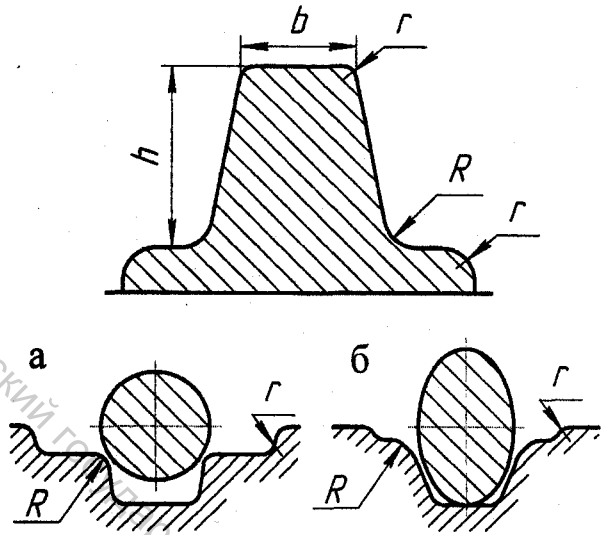


Рис. 3.5 Штамповка выдавливанием (а), осадкой (б)

Таблица 3.11

Числовые значения радиусов закруглений (рис. 3.5)

h/b	r при h				R при h			
	до 25	24 - 45	46 - 80	81- 100	до 25	24 - 45	46 - 80	81- 100
1	2	3	4	5	6	7	8	9
До 2	1,5	2	3	4	5	8	12	15
Св.2 до 4	2	3	4	4,5	6	10	15	20
Св. 4	2,5	3,5	4,5	5	8	15	20	25

- если на чертеже готовой детали величины r и R больше получаемых по табл. 3.11, то их следует принимать по чертежу детали;

- следует принимать значения r и R по табл. 3.11, если они больше соответствующих размеров на чертеже готовой детали;

- при штамповке высоколегированных сталей (30ХГСА, 24Х2МФА, 40ХНМА, 25ХНВА и др.) значения r и R принимают на 20 – 30 % больше табличных.

Полости и наметки отверстий

При штамповке поковок с глухими отверстиями необходимо стремиться получить углубления максимального объема, что приводит к экономии металла и уменьшению механической обработки.

Витебский государственный технологический университет

Неглубокая полость может быть образована тем легче, чем больше диаметр этой полости. Вследствие малой стойкости штамповочных знаков полости диаметром менее 30 мм не выполняются. При большой высоте поковок ограничиваются получением лишь глубоких отверстий (наметок) без последующей просечки отверстий. Верхняя наметка полости выполняется из условия получения глубины, равной двум диаметрам. Высота нижней наметки полости меньше верхней, так как стойкость нижнего знака меньше верхнего (из-за большего его разогрева). Чтобы обеспечить устойчивость заготовки при закладывании ее в ручей, нижний знак должен быть невысоким. При штамповке поковок с наметкой отверстий приходится считаться с тем, что слишком толстые пленки (перемычки) тяжело срезать, а чрезмерно тонкие пленки нецелесообразны по затрате энергии, а также из-за снижения стойкости штамповочных знаков. Если пленка получается большого диаметра и небольшой толщины, то для ее образования требуется затратить много энергии. В этом случае на первой стадии штамповки в черновом ручье целесообразно получать пленку между знаками с большими радиусами закруглений.

При штамповке в чистовом ручье применяются такие знаки, которые образуют в середине пленки магазин (карман). Металл с утолщенных мест пленки вытесняется в него, а сама пленка легко удаляется.

В зависимости от формы и размеров применяют пять типов наметок: с плоской пленкой, с раскосом, с магазином, с карманом, глухую (рис. 3.6).

При конструировании плоской наметки (рис. 3.6,а) большое значение имеет правильный выбор толщины пленки s. При штамповке в зоне пленки происходит осадка с боковым подпором. Давление на выступах, образующих пленку, зависит от отношения диаметра пленки к ее толщине. При малой толщине пленки давление велико и выступы штампа, образующие наметку, могут быть подвергнуты деформации. Возможность деформации усугубляется еще и тем, что при малой толщине пленка быстро остывает, а это еще больше увеличивает давление на выступы. Причем выступы, окруженные раскаленным металлом, быстро нагреваются, а их твердость и прочность снижается. При деформации выступов возможно застревание поковки в штампе.

Вместе с тем при большой толщине пленки требуются повышенные усилия для ее последующей прошивки, которые могут значительно деформировать поковку и затруднить прошивку. Поэтому необходимо, чтобы толщина стенки s для определенных условий была оптимальной. Практически установлено, что отношение $s/D = 0,1$ или $s = 0,1D$, но менее 4 мм.

Учебно-методический технологический институт

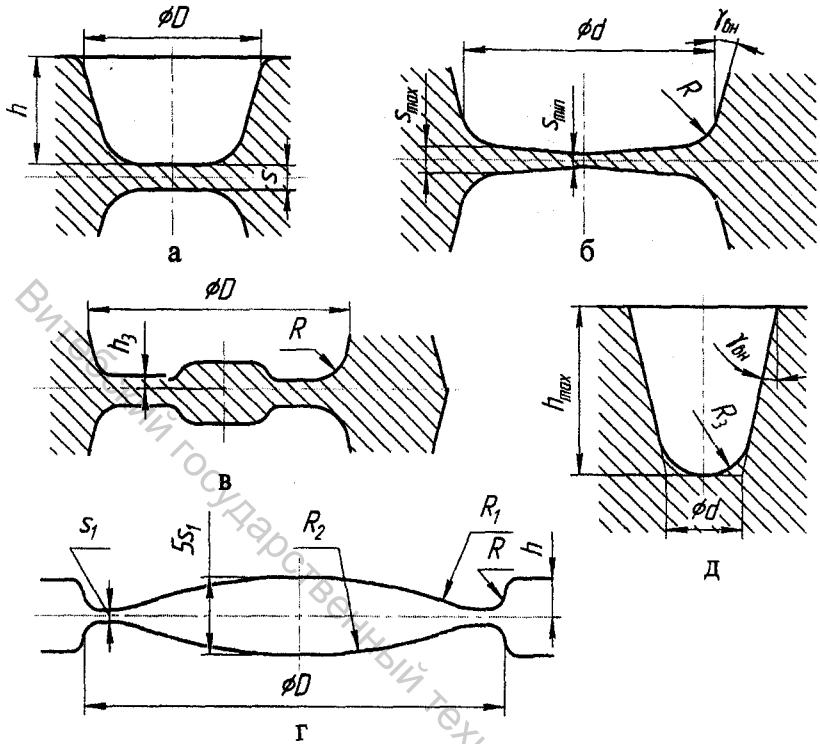


Рис. 3.6 Наметки молотовых поковок:
а – плоская; б – с раскосом; в – с магазином; г – с карманом;
д – глухая

Плоскую наметку выполняют при D < 80 мм. При использовании предварительного ручья плоскую наметку применяют при D < 55 мм. Для D > 80 мм при отсутствии предварительного ручья и для наметок в предварительном ручье любых диаметров, применяют наметку с раскосом, облегчающим течение металла (рис. 3.6, б). Предварительно рассчитывают s как для плоской наметки, а $s_{max} = 1{,}35s$ и $s_{min} = 0{,}65s$.

Наметку с магазином (рис. 3.6, в) применяют при D > 55 мм при наличии предварительного ручья, в котором выполняют наметку с раскосом. В наметке с магазином уменьшается толщина пленки до h_3, что облегчает ее срез. При штамповке в месте образования пленки не возникает повышенных давлений, так как металл вытесняется в полость магазина.

Наметку с карманом (рис. 3.6, г) применяют при D > 150 мм и для низких поковок со сравнительно малым отношением h/D (<0,07).

Витебский государственный технологический университет

Толщина пленки в месте среза при прошивке $s_1 = 0{,}4\sqrt{D}$. Наметку с карманом применяют в основном при штамповке в окончательном ручье предварительно осаженных плоских заготовок.

Глухую наметку (рис. 3.6, д) выполняют для экономии металла, когда ее глубина h_{max} и радиусы R_3 относительно большие; в результате чего прошивка нецелесообразна, а отверстие в дальнейшем получают сверлением.

Пример расчета и выполнения чертежа молотовой поковки

Деталь – рычаг (рис. 3.7)

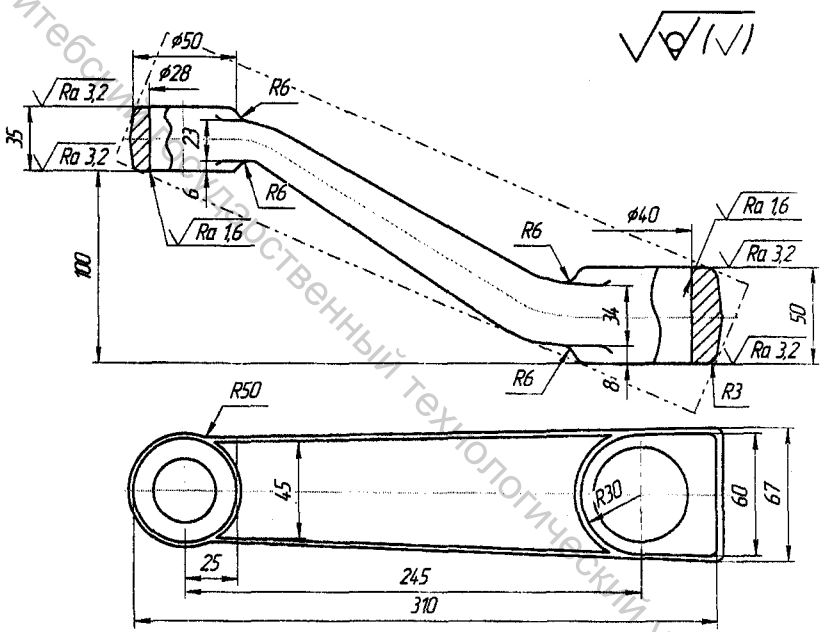


Рис. 3.7 Чертеж детали

Штамповочное оборудование – паровоздушный штамповочный молот.

Нагрев заготовок – пламенный газовый.

Исходные данные по детали

Материал – сталь 12Х2Н4А (по ГОСТ 4543): 0,09 – 0,15% C; 0,17 – 0,3% Si; 0,30 – 0,60% Mn; 1,25 – 1,65% Cr; 3,25 – 3,65% Ni.

Масса детали – 3,30 кг.

Исходные данные для расчета

Масса поковки (расчетная) – 4,25 кг; расчетный коэффициент K_p = 1,3 (табл. 3.2): $3{,}30 \times 1{,}3 = 4{,}25 кг$.

Класс точности – Т5 (табл. 3.1)

Витебский государственный технологический университет

Средняя массовая доля углерода в стали 12Х2Н4А: 0,12% С; суммарная массовая доля легирующих элементов – 5,62% (0,27% Si; 0,45% Mn; 1,45% Cr; 3,45% Ni)/ Группа стали – М3

Степень сложности – С2 (рис. 3.3)

Размеры описывающей поковку фигуры (параллелепипед), мм:

длина 340 (определяется графически);

высота 67 (определяется графически);

ширина 67 (определяется по чертежу).

Масса описывающей фигуры (расчетная):

$$1{,}03^3 \times 34см \times 6{,}7см \times 6{,}7см \times 7{,}85г/см^3 = 12420г = 12{,}42кг;$$

$$\frac{G_П}{G_ф} = \frac{4{,}25}{13{,}06} = 0{,}325$$

Конфигурация поверхности разъема штампа – $И_н$ (изогнутая несимметрично) (табл. 3.1).

Исходный индекс – 16 (табл. 3.3)

Припуски и кузнечные напуски

Основные припуски на размеры (табл. 3.4), мм:

- толщина 50 мм и шероховатость поверхности 3,2;
- толщина 35 мм и шероховатость поверхности 3,2;
- диаметр 40 мм и шероховатость поверхности 1,6;
- диаметр 28 мм и шероховатость поверхности 1,6.

Дополнительные припуски, учитывающие:

Смещение поковки по поверхности разъема штампа (табл. 3.5), мм:

0,6 – диаметр 40;

0,6 – диаметр 28;

отклонение от прямолинейности (табл. 3.6), мм:

0,8 – толщина 50;

0,8 – толщина 35;

отклонение межцентрового расстояния на размер 245 мм – 1,2 мм.

Штамповочный уклон (табл. 3.10):

на наружной поверхности – не более 7° применяется 7°;

на внутренней поверхности – не более 10° применяется 10°.

Размеры поковки и их допускаемые отклонения.

Размеры поковки, мм:

толщина $50 + (2{,}7 + 0{,}8) \times 2 = 57$ принимается 57;

толщина $35 + (2{,}5 + 0{,}8) \times 2 = 41{,}6$ принимаем 41,5;

диаметр $40 - (2{,}5 + 0{,}6 + 1{,}2) \times 2 = 31{,}4$ принимается 31;

диаметр $28 - (2{,}3 + 0{,}6 + 1{,}2) \times 2 = 19{,}4$ принимается 19,5;

высота $100 + (2{,}7 - 2{,}5) = 100{,}2$ принимается 100.

Радиусы закруглений наружных углов для глубины ручья 10 – 25 мм – 2,0мм.

Допускаемые отклонения размеров (табл. 3.9), мм:

Витебский государственный технологический университет

толщина $57^{+2,4}_{-1,2}$; толщина $41{,}5^{+2,4}_{-1,2}$; ширина $60^{+2,4}_{-1,2}$; ширина $50^{+2,4}_{-1,2}$;

высота $100^{+2,7}_{-1,3}$; длина $310^{+3,7}_{-1,9}$; диаметр $31{,}5^{+1,1}_{-2,1}$; диаметр $19{,}5^{+1,1}_{-2,1}$.

Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа 1,2 мм.

Допускаемое отклонение от плоскостности и прямолинейности 1,6 мм.

Допускаемая величина остаточного облоя или срезанной кромки 1,6 мм.

Допускаемое отклонение межцентрового расстояния ±1,2 мм.

Чертеж поковки рычага представлен на рис. 3.8.

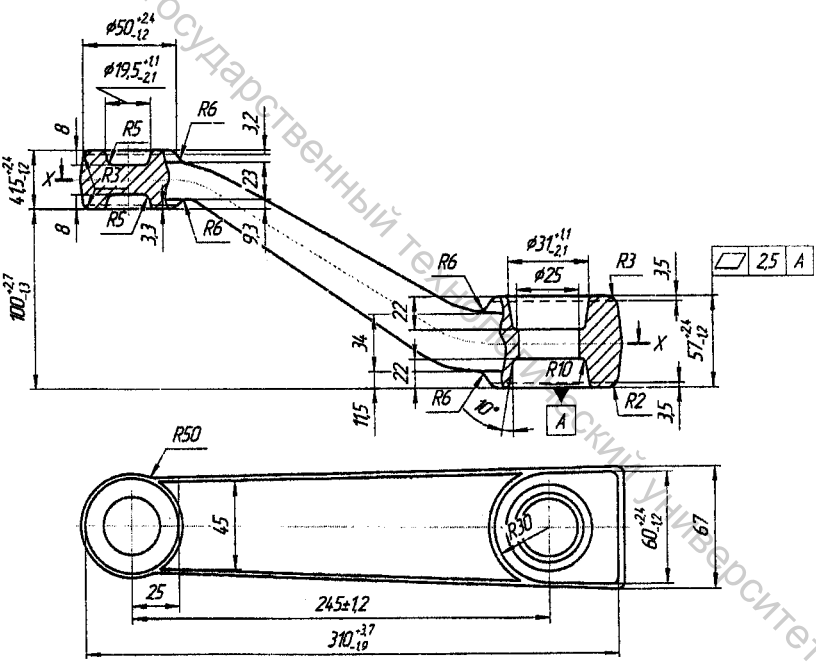


Рисунок 3.8 Чертеж поковки

3.2.2 Технологические элементы открытых молотовых штампов

Открытые (для штамповки с облоем), закрытые (для штамповки без облоя) молотовые штампы (рис.3.9) применяются для различных видов деформаций: осадки (уменьшение высоты и увеличение поперечных сечений); выдавливания (увеличение высоты и уменьшение поперечных сечений заготовки); гибки (отсутствуют линейные

Витебский государственный технологический университет

деформации, зато имеют место угловые) и комбинированной деформации (осуществляются одновременно несколько видов пластической деформации).

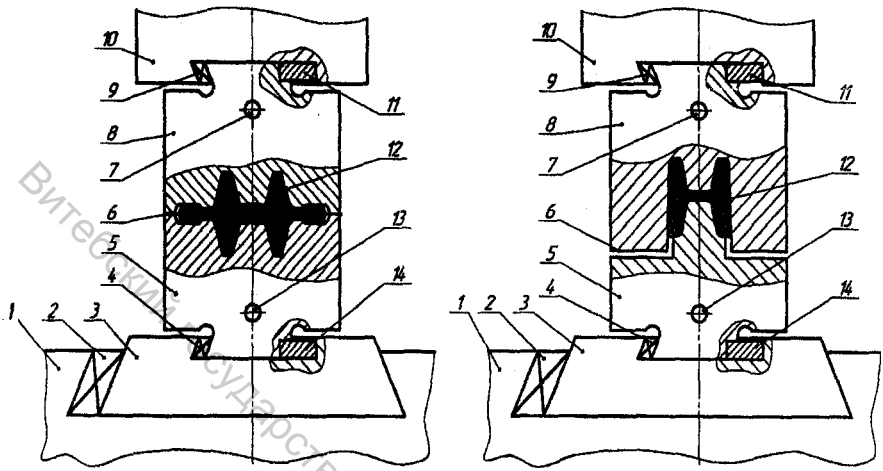


Рис. 3.9 Технологические схемы открытого (а) и закрытого (б) штампов:

1 – шабот; 2 – нижний клин; 3 – штамподержатель; 4 – нижний клин; 5 – нижняя половина штампа; 6 – плоскость разъёма; 7,13 – подъёмные (транспортные) отверстия; 8 – верхняя половина штампа; 9 – верхний клин; 10 – баба молота; 11 – верхняя шпонка; 12 – деформируемая заготовка;14 – нижняя шпонка

Облойные канавки предназначены для размещения избыточного материала. Они имеют **пороговую часть**, представляющую узкий выход из полости штампа и расширенную часть – **магазин**, предназначенный для свободного размещения избыточного материала (рис. 3.10).

Канавку типа I используют в большинстве случаев. Такая канавка обеспечивает большую стойкость порогового выступа, так как верхняя часть штампа прогревается меньше, чем нижняя. Магазин с высотой h_1 можно выполнять в нижней части штампа. Такой вариант целесообразен, когда обрезку производят с поворотом поковки, т. е. в положении обратном положению поковки в окончательном ручье.

Канавку типа II рекомендуется применять в тех случаях, когда по условиям производства нельзя осуществлять точную резку заготовок и объем последней имеет большие колебания. Канавки этого типа рекомендуется применять при штамповке сложных поковок с целью увеличения магазина.

Витебский государственный технологический университет

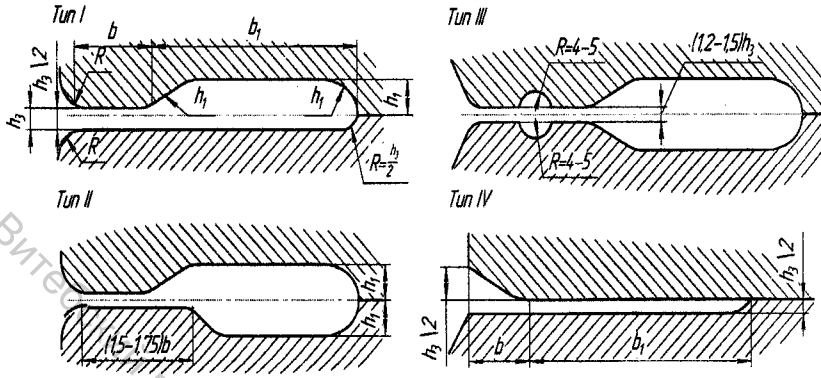


Рис. 3.10 Типы облойных канавок

Канавку типа III следует применять при необходимости резкого повышения сопротивления течения материала в некоторой части окончательного ручья с целью полного заполнения глубоких и сложных частей штампа. Такую канавку выполняют только на отдельных участках контура фигуры ручья.

В канавке ручья типа IV отсутствует магазин для облоя, а имеет место только тормозящий мостик с наклоном. Канавку этого типа применяют для поковок круглой формы в плане, которые штампуют в одном ручье.

В таблице 3.12 приведены рекомендуемые размеры канавки типа I, а также площади поперечного сечения канавки S_k.

Толщину облоя в мостике рекомендуется определять по следующим формулам в зависимости от формы поковки:

для поковок произвольной формы с площадью $F_п$:

$$h_0 = 0{,}015\sqrt{F_П}\,, \tag{3.2}$$

для квадратных со стороной $A_П$:

$$h_0 = 0{,}015 \cdot A_П\,, \tag{3.3}$$

для круглых диаметром $D_П$:

$$h_0 = 0{,}015 \cdot D_П\,. \tag{3.4}$$

Округлив результат, следует подобрать по таблице 3.12 ближайшее значение h_0 и определить номер облоя, которому соответствуют другие размеры канавки по высоте h_1 и R.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.12

Размеры канавки типа I (рис. 3.10)

Канавка (№ по порядку)	h_0	h_1	R при глубине ручья в мм			№ 1. При штамповке осаживанием или наличии элементов выдавливании			№ 2. При штамповке выдавливанием в случае несложной формы поковки			№ 3. При штамповке форм труднозаполняемых с глубокими полостями		
			До 20	20 – 40	Св. 40	b	b_1	$S_{з.к.в}$ $см^2$	b	b_1	$S_{з.к.в}$ $см^2$	b	b_1	$S_{з.к.в}$ $см^2$
	в мм					в мм			в мм			в мм		
1	0,6	3	1	1	1,5	6	18	0,52	6	20	0,61	8	22	0,74
2	0,8	3	1	1,5	1,5	6	20	0,69	7	22	0,77	9	25	0,88
3	1,0	3	1	1,5	2,0	7	22	0,80	8	25	0,91	10	28	1,04
4	1,6	3,5	1	1,5	2,0	8	22	1,20	9	25	1,13	11	30	1,55
5	2	4	1,5	2,0	2,5	9	25	1,36	10	28	1,53	12	32	1,77
6	3	5	1,5	2,0	2,5	10	28	2,01	12	32	2,33	14	38	2,78
7	4	6	2	2,5	3,0	11	30	2,68	14	38	3,44	16	42	3,85
8	5	7	2	2,5	3,0	12	32	3,43	15	40	4,34	18	46	5,06
9	6	8	2,5	3,0	3,5	13	35	4,35	16	42	5,3	20	50	6,42
10	8	10	3	3,5	4,0	14	38	6,01	18	46	7,45	22	55	9,03
11	10	12	3	3,5	4,0	15	40	7,68	20	50	9,88	25	60	12,1

В таблице 3.12 каждому номеру канавки соответствуют три значения ширины мостика b и магазина b_1. При определении размеров канавки для облоя рекомендуется руководствоваться данными, приведенными в таблице 3.12.

Если более сложный элемент преобладает в общей форме поковки, то рекомендуется вдоль всего периметра окончательного ручья применять канавку для облоя одинаковой ширины в соответствии с формой поперечного сечения более сложного элемента. Если более сложный элемент поковки составляет сравнительно небольшую часть общей формы, то для него можно установить ширину канавки для облоя в соответствии с формой поперечного сечения большей, чем на остальном периметре поковки.

Выбор ручья и его конструирование можно производить с помощью: **расчетной заготовки, эпюры сечений расчетной заготовки и коэффициента подкатки.**

Витебский государственный технологический университет

Расчетной называется условная заготовка с круглыми поперечными сечениями, площади которых равняются суммарной площади соответствующих сечений поковки и облоя (рис. 3.11). В соответствии с определением:

$$S_Э = S_П + 2S_О = S_П + 2\xi S_{ОК}, \qquad (3.5)$$

где $S_Э$ площадь поперечного сечения расчетной заготовки в произвольном сечении; $S_п$ – площадь поперечного сечения поковки в произвольном сечении; $S_о$ – площадь сечения облоя; $S_{ок}$ – площадь сечения канавки для облоя; ξ - коэффициент заполнения канавки (табл. 3.13).

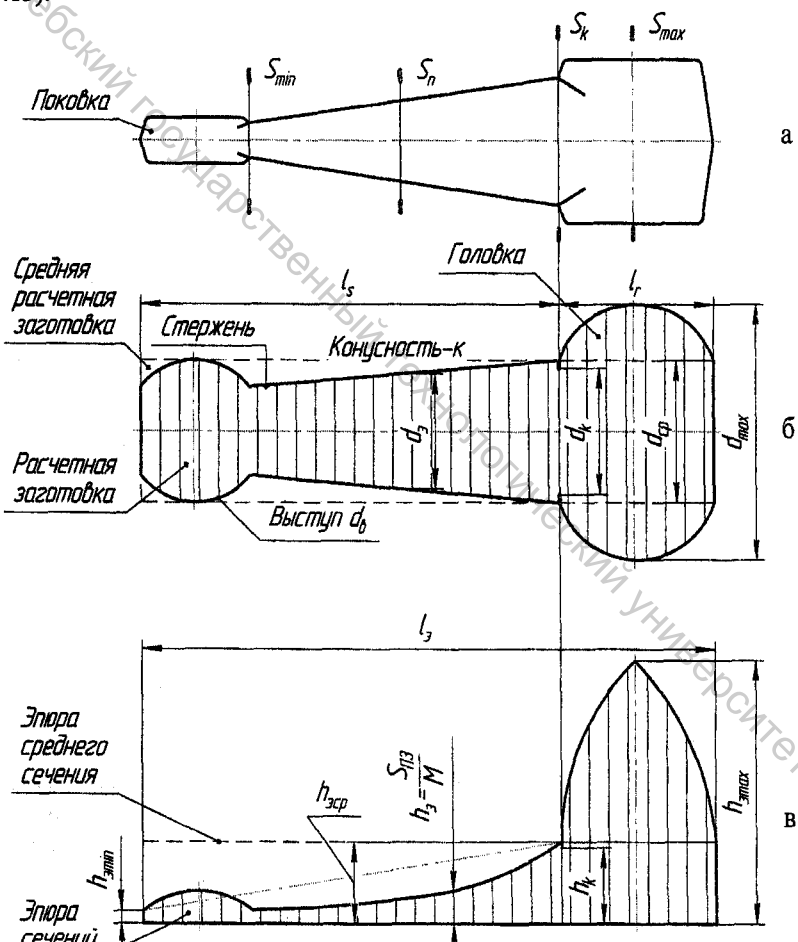


Рис. 3.11 Расчетная заготовка и эпюра сечений:
а – поковка; б – расчетная заготовка; в – эпюра сечений.

Библейский государственный технологический университет

Таблица 3.13

Значение коэффициентов ξ заполнения канавки для облоя

Группы по классификации	Вес, кг	ξ для канавки		
		№ 1	№ 2	№ 3
I	До 1	0,4	0,5	0,6
	1 – 5	0,5	0,6	0,7
	Св. 5	0,6	0,7	0,8
II	До 1	0,3	0,4	0,5
	Св. 1 до 5	0,4	0,5	0,6
	Св. 5	0,5	0,6	0,7

Диаметр расчетной заготовки в произвольном сечении находят по формуле:

$$d_э = 1{,}13\sqrt{S_э} \qquad (3.6)$$

Расчетная заготовка строится следующим образом. Вычисленные для характерных сечений значения поковки $d_э$ откладывают в виде отрезков по линиям плоскостей этих сечений, распределив их симметрично по отношению к оси и соединив последовательно по участкам плавными линиями характерные точки. В результате получают расчетную заготовку или эпюру приведенных диаметров (рис. 3.11, б).

Если в масштабе М отложить по ординатам величины площадей характерных сечений $S_Э$ в виде отрезков:

$$h_э = \frac{S_э}{M} \qquad (3.7)$$

и соединить концы этих отрезков, то получится эпюра поперечных сечений расчетной заготовки (рис. 3.11, в).

Площадь отдельных элементов, умноженная на принятый масштаб М, представляет собой величину объемов соответствующих элементов расчетной заготовки:

$$V_X = F_{ЭX} \cdot M, \qquad (3.8)$$

где V_X – объем х – го элемента расчетной заготовки; $F_{ЭX}$ – площадь соответствующего элемента эпюры сечений.

Объем всей расчетной заготовки равен:

$$V_э = F_э \cdot M \qquad (3.9)$$

Витебский государственный технологический университет

Средней расчетной заготовкой называют цилиндр диаметром $d_{ср}$, длиной, равной длине поковки ($l_э = l_п$) и объемом $V_{п.о.}$ равным сумме объемов поковки $V_П$ и облоя $V_О$ (рис. 3.11):

$$V_{п.о.} = V_П + V_О \tag{3.10}$$

Площадь сечения средней расчетной заготовки:

$$S_{СР} = \frac{V_{ПЗ}}{l_П} = \frac{V_Э}{l_Э} \tag{3.11}$$

Диаметр средней расчетной заготовки:

$$d_{СР} = 1{,}13\sqrt{S_{СР}} \tag{3.12}$$

Объем средней расчетной заготовки и ее диаметр можно определить, используя эпюру поперечных сечений, предварительно вычислив площадь $F_Э$ по формуле (3.9).

Тогда объем расчетной заготовки:

$$V_Э = F_Э \cdot M \tag{3.13}$$

Высота эпюры среднего сечения:

$$h_{Э.СР} = \frac{F_Э}{l_Э} \tag{3.14}$$

Площадь сечения средней расчетной заготовки, в пределах которой $d_Э > d_{СР}$ называют **головкой.** Часть расчетной заготовки, для которой $d_Э < d_{СР}$, называют **стержнем.**

Определив наибольшую высоту эпюры $h_{Эmax}$ по рисунку 3.11 вычисляют наибольший диаметр расчетной заготовки:

$$d\,\max = 1{,}13\sqrt{h_Э\,\max \cdot M} \tag{3.15}$$

Величину $d_к$ (рис. 3.11, б) определяют по формуле:

$$d_К = 1{,}13\sqrt{S_К} = 1{,}13\sqrt{h_К \cdot M} \tag{3.16}$$

Конусность стержня определяется из выражения:

$$K = \frac{d_К - d_{\min}}{l_С} \tag{3.17}$$

Коэффициент подкатки определяют по формуле:

$$K_{ПО} = \frac{S_{\max}}{S_Р} = \frac{d^2_{\max}}{d^2_{СР}} \tag{3.18}$$

Возможные величины $K_{ПО}$, достигаемые в отдельных случаях, приведены в таблице 3.14.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.14

Значения коэффициента подкатки ручьев ($K_{по}$)

Ручей	$K_{по}$
Формовочный	1,2
Подкатной открытый	1,3
Подкатной закрытый	1,6
Предварительный	1,1
Окончательный	1,05

Ручьи молотовых штампов разделяются на **заготовительные, окончательные** (черновые, чистовые) и **отрезные**.

Формовочный ручей (рис. 3.12) предназначен для придания заготовке формы, приближающейся к форме планируемой поковки.

В ручье осуществляются только незначительные осевые перемещения металла. При обработке в формовочном ручье по заготовке наносят обычно один удар, после чего ее кантуют на 90^0 и в таком положении укладывают в штамповочный ручей.

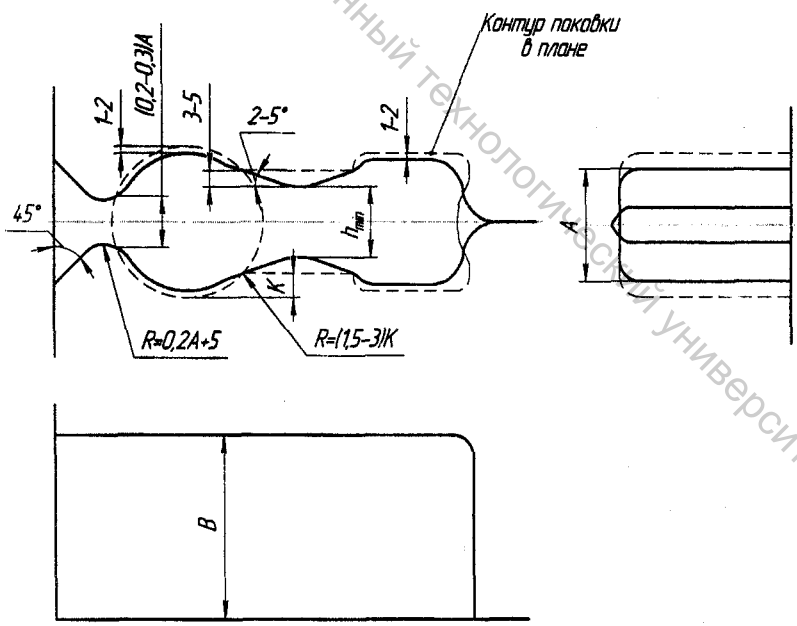


Рис. 3.12 Формовочный ручей для поковок симметричных в плане: А – толщина; В – ширина исходной заготовки

Витебский государственный технологический университет

Способ построения профиля ручья заключается в нахождении такой фигуры, которая вписывается в контур поковки в плане. В местах набора металла, где по расчетной заготовке есть головка ($d_Э > d_{СР}$), устанавливается зазор 1 – 2 мм между контуром поковки и контуром формовочного ручья. В местах, откуда металл частично вытесняется ($d_Э < d_{СР}$), зазор увеличивается до 3 – 5 мм.

Горизонтальные участки в формовочном ручье следует выполнять по наклонным плоскостям с углом наклона 3 – 5^0 от линии разъема в направлении к местам набора.

Подкатной открытый (рис. 3.13) предназначен для увеличения площади поперечных сечений заготовки в одних местах за счет уменьшения площади поперечного сечения в других при незначительном удлинении заготовки.

При обработке в этом ручье по заготовке наносят два – четыре удара, сопровождаемых каждый раз кантовкой на 90^0.

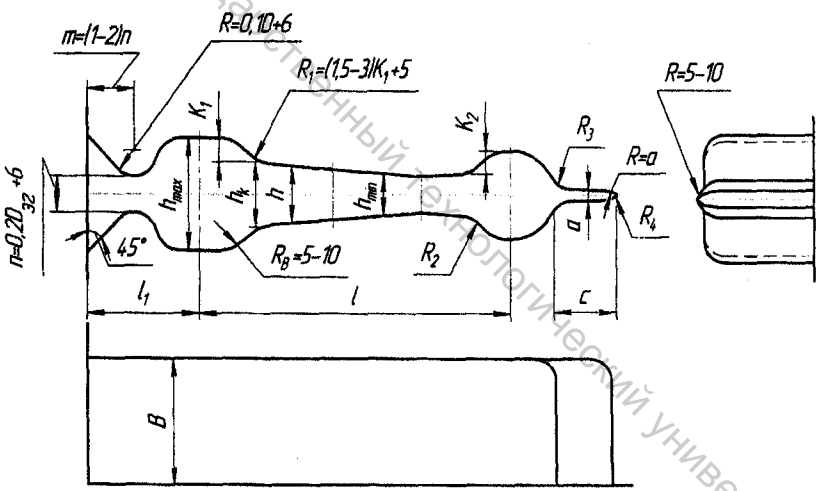


Рис. 3.13 Подкатной открытый ручей

Размер профиля по высоте h определяют исходя из размеров $d_Э$ и $d_{СР}$ расчетной заготовки или величины площади поперечных сечений поковки с облоем $S_Э$ в зависимости от диаметра исходной круглой заготовки $D_{ЗГ}$:

$$h = \mu d_Э = 1{,}13\mu\sqrt{S_Э}\ ?, \qquad (3.19)$$

где $d_Э$ находят по следующей таблице:

Белорусский государственный технологический университет

Сечение	$D_{зг}$ в мм		
	< 30	30 - 60	>60
Стержня $d_{э\,min}$ (h_{min}) $d_{эк}$ (h_R) Набора $d_{э\,max}$ (h_{max})	0,8 0,85 1,1	0,75 0,8 1,05	0,7 0,75 1,0

Горизонтальные участки контура стержня расчетной заготовки заменяют наклонными под углом к горизонтальной оси 2 – 5^0, причем уклоны делают в обе стороны от линии раздела в направлении к головкам в случае сложной расчетной заготовки. Переходы и закругления профиля ручья надо выполнять возможно более плавными, радиусами не меньшими, чем указано на чертеже ручья.

Расстояние l_1 определяют графически из условия плавного сопряжения.

Подкатной закрытый ручей (рис. 3.14) обеспечивает более значительный по сравнению с открытым набор металла, т.е. более интенсивное перемещение металла из участков ручья с поперечными сечениями меньшим, чем у исходной заготовки на участки, большие, чем сечение исходной заготовки.

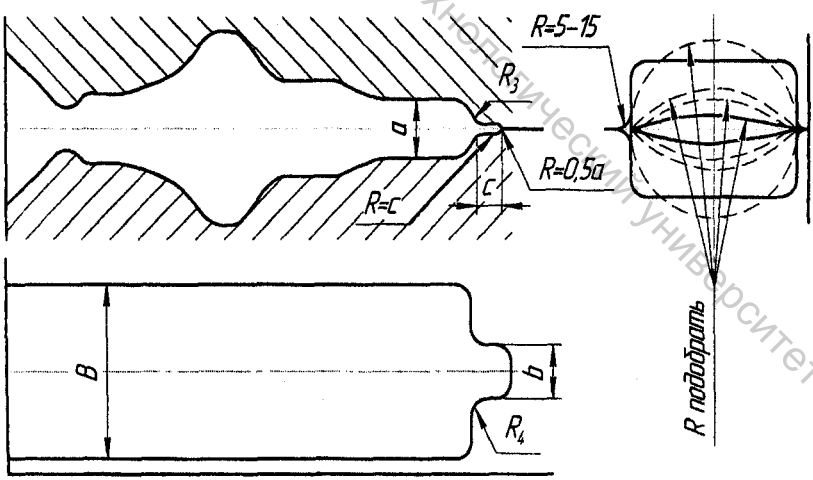


Рис. 3.14 Подкатной закрытый ручей

Размеры профиля по высоте h определяют по формуле 3.18, где μ находят по следующей таблице:

Витебский государственный технологический университет

Сечение	$D_{эг}$ в мм		
	< 30	30 - 60	>60
Стержня			
$d_{э\,min}$ (h_{min})	0,85	0,8	0,75
$d_{эк}$ (h_R)	0,9	0,85	0,80
Набора			
$d_{э\,max}$ (h_{max})	1,1	1,05	1,0

Протяжной открытый ручей (рис. 3.15) предназначен для увеличения длины исходной заготовки за счет уменьшения площади ее поперечных сечений в тех местах, где это необходимо в соответствии с формой поковки.

По заготовке наносят ряд последовательных ударов, сопровождаемых кантовкой и перемещением в осевом направлении.

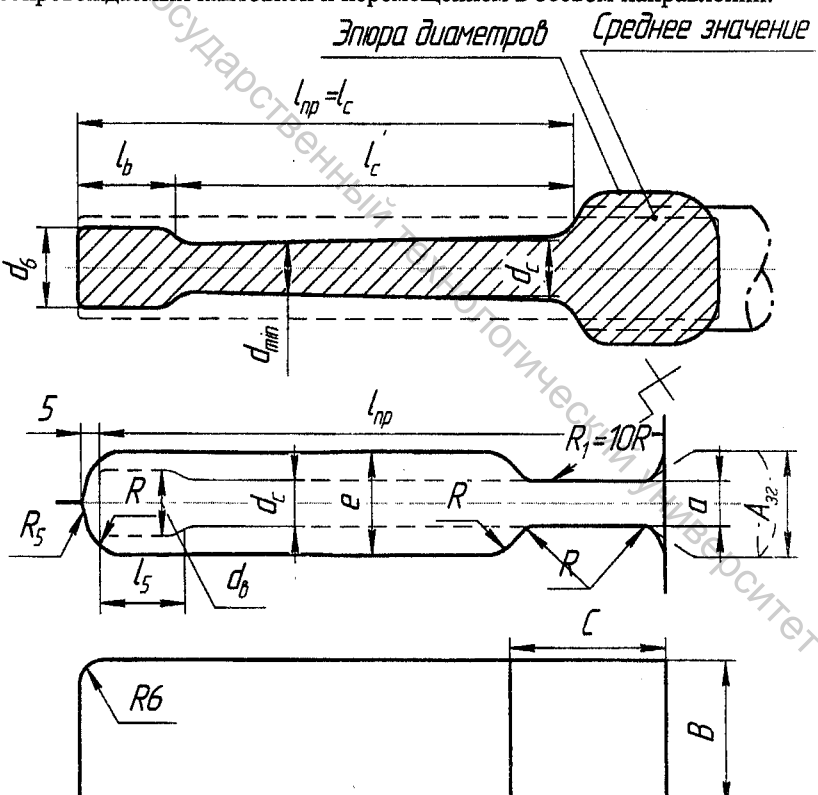


Рис. 3.15 Протяжной ручей

Витебский государственный технологический университет

При расчете элементов протяжного ручья исходят из размеров расчетной заготовки и исходной заготовки:

$$A_{ЗГ} = \sqrt{S_{ЗГ}}\,, \tag{3.20}$$

$$a_C = \sqrt{S_C}\,, \tag{3.21}$$

где S_C – средняя толщина стержня расчетной заготовки; $l_{пр}$ – общая длина протягиваемой части; d_{min} – минимальный диаметр расчетной заготовки.

Раствор протяжного ручья определяется по формулам:

Протяжка	Протягиваемая длина, мм		
	< 200	200 – 500	> 500
Без подкатки	$a = 0{,}8d_{min}$	$a = 0{,}75d_{min}$	$a = 0{,}7d_{min}$
С подкаткой	$a = 0{,}8a_c$	$a = 0{,}8a_c$	$a = 0{,}8a_c$

Площадка для расплющивания (рис. 3.16) служит для расплющивания исходной заготовки, иногда сопровождаемого также местным пережимом металла. Применяется главным образом для штамповки поковок со сравнительно небольшим отклонением длины к средней ширине. По заготовке наносят несколько ударов до достижения требуемой ширины. Иногда расплющивание сопровождается незначительным выдавливанием или местным пережимом заготовки.

Размеры определяются по чертежу и в соответствии с размерами расплющенной заготовки: ширины заготовки $B_з$, длины $L_з$ и высоты $H_з$:

$$B_З = B_п - (3 \div 5)мм\,, \tag{3.22}$$

$$L_З = L_п - (5 \div 10)мм\,, \tag{3.23}$$

где $B_п$ и $L_п$ – максимальная длина и ширина поковки, мм:

$$H_З = \frac{V_{ЗГ}}{B_З \cdot L_З}\,, \tag{3.24}$$

где $V_{зг}$ – объем заготовки.

$$L = L_З + (40 \div 50)мм \tag{3.25}$$

Ширина площадки:

$$B = B_З + 15мм \tag{3.26}$$

Размер от оси штамповочного ручья до края площадки:

$$e = 0{,}5B_П + B_З + (40 \div 50)мм \tag{3.27}$$

Витебский государственный технологический университет

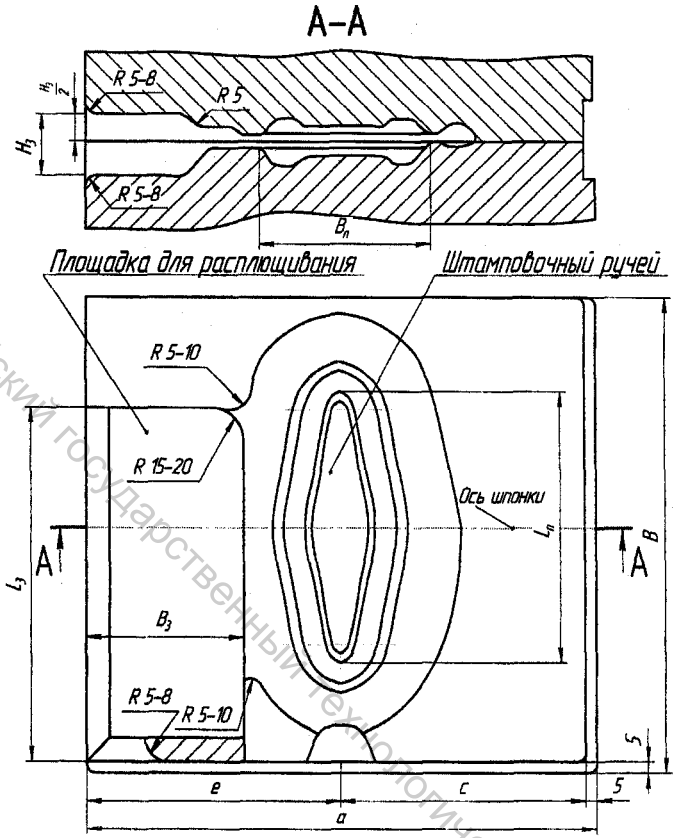


Рис. 3.16 Схема двухручьевого штампа

Высадочный ручей (рис. 3.17) служит для высадки металла на участке фланца (набора металла) за счет уменьшения длины исходной заготовки на соответствующем участке. При обработке в этом ручье заготовку устанавливают вертикально и по ней наносят 1 – 3 удара.

Размеры определяют исходя из равенства объема полости высадочного ручья $V_{в.р.}$ и объема заготовки $V_{зг}$ с учетом, что штамповка проводится без клещевины:

$$V_{B.P.} = V_{ЗГ} \tag{3.28}$$

Объем полостей V_1', V_2' и объем фланца высаженной заготовки V_ϕ' должны быть равны объемам поковки V_1', V_2' и V_ϕ' с учетом заусенцев и угара (обозначения на рис. 3.17):

Витебский государственный технологический университет

$$V_1' = V_1 + V_{З.1} + V_{УГ.1}; \quad (3.29) \qquad V_2' = V_2 + V_{З.2} + V_{УГ.2}; \quad (3.30)$$

$$V_\Phi' = V_\Phi + V_{З.\Phi} + V_{УГ.\Phi}; \quad (3.31) \qquad V_1' = \frac{\pi d_{СР.1}^2}{4} h_1; \quad (3.32)$$

$$V_2' = \frac{\pi d_{СР.2}^2}{4} h_2; \quad (3.33) \qquad V_\Phi' = \frac{\pi (d_\Phi')^2}{4} h_\Phi; \quad (3.34)$$

$$h_{1,2} = l_{1,2} - (5 \div 15) мм; \quad (3.35) \qquad h_\Phi = l_\Phi - (2 \div 3) мм; \quad (3.36)$$

$$d_{СР.1} = \sqrt{\frac{4V_1'}{\pi h_1}}; \quad (3.37) \qquad d_{СР.2} = \sqrt{\frac{4V_2'}{\pi h_2}}; \quad (3.38)$$

$$d_\Phi' = \sqrt{\frac{4V_\Phi'}{\pi h_\Phi}}; \quad (3.39) \qquad r_{1,2}' = r_{1,2} + (2 \div 4) мм; \quad (3.40)$$

$$R_{1,2}' = R_{1,2} + (5 \div 10) мм; \quad (3.41)$$

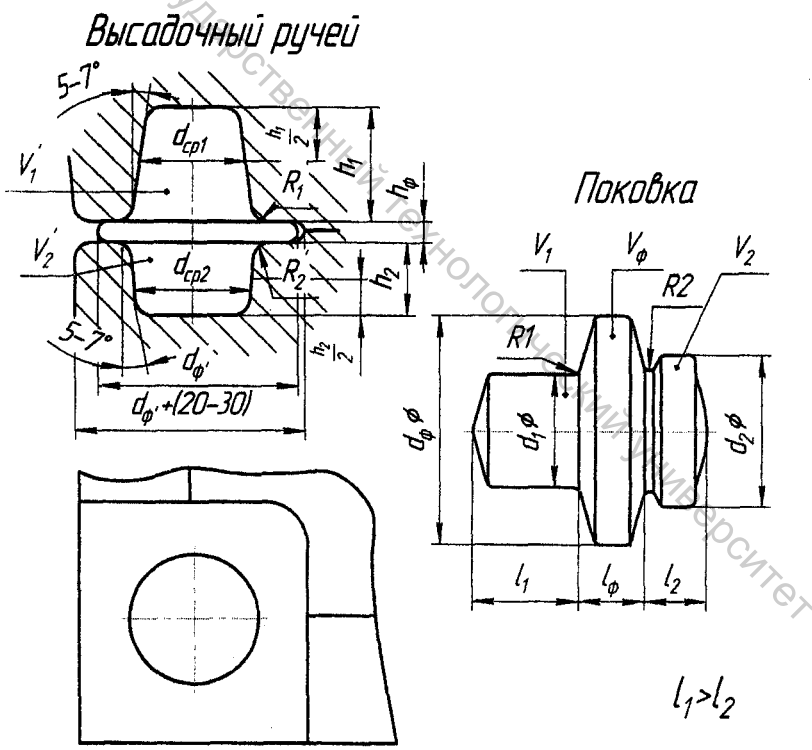


Рис. 3.17 Высадочный ручей

Витебский государственный технологический университет

Гибочный ручей (рис. 3.18) предназначен для изгиба заготовки в соответствии с формой поковки в плане, незначительного осевого перемещения металла и пережима заготовки в отдельных сечениях. При обработке в гибочном ручье по заготовке наносят один – два удара, затем заготовку кантуют на 90^0 и в таком положении укладывают в ручей.

Профиль гибочного ручья строят так, чтобы он вписывался в контур поковки в плане. Зазоры Δ между контуром поковки и профилем гибочного ручья принимают в пределах 2 – 10 мм, что обеспечивает свободную укладку изогнутой (рис. 3.18) заготовки в штамповочный ручей. Там, где необходимо заполнение сравнительно глубокой полости гибочного ручья, глубину h следует выполнять увеличенной, обеспечивая перекрытие контура поковки контуром гибочного ручья.

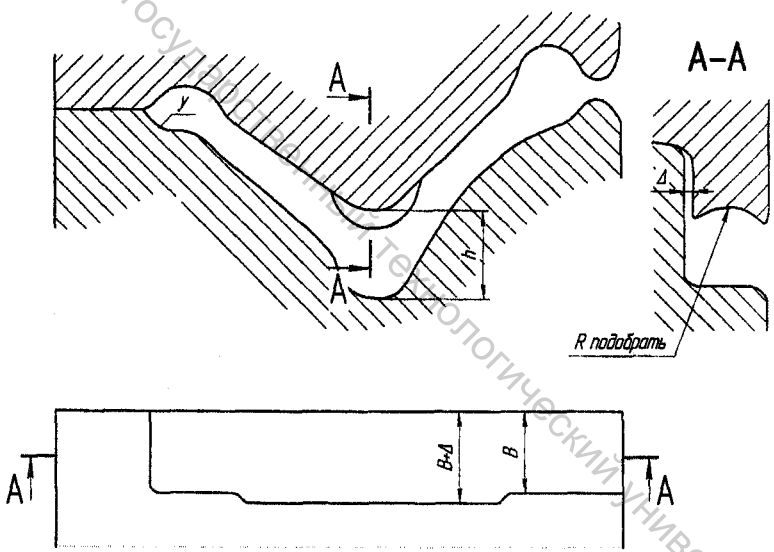


Рис. 3.18 Гибочный ручей

Площадка для осадки (рис.3.19) предназначена для осадки исходной заготовки, иногда сопровождаемой выдавливанием или частичной прошивкой. По заготовке наносят несколько ударов до достижения требуемой высоты.

Площадка для осадки должна быть достаточной для размещения заготовки диаметром d после осадки. На рис. 3.19 D – диаметр поковки по линии разъема.

Библиотека государственного технологического университета

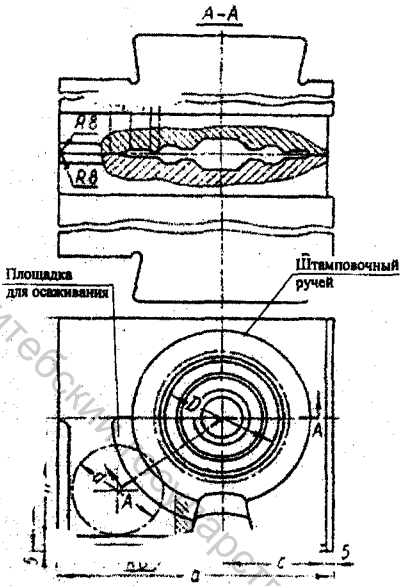


Рис. 3.19 Схема двухручьевого штампа

Окончательные ручьи предназначены для завершающего оформления поковки и подразделяются на черновые и чистовые (рис. 3.20).

Черновой ручей предназначен для получения формы поковки, близкой к окончательной, и одновременно на некоторых участках выполняет роль заготовительного. Черновой ручей обеспечивает повышение стойкости чистового ручья.

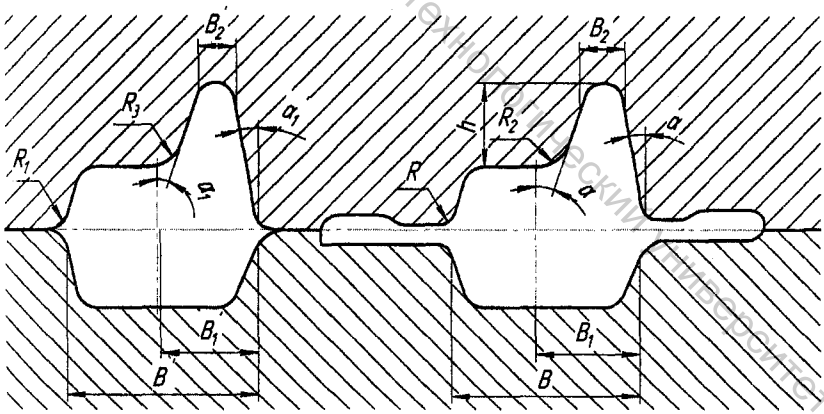


Рис. 3.20 Черновой (слева) и чистовой (справа) ручьи молотового штампа

Чистовой ручей предназначен для получения окончательной четко оформленной поковки в соответствии с требованиями приемочного чертежа. Изготавливается окончательный ручей по чертежу горячей

Витебский государственный технологический университет

поковки. Поэтому размеры полости ручья увеличиваются на величину температурной усадки.

Штамповочные уклоны в черновом и чистовом ручьях выполняют одинаковыми. Для особо глубоких трудно заполняемых полостей:

$$\alpha_1 = \alpha + (1 \div 2) \qquad (3.42)$$

при условии сохранения размера в полости разъема В, B_1 и т.д. кромки фигуры закругляют дугой радиуса:

$$R_1 = R + c, \qquad (3.43)$$

где с определяют по таблице:

Глубина полости ручья у закругляемой кромки, мм	До 10	10 – 25	25 – 50	Св. 50
Значение с, мм	2	3	4	5

При наличии выступов высотой $h < B_2$, $R_3 = R_2$. При $h > B_2$ $R_3 = (1 \div 1{,}2)R_2 + 3мм$.

3.2.3 Конструктивные параметры открытых молотовых штампов

Расположение ручьев

Если штамповка производится в одном ручье, то центр окончательного ручья во избежание сдвига должен совпадать с центром штампа. **Центром ручья** называется точка приложения равнодействующей давления, воспринимаемого верхним штампом в момент удара. В случае равномерного давления центр ручья совпадает с центром тяжести площади проекции ручья на горизонтальную плоскость, включая образуемый облой.

Если на штампе два штамповочных ручья (черновой и чистовой), то их центры рекомендуется располагать по обе стороны от центра штампа. Центр чистового ручья на расстоянии, примерно равном 1/3, а центр чернового ручья 2/3 расстояния между центрами ручьев.

Труднозаполняемые участки чистового ручья (полости под тонкие и высокие ребра, бобышки и т.п.) следует располагать в верхнем штампе.

Расстояние между центрами штамповочных ручьев для уменьшения сдвига должно быть минимальным, но достаточным для обеспечения прочности стенки между ручьями.

Угол положения фигуры штамповочного ручья относительно штампа следует расположить таким образом, чтобы направление клещевины позволило держать клещи перпендикулярно фронту штампа, а не под углом.

Витебский государственный технологический университет

Уравновешивание сдвигающих усилий и замки

Для уравновешивания сдвигающих усилий рекомендуется: спаривание мелких поковок (рис. 3.21), располагать фигуры ручья под углом (рис. 3.22) или устраивать контрзамки (рис.3.23).

Наклон фигуры ручья (рис. 3.22) следует произвести так, чтобы крайние точки поковки по линии разъема оказались на одной горизонтальной плоскости (на одной высоте). При этом угол наклона ручья определяется из условия:

$$tg\gamma = h/l \qquad (3.44)$$

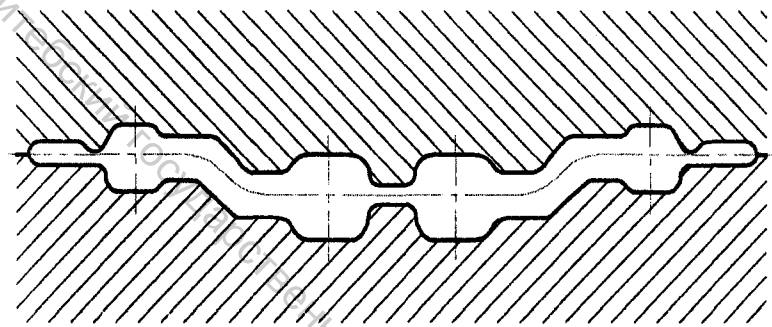


Рис. 3.21 Схема спаривания мелких поковок

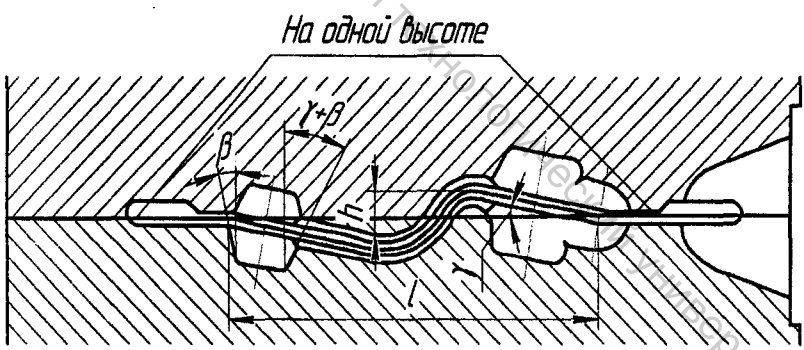


Рис. 3.22 Схема расположения поковки под наклоном

Тогда при $\gamma > (\alpha - 3^0)$ в листах, где уклон β получается меньшим 3^0, приходится делать его равным 3^0 за счет местного увеличения напуска и веса, а также искажения формы поковки.

При $\gamma > 7^0$ данный способ нежелателен и предпочтительнее контрзамок (рис. 3.23). Высота h определяется формой поковки. Толщина h необходима не менее 1,5 h. Угол наклона β рекомендуется следующий: при высоте до 20 мм – 7^0; от 20 до 50 мм – 5^0; от 50 до 100 мм – 3^0; от 100 мм – 1^0.

Витебский государственный технологический университет

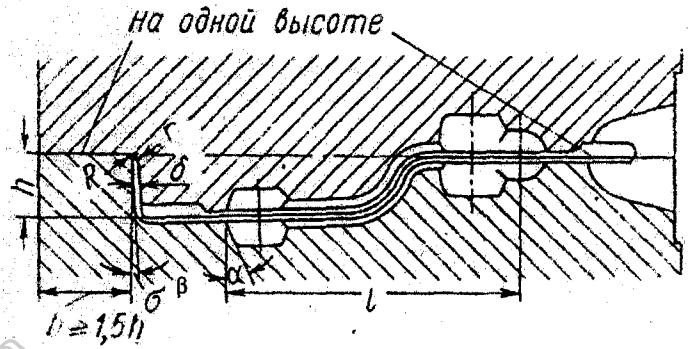


Рис. 3.23 Схема замка с контрзамком

Зазор δ принимают 0,2 – 0,4 мм но не более половины допуска на сдвиг, указанного в чертеже поковки. Радиусы закруглений рекомендуются: внутренние $r \approx 0{,}15h$, наружные $R = r + 2мм$.

Замок ниже 15 мм применять не следует. Если высота замка получается большой, то рекомендуется комбинированная конструкция (рис. 3.24) с наклоном ручья более 7^0.

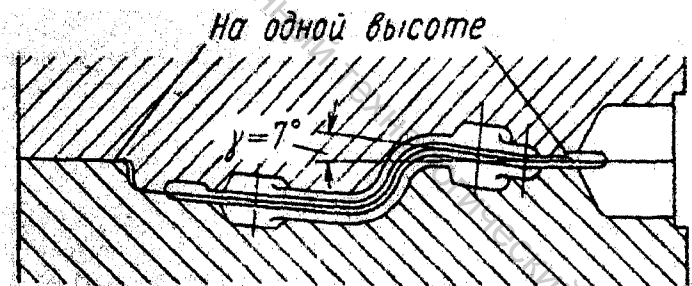


Рис. 3.24 Схема замка комбинированной конструкции

При плоском разъеме замки следует применять в следующих случаях:

- когда форма поковки приводит к возникновению сдвигающих усилий, например, в связи с нецентральным расположением заготовки и односторонним течением металла;
- при конструкции поковки, не позволяющей обнаружить сдвиг по ее внешнему виду, например поковок конических шестерен.

Для поковок с плоским разъемом применяют замки следующих конструкций:

- для поковок типа конических шестерен и колец – круглые замки (рис. 3.25);

Витебский государственный технологический университет

- для круглых крупногабаритных поковок – неполные круглые (рис. 3.26, а) или направляющие кольца (рис. 3.26, б);

- против сдвига и поворота в любом направлении – боковые (рис. 3.26, г) или более надежные крестовые замки (рис. 3.26, д).

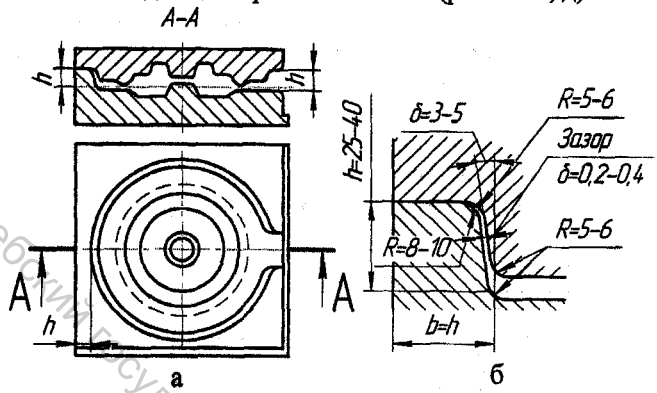


Рис. 3.25 Штамп с круглым замком:
а – общий вид; б – сечение замка (увеличено)

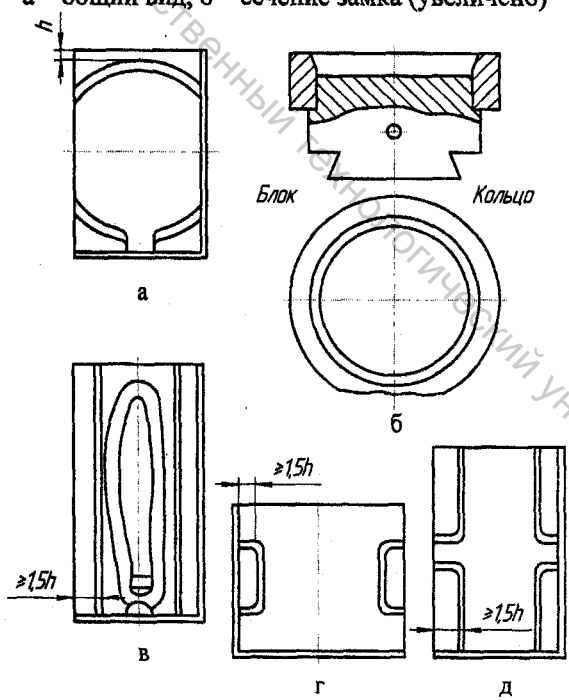


Рис. 3.26 Схемы конструкций замков:
а – неполные круглые замки; б – направляющие кольца; в – продольные замки; г – боковые замки; д – крестовые замки

Витебский государственный технологический университет

Толщина стенок молотового штампа

Стенки между полостями ручьев и боковыми гранями штампа, а также между ручьями должны обладать достаточной прочностью. Толщина стенок зависит от глубины полости ручьев, уклона прилегающих стенок ручьев и радиуса перехода от стенки ко дну полости (рис. 3.27). Чем глубже полости, меньше уклон и радиус, тем толще должна быть стенка. На толщину стенки влияет также и форма полости ручья в плане. Расстояние между ручьями определяется с помощью вспомогательной величины Т, которая зависит от тех же факторов, что и толщина стенки. Значения Т, полученные эмпирическим путем, определяют по номограмме (рис. 3.28).

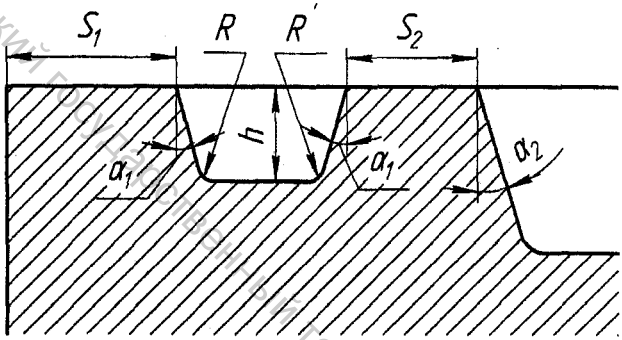


Рис. 3.27 Размеры, определяющие толщину стенки

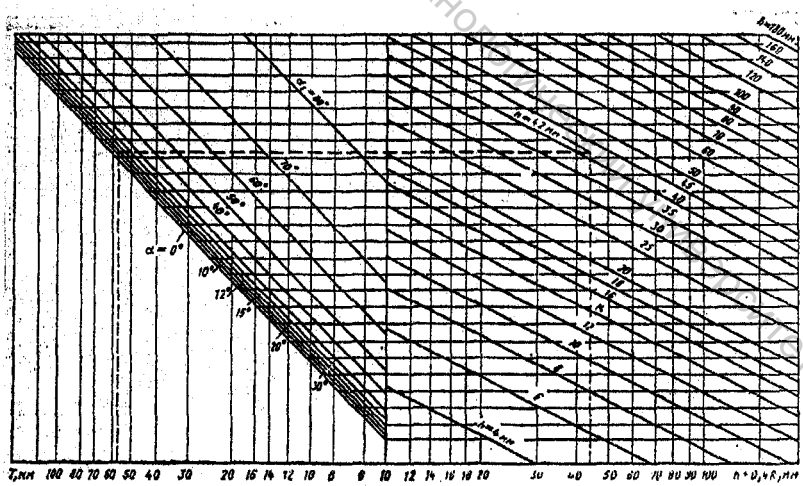


Рис. 3.28 Номограмма для определения Т при расчете толщины стенок.

Например: h = 42 мм; $\alpha_1 = 7^0$; R = 5 мм; T = 57 мм

Толщины стенок определяют по формулам:

между ручьем и гранью штампа:

$$S_1 = T, \tag{3.45}$$

между двумя полостями:

$$S_2 = T \cdot \cos\alpha_2', \tag{3.46}$$

где α_2' - уклон более глубокой полости; T – определена по размерам: h, R', и α_1' ручья с меньшей глубиной.

Если R > h (например, подкатной ручей), то по расчету может получиться S < 10мм.

Если R = h, то

$$S = (9{,}3\sqrt{3} - 7)\cos\alpha_2', \tag{3.47}$$

Если у смежных ручьев R = h, то

$$S = 0{,}8(9{,}3\sqrt{R} - 7), \tag{3.48}$$

Толщину стенки между полостями при многоштучной штамповке определяют по формуле:

$$S = 0{,}6T\cos\alpha_2'. \tag{3.49}$$

Расстояние от фигуры до выемки под клещевину:

$$S_{кл} = 0{,}7T\cos\alpha_{кл}, \tag{3.50}$$

где $\alpha_{кл}$ – угол наклона клещевины.

Габариты штампов

Размеры штампа подбирают в соответствии с принятым количеством ручьев, размерами, расположением и расстояниями между ними, а также с учетом нагрузки опорной поверхности (хвостовика) и поверхностей соударений.

Ручьи размещают следующим образам: вблизи центра штампа – черновой и чистовой ручьи; по краям штампа – заготовительные (рис. 3.29).

С учетом толщины стенок S определяют размеры $l_н$ и $b_н$ кубика в плане, а затем координаты его геометрического центра (так же в плане). В общем случае центр штампа не совпадает с центром штампового кубика. Расстояния между этими центрами равны: по длине – $\Delta l_н$, по ширине – $\Delta b_н$. Чем меньше значения $\Delta l_н$ и $\Delta b_н$, тем лучше уравновешена масса падающих частей молота относительно его оси.

Допускаемые значения расстояний между центрами:

$$\Delta l_н \le 0{,}1 l_н; \quad \Delta b_н \le 0{,}1 b_н \tag{3.51}$$

Площадь соударения штампов (на рис. 3.29 заштрихована) не должна быть меньше допускаемой. Ее величина зависит от массы падающих частей молота и массы штампа. Мелкие штампы выдерживают бóльшие удельные усилия, поэтому площадь соударения можно уменьшить. Следующие штампы (масса падающих частей 2 – 4 т) выдерживают меньшие удельные усилия, и поэтому их площадь

Витебский государственный технологический университет

соударения должно быть больше. Наибольшая площадь соударения предусматривается у крупных штампов.

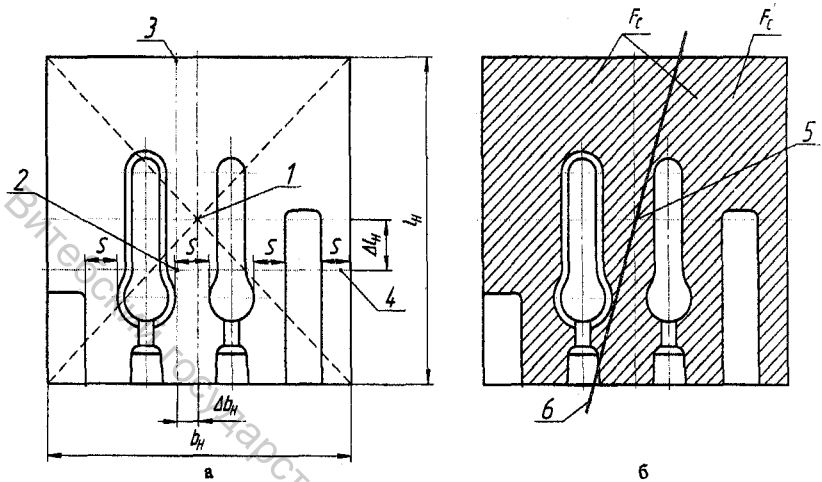


Рис. 3.29 Определение размеров штампа в плане:
а – выбор необходимых размеров в плане; б – выбор наименьшей площади соударения штампов; 1 – центр штампового кубика; 2 – центр штампа; 3 – ось хвостовика; 4 – ось шпонки; 5 – центр штампа; 6 – прямая, отсекающая меньшую площадь соударения

Для мелких штампов принимают площадь соударения не меньше 150 см^2 на 1 т массы падающих частей молота, т.е.

$$F_C \geq 150 см^2 G, \quad (3.52)$$

где G – масса падающих частей молота.

Для средних штампов

$$F_C \geq 300 см^2 G \quad (3.53)$$

Одно из требований к поверхности соударений – равномерное распределение относительно центра штампа. Если через центр штампа провести линию так, чтобы она делила площадь соударения на две не равные части, то меньшая из них:

$$F_C' \geq 0{,}5 F_e \quad (3.54)$$

Если соотношение не соблюдается, то размеры $l_н$ и $b_н$ необходимо увеличить.

Высоту кубика выбирают с учетом требуемой прочности штампа и необходимости его возобновления. В первом приближении высоту можно определить в зависимости от высоты h_{max} наиболее глубокой полости штампа (рис. 3.30). При небольшой глубине полости (h_{max}

Витебский государственный технологический университет

=10÷25мм) высота кубика $H_{min} = (6 \div 10)h_{max}$, а при глубине полости $h_{max} = 50 \div 100 мм$ $H_{min} = (3 \div 4)h_{max}$. Меньшие значения коэффициентов принимают при большей высоте h_{max}.

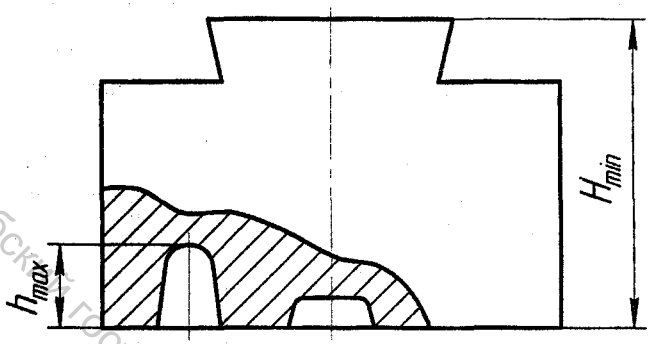


Рис. 3.30 Схема для определения минимальной высоты штампа

Используя размеры, полученные расчетом, по стандартам подбирают штамповый кубик с размерами $H \times B \times L$ (рис. 3.31).

Размеры $H \times B$ изменяют в пределах $(40 \times 50) \div (600 \times 1200) мм$.

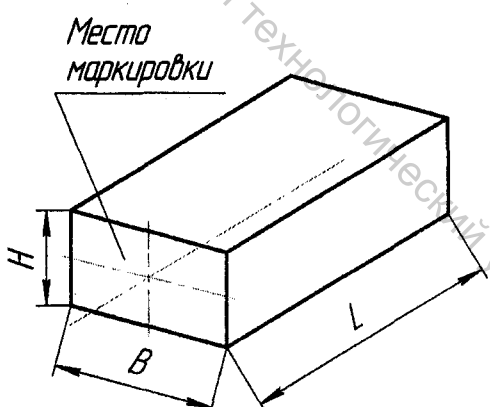


Рис. 3.31 Штамповый кубик

Блоки и сменные вставки молотовых штампов

Блоки предназначены для установки на паровоздушных молотах. Сменные вставки применяют при наличии выступов над поверхностью разъема, например в гибочных и штамповочных ручьях; при

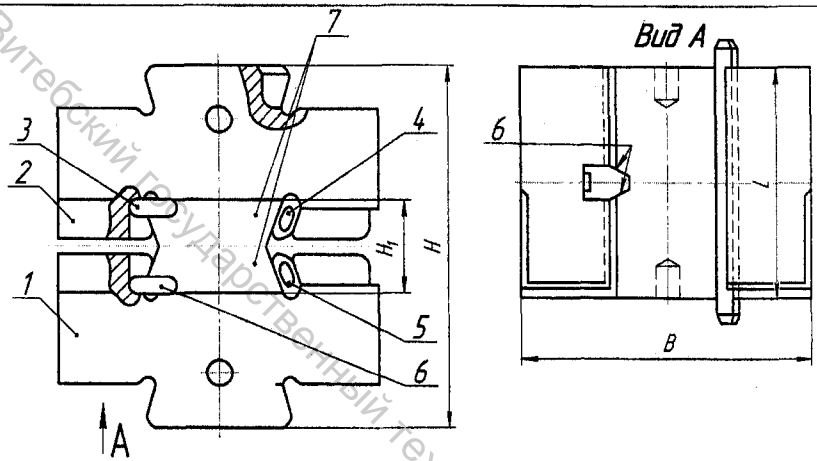
Витебский государственный технологический университет

повышенном износе отдельных частей окончательного ручья, а также при расположении штамповочных ручьев целиком во вставках.

Применяются вставки цилиндрические, призматические с цилиндрическим креплением, призматическими клиньями. В таблицах 3.15, 3.16 приведены размеры блоков и призматических вставок.

Таблица 3.15

Размеры (мм) блоков для сменных призматических вставок



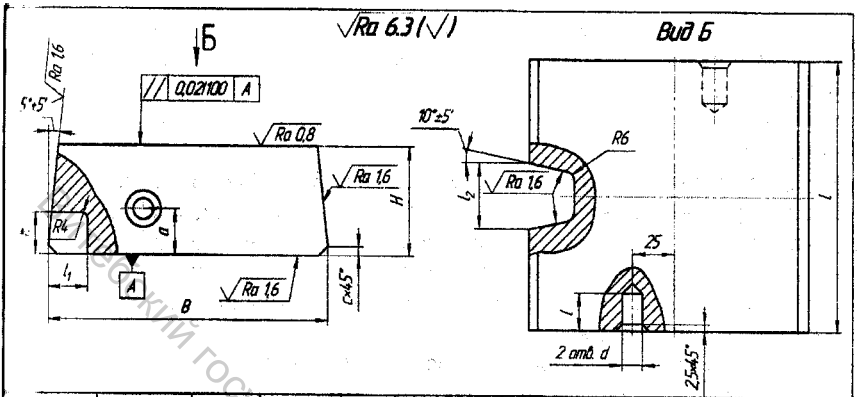
1 – нижний блок; 2 – верхний блок; 3 – верхняя шпонка; 4 – верхний клин; 5 – нижний клин; 6 – нижняя шпонка; 7 – призматические вставки

Номинальная масса падающих частей, кг	B	L	Закрытая высота блока H		Высота под вставку H_1		Масса, кг, не более
			наименьшая	наибольшая	наименьшая	наибольшая	
630	380	320	442	500	122	180	320
1000	480	360	522	600		200	555
2000	560	450	682	760	162	240	1047
3150	670	560	722	800	202	280	1629

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.16

Размеры (мм) призматических вставок



Номинальная масса падающих частей, кг	B (пред. откл. – 0,1)	H	L	a	d	h	l	l_1	l_2(поле допуска H9)	c	Масса, кг, не более
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
630	170	61	250	20	16	21	32	32	32	10	19
			320								25
		90	250								27
			320								35
1000	200	61	360	25					40		29
			320								32
		100	360								42
			400								48
2000	280	81	450	32	20	26	40	38	40	12	68
			400								71
		120	450								100
			450								112
3150	320	101	500	32	20	31	40	42	40	12	108
			560								120
			450								134
		140	500								148
			560								165
											185

Белорусский государственный технологический университет

3.2.4 Штампы для высокоскоростных молотов

Общие сведения

Высокоскоростные молоты выпускают с энергией удара 25, 63, 160 и 250 кДж. Технологические особенности высокоскоростных молотов следующие: наличие нижнего выталкивателя; минимальная скорость удара 12 м/с; минимальный рабочий ход при максимальной энергии удара 160 кДж 3 – 5 мм; отклонение величины энергии последовательных ударов составляет не более 2 – 5 % от номинального значения; рабочие циклы составляют 5 – 15 с. Поковки, как правило, штампуют за один удар. Металл соприкасается с пуансоном и матрицей весьма малое время. Передача тепла от заготовки к штампу незначительна. Кроме того, потери тепла компенсируются теплом, выделяемым при деформации.

Получаемые при высокоскоростной штамповке поковки имеют мелкозернистую равноосную структуру, что обеспечивает их более высокие механические свойства (на 10 – 15% и выше), чем у поковок, изготовленных на паровоздушных молотах. Одноударная штамповка на высокоскоростных молотах позволяет деформировать металл с высокими степенями (превышающими 30%) деформации, а незначительное время деформации – быстрое остывание в штампе таких сечений поковки не дают возможности развиваться процессам рекристаллизации, что обеспечивает фиксацию деформирования структуры.

Высокоскоростные молоты широко используются при штамповке труднодеформируемых металлов и сплавов, в основном для изготовления осесимметричных поковок. Основным критерием целесообразности получения поковок на высокоскоростных молотах является во многих случаях невозможность получения их на обычном оборудовании из-за наличия у поковки тонких ребер, стенок, полотен, малых радиусов закруглений и штамповочных уклонов.

В ряде случаев высокоскоростная штамповка является единственным способом, обеспечивающим получение специальных поковок из труднодеформируемых материалов. Минимальные размеры конструктивных элементов поковок приведены в таблице 3.17.

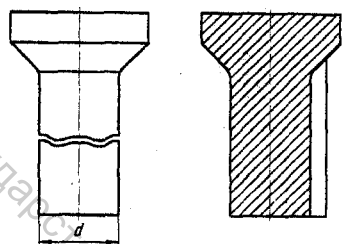
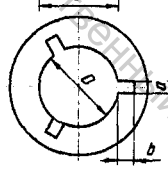
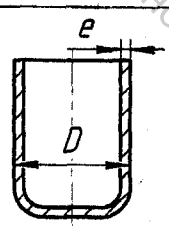
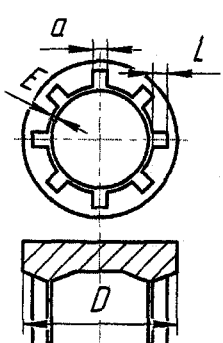
Конструкции штампов для высокоскоростных молотов

Штампы высокоскоростных молотов не имеют принципиальных отличий от штампов для обычных паровоздушных молотов. Однако имеются и свои особенности, которые необходимо учитывать. Высокоскоростные штампы работают в условиях кратковременного приложения больших нагрузок. Поэтому штампы должны иметь жесткую конструкцию, минимальное количество деталей и отсутствие концентраторов напряжений.

Электронный архив библиотеки Белорусско-Российского университета

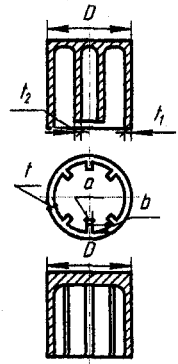
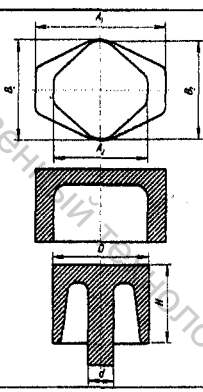
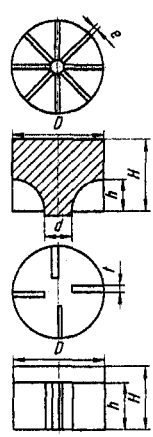
Таблица 3.17

Формы и размеры поковок, штампуемых на высокоскоростных молотах

Группа	Подгруппа	Способы изготовления	Эскиз	Основные размеры	Степень деформации
1	2	3	4	5	6
Стержни	Гладкие	Прямое прессование		d=16	70
	Оребренные			$b=1\div10$ $a=2;_3$ $D=16$	75
Втулки, стаканы	Гладкостенные	Прямое или обратное прессование		$t=2\div5;$ $D=54$	65 85
	С наружными ребрами			a=2; 3 b=8; t=2; 5 D=52	75 85

Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблица 3.17

1	2	3	4	5	6
Втулки, стаканы	С двойной стенкой	Прямое прессование		$t_1 = 3$ $t_2 = 3$ $D = 5$	60
	С внутренними ребрами			$a = 3$ $b = 8$ $t = 2 \div 5$ $D = 60$	45 70 85
Втулки, стаканы	Разностенные	Прямое прессование		$A_1 = 47{,}6$ $A_2 = 37{,}6$ $B_1 = 46{,}4$ $B_2 = 45{,}4$	75
	С центральным стержнем			$D = 100$ $H = 70$ $d = 22$	51
Платы ребристые	Ребра одинаковой толщины	Прямое прессование		$t = 2{,}2$ $D = 136$ $d = 32$ $H = 90$ $h = 60$	87
	Ребра разнотолщинные			$D = 60$ $t = 1;2;3;4$ $H = 28$ $h = 15$	90

ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Для отштампованной поковки в нижнем штампе выполняют поднутрение в виде кольцевой выточки глубиной 0,3 – 0,5 мм и высотой 2 – 3 мм или обратный уклон 0,5 – 1^0. Глубину полости в верхнем делают на 20 – 30% меньше, чем в нижнем, а штамповочные уклоны поковки для верхней половины назначают: наружные 1,5 – 3^0, внутренние 5 – 7^0; для нижней половины штампа – наружные 0 – 1^0, внутренние 3 – 5^0.

Основными требованиями, предъявляемыми для штампов, являются: простота конструкции, быстрая переналаживаемость и настройка, надежность крепления и достаточная прочность.

Матрицу и пуансон для высокоскоростных штампов рекомендуется изготавливать по возможности цельными, так как вследствие высокой пластичности деформируемый материал затекает в небольшие отверстия, зазоры, застревает там, препятствует извлечению поковок из штампов, а также способствует повышенному износу штампов.

Типовые конструкции штампов для высокоскоростных молотов представлены на рисунке 3.32.

При проектировании пуансона необходимо выполнять следующие требования:

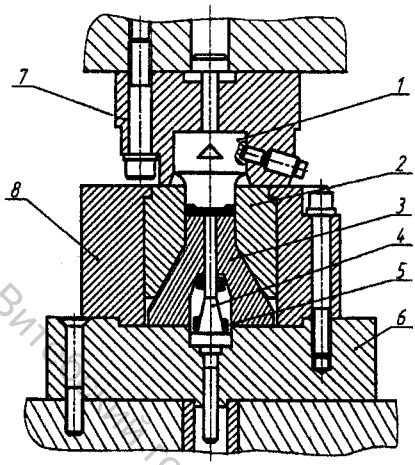
- отношение высоты рабочей части к диаметру пуансона не более трех;
- односторонний зазор между пуансоном и матрицей не менее 0,1 мм;
- радиусы переходов от рабочей части к опорной не менее 10 мм;
- внутренние радиусы ручья не менее 3 мм;
- отклонение от перпендикулярности опорной поверхности относительно оси пуансона не более 0,1 на 100 мм высоты пуансона;
- на наружной кромке рабочего торца необходимо выполнять фаску для предотвращения заштамповки в торец заготовки заусенца, образующегося в зазоре между контейнером матрицы и пуансона;
- для оформления наметок и полостей следует применять составные пуансоны со сменными вставками.

Вставки в зависимости от конфигурации поковки выполняют цельными или секционными.

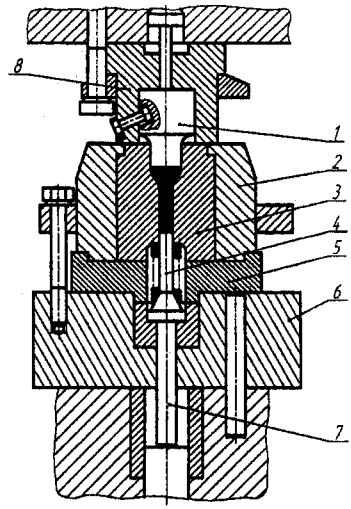
При давлении газа более 800 МПа вставки запрессовывают в обойму с натягами :

- (0,25÷0,30)мм для диаметров 60 – 80 мм;
- (0,30÷0,40)мм для диаметров 81 – 100 мм;
- (0,40÷0,45)мм для диаметров 101 – 120 мм.

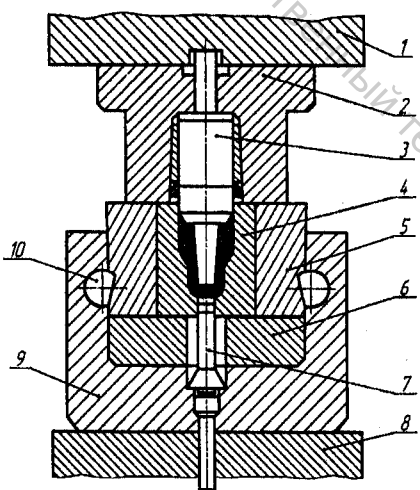
Витебский государственный технологический университет



а



б



в

Рис. 3.32 Высокоскоростные молотовые штампы:
а – для штамповки дисковой фрезы;
1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – вставка матрицы;
4 – выталкиватель; 5 – пружина;
6 – опорная плита; 7 – блок пуансонов;
8 – обойма матрицы;
б – для выдавливания пазовой фрезы;
1 – пуансон; 2 – обойма матрицы;
3 – матрица; 4 – выталкиватель;
5 – переходная плита; 6 – опорная плита;
7 – выталкивающий стержень; 8 – блок пуансонов.
в – для выдавливания и прошивки стакана; 1 – баба молота; 2 – блок пуансонов; 3 – пуансон; 4 – матрица;
5 – обойма матрицы;6 – опорная плита;
7 – выталкиватель; 8 – рама молота;
9 – блок матриц; 10 – клин

Витебский государственный технологический университет

Контейнер матрицы выполняют с заходным конусом глубиной до 10 мм и углом 15^0. В матрицах с глубокими глухими полостями (например, для оребренных поковок) в местах, заполняемых в последнюю очередь, предусматривают газоотводящие каналы (рис. 3.33). Шероховатость рабочих поверхностей матриц и пуансонов должна быть $Ra = 1{,}6 \div 0{,}8 мкм$.

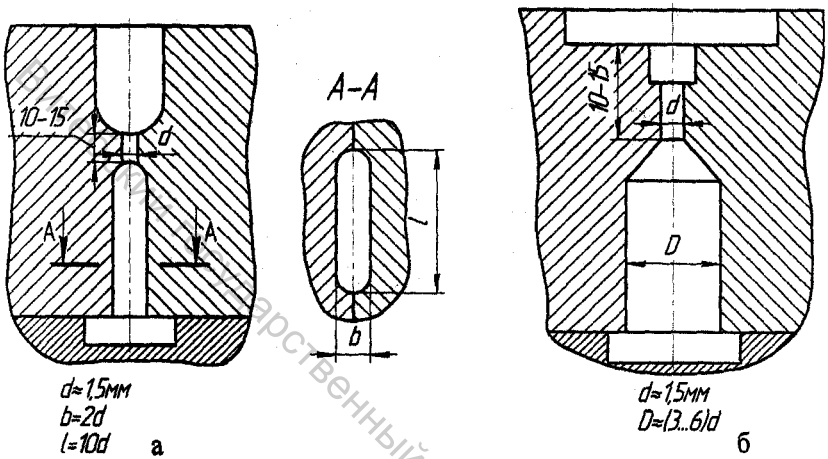


Рис. 3.33 Виды и основные размеры газоотводящих отверстий (клапанов): а – для секционной матрицы; б – для цельной матрицы

Конструкция выталкивателя определяется конфигурацией поковки. Типы некоторых применяемых выталкивателей приведены на рисунке 3.34.

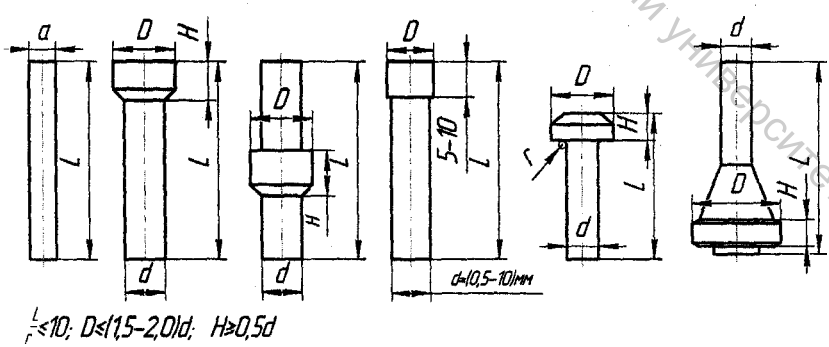


Рис. 3.34 Типы и размеры выталкивателей

Государственный технологический университет

При проектировании выталкивателей необходимо выполнение следующих требований:

- длина выталкивателя $L \le (6 \div 8)d$;
- минимальная длина выталкивающей части по высоте $(1,5 \div 2)d$;
- односторонний зазор между выталкивателем и матрицей для $d = 20 \div 30мм$ - 0,1 – 0,5мм, для $d = 30 \div 40мм$ - не более 0,2 мм;
- отклонение от перпендикулярности опорного торца относительно оси выталкивателя не более 0,02 мм на 100 мм длины (высоты выталкивателя);
- шероховатость поверхности выталкивателя $Ra \ge 0.8мкм$.

При штамповке поковок сложной конфигурации рекомендуется применять открытые штампы (рис. 3.35).

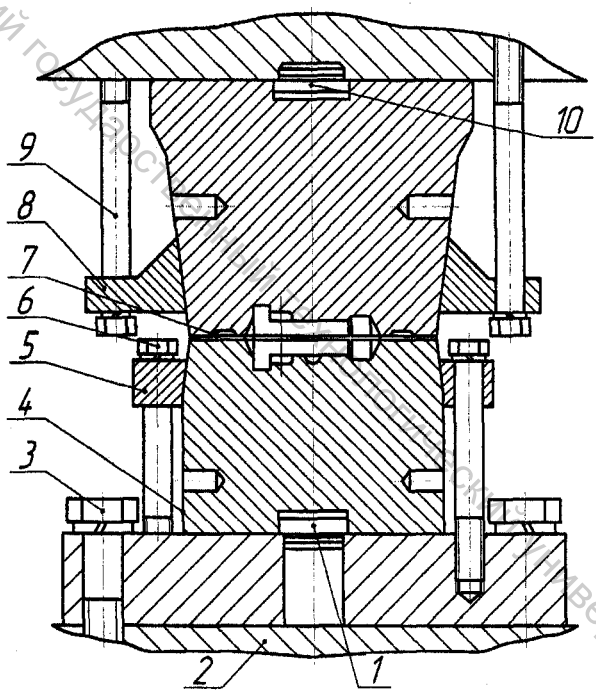


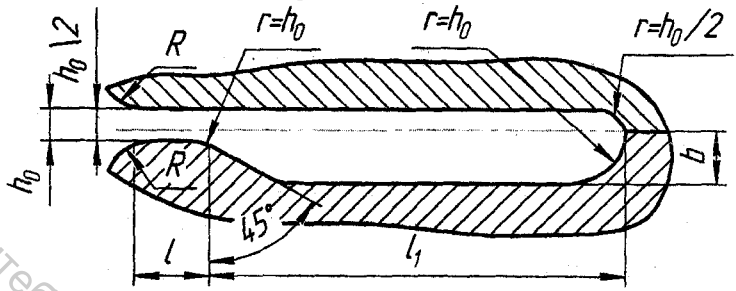
Рис. 3.35 Открытый высокоскоростной штамп:
1, 10 – сухари; 2 – плита переходная; 3, 6, 9 – болты крепежные; 4, 7 – нижняя и верхняя вставки; 5, 8 – кольца прижимные

Отличительной особенностью этого штампа от конструкции предыдущих штампов является наличие канавки для облоя. Тип облойной канавки, размеры канавки и радиусы закруглений выходных кромок ручья штампа приведены в таблицах 3.18, 3.19.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.18

Размеры облойной канавки



Энергия удара, кгс·м	Начальная скорость удара v_0, м/с	Размеры канавки, мм			
		Толщина облоя h_0	Длина		Высота магазина b
			мостика l	магазина l_1	
4000 – –7000	10 – 14	2 – 3	12 – 14	30	5
7000 – –10000	14 – 16	3 – 4	15 – 16	45	7
10000 – –13000	16 – 17	4 – 5	18 – 20	50	8
13000 – -16000	18 – 20	6	22 – 25	55	10

Таблица 3.19

Радиусы закругления кромок ручья штампа

Энергия удара, кгс·м	Скорость удара, м/с	Радиусы закругления при глубине полости ручья H, мм			
		До 50	50 – 100	100 – 150	150 – 200
4000 – –8000	10 – 15	1,5 – 2,5	2 – 3,5	3 – 5	4 – 6
8000 – –16000	15 – 20	2 - 3	3 – 4	4 – 5	5 – 7

Из приведенных в таблице 3.15 данных видно, что длина мостика при штамповке на высокоскоростных молотах на 30 – 50% больше длины мостика облойной канавки, применяемой при штамповке на паровоздушном штамповочном молоте с эквивалентной энергией удара, а толщина мостика соответственно на 20 – 30% меньше.

Витебский государственный технологический университет

3.3 Штампы для кривошипных горячештамповочных прессов

3.3.1 Технологические особенности штамповки на КГШП

Штамповка на КГШП отличается от штамповки на молотах следующими преимуществами:

- повышенной точностью размеров по высоте поковки вследствие постоянства хода и определенности нижнего положения ползуна пресса;

- увеличенному коэффициенту использования металла благодаря более совершенной конструкции штампов, снабженных верхним и нижним выталкивателями, что позволяет уменьшить штамповочные уклоны, припуски и допуски;

- улучшенным условиям труда вследствие меньших шумовых эффектов, вибрации и сотрясения почвы;

- более высокому (в 2-4 раза) КПД пресса по сравнению с молотом.

Кинематика КГШП обеспечивает жесткую связь между приводом и ползуном. При подходе шатуна к крайнему нижнему положению усилие на ползуне резко возрастает. Рост усилий ведет к увеличению деформации деталей пресса. При значительной перегрузке, например резком охлаждении облоя, ползун КГШП, не доходя до нижнего положения, останавливается, и пресс может заклиниться. Поэтому при штамповке на КГШП предусматривают облой, толщина которого больше, чем толщина облоя при многоударной штамповке на молоте.

Наличие более толстого, а, следовательно, и более горячего облоя приводит к уменьшению подпора в полости штампа, большему выдавливанию металла из полости и к худшему заполнению гравюры ручьев. В результате при одинаковой суммарной деформации штамповка на КГШП выполняется с использованием бóльшего числа ручьев, чем при штамповке на молотах.

Более сильное течение металла в стороны при штамповке на КГШП по сравнению со штамповкой на молотах связано с меньшими скоростями деформирования на КГШП. Удар молота длится 0,005 – 0,01 с, а продолжительность единичного обжатия в каждом ручье пресса составляет 0,03 – 0,08 с.

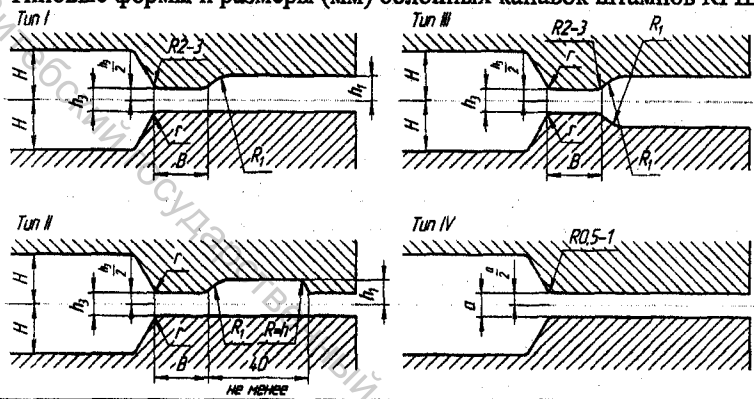
Предотвращение образования большого облоя в прессовом штампе и снижение скорости истечения металла в стороны осуществляется путем увеличения числа ручьев для постепенного приближения формы заготовки и формы поковки. Поковки,

штампуемые на молоте за один переход, рекомендуется штамповать на прессе за два или несколько переходов.

Ограничение течения металла в облойную канавку осуществляется уменьшением толщины порога или увеличением его ширины. С этой же целью применяют канавки со сдвоенными порогами или дополнительные карманы на пути движения металла в магазин. В таблице 3.20 приведены схемы и размеры облойных канавок.

Таблица 3.20

Типовые формы и размеры (мм) облойных канавок штампов КГШП



Усилие пресса, МН	h_0	a	b	h_1	R_1
6,3	1 – 1,5	0,6 – 1,0	4 – 5	5	15
10	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5	4 – 5	6	15
16	2,0 – 2,5	1,2 – 1,6	5 – 6	6	20
20	2,5 – 3,0	1,4 – 1,8	6	6 – 8	20
25	2,5 – 3,0	1,6 – 2,0	6	6 – 8	20
31,5 – 40	3,5 – 4,0	2,0 – 2,5	6 – 8	8	25
50 – 63	4,5 – 5,0	3,0 – 3,5	8 – 12	9 – 12	30

H	1 – 3	3 – 8	8 – 20	20 – 30	30 – 60	60 – 80	Св. 80
r	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	3,5 – 4,0	5 – 6

Типы канавок

Тип I – основной (наиболее распространенный). Магазин канавки полностью открыт с одной стороны. Так как нижняя половина штампа

Витебский государственный технологический университет

прогревается быстрее верхней, то для увеличения стойкости штампа мостик (порог канавки) располагают в верхней части штампа.

Учитывая, что вытекание металла в облой начинается значительно раньше подхода ползуна пресса к нижнему положению, толщина металла, вытекшего в магазин, будет переменной (соответственно переменному зазору между частями штампа в зоне мостика при движении ползуна пресса). Избыточный металл, вытекая в магазин, изгибается в сторону мостика в окончательном ручье с той стороны поковки, на которую будет воздействовать пуансон обрезного штампа.

Тип II – магазин канавки полузакрыт. Такие канавки применяют для уменьшения механической обработки, если кромка ручья отделена от края вставки.

Тип III – с двусторонним открытым магазином. Используют на участках ручья с избыточным выдавливанием металла в облой.

Тип IV – канавка представляет собой гладкий зазор. Применяют во вставках, предназначенных для горячей калибровки в тех случаях, когда объем облоя небольшой.

Для поковок массой до 0,5 кг применяют В = 10 мм, массой до 2 кг – В = 15мм, при массе более 2 кг – В 20 мм. Если поковки имеют сложную форму, а облой образуется в предварительном штамповочном ручье – значение В удваивают.

Если глубины полостей Н различных ее частей отличаются незначительно, то радиус закругления кромки выбирают по средней глубине; если участки со значительной разницей глубин, то радиусы закруглений кромок фигуры могут быть различными и оговариваются на чертеже отдельно.

Наличие выталкивателей в верхнем и нижнем штампах КГШП позволяет уменьшить по сравнению с молотовыми штампами штамповочные уклоны (табл. 3.21).

Таблица 3.21

Штамповочные уклоны на поковках, изготавливаемых на прессах

Штамповочные уклоны	Поковки тел вращения			Поковки сложной (удлиненной) формы	
	Осадка	Выдавливание	Осадка и выдавливание	Осадка	Осадка и выдавливание
Внешние α^0	1 – 2	3 – 5	3 – 5	3 – 5	5 – 7
Внутренние β^0	2 – 3	5 – 7	5 – 7	5 – 7	5 – 7

Если штамповку осуществляют одновременно осадкой и выдавливанием, то штамповочные уклоны на разных участках следует

Витебский государственный технологический университет

назначать разделено с учетом характера течения металла. Если полости ручья очень глубокие и узкие, рекомендуется применять штамповочные уклоны (рис. 3.36), которые предохраняют кромки ручья от подсаживания (табл.3.22).

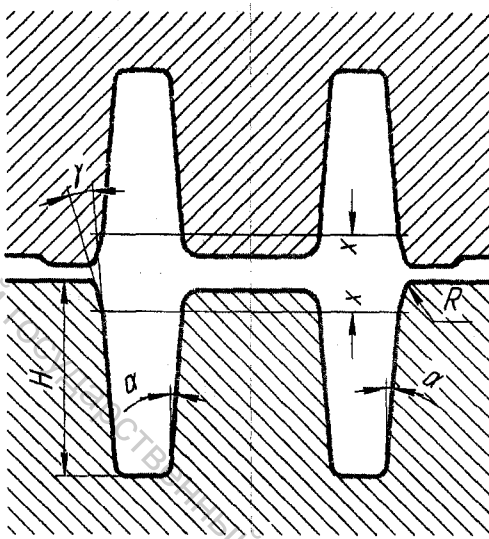


Рис. 3.36 Полость штампа с двойным штамповочным ручьем

Таблица 3.22

Двойные штамповочные уклоны на поковках с высокими ребрами и ступицами (рис. 3.36)

Глубина H ручья в мм	Расстояние x в мм	Штамповочные уклоны	
		Основные α^0	Входные γ^0
До 20	5	2	6
Св. 21 до 50	10	3	7
Св. 51 до 60	12	3	10
Св. 65	15	5	10

Для облегчения течения металла в полости ручья на поковках необходимы радиусы переходов R и R_1 (рис.3.37), которые следует определить по эмпирической формуле:

Витебский государственный технологический университет

$$R = k \cdot h \qquad (3.55)$$

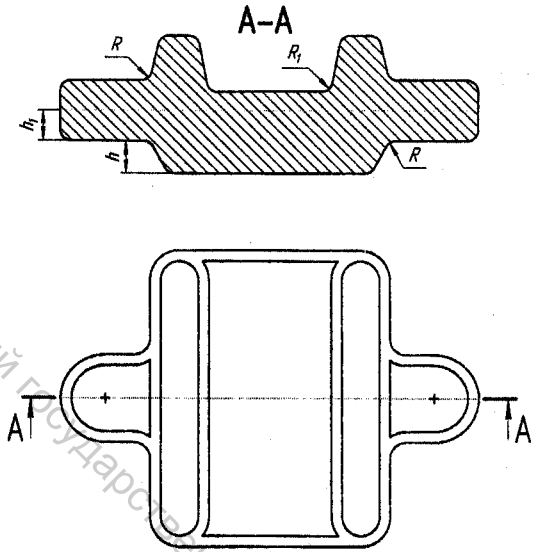


Рис. 3.37 Поковка вытянутой формы

Таблица 3.23

Значение коэффициента k

$\frac{h}{b}$	h, мм	k
До 1	До 12	0,15
Св. 1 до 2	Св. 12 до 24	0,2
Св. 2 до 3	Св. 24 до 40	0,25
Св. 3	Св. 40	0,3
Обозначения: b и h – ширина и глубина участков поковки, мм		

3.3.2 Разработка чертежей поковок, штампуемых на КГШП

Выбор линии разъема; составление эпюры диаметров и сечений, определение размеров расчетной и исходной заготовки; определение напусков, проектирование ручьев, выбор радиусов закруглений, соотношений размеров предварительного и окончательного ручьев; конструирование замков, облойных канавок и выемок под клещевину производится так же, как и при штамповке на молотах.

Припуски на механическую обработку и допуски на размер, штамповочные уклоны и профиль облойной канавки, основные размеры ручьев отличаются от принятых при штамповке на молотах.

Витебский государственный технологический университет

Пример выполнения чертежа поковки шестерни. Чертеж шестерни представлен на рис. 3.38.

Исходные данные детали:

Материал – сталь 45ХН2МФА: 0,42 – 0,50% C; 0,17 – 0,37% Si; 0,5 – 0,8% Mn; 0,8 – 1,1% Cr; 1,3 – 1,8% Ni; 0,2 – 0,3% Mo; 0,10 – 0,18% V.

Масса детали – 1,83 кг; масса поковки – 3,3 кг (расчетная): расчетный коэффициент K_p =1,8 (табл. 3.2) $1{,}83 \cdot 1{,}8 = 3{,}3$кг.

Класс точности – Т3 (табл. 3.1). Группа стали – М2. Средняя массовая доля углерода в стали 45ХН2МФА – 0,46С; суммарная массовая доля легируемых элементов – 3,81% (0,27% Si; 0,05% Mn; 0,95% Cr; 1,55% Ni; 0,25% Mo; 0,14% V).

Размеры описывающей поковку фигуры (цилиндр), мм: диаметр 134,2 (127,8×1,05); высота 41 (39×1,05) (где 1,05 – коэффициент).

Масса описывающей фигуры (расчетная) – 4,55 кг;

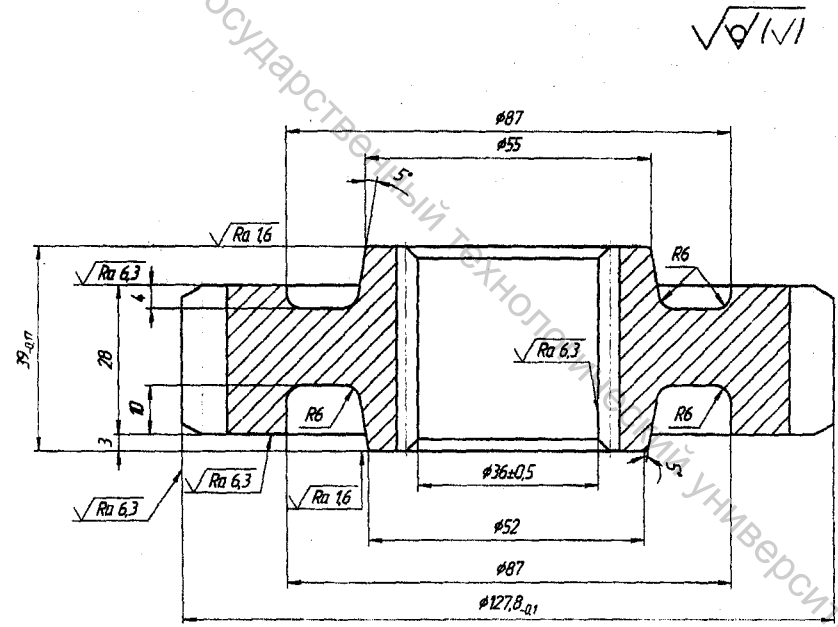


Рис. 3.38 Чертеж шестерни

Степень сложности – С1.

Конфигурация поверхности разъема штампа П (плоская).

Исходный индекс – 10 (табл. 3.3).

Припуски и кузнечные напуски:

Основные припуски на размеры (табл. 3.4), мм:

1,6 – диаметр 127,8 мм и чистота поверхности 6,3;

1,4 – диаметр 36 мм и чистота поверхности 6,3;

Белорусско-Российский государственный технологический университет

1,5 – толщина 39 мм и чистота поверхности 1,6;

1,5 – толщина 28 мм и чистота поверхности 6,3;

Дополнительные припуски, учитывающие:

Смещение поверхности разъема штампа – 0,3 мм (табл. 3.5);

Отклонение от плоскостности – 0,3 мм (табл. 3.6).

Штамповочный уклон:

на наружной поверхности – не более 5^0 принимается 5^0;

на внутренней поверхности – не более 7^0 принимается 7^0.

Размеры поковки и их допускаемые отклонения (рис. 3.39).

Размеры поковки, мм:

диаметр 127,8+(1,6+0,3) ×2=131,6 принимается 132;

диаметр 36-(1,4+0,3) ×2=32,6 принимается 32;

толщина 39+(1,5+0,3) × 2=42,6 принимаем 42,5;

толщина 28+(1,5+0,3) ×2=31,6 принимаем 31,5.

Радиусы закругления наружных углов – 2,0 мм (минимальный) принимается 3,0 мм (табл. 3.8).

Допускаемые отклонения размеров, мм:

Диаметр $132^{+1,3}_{-0,7}$; Диаметр $32^{+0,5}_{-0,9}$; Толщина $42,5^{+1,1}_{-0,5}$; Толщина $31,5^{+1,1}_{-0,5}$.

Схемы базирования, технологические базы, опорные и зажимные элементы приспособлений должны обеспечивать определенное положение заготовки относительно режущих инструментов. При механической обработке поковок необработанные поверхности (рис. 3.39) следует использовать только на первой операции.

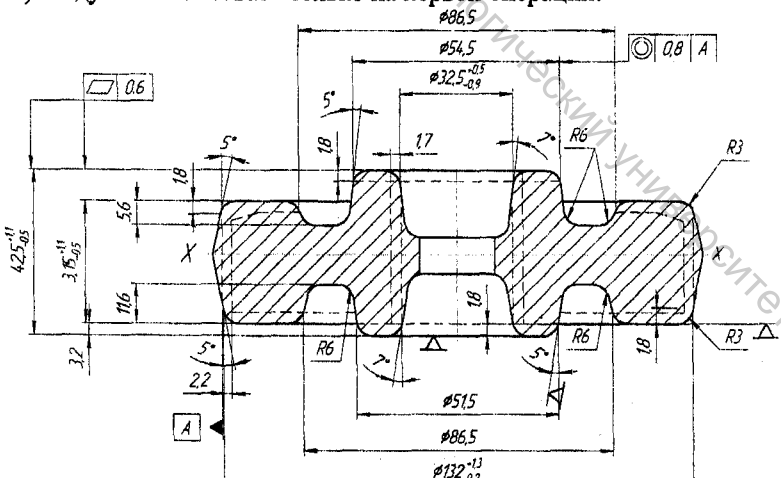


Рис. 3.39 Чертеж поковки шестерни

Витебский государственный технологический университет

3.3.3 Открытые штампы для кривошипных горячештамповочных прессов (КГШП)

Штампы КГШП представляют собой сборную конструкцию, включающую блоки, в которых закреплены сменные вставки. Существуют два основных типа конструкций блоков, предназначенных для призматических и цилиндрических вставок. Конструктивная схема универсального блока открытого штампа представлена на рис. 3.40, а размеры – в таблице 3.24.

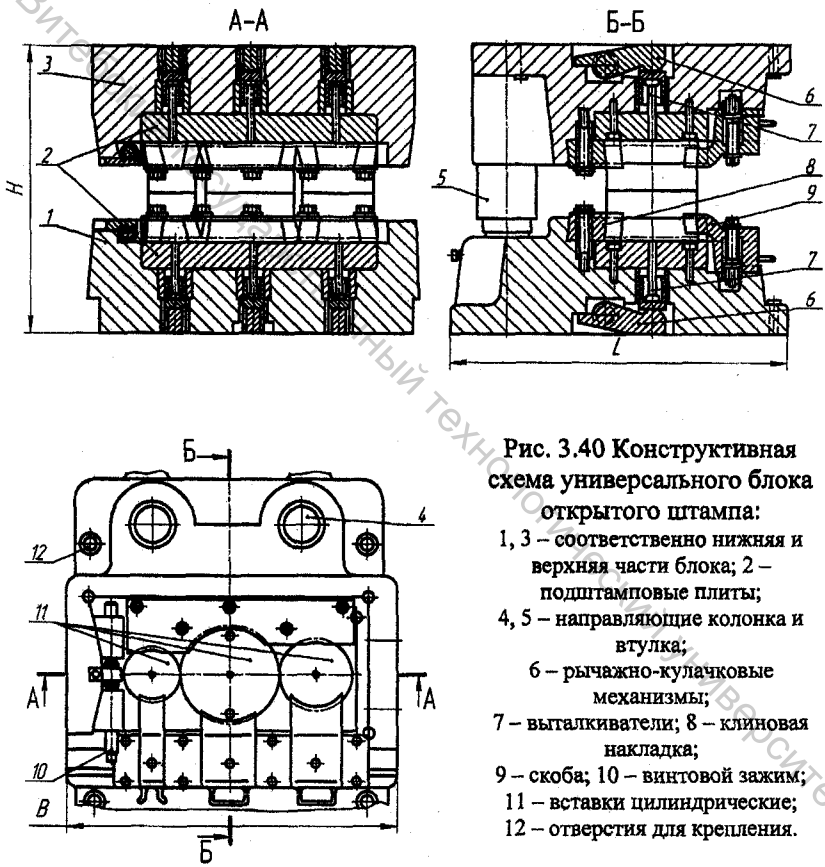


Рис. 3.40 Конструктивная схема универсального блока открытого штампа:
1, 3 – соответственно нижняя и верхняя части блока; 2 – подштамповые плиты;
4, 5 – направляющие колонка и втулка;
6 – рычажно-кулачковые механизмы;
7 – выталкиватели; 8 – клиновая накладка;
9 – скоба; 10 – винтовой зажим;
11 – вставки цилиндрические;
12 – отверстия для крепления.

Верхняя плита блока крепиться болтами к ползуну пресса, нижняя – к столу. Для перемещения блока на столе пресса и фиксации его от бокового сдвига клином: в нижней плите блока имеются две скошенные плоскости, в верхней плите выполняется паз, соответствующий выступу ползуна пресса.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.24

Габаритные размеры блоков, мм (рис. 3.40)

Усилие пресса, МН	B	L	H	Усилие пресса, МН	B	L	H
6,3	630	750	574	25	1120	1200	900
10	710	750	570	40	1600	1600	1010
16	900	1040	666	63	1800	2000	1160

Клиновая подушка прессов позволяет регулировать закрытую высоту, которая определяется по формуле

$$H = A + 0{,}75a \text{ , мм,} \qquad (3.56)$$

где H – номинальная закрытая высота блока; A – минимальная закрытая высота штамповочного пространства пресса; a – величина регулирования клиновой подушки стола пресса, мм.

Блоки в основном проектируют двух или трехручьевыми. Расположение ручьев в блоке зависит от расположения нагревательных устройств. Первый ручей располагается в блоке со стороны подачи нагретой заготовки, второй с противоположной стороны, а в центре окончательный. Такое расположение ручьев сводит к минимуму охлаждение поковок в процессе их транспортирования от нагревательных устройств к штампам.

Ручьи выполняют в заменяемых отдельных вставках. Наиболее часто применяют призматические вставки. Их проще регулировать, а крепление более надежно. Конструктивные варианты крепления призматических вставок представлены на рис 3.41.

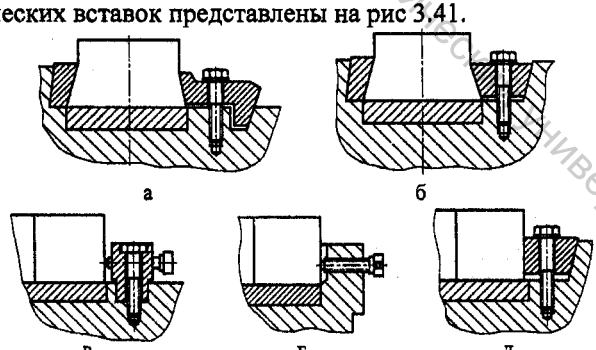


Рис. 3.41. Крепление призматических вставок в универсальных блоках: а – продольное накладками; б – продольное прижимными клиньями; в – боковое упорными болтами через стойку; г – боковое упорными болтами через стенку блока; д – боковое прижимными клиньями.

Виртуальный архив кафедры технологии машиностроения МГТУ

Направляющий узел блока (рис. 3.42) состоит из направляющей колонки 3, втулки 4, сальника 5, нижней крышки 6, защитной шайбы 2. Гнездо для посадки колонки в нижней плите 7 обрабатывают в сборе с верхней плитой 1, что обеспечивает необходимую соосность колонки и втулки.

Направляющие колонки располагают в блоке так, что бы они не препятствовали работе оператора. Обычно предусматривают две направляющие колонки, расположенные на блоке сзади, но в отдельных случаях, когда к точности поковок предъявляют повышенные требования, блоки выполняют с тремя, а иногда и четырьмя колонками.

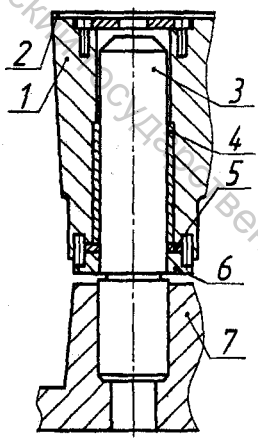


Рис. 3.42 Направляющий узел:
1 – верхняя плита;
2 – защитная шайба;
3 – колонка;
4 – втулка;
5 – сальник;
6 – нижняя крышка;
7 – плита нижняя.

Выталкивающие механизмы универсальных блоков конструируют: с одним выталкивателем; с траверсой, позволяющей осуществлять выталкивание поковок из любого ручья штампа; с траверсой и поворотными рычагами , с помощью которых выталкивание можно осуществлять, воздействуя на любой элемент поковки.

Выталкивающий механизм с одной точкой толкания прост по конструкции, но применяется для удаления поковок только из окончательного ручья. Выталкивающие механизмы с траверсой не получили широкого применения из-за перекосов и заедания траверсы, приводящих к частым авариям.

Рычажно-кулачковые выталкивающие механизмы (рис 3.43) универсальны, безотказно работают в любых условиях, не препятствуют монтажу и демонтажу вставок в блоке непосредственно на прессе без съема самого блока.

Московский государственный технологический университет

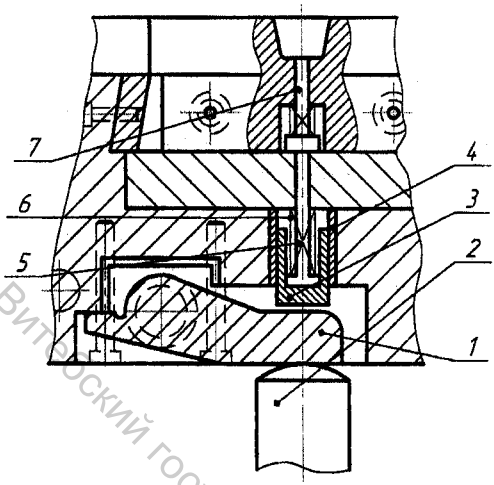


Рис. 3.43 Схема рычажно-кулачкового выталкивающего механизма:
1 – рычаги; 2 – стержень выталкивателя пресса;
3 – стакан;
4 – направляющая втулка;
5 – стержень выталкивающего механизма блока;
6 – пружина;
7 – толкатель штамповой вставки.

Если выталкивание необходимо осуществлять только из одного окончательного ручья, то используют рычаг с одним плечом. При необходимость выталкивания из предварительного и окончательного ручьев рычаг изготавливают двухплечным, а при выталкивании из трех ручьев – трехплечным.

В зависимости от формы поковки и вероятности ее застревания предусматривают выталкивание поковки из верхней и нижней вставки или из обеих одновременно.

3.4 Разделительные штампы

Обрезку облоя и пробивку перемычек можно производить в холодном и горячем состояниях. Холодную обрезку производят у мелких и средних поковок из углеродистых и низкоуглеродистых сталей. При обрезке облоя в холодном состоянии у поковок из высокоуглеродистых и высоколегированных сталей в зоне резания возникают трещины и расслоения, приводящие к браку.

У крупных поковок с толщиной облоя более 1,5 мм во избежание трещин обрезку облоя и пробивку перемычек осуществляют в горячем состоянии.

Технологические схемы обрезки облоя и пробивки перемычек приведены на рис 3.44.

При обрезке облоя у высоких (толстых) поковок (рис. 3.44, а), у которых h › (5-8) мм пуансон 1 не входит в матрицу 2. В этом случае режущем инструментом является матрица, а пуансон выполняет роль толкателя. При обрезке облоя у поковок небольшой высоты с торцовым расположением облоя, у которых поверхность облоя является продолжением поверхности поковки, пуансон входит в матрицу и является режущим инструментом (рис. 3.44, б).

Витебский государственный технологический университет

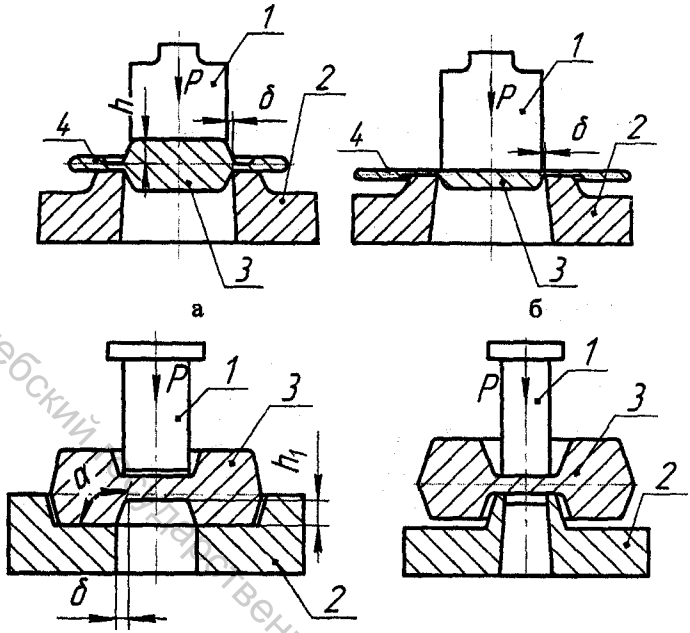


Рис. 3.44 Схемы обрезки облоя (а,б) и пробивки перемычек (в,г)
а,б – обрезных; в,г – пробивных:
1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – поковка;4 – облой; δ – зазор

При пробивке внутренних перемычек (рис. 3.44, в) режущим инструментом является пуансон, а матрица выполняет роль центрирующей опоры. При пробивке внутренних перемычек у поковок из цветных металлов конструкция матрицы должна обеспечить опору на перемычку (рис. 3.44, г). В этом случае режущим инструментом является пуансон 1 и матрица 2. В обоих случаях после пробивки перемычки поковки остаются на пуансоне и для ее удаления штампы должны оснащаться специальными съемниками.

Зазор δ зависит от формы и размеров поковки. Значения зазора приведены в таблице 3.25

Таблица 3.25

Числовые значения зазора между матрицей и пуансоном, мм

Рис 3.45, а						
h, мм	До 5	5-10	10-19	19-24	24-30	Св. 30
δ, мм	0,3	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5
Рис 3.45, б						
D, мм	До 20	20-30	30-48	48-59	59-70	Св. 70
δ, мм	0,3	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5

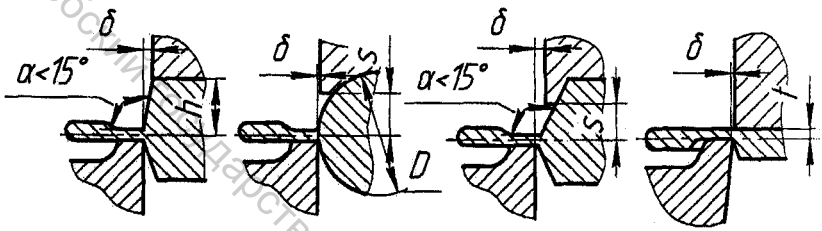
Витебский государственный технологический университет

При обрезке облоя у высоких поковок (рис. 3.45, а – в) пуансон непосредственно в процессе резанья облоя не участвует, и поэтому зазор не влияет на качество поверхности среза. При обрезке облоя у поковок, имеющих в сечении круг диаметром D (рис. 3.45, б), притупление S острых кромок пуансона рассчитывают по формуле:

$$S=0,2D+1; \tag{3.57}$$

при обрезке облоя толкающим пуансоном с охватом поковки (рис. 3.45, в) – по формуле:

$$S=(3,3-0,3\alpha)/tg\alpha \tag{3.58}$$



а б в г

Рис. 3.45 Зазор δ между матрицей и пуансоном при обрезке облоя: а – в – пуансон – толкающий инструмент; г – пуансон – режущий инструмент

В тех случаях, когда пуансон и матрица являются режущим инструментом (рис. 3.45, г), зазор определяется по формуле

$$\delta = kt, \tag{3.59}$$

где t – толщина облоя в центре среза; k – коэффициент, зависящий от материала поковки (для поковок из стали, алюминиевых и титановых сплавов k = 0,08÷0,10; для поковок из меди, латуни, магниевых сплавов k = 0,04÷0, 06)

При пробивке перемычки, расположенной внутри поковки (Рис. 3.44, в), зазор между матрицей и пробивным пуансоном определяют по формуле:

$$\delta = h\,tg\alpha-0,5 \tag{3.60}$$

Если пуансон и матрица являются режущим инструментом (рис. 3.44, г), зазор определяется по формуле (3.59).

Конструктивное исполнение и размеры отрезных матриц приведены на рис. 3.46 и в таблице 3.26.

Витебский государственный технологический университет

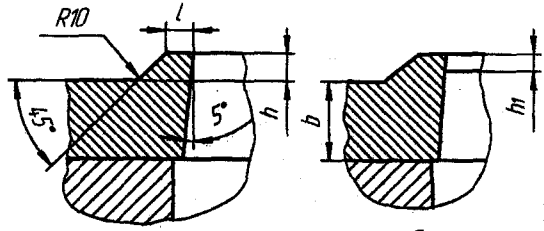


Рис. 3.46. Конструктивные элементы обрезных матриц с острой (а) и тупой (б) режущими кромками

Таблица 3.26

Размеры обрезных матриц, мм (рис. 3.45)

Толщина обрезаемого слоя	h	l	h_1, не более	b, не менее
До 1,6	8 – 10	6 – 8	5	30
1,6 – 3,	8 – 10	8 – 10	6	36
3 – 4	10 – 15	10 – 12	8	45
4 – 6	15 – 20	12 – 14	10	55
6 – 8	15 – 20	12 – 14	12	65

Обрезные штампы разделяются на штампы простого, последовательного и совмещённого действия.

Штампы простого действия (рис. 3.47, а) отличаются друг от друга способом удаления поковки и облоя, способом крепления матриц, наличием или отсутствием направляющих. При мелкосерийном производстве матрица выполняется цельной и крепится непосредственно к столу пресса.

При массовом производстве поковок обычно применяются секционные матрицы, устанавливаемые на штампы с направляющими колонками. Секционное исполнение матриц позволяет легко регулировать размеры обрезаемого контура поковки. При этом быстроизнашивающиеся части матриц выполняются вставными, а рабочая кромка наплавляется.

Блок отрезного штампа последовательного действия (рис. 3.47, б) включает пробивные и вырубные пуансоны 3 и матрицы 4, предназначенные для пробивки отверстий и обрезки облоя. В некоторых случаях на штампах последовательного действия дополнительно могут производится операции гибки и пробивки.

На штампе совмещенного действия (рис. 3.47, в) в начале хода ползуна пресса предусмотрена обрезка облоя, производимая пуансоном 3 и матрицей 4, затем пробивка отверстия прошивнем 5, а в конце хода ползуна пресса – правка, осуществляемая пуансоном 3, прижимом 6 и буферным устройством 7.

Витебский государственный технологический университет

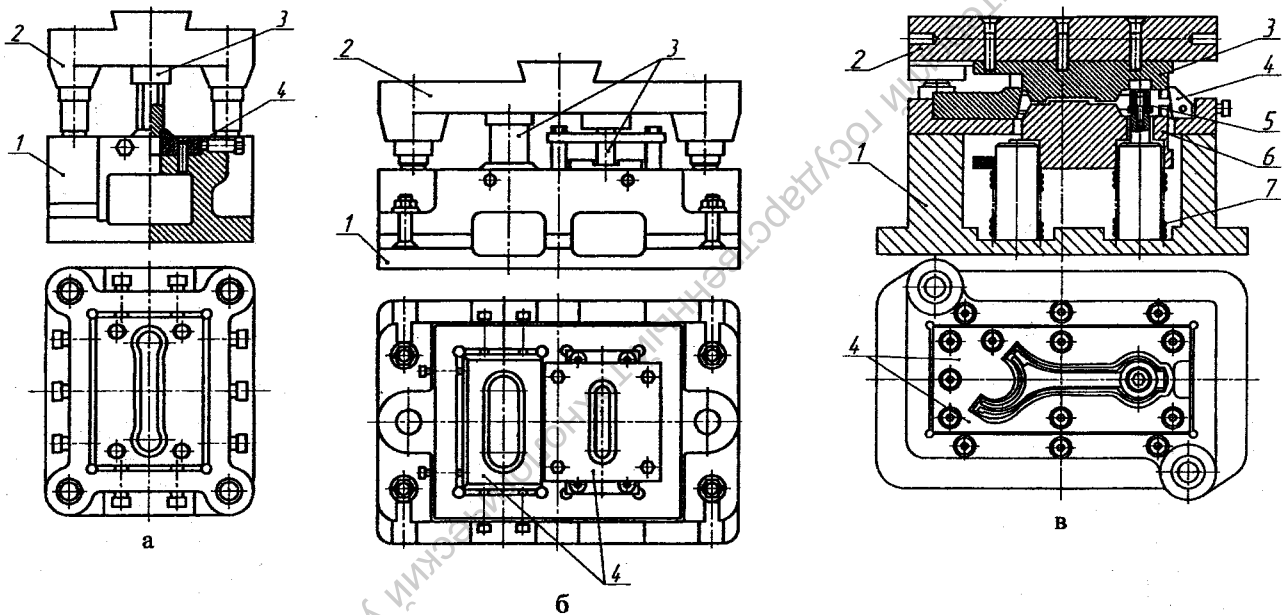


Рис. 3.47. Схемы конструкций обрезных штампов:
а – простого действия; б – последовательного действия; в – совмещённого действия:
1 – нижняя неподвижная часть штампа; 2 – верхняя подвижная часть штампа; 3 – пуансоны; 4 – матрицы; 5 – прошивень; 6 – прижим; 7 – пружина; 8 – упор.

ВИТУ им. Г.С. Ушакова Государственный Университет

Съемники. При обрезке облоя пуансон погружается в матрицу, а облой остается на пуансоне; при пробивке пленок на пуансоне остаются поковки. Для снятия с пуансонов облоя применяются специальные съемники, которые разделяются на нижние и верхние, жесткие и подвижные (рис. 3.48).

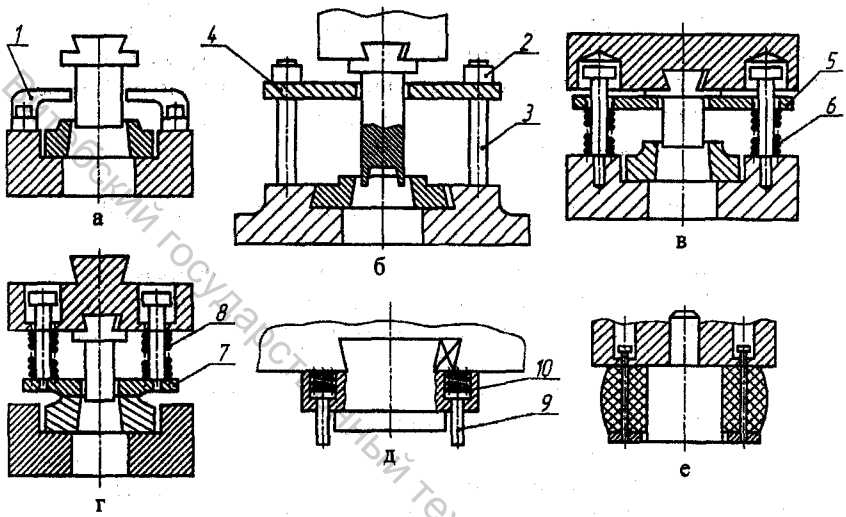


Рис. 3.48 Конструктивные схемы съемников обрезных штампов:
а, б, в – нижние съемники; г, д, е – верхние съемники; 1 – Г – образные лапы; 2 – болты; 3 – трубки; 4, 5, 7 – съемные плиты; 6, 8, 10 – пружины; 9 – стержни толкающие

Простейший нижний съемник жесткой конструкции выполнен в виде съемных Г-образных лап 1, укрепленных на плите (рис. 3.48, а). Лапы работают на изгиб в тот момент, когда застрявший облой снимается с пуансона. Более совершенной является конструкция жесткого съемника на распорных трубках (рис. 3.48, б). Длинные болты 2 расположены внутри трубок 3, на которых закреплена плита (съемник) 4 с отверстием для пуансона. При необходимости это отверстие может служить направляющей для пуансона.

Для поковок большой высоты и малой закрытой высотой пресса применяется нижний жесткий съемник на пружинах (рис. 3.48, в). В процессе рабочего хода ползун пресса опускает съемники и сжимает пружины.

Брянский государственный технологический университет

При обратном ходе ползуна пластина 5 съемника под действием пружин 6 возвращается в исходное положение, а съемник работает как обычный жесткий.

Если нижний съемник мешает установке поковок, то используется верхний съемник (рис. 3.48, г). Съем облоя осуществляется при обратном ходе ползуна. Съемная плита 7 передвигается к торцу пуансона сжатыми пружинами 8, снимая при этом застрявший на пуансоне облой.

Верхний пружинный съемник может быть выполнен в виде компактных стержней 9, действующих от пружин 10 (рис. 3.48, д). Три или четыре стержня свободно снимают облой. При холодной обрезке облоя вместо пружин верхнего съемника используются толстые резиновые подкладки (рис. 3.48, е).

Библиотека Белорусского государственного технологического университета

3.5 Закрытые штампы для выдавливания на КГШП

Резервом экономии металла, снижения себестоимости и трудоемкости, повышения производительности является перевод изготовления поковок со штамповки в открытых штампах на штамповку выдавливанием в закрытых штампах.

Штамповка выдавливанием протекает в условиях неравномерного всестороннего сжатия, обеспечивающего увеличение пластичности и повышении механических свойств металла. Благодаря этому горячая штамповка выдавливанием позволяет успешно изготавливать поковки сложной конфигурации из труднодеформируемых сталей и сплавов.

Прямое выдавливание характеризуется течением металла заготовки в направлении движения пуансона (рис. 3.49, а). Этим способом изготавливаются гладкие или с уступом поковки разной конфигурации, полые и сплошные стержни с утолщением на конце.

При обратном выдавливании течение металла происходит в направлении, противоположном направлению движения пуансона (рис. 3.49, б). Обратное выдавливание применяется для штамповки поковок типа стаканов и втулок различной конфигурации, имеющих полость как с одной, так и с двух сторон.

Комбинированное выдавливание представляет собой сочетание прямого и обратного выдавливания и характеризуется тем, что течение металла происходит одновременно как в направлении движения пуансона, так и в противоположном (рис. 3.49, в). Комбинированное выдавливание применяется для изготовления поковок сложной конфигурации.

При боковом выдавливании металл течет под определенным углом к направлению движения пуансона (рис. 3.49, г). Этим способом получают поковки сложной конфигурации с прямолинейными и криволинейными боковыми отростками постоянного или переменного сечения.

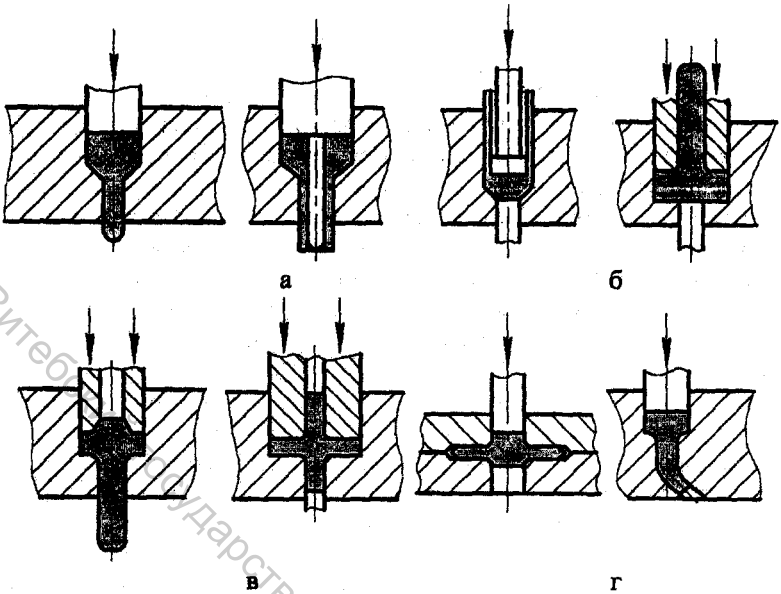


Рис. 3.49 Технологические способы выдавливания:
а – прямое; б – обратное; в – комбинированное; г – боковое

Все поковки, штампуемые на прессах горячим выдавливанием, классифицируют по группам в зависимости от формы (рис. 3.50)

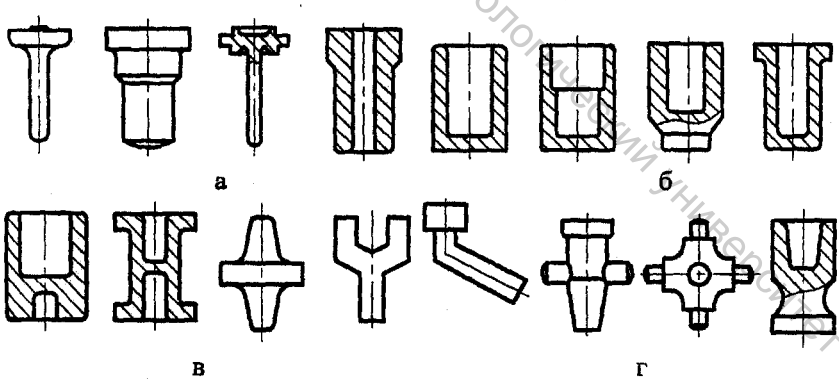


Рис. 3.50 Классификация поковок, получаемых горячим выдавливанием

Группа I (рис. 3.50, а) – поковки типа стержня постоянного и переменного сечения, при изготовлении которых преобладающим процессом является прямое выдавливание.

Витебский государственный технологический университет

Группа II (рис. 3.50, б) – поковки с глухой полостью типа цилиндрических стаканов и с буртами, которые изготавливают обратным выдавливанием из сплошных заготовок.

Группа III (рис. 3.50, в) – поковки с глухими двухсторонними полостями или отростками в направлении оси поковки, которые оформляются одновременно прямым и обратным выдавливанием.

Группа IV (рис. 3.50, г) – поковки с боковым отростком или поднутрением, которые штампуют с использованием бокового и комбинированного выдавливания в штампах с вертикальной или горизонтальной плоскостью разъема матрицы.

Основным требованием при конструировании поковок из труднодеформируемых сталей и сплавов, изготавливаемых выдавливанием, является максимально возможная простота формы и плавность сопряжений ее конструктивных элементов. Наиболее технологичными являются поковки, имеющие цилиндрический стержень постоянного сечения с утолщением на конце. Количество ступеней на стержне не должно превышать трех, а диаметр наименьшей ступени должен быть не менее $(0,2\text{-}0,3)d_п$.

Штамповку поковок со свободной полостью осуществляют за один, два и три перехода, не считая осадки. При этом целесообразно применять трубчатые заготовки в виде кольца или втулки, полученные прошивкой.

Поковки с боковыми отростками, буртами, а также местными утолщениями и поднутрениями на наружной поверхности штампуют в штампах с горизонтальной и вертикальной плоскостями разъема за один или два перехода. При штамповке поковок с горизонтальной плоскостью разъема матриц центральная часть получается осадкой, а отростки – боковым выдавливанием. Поковки нужно конструировать с плавными переходами к отросткам и буртам, чтобы облегчить течение металла и обеспечить отчетливое заполнение труднодоступных частей штампа.

При конструировании штампов для формообразования поковок выдавливанием должны быть обеспечены следующие условия:

- высокая соосность верхних и нижних частей штампа и раздельная регулировка ручьев по высоте;
- удобство монтажа штампов, надежность крепления рабочих частей, регулировка зазоров, быстросменность пуансонов и матриц;
- надежная работа выталкивающих устройств, быстрая укладка нагретых заготовок в ручей штампа и удаление из полости штампа поковок;
- удобство охлаждения и смазки рабочих частей в процессе штамповки;
- возможность свободного и безопасного доступа в рабочую зону штампа, механизации и автоматизации процесса штамповки.

Витебский государственный технологический университет

3.5.1 Штампы для прямого выдавливания

Штамповку стержневых поковок простой формы рекомендуется проводить в два перехода. На первом предварительном переходе получают утолщение диаметром $d_{пр}$ высотой $h_{пр}$, стержень диаметром d_c длиной $l_{с.пр}$ (рис. 3.51, б). На втором окончательном переходе происходит утолщение головки поковки до диаметра $d_п$ и некоторое удлинение стержня до размера $l_{с.ок}$ (рис. 3.51, в). После штамповки излишнюю часть Δl_c отрезают и получают поковку с размерами $d_п$, $h_п$, d_c, $l_{с.п}$ (рис. 3.51, г).

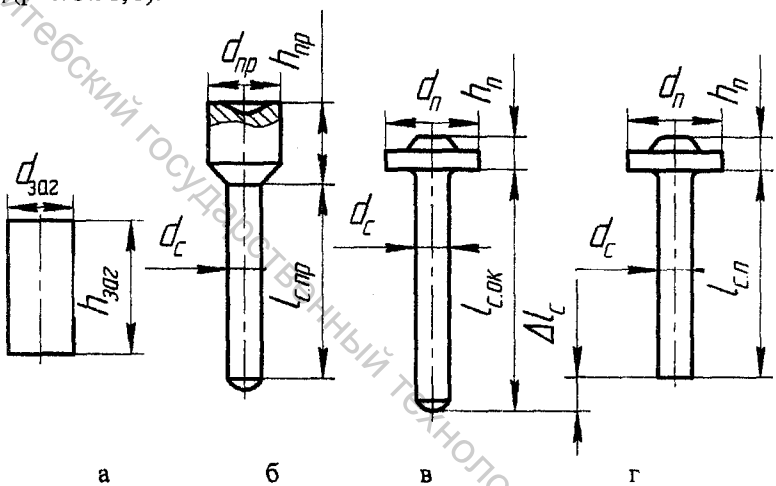


Рис. 3.51. Эскизы к переходам поковки прямым выдавливанием: а – заготовка; б – после предварительного перехода; в – после окончательного перехода; г – поковка

Формообразующими элементами предварительного ручья при штамповке прямым выдавливанием является пуансон 1, матрица 2 (рис. 3.52). Форма полости матрицы перехода от прямого отверстия $d_{пр}$ к формообразующему отверстию d_o должна быть выполнена таким образом, чтобы обеспечивала благоприятные условия течения металла и минимальный износ матрицы.

Диаметры отверстий втулки и канала толкателя в матрице выполняют одинаковыми и бóльшими формообразующего отверстия матрицы

$$d_к = d_0 + (0,1 \div 0,3) мм \qquad (3.61)$$

Диаметр толкателя равен

$$d_т = d_0 - (1 \div 3) мм \qquad (3.62)$$

Полоцкий государственный технологический университет

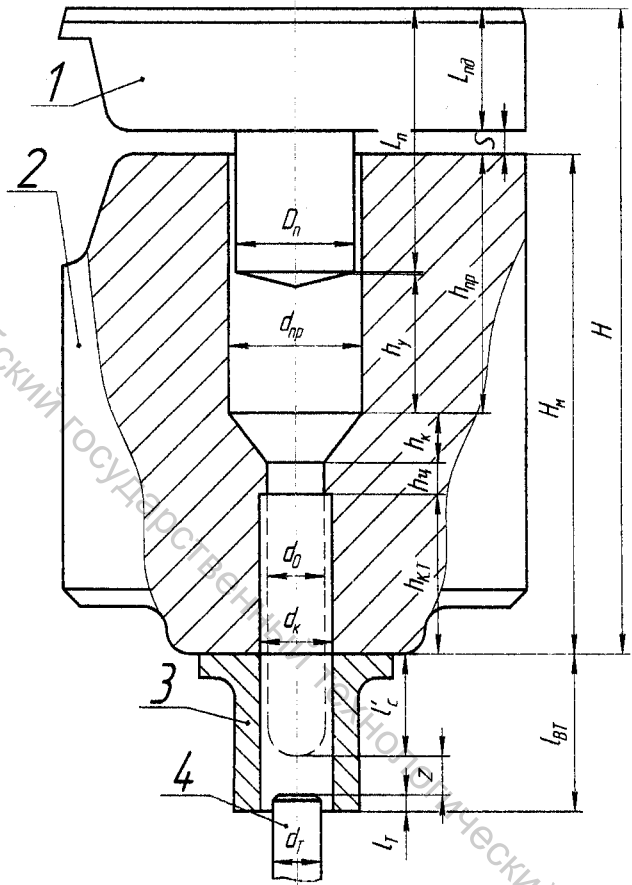


Рис. 3.52 Схема для расчета штампа прямым выдавливанием:
1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – втулка; 4 – толкатель

Высота приемника должна обеспечить заход пуансона в матрицу до момента его соприкосновения с заготовкой

$$h_{пр} = h_{заг} + (10 \div 30) мм \qquad (3.63)$$

Для уменьшения трения деформируемого металла о стенки формообразующего отверстия матрицы высоту цилиндрической части матрицы принимают

$$h_у = 5 \div 15 мм \qquad (3.64)$$

Высоту конусной части матрицы определяют исходя из диаметра прижима, формообразующего отверстия и принятого угла α

Витебский государственный технологический университет

$$h_к = \frac{d_{пр} - d_0}{2} ctg\alpha \quad (3.65)$$

Радиусы сопряжений принимают

$$R_1=5\div25мм,$$
$$R_2=2\div10мм \quad (3.66)$$

Длина толкателя $l_т$ входящего во втулку составляет

$$l_т=10\div20мм \quad (3.67)$$

Зазор между выдавливаемым стержнем и торцем толкателя равен

$$Z=10\div30мм \quad (3.68)$$

Длина втулки составляет

$$l_{вт}=l'_c+l_т+Z, \quad (3.69)$$

где l'_c – длина стержня поковки, входящего во втулку.

Длину пуансона определяют исходя из закрытой высоты штампового пространства $H_{закр}$

$$L_п=H_{закр}-(h_у+h_к+h_ц+h_{к.т}), \quad (3.70)$$

где $h_у$ – высота утолщения части поковки; $h_к$ – высота конусной части матрицы; $h_ц$ – высота цилиндрической части матрицы, $h_{к.т}$ – высота канала толкателя в матрице.

$$h_{к.т}=H_М-(h_{пр}+h_к+h_ц), \quad (3.71)$$

где $H_М$ – высота матрицы; $h_{пр}$ – высота приемника матрицы; $h_к$, $h_ц$ – высота соответственно конической и цилиндрической части матрицы

Высота пуансонодержателя

$$L_{пд}=H_{закр}-(H_М+S), \quad (3.72)$$

где S – зазор между пуансоном и матрицей

$$S=10\div30мм \quad (3.73)$$

Диаметр пуансона

$$D_п=d_{пр}-\Delta, \quad (3.74)$$

где Δ – зазор между пуансоном и отверстием приемника матрицы, принимается для поковок с диаметром до 10 мм 0,1-0,15мм на сторону, а для поковок с диаметром головки 10-10мм 0,3-0,4мм на сторону.

Витебский государственный технологический университет

На рис. 3.53 приведена заготовка, штамповочные переходы поковки и штамп для прямого выдавливания клапана из жаропрочной стали. Конструкция штампа проверена многолетней эксплуатацией и рекомендуется в качестве типовой.

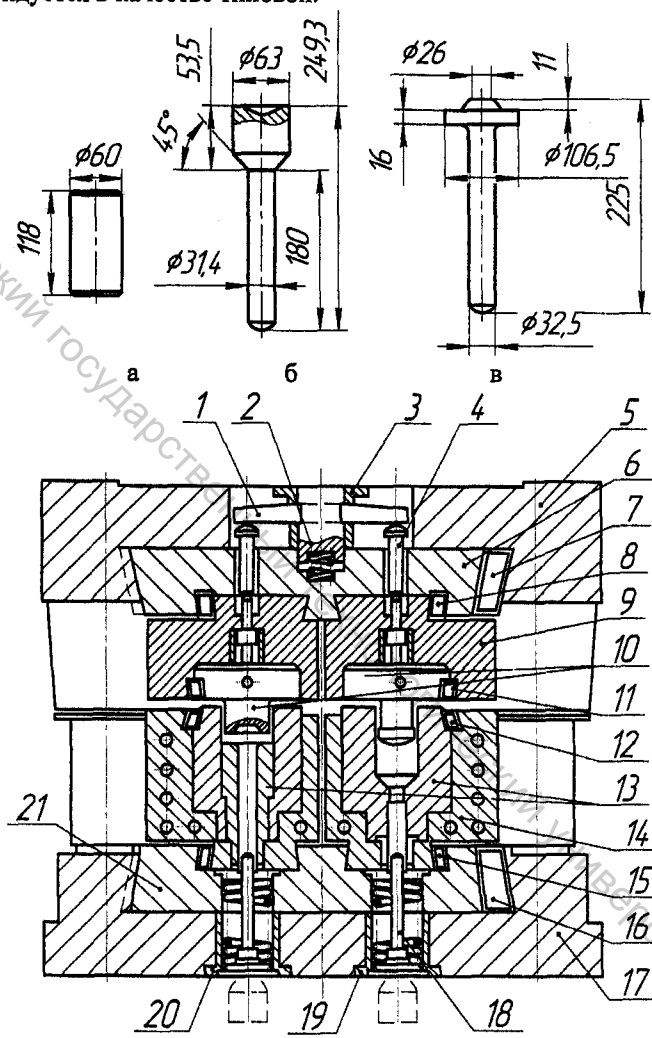


Рис. 3.53 Схема типового штампа для прямого выдавливания: а – заготовка; б, в – штамповочные переходы, г – схема конструкции штампа: 1 – траверса; 2 – ползун; 3 – втулка; 4 – толкатель верхний; 5, 17 – основные плиты; 6, 21 – подкладные плиты; 7, 8, 11, 12, 15, 16 – клины; 9 – пуансонодержатель; 10 – пуансоны; 13 – матрицы; 14 – обоймы; 18 – выталкиватель; 19 ,20 – втулки

Витебский государственный технологический университет

Штамп устроен следующим образом. В верхней и нижней основных плитах 5, 17, а также подкладных плитах 6, 21 выполнены по два гнезда для толкателей 4 и выталкивателей 18. Верхний толкатель 4 приводится в действие от ползуна 2, перемещаемого во втулке 3 и траверсе 1. Выталкиватель 18 приводится в действие от гидроцилиндра пресса через толкатели пресса.

Подкладные плиты 6, 21 крепятся в основных плитах 5, 17 с помощью клиньев 7, 16. В свою очередь в подкладных плитах крепятся с помощью клиньев 11, 12 пуансоны 10 и матрицы 13. Втулки 19, 20 служат для направления перемещения нижних выталкивателей, а пружины, расположенные в нижней и верхней плитах – для возвращения выталкивателей в нижнее положение, а ползуна – в верхнее.

При штамповке поковок из труднодеформируемых жаропрочных сталей и сплавов предусмотрен электронагрев, обеспечивающий термостабилизацию штампов. Для размещения электронагревателей в нижних обоймах предусмотрены отверстия.

3.5.2 Штампы для обратного выдавливания

Расчет предварительного ручья (рис. 3.54) и определение размеров конструктивных элементов следует производить с учетом рекомендаций по проектированию штампов для прямого выдавливания.

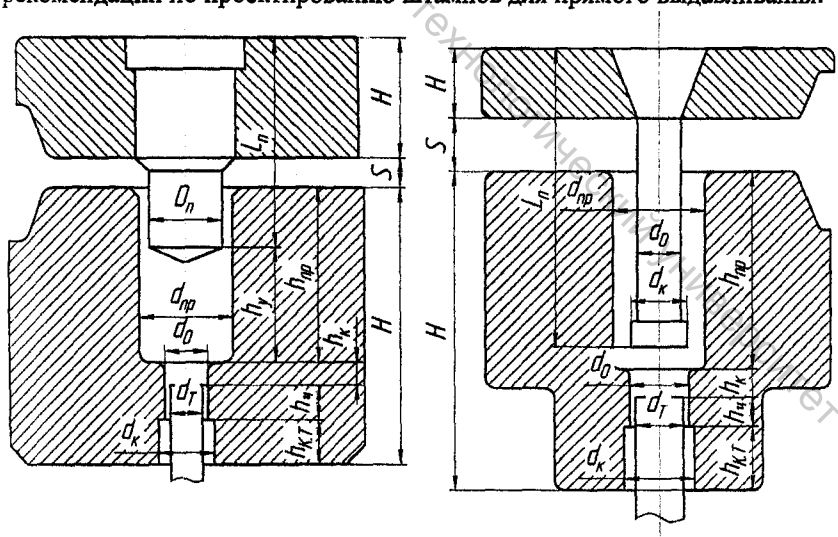


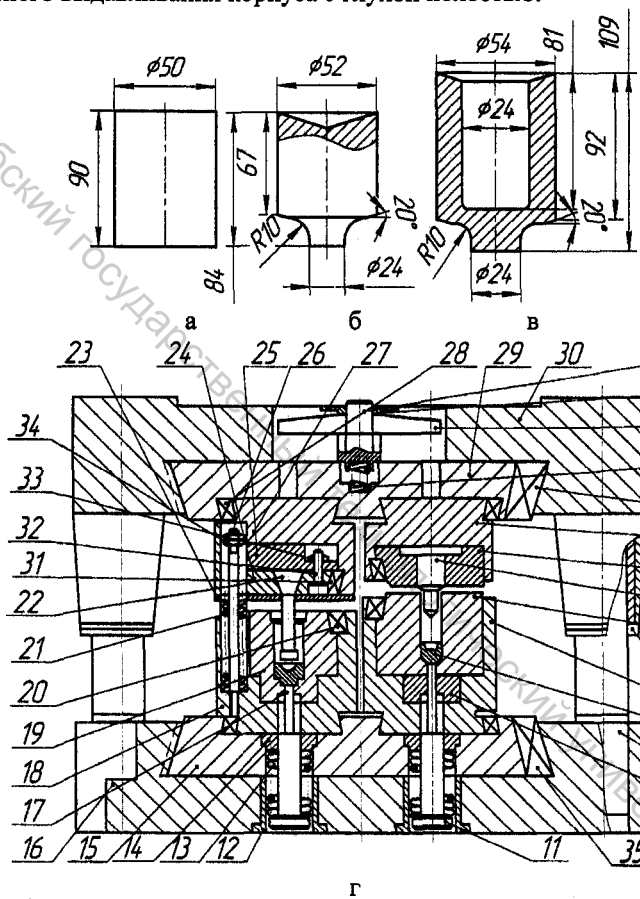
Рис. 3.54. Схемы для расчета предварительного (а) и окончательного (б) ручьёв штампа для обратного выдавливания

Белорусский национальный технический университет

Необходимо исключить затекание материала в зазор между матрицей и толкателем. Высота конусной части $h_к$ матрицы должна соответствовать высоте поковки на этом участке.

Окончательный ручей должен быть выполнен по размерам чертежа горячей поковки.

На рис 3.55 представлен универсальный двухручьевой штамп для обратного выдавливания корпуса с глухой полостью.



г

Рис. 3.55 Схема типового универсального штампа для обратного выдавливания: а – заготовка; б, в – штамповочные переходы; г – схема штампа: 1, 20, 28, 31, 35 – клины; 2, 18,27 – обоймы; 3,24 – пуансонодержатели; 4, 22 – пуансоны;5, 19 – матрицы; 6 – обойма; 7, 17 – выталкиватели; 8 – втулка; 9 – колонка; 10 – втулка, 11 – толкатель; 12, 14 – направляющие втулки; 13, 21, 39 – пружины; 15, 29 – подкладные плиты; 16, 30 – нижняя и верхняя основные плиты; 23 – плита съемная; 25 – плита опорная; 26 – болт специальный; 32, 33, 34 – гайки; 36 – ползун; 37 – втулка; 38 – траверса

Витебский государственный технологический университет

Первый ручей включает пуансон 4, установленный в пуансонодержатели 3, и крепится клином в верхней обойме 2. В полости обоймы 6, которая клином крепится в нижней подкладной плите 15, расположены матрица 5, выталкиватель 7 и направляющая втулка 10.

Второй ручей штампа состоит из нижней 18 и верхней 27 обойм, прикрепленных к нижней 15 и верхней 29 подкладным плитам клинами 28. В обойме 27 смонтированы пуансон 22, пуансонодержатель 24 и опорная плита 25. Последние соединены болтами 32 и гайкой 33. В обойме 18 расположены матрица 19 и выталкиватель 17. Матрица 19 и пуансон 22 закреплены в обоймах 18, 27 клиньями 31. Толкатели 11 перемещаются в направляющих втулках 12 и 14, а после подъема возвращаются в крайнее нижнее положение пружинами 13. Готовая поковка удаляется с пуансона с помощью съемника, который состоит из четырех специальных болтов 26, закрепленных в нижней обойме 18, регулировочных гаек 34, пружины 21 и плиты съемника 23. Детали верхнего выталкивателя (траверса 38, втулка 37, пружина 39 и ползун 36) используются при штамповке стержневых поковок. Подкладные плиты 15 и 29 крепятся к нижней 16 и верхней 30 плитам клиньями 1 и 35. Соосность плит обеспечивается колонками 9 и втулками 8.

3.6 Штампы с разъемными матрицами

В штампах с разъемными матрицами конструктивно предусматривается наличие одного или нескольких пуансонов. В таких штампах возможно изготовление поковок с несколькими полостями. Многополостная штамповка позволяет приблизить форму и размеры сложных поковок к размерам готовых изделий. Коэффициент использования металла при изготовлении поковок сложной конфигурации повышается в 2-4 раза. Существенно повышаются качественные показатели поковок: благоприятная ориентация волокон, более равномерное, чем при обычной штамповке, распределение механических свойств.

Закрытые штампы с разъемными матрицами по конструктивным особенностям и технологическому назначению разделяются на три группы.

Группа I – штампы рычажные с вертикальным разъемом полуматриц и деформирующим пуансоном, движущимся параллельно плоскости разъема полуматриц.

Группа II – штампы клиновые с горизонтальным разъемом полуматриц и деформирующим пуансоном, движущимся перпендикулярно плоскости разъема полуматриц.

Электронный архив библиотеки Белорусского национального технического университета

Группа III – штампы клиновые двухсторонние с горизонтальным разъемом полуматриц и деформирующими пуансонами, движущимися в плоскости разъема полуматриц.

Штампы первой группы работают по принципу закрытых штампов для выдавливания. Разъем матриц обеспечивает возможность извлечения поковок сложной наружной формы, например, с боковыми отростками.

Штампы второй группы основаны на последовательной деформации заготовки первоначально между верней и нижней матрицами, а после их смыкания по плоскости разъема – верхним пуансоном. Это позволяет получать поковки сложной формы периферийной и торцевых (верхней и нижней) поверхностей, например, поковки зубчатых колес.

Штампы третьей группы основаны на последовательной деформации заготовок в вертикальном направлении между верхней и нижней матрицами и горизонтальном направлении боковыми пуансонами. Такие штампы обеспечивают получение поковок с боковыми отростками, например, элементы арматуры: угольники, тройники, крестовины.

При конструировании штампов необходимо учитывать усилие смыкания. При штамповке поковок в штампах с горизонтальным разъемом матриц в начале процесса выдавливания металла в отростки усилие смыкания находится в пределах 5-10% от усилия штамповки, а при окончательном оформлении отростков оно возрастает до 10-30% от усилия деформации. При штамповке поковок в штампах с вертикальной плоскостью разъема матриц в начале процесса деформации усилие смыкания матриц составляет 5-20% от усилия штамповки, а в конце деформации достигает 25-100% от усилия штамповки.

Штампы рычажные с вертикальным разъемом полуматриц и пуансоном, перемещающимся параллельно плоскости разъема. Основными элементами рычажных штампов являются: пуансон, полуматрицы, обойма и рычаги (рис. 3.56, а).

Расчет конструктивно-технологических параметров ручьев штампов производится по общей методике для закрытых штампов. Жесткость подвижных элементов штампа в значительной степени определяет точность размеров поковок. Поэтому силовой расчет штампа приобретает особую значимость.

Усилия сжатия полуматриц $R_{сж}$, а также усилия, возникающие в верхнем $R_в$ и нижнем $R_н$ рычагах, определяются по формулам:

$$P_{сж} = \frac{P_д}{2tg\left(\alpha + \arcsin\left(fd/l\right)\right)}, \qquad (3.75)$$

$$R_в = \frac{P_д}{2}\left[\frac{c - btg\left(\alpha + \arcsin\left(fd/l\right)\right)}{a\sin\left(\alpha + \arcsin\left(fd/l\right)\right)}\right], \quad (3.76)$$

$$R_н = \frac{P_д}{2}\left[\frac{a - c + btg\left(\alpha + \arcsin\left(fd/l\right)\right)}{a\sin\left(\alpha + \arcsin\left(fd/l\right)\right)}\right], \quad (3.77)$$

где $P_д$ – усилие на деформирующем пуансоне; α - угол наклона рычагов (элементов) к горизонтальной оси; l – длина рычага (элемента); d – диаметр цилиндрического шарнира; f – коэффициент трения; a – расстояние между шарнирами; c – расстояние от нижнего шарнира до точки приложения равнодействующих сжимающих усилий; b – расстояние от оси штампа до центра шарнира полуобойм.

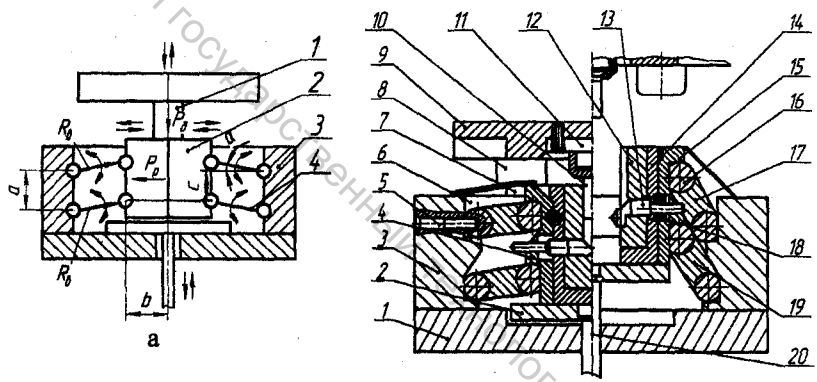


Рис. 3.56 Штамп рычажный с вертикальным разъёмом матриц:
а – кинематическая схема: 1 – пуансон; 2 – полуматрица; 3 – обойма; 4 – рычаг;
б – общий вид штампа (слева – крайнее нижнее положение; справа – крайнее верхнее положение): 1 – плита нижняя; 2 – плита подвижная; 3 – плита боковая; 4 – упругий элемент; 5 – винт; 6 – плита задняя; 7 – колонна; 8 – втулка; 9 – плита верхняя; 10 – пуансон; 11 – опорная плита; 12 – полуматрица; 13 – выталкиватель; 14 – матрицедержатель; 15 – полуобойма; 16 – шарнир; 17, 19 – рычаги; 18 – ловитель; 20 – шток пневмоцилиндра

Усилие штамповки рассчитывается в конечный момент деформирования, когда происходит полное оформление поковки и усилие максимально.

Для расчета на прочность замкнутой цельной или составной обоймы, куда монтируется вся рычажная система с полуматрицами, необходимо использовать формулу общего усилия сжатия полуматриц (3.75), которое для обоймы является распирающим усилием. Для расчета рычагов и площади шарнирного сопряжения используются формулы (3.76) и (3.77).

Белорусский государственный технологический университет

Для предварительного расчета элементов пакета рассчитывается деформирующее усилие, а затем по упрощенным формулам (без учета сил трения в шарнирах) рассчитываются его основные элементы

$$P_{сж} = \frac{P_д}{2tg\alpha}, \tag{3.78}$$

$$R_в = \frac{P_д}{2}\left[\frac{c - btg\alpha}{a\sin\alpha}\right], \tag{3.79}$$

$$R_н = \frac{P_д}{2}\left[\frac{a - c + btg\alpha}{a\sin\alpha}\right], \tag{3.80}$$

Как показывает анализ формул (3.76) и (3.78), усилие сжатия тем больше, чем меньше угол наклона рычага к горизонтальной оси, коэффициент трения и диаметр шарнира.

В разработанном типовом штампе угол наклона составляет 8 – 15°, а усилие сжатия в 1,85 – 3,5 раза больше усилия штамповки.

Дальнейшее уменьшение угла и увеличение усилий сжатия нежелательно в связи с тем, что при штамповке происходит упругая деформация пакета и угол становится меньше на 2 – 3° . В процессе штамповки рычаги могут стать в распор, т.е. $\alpha \to 0$, и вывести их из распора нижним выталкивателем будет затруднительно.

Конструктивно штамп рычажный (рис. 3.56, б) состоит из нижней 1 и верхней 9 плит, связанных между собой колонками 7 и втулками 8.

На верхней плите 9 при помощи болтов прикреплена опорная плита 11, на которой установлен деформирующий пуансон 10, крепящийся накидной гайкой.

На нижней плите 1 смонтирована замкнутая обойма, состоящая из передней и задней плит 6 и двух боковых плит 3.

В замкнутой обойме на цилиндрических шарнирах 16 установлены рычаги 17 и 19 – по два с каждой стороны. Рычаги одним концом опираются на цилиндрические шарниры, закрепленные винтами 5 на уступах в боковых плитах 3, а вторым – на цилиндрические шарниры, прикрепленные к подвижным полуобоймам 15.

В полуобоймах находятся матрицедержатели 14, в которых закреплены полуматрицы 12. Для предотвращения смещения полуматриц в полуобоймах предусмотрены ловители 18.

В полуматрицах расположены боковые выталкиватели 13, под которыми в полуобоймах установлены упругие элементы 4 для компенсации избытка металла в заготовке.

Выдавленная поковка извлекается из ручьев полуматриц выталкивателями 13, которые при повороте рычагов 17 перемещаются к центру. Поковка может удаляться под стол пресса, если шток пневмоцилиндра выполнен полым, или за пресс через окно в передней и задней обоймах штампа. В гнезде нижней плиты на штоке 20

Витебский государственный технологический университет

пневмоцилиндра, расположенного под плитой пресса, установлена плита 2, которая поднимает и удерживает в верхнем положении полуобоймы 15.

При опускании штока пневмоцилиндра полуобоймы под действием силы тяжести опускаются, и полуматрицы образуют закрытый ручей, в который сверху укладывается нагретая цилиндрическая заготовка.

В процессе движения ползуна пресса вниз заготовка под действием пуансона деформируется, заполняя ручей штампа. При возвращении ползуна в верхнее положение включается пневмоцилиндр и плита 2 поднимает полуобоймы. Последние, поворачиваясь на рычагах, одновременно расходятся в стороны и раскрывают полуматрицы.

Штамп обеспечивает возможность получения поковок за один переход с одним или несколькими отростками, расположенными во взаимно перпендикулярных плоскостях, а также поковок ступенчатых валов. При отсутствии устройств, учитывающих колебание объема заготовки (в пределах до 3%), компенсация избыточного объема происходит за счет упругой деформации деталей пакета. В случае значительного избытка объема заготовки металл вытекает в торцевой заусенец.

Штампы клиновые с горизонтальным разъемом матриц и пуансоном, перемещающимся перпендикулярно плоскости разъема

Кинематика движения элементов штампа представлена на рис. 3.57, а. Усилия, действующие на элементы штампа, определяются выражениями:

усилие сжатия полуматриц

$$P_{сж} = P_д \frac{\cos(\alpha - 2\rho)\sin(\beta + \rho)}{\sin(\alpha - \rho)\cos(\beta + 2\rho)}, \quad (3.81)$$

общее усилие штамповки

$$P_{общ} = P_д \frac{\sin(\alpha + \beta)\cos\rho}{\sin(\alpha - \rho)\cos(\beta + 2\rho)}, \quad (3.82)$$

усилие растяжения (распора) обоймы (элемент 2)

$$P_{обм} = P_д \frac{\cos\rho\cos\beta\cos(\alpha - 2\rho)}{2\sin(\alpha - \rho)\cos(\beta + 2\rho)}, \quad (3.83)$$

усилие на контактных поверхностях центральной призмы

$$P_{к.пр} = P_д \frac{\cos\rho}{2\sin(\alpha - \rho)}, \quad (3.84)$$

усилие на контактных поверхностях обоймы

$$P_{к.обм} = P_д \frac{\cos\rho\cos(\alpha - 2\rho)}{2\sin(\alpha - \rho)\cos(\beta + 2\rho)}, \quad (3.85)$$

усилие на контактных поверхностях верхней плиты (элемент 1)

Библиотека Могилевского государственного технологического университета

$$P_{общ} = \frac{P_{общ}}{2} = P_д \frac{\sin(\alpha+\beta)\cos\rho}{2\sin(\alpha-\rho)\cos(\beta+2\rho)}, \qquad (3.86)$$

где α, β – углы клиновых призм; ρ = ρ1 = ρ2 = *arctg* $f_{тр}$ – углы трения клиновых пар ρ=*arctg* $f_{тр}$, причем в формулах он принят одинаковым для всех клиновых пар трения; $P_д$ – усилие на деформирующем пуансоне.

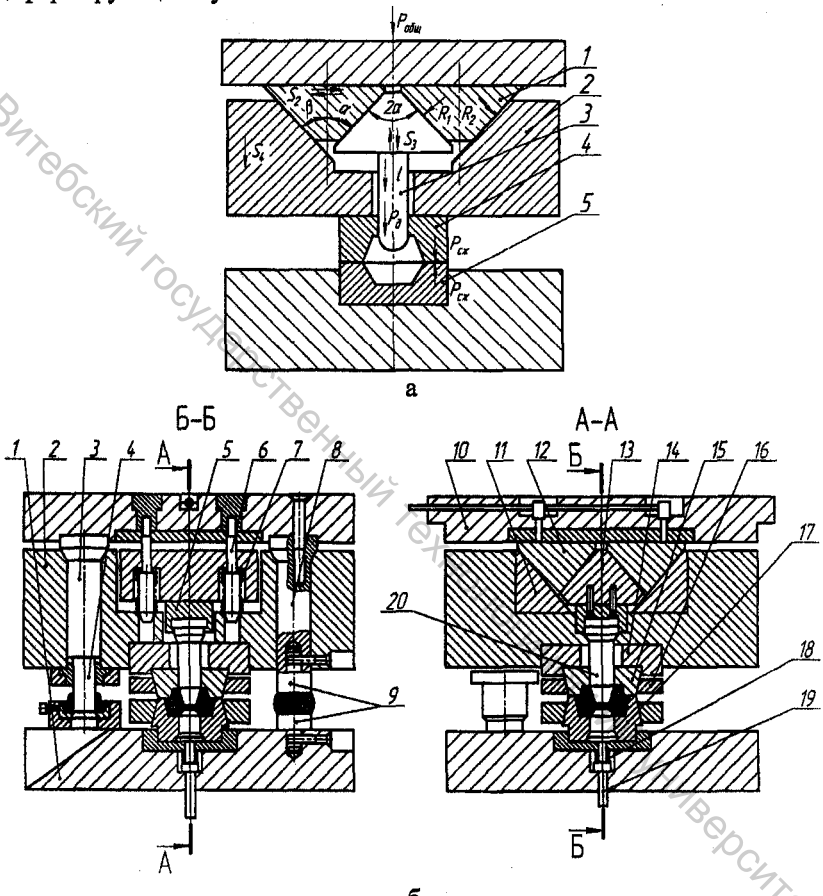


Рис. 3.57 Штамп клиновой с горизонтальным разъёмом полуматриц и центральным пуансоном, движущимся перпендикулярно плоскости разъёма: а – кинематическая схема штампа: 1 – призмы клиновые; 2 – обойма; 3 – пуансон; 4, 5 – полуматрицы; б – общий вид штампа: 1 – нижняя плита; 2 – обойма; 3 – пуансон отрезной сборный; 4 – вставка сменная; 5 – пуансонодержатель; 6 – шток; 7 – пружина возврата; 8 – пуансон осадочный; 9 – вставки сменные; 10 – плита верхняя; 11, 12, 13 – призмы клиновые; 14 – матрицедержатель; 15 – полуматрица верхняя; 16 – бандаж; 17 – полуматрица нижняя; 18 – пружина возврата; 19 – выталкиватель; 20 – пуансон центральный

Витебский государственный технологический университет

Выражения (3.84), (3.85), (3.86) используются для силового расчета клиновых призм и определения площади контактных поверхностей. Силовой расчет обоймы на разрыв осуществляется с использованием выражения (3.83).

Анализ выражения (3.81) показывает, что на отношение усилий сжатия полуматриц и на деформирующем пуансоне $P_{сж}/P_{д}$ оказывают влияние два фактора: углы клиновых призм α, β и коэффициент трения $f_{тр}$ в клиновых парах. С увеличением коэффициента трения, угла β и с уменьшением угла α усилие сжатия значительно увеличивается и может превышать усилие на деформирующем пуансоне в шесть раз и более.

Отношение усилия сжатия $P_{сж}$ к усилию на деформирующем пуансоне $P_{д}$ будет зависеть от соотношения площади поковки в плоскости разъема и площади давления (площади деформирующего пуансона).

Для обеспечения длительной работы клиновых пар трения необходимо подбирать соответствующие материалы, допускающие значительные давления при минимальном коэффициенте трения (обычно сталь закаленная – антифрикционный чугун или сталь – бронза). При проектировании штампа необходимо задаться определенной величиной хода деформирующих пуансонов, которая зависит от конструктивных параметров поковки и технологических переходов. Ход деформирующих пуансонов равен наибольшей глубине наметок.

Ход деформирующего пуансона в штампе определяется ходом обоймы и углами клиновых призм

$$l = 2S_4 ctg\alpha tg\beta, \qquad (3.87)$$

где S_4 – ход подвижной обоймы (элемент 2).

Из выражения (3.87) видно, что ход деформирующего пуансона (при $\alpha = \beta = 45°$) равен двойному ходу обоймы.

Величина хода обоймы и, соответственно, деформирующего пуансона зависит от разности величин, определяющих высоту пакета в свободном состоянии H_0 и закрытую высоту $H_з$, т.е.

$$l_{max} = 2(H_o - H_з)ctg\alpha tg\beta. \qquad (3.88)$$

Изменение закрытой высоты пресса на величину Δh приводит к изменению хода деформирующих пуансонов соответственно на

$$\Delta l = \Delta h 2ctg\alpha tg\beta \quad \text{или} \quad \Delta l / \Delta h = 2ctg\alpha tg\beta \qquad (3.89)$$

Штамп позволяет реализовать последовательно три перехода (рис. 3.57, б): осадку исходной заготовки между пуансонами 9, непосредственно штамповку между полуматрицами 15, 17 и обрезку перемычки пуансоном 3.

Витебский государственный технологический университет

Штамп работает следующим образом. В исходном верхнем положении ползуна пресса подвижная обойма 2 максимально отжата от верхней плиты пружинами 7. При движении ползуна пресса вниз происходит смыкание верхней и нижней полуматриц 15, 17. В процессе дальнейшего перемещения ползуна пресса движение от верхней плиты 10 передается призме 13, которая жестко соединена с центральным пуансоном 20. В результате происходит деформирование исходной заготовки в полости, образованной сомкнутыми полуматрицами и центральным пуансоном. При обратном ходе ползуна пресса под действием возвратных пружин 7 первоначально выводится центральный пуансон, а после этого происходит размыкание полуматриц. Полученная поковка удаляется из нижней полуматрицы выталкивателем 19.

Штамп клиновой с горизонтальной плоскостью разъёма и пуансонами, перемещающимися в плоскости разъёма

Принципиальная схема штампа представлена на рис. 3.58.

общее усилие штамповки

$$P_{общ} = 2P_{\partial}\frac{\cos\rho_{31}\cos\rho_{34}\cos(\gamma-\rho_{12})\sin(\alpha+\beta+\rho_{64}-\rho_{24})}{\sin(\gamma-\rho_{12}-\rho_{31})\sin(\beta-\rho_{24})\cos(\alpha+\rho_{64}+\rho_{54})}; \quad (3.90)$$

усилие сжатия полуматриц

$$P_{сж} = 2P_{\partial}\frac{\cos\rho_{31}\cos(\gamma-\rho_{12})\sin(\alpha+\rho_{64})\cos(\beta-\rho_{24}-\rho_{54})}{\sin(\gamma-\rho_{12}-\rho_{13})\sin(\beta-\rho_{24})\cos(\alpha+\rho_{64}+\rho_{54})}; \quad (3.91)$$

усилие, необходимое для расчета площади контактной площадки клиновой ползушки и нижней плиты

$$P_{31} = P_{\partial}\frac{\cos\rho_{31}\cos(\gamma-\rho_{12})}{\sin(\gamma-\rho_{12}-\rho_{13})}; \quad (3.92)$$

усилие, необходимое для расчета площади контактной поверхности между клиновой ползушкой и обоймой

$$P_{21} = P_{\partial}\frac{\cos\rho_{31}\cos\rho_{12}}{\sin(\gamma-\rho_{12}-\rho_{13})}; \quad (3.93)$$

усилие, необходимое для расчета площади контактной поверхности между обоймой и промежуточной клиновой призмой

$$P_{42} = P_{\partial}\frac{\cos\rho_{31}\cos(\gamma-\rho_{12})\cos\rho_{24}}{\sin(\gamma-\rho_{12}-\rho_{31})\sin(\beta-\rho_{24})}; \quad (3.94)$$

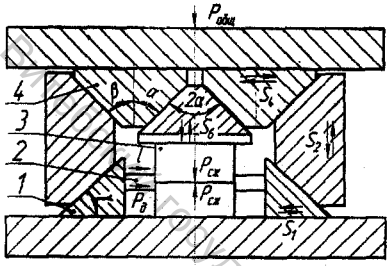
усилие, необходимое для расчета площади контактной поверхности между промежуточной и центральной клиновыми призмами

Белорусский государственный технологический университет

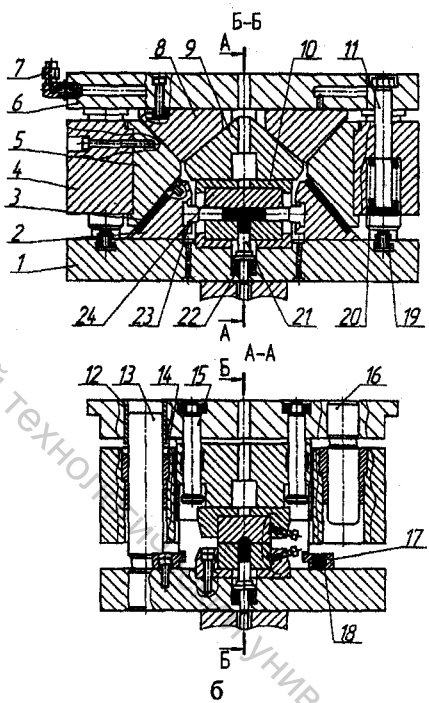
$$P_{64} = P_{\partial}\frac{\cos\rho_{31}\cos(\gamma-\rho_{12})\cos\rho_{64}\cos(\beta-\rho_{24}-\rho_{54})}{\sin(\gamma-\rho_{12}-\rho_{31})\sin(\beta-\rho_{24})\cos(\alpha+\rho_{64}-\rho_{54})}; \qquad (3.95)$$

усилие, необходимое для расчета площади контактной поверхности между промежуточной клиновой призмой и верхней плитой пакета

$$P_{54} = P_{общ}/2; \qquad (3.96)$$



а



б

Рис. 3.58 Блок клиновой с горизонтальным разъёмом полуматриц и пуансонами, движущимися в плоскости разъёма:

а – кинематическая схема:

1 – ползуны; 2 – пуансоны; 3 – полуматрица; 4 – призмы;

б – конструкция штампа:

1, 6 – соответственно нижняя и верхняя плиты; 2 – клиновые ползуны; 3 – планка, 4 – обойма; 5 – вставка клиновая; 7 – маслоподводящая система; 8 – промежуточные клиновые призмы; 9 – центральная клиновая призма; 10 – матрицедержатель; 11, 15 – винты специальные; 12, 14 – втулки; 13, 16 – колонки; 17 – направляющая планка; 18 – пружины; 19 – упор; 20 – пружины; 21 – выталкиватель; 22 – компенсационные устройства; 23 – пуансоны; 24 – полуматрицы

усилие, растягивающее обойму (распирающее)

$$P_{р.об.} = P_{\partial}\frac{\cos\rho_{31}[\sin(\gamma-\rho_{12})\sin(\beta-\rho_{24})+\cos(\gamma-\rho_{12})]}{\sin(\gamma-\rho_{12}-\rho_{31})\sin(\beta-\rho_{24})}; \qquad (3.97)$$

где P_{∂} – усилие, действующее на деформирующем пуансоне, ρ_{12}, ρ_{31}, ρ_{24}, … – углы трения между поверхностями соответственно элементов 1 и 2, 3 и 1, 2 и 4 и т.д., при этом $\rho = arctg\, f$, где f –

Национальный технический университет

коэффициент трения, α, β, γ – углы клиновых ползушек и призм, обозначенных на схеме.

Подобрав материалы трущихся пар таким образом, что все коэффициенты трения будут равны $\rho_{12} = \rho_{31} = \rho_{24} = \rho_{54} = \rho_{64} = \rho$, можно значительно упростить вышеприведенные выражения.

Если допустить, что $\rho = 0$, то соотношение усилия сжатия к усилию на деформирующем пуансоне выразится отношением тангенсов углов призм

$$\frac{P_{сж}}{P_д} = 2\frac{tg\alpha}{tg\beta tg\gamma}, \qquad (3.98)$$

что является как бы передаточным отношением клиновой системы пакета.

Конструктивная схема штампа представлена на рис. 3.58,б. Блок состоит из верхней плиты 6, обоймы 4 и нижней плиты 1, соединенных между собой колонками 13, 16.

К верхней плите специальными болтами 15 крепится центральная клиновая призма 9, с которой соединены матрицедержатель 10 и верхняя полуматрица 24. На верхней плите с возможностью перемещения установлены промежуточные клиновые призмы 8.

Обойма 4 соединяется с верхней плитой подпружиненными винтами 11. Внутри обоймы неподвижно установлены клиновые вставки 5.

На нижней плите размещены матрицедержатель, нижняя полуматрица, клиновые ползуны 2 и выталкиватель 21. Боковые пуансоны 23 установлены в пазах клиновых ползунов.

Штамп работает следующим образом. В исходном верхнем положении ползуна пресса подвижная обойма прижата поддерживающими пружинами 20 к верхней плите, а центральная клиновая призма 9 под действием перемещающихся к центру промежуточных клиновых призм 8 смещена вниз. Ползушки, с закрепленными в них деформирующими пуансонами, под действием пружин 18 раздвинуты до упоров 19. Нагретая заготовка укладывается в ручей нижней полуматрицы между пуансонами. При движении ползуна вниз верхняя полуматрица вначале соприкасается с нижней и останавливается, образуя таким образом закрытый ручей, а затем клиновые поверхности вставок 5, соприкасаясь с клиновыми поверхностями ползушек 2, заставляют их двигаться навстречу друг другу.

При дальнейшем движении ползуна вниз промежуточные клиновые призмы 8, наталкиваясь скошенными поверхностями на остановившуюся центральную призму, начинают перемещаться в стороны от центра, обеспечивая подвижной обойме дополнительное

Витебский государственный технологический университет

движение вниз, которое передается ползунам с пуансонами. Последние деформируют уложенную в ручей заготовку, которая заполняет гравюру матриц.

После завершения процесса деформирования заготовки верхняя плита с подвижной обоймой поднимается, ползуны под действием пружин возвращаются в исходное положение, а поковка удаляется из ручья нижней полуматрицы выталкивателем, работающим от пневмо- или гидроцилиндра, установленного под столом пресса.

Смазка трущихся поверхностей рассмотренных штампов осуществляется от общей системы пресса. Удаление окалины после каждого цикла прессования производится сжатым воздухом.

3.7 Штампы для горизонтально-ковочных машин (ГКМ)

Общие сведения

Горизонтально-ковочные машины представляют разновидность кривошипных прессов, у которых предусмотрено два ползуна: главный и зажимной. Перемещение обоих ползунов осуществляется в горизонтальной плоскости в двух взаимно перпендикулярных направлениях. В соответствии с конструкцией ГКМ обеспечивает разъем штампов также в двух направлениях (рис. 3.59).

Один разъем проходит между пуансоном 1, закрепленным в блоке пуансонов 2, и матрицами 3, 4. Второй разъем находится между неподвижной матрицей 3 и подвижной 4. В начале процесса пуансон и обе матрицы находятся в разомкнутом состоянии (положение I).

Пруток металла диаметром D_0 помещается в неподвижную матрицу до соприкосновения с упором 5, положение которого отрегулировано так, что в полости матрицы оказывается участок прутка длиной l_B, предназначенный для деформирования (высадки). Затем включают машину на рабочий ход.

Подвижные части приходят в движение в следующей последовательности. Прежде всего в рабочее положение становится подвижная матрица (положение II). Это обеспечивает плотный зажим прутка, после чего упор 5 автоматически отходит, а пуансон приходит в соприкосновение с прутком металла. При дальнейшем движении пуансона производится деформация части прутка длиной l_B, при этом заготовка принимает форму полости ручья (положение III).

При обратном ходе машины из полости сомкнутых матриц удаляется пуансон, подвижная матрица отходит, подвижный упор становится в исходное положение, а оператор удаляет пруток с деформированным концом. Такой порядок передвижения частей инструмента обеспечивается кинематической системой ГКМ.

Библиотека Белорусско-Российского технологического университета

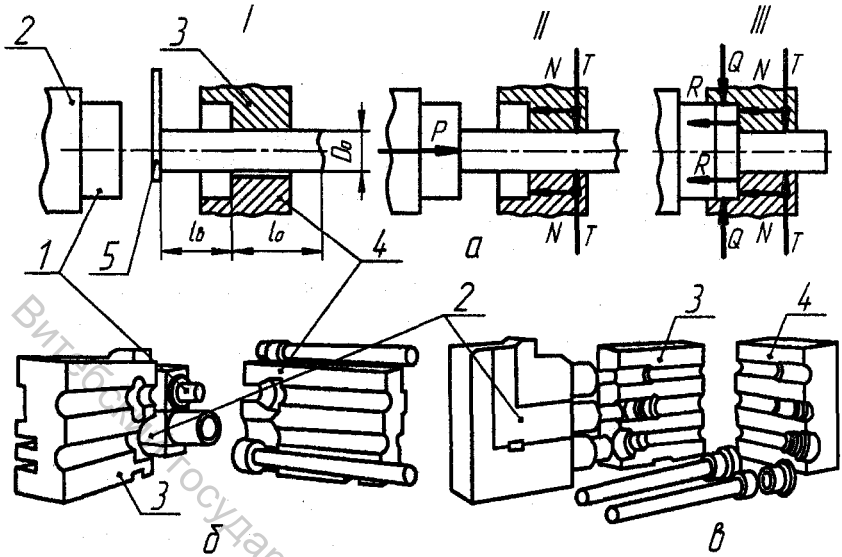


Рис. 3.59 Штамповка на ГКМ:
а – схема процесса штамповки; б – двухручьевой штамп;
в – трехручьевой штамп: 1 – пуансон; 2 – блок пуансонов; 3 – матрица неподвижная;4 – матрица подвижная; 5 – упор

В заготовке в момент зажатия прутка (положение II) возникают боковые силы T, которые вызывают силы трения N, удерживающие пруток при последующей деформации его конца силой P пуансона ($P \le N$). В положении III сила P имеет максимальное значение, но это не требует увеличения сил трения для удержания прутка в зажатом состоянии, так как образовавшееся утолщение на конце прутка упирается в заднюю стенку ручья и возникают дополнительные силы R и Q.

Применяют ГКМ с вертикальным и горизонтальным разъемами матриц. На постсоветском пространстве наиболее распространены ГКМ с вертикальным разъемом матриц (рис. 3.59, б, в). За рубежом наиболее распространены машины с горизонтальным разъемом матриц. Горячая штамповка на ГКМ является весьма распространенным и одним из наиболее производительных и экономичных способов штамповки во всех отраслях машиностроения.

Наличие двух взаимно-перпендикулярных плоскостей разъема штампов позволяет применять самую прогрессивную технологию – закрытую штамповку – и получать такие поковки, которые невозможно получать при штамповке на другом штамповочном оборудовании в штампах с одной плоскостью разъема, например, поковки со сквозным

Витебский государственный технологический университет

отверстием, с глубокой глухой полостью, со стержнем, прошитым утолщением и др.

3.7.1 Разработка чертежей поковок, штампуемых на ГКМ

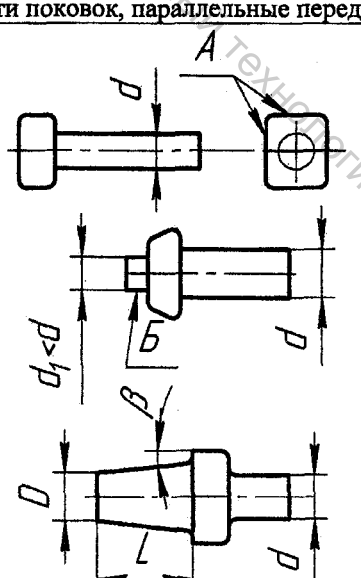
Припуски и допуски определяют в соответствии с ГОСТ 7505-89,учитывая ориентировочное превышение массы поковки по сравнению с массой упрощенного готового изделия. Если все элементы готового изделия выполняют штамповкой, то превышение массы паковки устанавливают по отношению к массе готового изделия. В массу поковки входит масса той ее части, которая не подвергается деформации, а также масса облоя.

Штамповочные уклоны поверхностей поковок, параллельных и перпендикулярных перемещению ползуна, определяются по таблице 3.27.

Радиусы закруглений внешних и внутренних углов на наружном и внутреннем контурах поковки определяется по таблице 3.28

Таблица 3.27

Штамповочные уклоны поковок, изготавливаемых на ГКМ

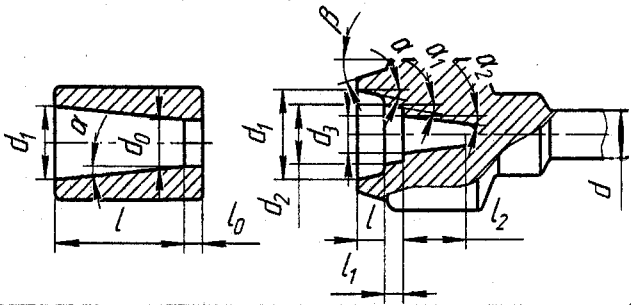
Поверхности поковки	Штамповочные уклоны, эскизы поковок, пояснение к выбору уклонов
I. Поверхности поковок, параллельные передвижению ползуна	
Наружные, в том числе оформляемые в матрицах выдавливанием в пуансоне	 Поверхности А и Б выполняют без штамповочных уклонов Угол β зависит от отношения L/D

L/D	До 0,3	Св. 0,3 до 1,2	Св. 1,2 до 2,2	Св. 2,2 до 3,2	Св.3,2 до 4,2
β	0	15'	30'	45'	1°

Библиотека Национальный технологический университет

Внутренние в сквозных и глухих полостях, выполняемых пуансоном

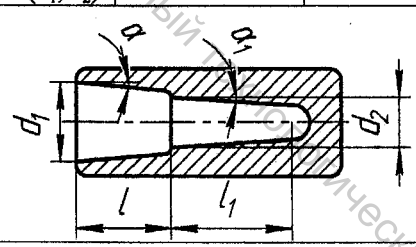
Максимальное значение штамповочного уклона $\alpha_{max} \le 3°$; минимальное значение α (α_1, α_2) зависит от отношения l/d_1 (l_1/d_2, l_2/d_3)



l/d_1 (l_1/d_2, l_2/d_3)	До 0,5	Св. 0,5 до 1,5	Св. 1,5 до 2,5	Св. 2,5 до 3,5	Св. 3,5 до 4,5
α (α_1, α_2)	0	15’	30’	45’	1°

Внутренние в сквозных и глухих полостях, выполняемых пуансоном

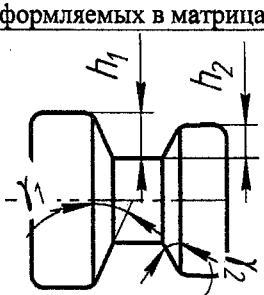
l/d_1 (l_1/d_2, l_2/d_3)	Св. 4,5 до 5,5	Св. 5,5 до 6,5	Св. 6,5 до 7,5	Св. 7,5 до 8,5
α (α_1, α_2)	1°15’	1°30’°	1°45’	2°



Глубокие полости для уменьшения угла α разделяют по высоте на несколько участков

II. Поверхности поковок, перпендикулярные перемещению ползуна. Штамповочные уклоны поверхностей ступенчатых поковок, оформляемых в матрицах

С внутренними уклонами



Максимальное значение внутреннего уклона $\gamma_{max} \le 7°$. Угол γ (γ_1, γ_2) зависит от h

H, мм	До 10	Св. 10 до 16	Св. 16 до 25	Св. 25 до 40	Св. 40
γ, …°	1	2	3	5	7

Витебский государственный технологический университет

Продолжение табл. 3.27

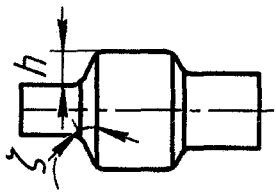
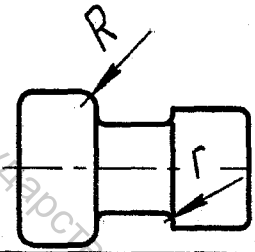
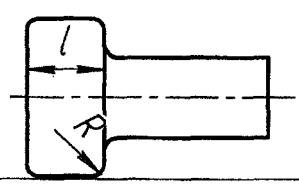
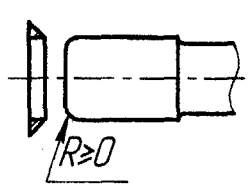
С внешними уклонами		Максимальное значение внешнего угла $\zeta_{max} \le 5°$. Угол ζ можно выбрать в зависимости от h, основываясь на данных для внутреннего угла γ и с учетом того, что при равных значениях h следует принимать $\zeta < \gamma$
С большими радиусами переходов		Штамповочные уклоны не требуются, если поверхность образована сопряжением двух радиусов R и r

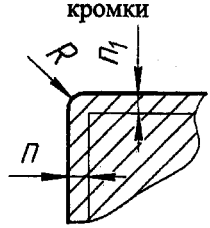
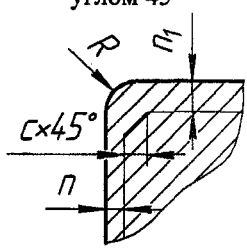
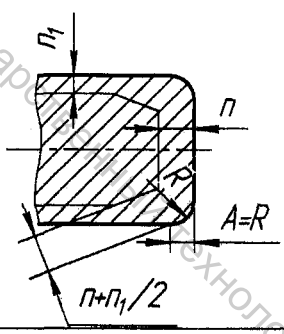
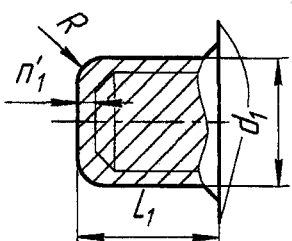
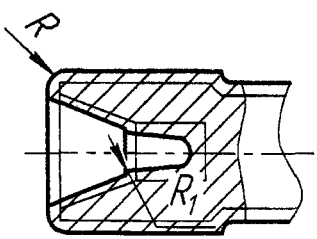
Таблица 3.28

Радиусы закругления поковок, штампуемых на ГКМ

Условия назначения радиуса закругления	Радиус закругления, эскиз элемента поковки, пояснение к выбору радиуса	
Радиусы R закругления внешних углов поковок		
1. Наименьшее значение радиуса		Принимают по ГОСТ 7505-74 в зависимости от глубины полости l и массы поковки
		При наличии заусенца на переднем торце поковки R≥0

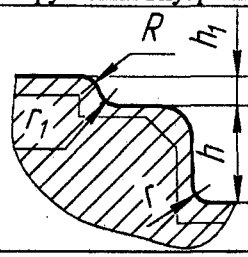
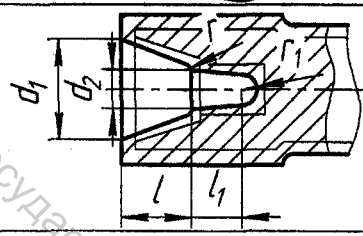
Витебский государственный технологический университет

Продолжение табл. 3.28

2. По наружному контуру поковки есть припуск на обработку резаньем	При наличии на детали острой кромки  $R = (n+n_1)/2$, где n и n_1 – размеры, мм	При наличии на детали фаски по углом 45°  $R = (n+n_1)/2+c$, где c – размер фаски, мм
	 	Если угол фаски не равен 45°, отрезок a = R находят графически из условия, что минимальное расстояние от фаски до дуги, образуемой радиусом, больше или равно $(n+n_1)/2$
3. Для элементов поковки, получаемых выдавливанием	 	$R = 0,1L_1+\leq d_1/2$ При $R>(n+n_1)/2$ припуск по торцу увеличивают до n'_1, чтобы получить нормальный припуск по углу
4. На внутреннем контуре поковки	 	Определяют так же, как и радиус R на внешнем контуре поковки

Витебский государственный технологический университет

Продолжение табл. 3.28

Радиусы r закругления внутренних углов поковок		
На наружном контуре поковки		Принимают в зависимости от бурта h; R = 0,2h+1 Если r + R > h, то r определяют из условия плавного сопряжения
На внутреннем контуре поковки		Принимают в зависимости от d_1; d_2; l и l_1; r = 0,07(d_1+l); или r_1 = 0,07(d_2+l_1), но r ≥ 1,5мм
Примечание: 1. Рассчитанные по указанным рекомендациям радиусы R и r следует округлять до ближайшего большего значения из следующего ряда: 0,8; 1,0; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 20; 25 мм. 2. Введение фасок на внешних и внутренних кромках детали расширяет возможность применения в поковки больших радиусов закругления и допусков на них, что повышает технологичность конструкции поковки.		

Пример расчета допусков, отклонений и припусков на поковках, штампуемых на ГКМ.

Вал-шестерня (рис. 3.60).

Штамповочное оборудование – горизонтально-ковочная машина.

Количество переходов – 4.

Нагрев заготовок – плазменный.

1 Исходные данные детали

1.1 Материал – сталь 15ХГН2ТА (по ГОСТ 4543): 0,13-0,18% C; 0,7-1,0% Mn; 0,17-0,37% Si; 0,7-1,0% Cr; 1,4-1,8% Ni; 0,03-0,09% Ti.

1.2 Масса детали – 6,6 кг.

Масса деформируемой и зажимаемой частей – 5,2 кг.

2 Исходные данные для расчета

2.1 Масса поковки (расчетная) – 7,8 кг;

расчетный коэффициент K_p = 1,5 (табл. 3.2)

5,2x1,5 = 7,8 кг

2.2 Класс точности - Т5 (табл. 3.1)

2.3 Группа стали – М2

Витебский государственный технологический университет

Средняя массовая доля углерода в стали 15ХГН2ТА: 0,15% C; суммарная массовая доля лигирующих элементов – 3,73 % (0,9% Mn; 0,27% S; 0,9% Cr; 1,6% Ni; 0,06% Ti)

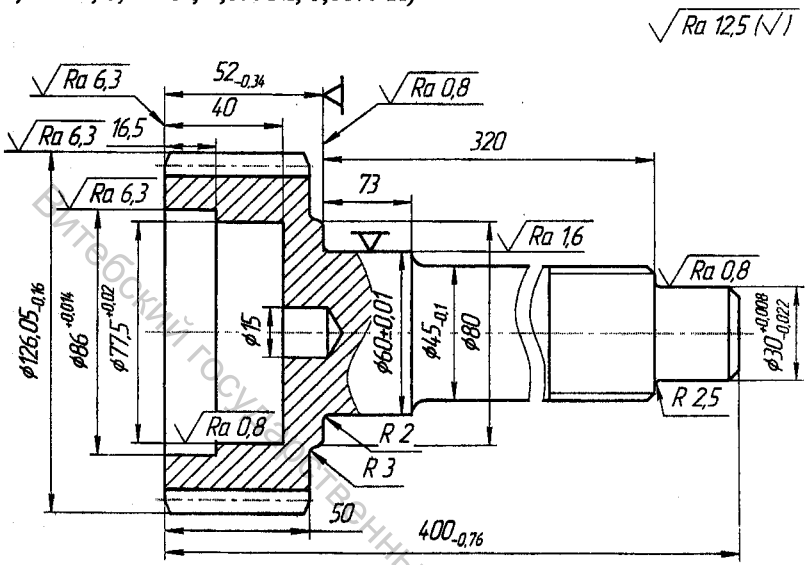


Рис. 3.60 Чертеж вал-шестерни

2.4 Степень сложности – С3

2.5 Конфигурация поверхности разъема штампа- П (плоская)

2.6 Исходный индекс – 17 (Табл. 3.3)

3. Припуски и кузнечные напуски

3.1Основные припуски на размеры

3,0 - диаметр 126 мм и шероховатость поверхности 6,3;

2,7 - диаметр 86 мм и шероховатость поверхности 6,3;

2,7 - диаметр 60 мм и шероховатость поверхности 1,6;

2,2 - диаметр 45 мм и шероховатость поверхности 12,5;

3,0 - толщина 52 мм и шероховатость поверхности 6,3;

3,3 - толщина 52 мм и шероховатость поверхности 0,8;

3,0 - толщина 50 мм и шероховатость поверхности 6,3;

2,4 - толщина 50 мм и шероховатость поверхности 12,5;

3,0 - глубина 40 мм и шероховатость поверхности 6,3;

2,0 - глубина 40 мм и шероховатость поверхности 12,5;

3.2 Дополнительные припуски, учитывающие:

смещение по поверхностям разъема штампа 0,4 мм (табл. 3.5)

изогнутость, отклонения от плоскостности и от прямолинейности, мм

стержня – 0,8 (табл. 3.6);

фланца – 0,5 (табл. 3.6).

Витебский государственный технологический университет

4. Размеры поковки и их допускаемые отклонения (рис. 3.61)
диаметр 126 + (3,0 + 0,4 + 0,5) × 2 = 133,8 принимается 134;
диаметр 86 + (2,7 + 0,4 + 0,5) × 2 = 78,8 принимается 78,5;
диаметр 60 + (2,7 + 0,5 + 0,4) × 2 = 67,2 принимается 67;
диаметр 45 + (2,2 + 0,8) × 2 = 51 принимается 52;
глубина 40 + (3,0 + 2,0 + 0,5) = 41,5 принимается 41,5;
толщина 52 + (3,0 + 3,3 + 0,5 + 0,4) = 59,1 принимается 59;
толщина 50 + (3,0 + 2,4 + 0,5 + 0,4) = 56,2 принимается 56;
4.2 Радиус закругления наружных углов 4,0 мм (табл. 3.8).
4.3 Штамповочные уклон – 7°
4.4 Допускаемые отклонения размеров (табл. 3.9)
диаметр $134^{+3,0}_{-1,5}$;
диаметр $78.5^{+1,3}_{-2,7}$;
диаметр $67^{+2,7}_{-1,3}$;
диаметр $52^{+0,4}_{-1,0}$ (по ГОСТ 2590);
высота $41,5^{+1,2}_{-2,4}$;
толщина $59^{+2,7}_{-1,3}$
толщина $56^{+2,7}_{-1,3}$
4.5 Допуск длины стержня 6,0 мм
4.6 Допускаемая высота заусенца в плоскости разъема матриц 2,4 мм
4.7 Допускаемая высота торцевого заусенца 7,0 мм
4.8.Допускаемые отклонения: от плоскостности и прямолинейности 1,0 мм
4.9 Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа 1,0 мм
4.10 Отклонение от соосности диаметра стержня – до 78,5 – 0,4мм
4.11 Допускаемые отклонения штамповочных уклонов (7±1,7)°
4.12 Допускаемое увеличения диаметра стержня – до 55,4 мм на расстоянии 100 мм от головки поковки.
4.13Допускаемое отклонения торца стержня: x – 3,1; y – 36,5.
Наклон среза 7°.
Чертеж поковки вал-шестерни представлен на рис. 3.61.

3.7.2 Ручьи штампов ГКМ

В зависимости от назначения различают следующие части ручьев: зажимные, пережимные, подъемные, наборные формовочные, пробивные, обрезные и отрезные. Название частей ручьев соответствует их основному технологическому назначению. Обычно части ручьев выполняют в отдельных матричных вставках. Схемы конструкций и размеры ручьёв приведены в таблицах 3.29…3.36.

Витебский государственный технологический университет

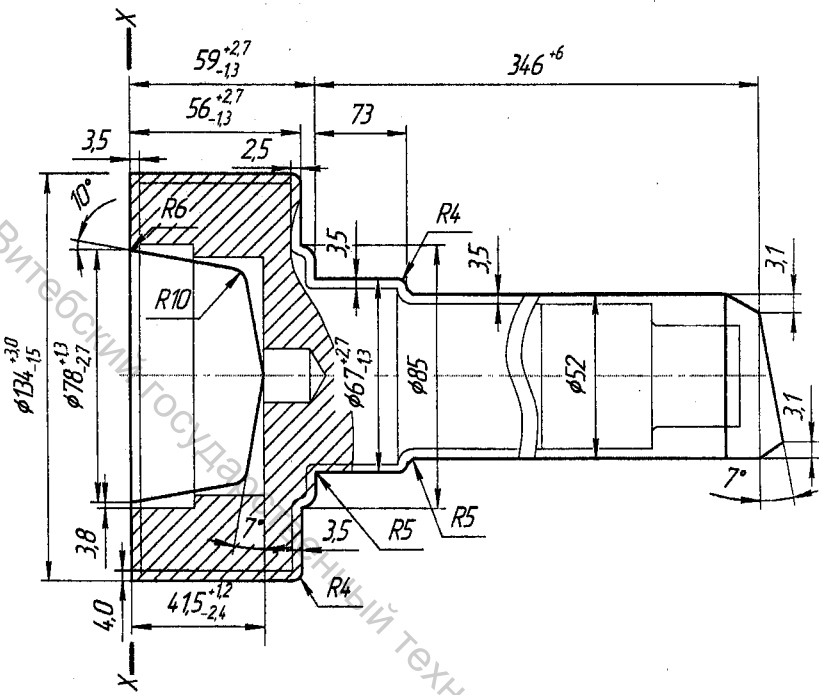
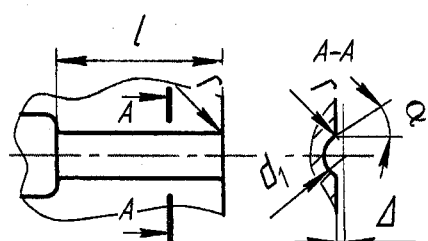


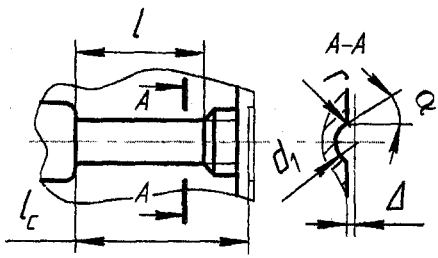
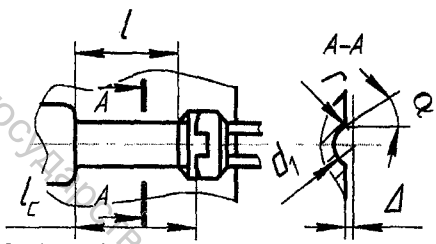
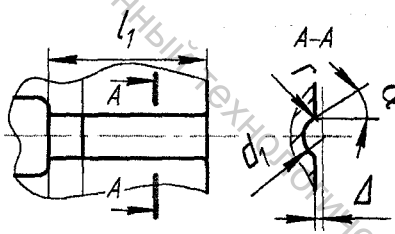
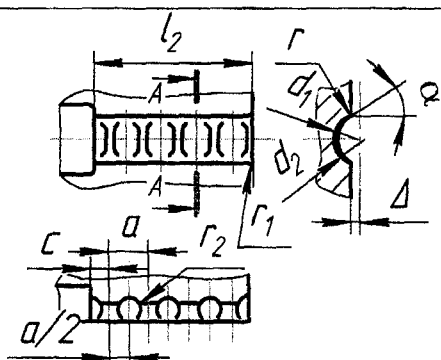
Рис. 3.61 Чертеж поковки вал-шестерни

Таблица 3.29

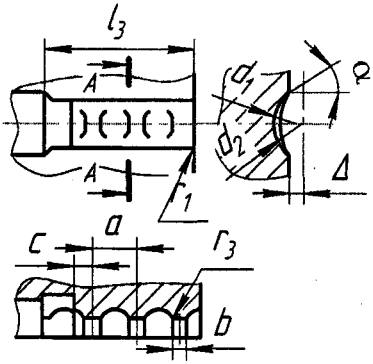
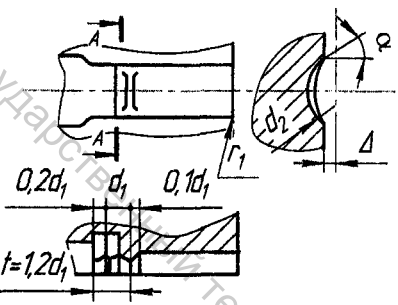
Схемы конструкций и размеры зажимной части ручья

Способ штамповки	Конструкция зажимной части ручья	Основные расчетные размеры, мм
Гладкий ручей		
С передним упором без пережима прутка		d_1 – номинальный диаметр прутка с учетом усадки с точностью до 0,1 мм. При штамповке с задним упором в штампе с задним упором в клещах

Витебский государственный технологический университет

С задним упором без пережима прутка		Δ = 0, если установлен жесткий допуск на стержневую часть. При штамповке с задним упором размер l принимают в зависимости от длины стержня l_c
С упор-клещами без пережима прутка		
С передним упором и пережимом прутка		
Рифлёный ручей		
С передним упором без пережима прутка		$d_2 = d_1 - 2,5$ В много-ручьевом штампе зажимные пояски располагают в шахматном порядке, чтобы расстояние от оси

Витебский государственный технологический университет

С передним упором и пережимом прутка		первого пояска до переднего конца зажимной части ручья равнялось: в первом ручье с; во втором с+a/2; в третьем – с и т. д.
С передним упором и поворотом заготовки, рассчитанной на изготовление двух поковок		

Размеры (мм) зажимной части ручья

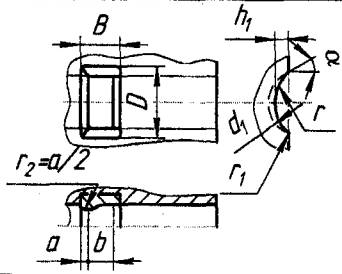
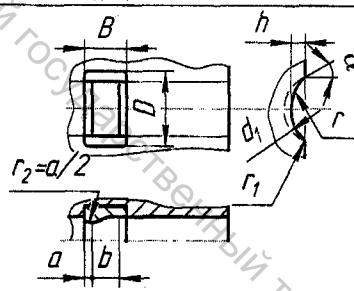
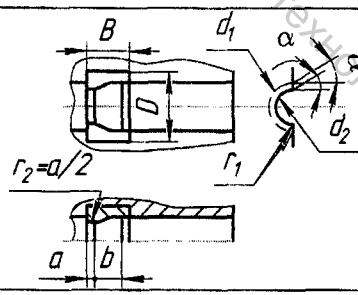
Диаметр прутка d	Δ	α°	r	r_r	l	l_2	l_3	a	b	c
До 10	0,1		1,0	2	60	50	40	8	3	6
Св. 10 до 20	0,2	20	1,5	3	100	80	60	10	4	8
Св. 20 до 30	0,3		1,5		120	100	80	16	5	10
Св. 30 до 40	0,4		2,0	5	160	120		20	6	12
Св. 40 до 50	0,5		2,5		200	160	100	25	8	16
Св. 50 до 60	0,6	15		6	250	200	120	32	10	20
Св. 60 до 70	0,7		3,0				160		12	25
Св. 70 до 80	0,8		3,5	10	320	250		36		

Примечание: $l > l_1 \geq 0{,}7l$; b – ширина выступа рифления

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.30

Схемы конструкций и размеры пережимной части ручья

Пережим	Конструкция пережимной части ручья	Основные расчётные размеры, мм
Первый		d_1 – номинальный диаметр прутка с учетом усадки; d_0 – номинальный диаметр отверстия поковки с учетом усадки или диаметр окончательного пережима заготовки (перед отделением от нее поковки боковым срезом). При $d_1/d_0 < 1,8$ применяют один предварительный пережим (второй); $h = d_0/2 - 0,3$ При $d_1/d_0 = 1,8 \div 2.2$ применяют два предварительных прижима. При первом пережиме $h_1 = (d_1 + d_0)/4 - 0,3$; при втором пережиме $h = d_0/2 - 0,3$ $d_2 = d_0 - 0,5$
Второй (на отвал)		
Окончательный (на круг)		

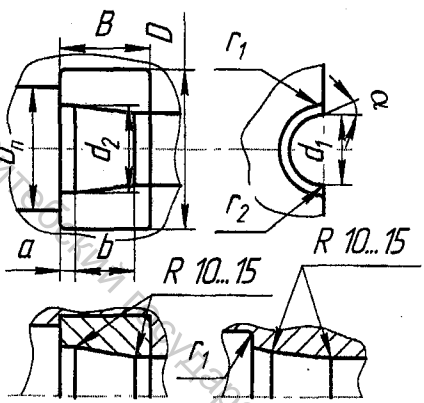
Размеры (мм) пережимной части ручья

Диаметр прутка d	D	B	a	b	α°	r	r_1
До 20	60	25	3	20	20	4	1,5
Св. 20 до 30	70	32	4	25	50	5	
Св. 30 до 40	80					6	2,0
Св. 40 до 50	100	40		32		8	2,5
Св. 50 до 60	110					10	3,0
Св. 60 до 70	120	50	5	40		12	
Св. 70 до 80	140					16	

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.31

Схемы конструкций и размеры подъемной части ручья

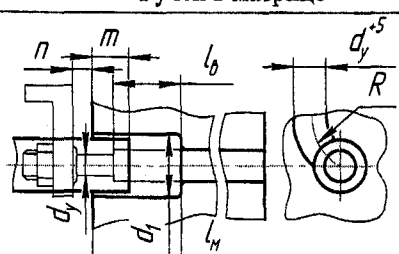
Конструкция подъемной части ручья	Основные расчётные размеры, мм
 Без вставки	d_1 – номинальный диаметр прутка с учетом усадки; d_0 – номинальный диаметр отверстия поковки с учетом усадки; $d_2 = d_0 - 0,5$; D – диаметр вставки

Размеры (мм) подъемной части ручья

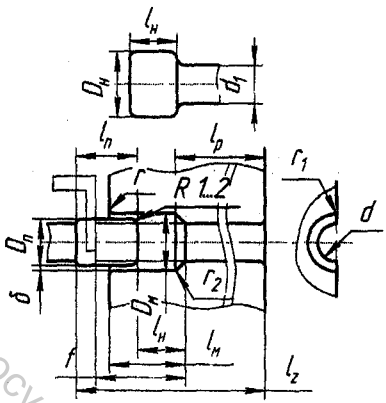
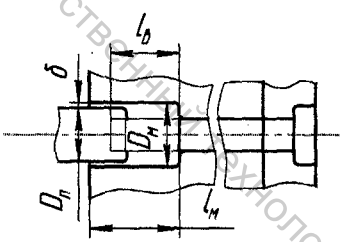
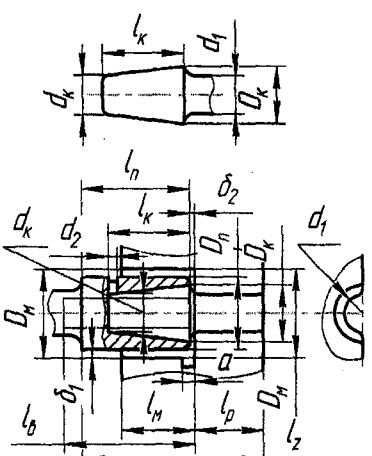
d_2	D	B	a	b	r_1	r_2	α°
До 20	d_2 + (20÷30) с округлением до ближайшего диаметра по МН 1278-60	25	5	16	1,5	1,5	20
Св. 20 до 30		32	6	20		2,0	15
Св. 30 до 40					2,0		
Св. 40 до 50		40	7	25	2,5		
Св. 50 до 60					3,0		
Св. 60 до 80		50	8	32		2,5	

Таблица 3.32

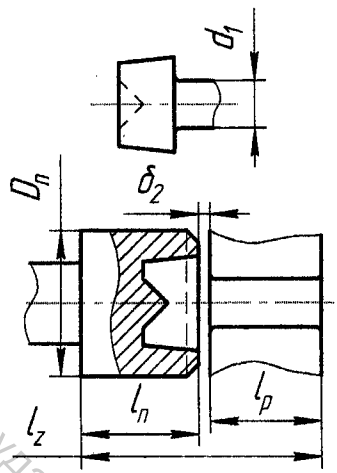
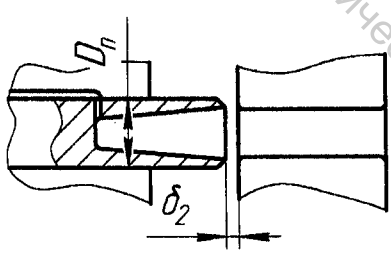
Схемы конструкций и размеры наборной части ручья

Набор металла (условия применения)	Конструкция наборной части ручья	Основные расчётные размеры, мм
Ручей в матрице		
При внутреннем переднем упоре (d – диаметр прутка)		$l_в < (l_м + 10)$; $l_м = l_в + (5÷10)$; $m = l_м - (l_в - 0,1d)$; $n = m + (10÷20)$

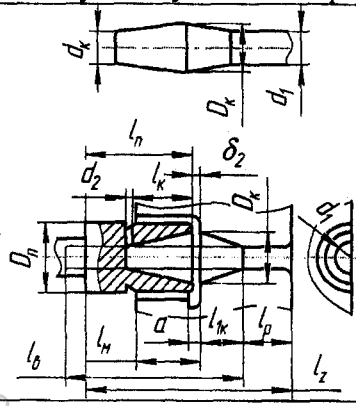
Белорусский национальный технологический университет

При наружном переднем упоре		$D_н$; $l_н$ – размеры требуемого наборного перехода с учетом усадки; $l_в$ – высаживаемая длина прутка: $l_в > (l_м + 10)$; $D_м = D_н$; $D_п = D_м - 2\delta$, $l_м = l_в - f$, где $f \le d$, но не менее 5 мм; $l_п = l_г - (l_р + l_н)$
При заднем упоре		$l_м = l_в + (10 \div 15)$
Ручей в пуансоне		
При направлении пуансона в матрице		$D_ю$, $d_к$ и $l_к$ – размеры требуемого наборного перехода с учетом усадки; $D_п \ge D_к + 0{,}2(D_к + l_к) + 5$ применяют в трех случаях: при наборе металла в пуансоне с направлением пуансона в матрице; при

Витебский государственный технологический университет

При значительном наружном диаметре		условии,что наружный диаметр наборного пуансона значителен; при наборе металла в пуансоне и в матрице; $D_п \geq D_к + 0,1(D_к + l_к)+5$ При наборе металла в пуансоне, закрепленном в обойме; $D_м = D_п+2\delta_1$ -- при наборе металла в пуансоне с направлением пуансона в матрице и при наборе в пуансоне и матрице; $l_м \geq (l_в+0,5d) - l_к$ при направлении пуансона в матрице; $l_м \geq (l_в+0,5d) - (l_к+l_{lк})$ при наборе в пуансоне и матрице $a = 0,4\ l_м$; если $0,4\ l_м < 15$ мм, то $a = l_м$ $l_п = l_z - (l_р + l_к + \delta_2)$ при наборе в матрице и пуансоне
При закреплении пуансона в обойме для обеспечения строгой соосности между частями ручья и матрицы		

Брянский государственный технологический университет

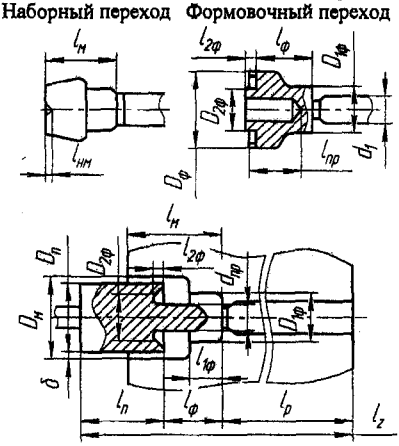
Ручей в пуансоне и матрице		
При закреплении пуансона в обойме для обеспечения строгой соосности между частями ручья и матрицы		Те же, что и для набора металла в пуансоне (кольцевой зазор между пуансоном и матрицей – δ_1)

Размеры (мм) наборной части ручья

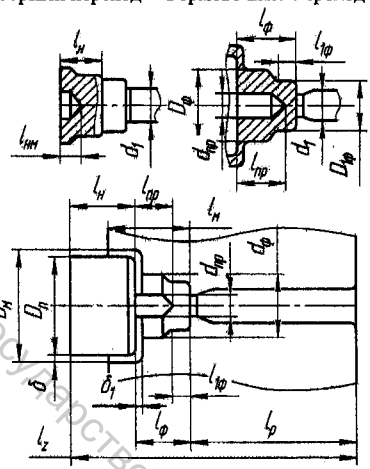
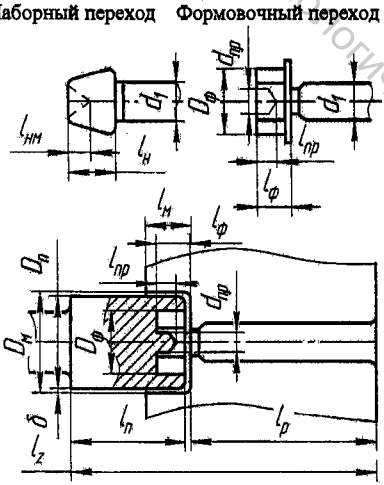
$D_н$ или $D_к$	δ	δ_1	δ_2	r	r_1	r_2	c	d_2
До 50	0,3	0,6	2,5	3	2	2	2	3
Св. 50 до 80	0,35	0,7	3,0	4		3	3	
Св. 80 до 100	0,4	0,8	3,5	5	3			4
Св. 100 до120	0,5	1,0	4,0	6		4	4	
Св. 120 до 160	0,6	1,2	5,0	8	4	5	5	5

Таблица 3.33

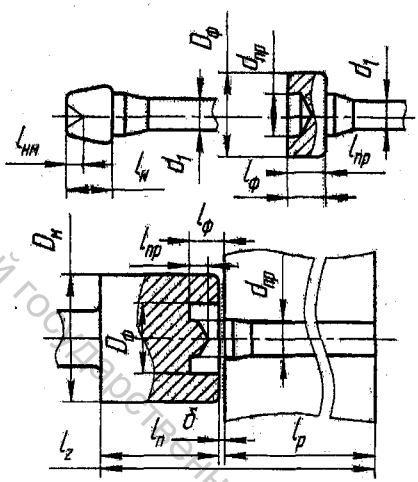
Схемы конструкций и размеры формовочной части ручья

Условия применения	Конструкция формовочной части ручья	Основные расчётные размеры, мм
Формовочный ручей в матрице или в матрице и пуансоне		
В закрытом ручье	Наборный переход Формовочный переход 	$l_н$; $l_{нм}$ – размеры наборного перехода; $D_ф$; $l_ф$; $d_{пр}$; $l_{пр}$ - размеры требуемого формовочного перехода; $D_м = D_ф$; $D_п = D_м - 2\delta$; $l_п = l_z - (l_р + l_ф)$; $l_м = (l_н + l_{пр} + 0{,}5d_1) - l_{нм}$

Белгородский государственный технологический университет

В открытом ручье	Наборный переход Формовочный переход 	$D_п = D_ф + 2b;$ $D_м = D_п + 2\delta;$ $l_п = l_z - (l_р + l_ф);$ $l_м = (l_н + l_{пр} + 0{,}5d_1) - l_{нм}$
Формовочный ручей в пуансоне		
С направлением в матрице	Наборный переход Формовочный переход 	$D_п \geq D_ф + 0{,}4(D_ф + l_ф) + 10;$ $D_м = D_п + 2\delta;$ $l_м = (l_н + l_{пр} + 0{,}5d_1) - l_{нм}$ $l_н = (l_z - (l_р + \delta_1)$ (δ_1 – торцевой зазор между пуансоном и матрицей)

Витебский государственный технологический университет

Без направления в матрице	Наборный переход Формовочный переход 	$D_п \geq D_ф + 0,4(D_ф + l_ф) + +10$; $D_м = D_п + 2\delta$; $l_м = (l_н + l_{пр} + 0,5d_1) - l_{нм}$ $l_н = (l_z - (l_p + \delta_1)$ (δ_1 – торцевой зазор между пуансоном и матрицей)

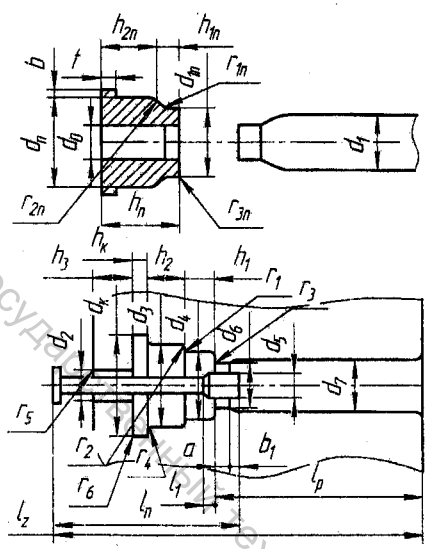
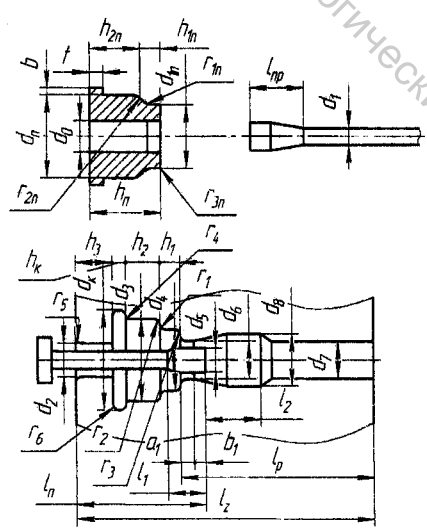
Размеры (мм) формовочной части ручья

$D_ф$	δ	δ_1	c	b	r
До 20	0,25	1,0	2	5	2
Св. 20 до 50	0,3	1,2		7	3
Св. 50 до 80	0,35	1,5	3	8	4
Св. 80 до 100	0,4	1,7		10	5
Св. 100 до 120	0,5	2,0	4	12	6
Св. 120 до 160	0,6	2,5	5	14	8

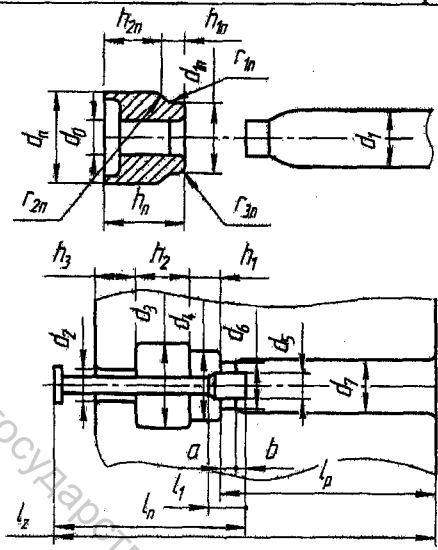
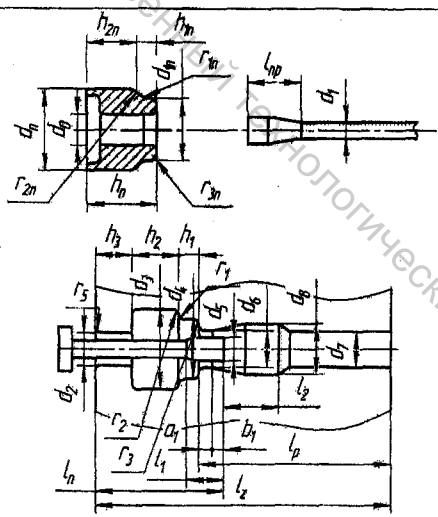
Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.34

Схемы конструкций и размеры пробивной части ручья

Способ изготовления поковки	Конструкция пробивной части ручья	Основные расчётные размеры, мм
В открытом ручье с пережимом прутка		d_0; $d_п$; $h_п$ – размеры поковки (формовочного перехода с учетом усадки); t; h – размеры заусенца; $d_2 = d_0+(1÷2)$; $d_3 = d_п+es$, где es – верхнее отклонение допуска на размер $d_п$; $d_4 = d_{1п}+es$; $d_5 = d_0$; $d_6 = 1,01d_0 + 0,1$; $d_7 = 1,02d_1 + 1$; $d_8 = d_6 + 0,17b$; $d_к = d_п+3b+5$: $h_1 = h_{1п}+ei$, где ei – нижнее отклонение допуска на размер $h_{1п}$; $h_2 = h_{2п} - (5÷10)$; $h_к = 10÷15$; $h_з = 25÷35$; $l_1 = 0,3\ h_п+(10÷20)$; $l_2 = (l_{пр}-b_1)+20$; $l_п = (l_z - l_р)+(10÷15)$; $r_1 = r_{1п}+(2÷3)$; $r_2 = r_{2п} - (0,5÷1)$; $r_3 = r_{3п}-1$; $r_4 = 2÷3$; $r_5 = 0,2h_3$; $r_6 = 0,2h_к$.
В открытом ручье с подъемом прутка		

Витебский государственный технологический университет

В закрытом ручье с пережимом прутка		То же, что и для открытого ручья $h_2 = h_{2п} + (15 \div 20)$;
В закрытом ручье с подъемом прутка		

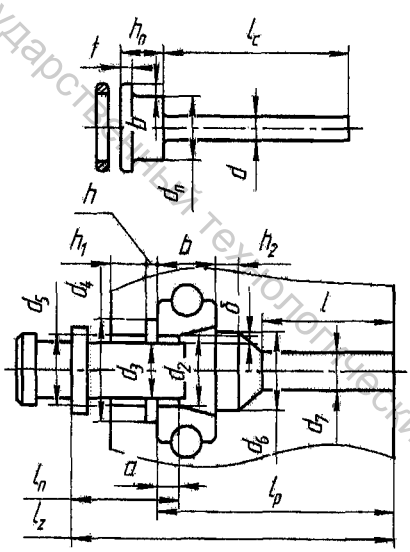
Размеры (мм) пробивной части ручья

d_0	D	B	a	a_1	b_1
До 20	От 55 до 60	25	3	5	20
Св. 20 до 40	Св. 60 до 90	32	4	6	25
Св. 40 до 60	Св. 90 до 120	40	4	7	32
Св. 60 до 80	Св. 120 до 160	50	5	8	40

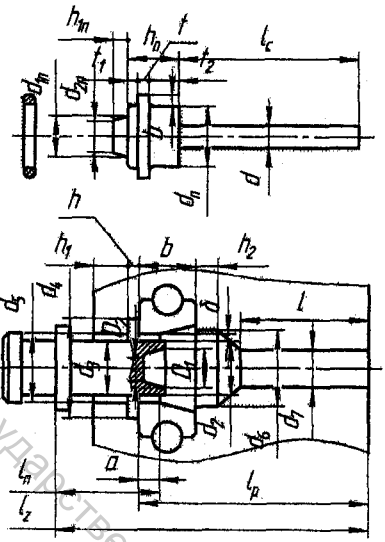
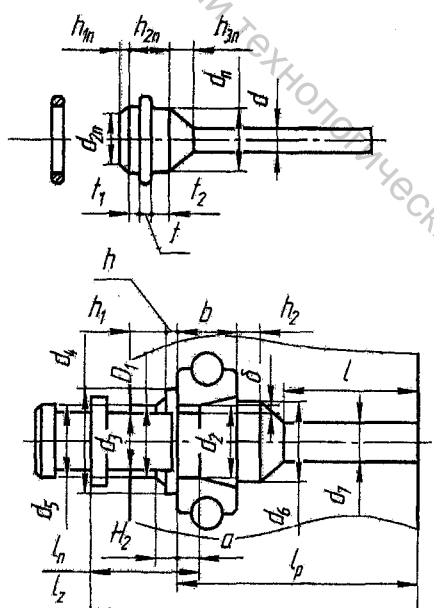
Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.35

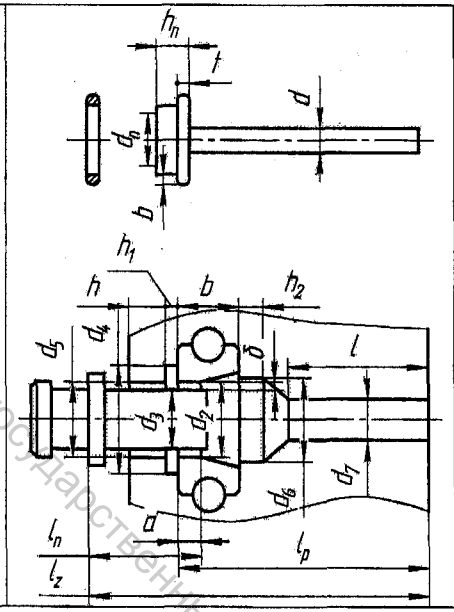
Схемы конструкций и размеры обрезной части ручья

Расположение заусенца на поковке	Конструкции обрезной части ручья	Основные расчётные размеры, мм
На переднем торце		$d_п$; $h_п$; l_c – размеры окончательного формовочного перехода с учетом усадки; t; b – размеры заусенца $d_2 = d_п + 0,5es$, где es – верхнее отклонение допуска на размер $d_п$; $d_3 = d_2 - 2\delta$, где δ – $d_4 = d_п + 3b + 5$; $d_5 = 1,01\ d_2$ – округлять в большую сторону до 0,1; $d_6 = d_2 + 0,17(B-a)$,где B и a – табл. 3.34. d_7=1,02d+1; $h = 0,1d_п + 10$; $h_1 = 5t$; $h_2 = h_п + 20 - B$, но h_2 должно быть менее 10; $l \geq d$; $l_p = l + 0,5(d_6-d_7) + h_2+B$; $l_п = (l_z-l_p) +$ +(10÷15) (d_7 – диаметр направляющего отверстия)

Витебский государственный технологический университет

На незначительном расстоянии от переднего торца *		$D_1 = d_{1п} + (1 \div 2)$ $D_2 = d_{2п} + (1 \div 2)$ $H_1 = h_{1п}+1$, где H_1 – глубина полости пуансона
На значительном расстоянии от переднего торца *		$d_3 = d_{2п} + (1 \div 2)$, но не более, чем указано для случая расположения заусенца на переднем торце; $h_2 = h_{1п}+h_{2п}+20-B$, но не менее 10; $D_1 = d_п+5$; $H_1 = t+t_1+5$; $H_2 = t+t_1+h_{зп}+5$; $l_п = l_z-(l_p+h_{зп}-5)$

Витебский государственный технологический университет

На заднем торце *		$d_2 = d_5 = d_п +$ $+0{,}5es$; $h_1 = 5t$, но не более $0{,}5h_п$; $h = (h_п - h_1) + 10$

Значения зазора δ для обрезной части ручья, мм

Диаметр поковки $d_п$, мм	До 20	Св. 20 До 80	Св. 80 До 160	Св. 160
δ	0,3	0,5	0,8	1,0

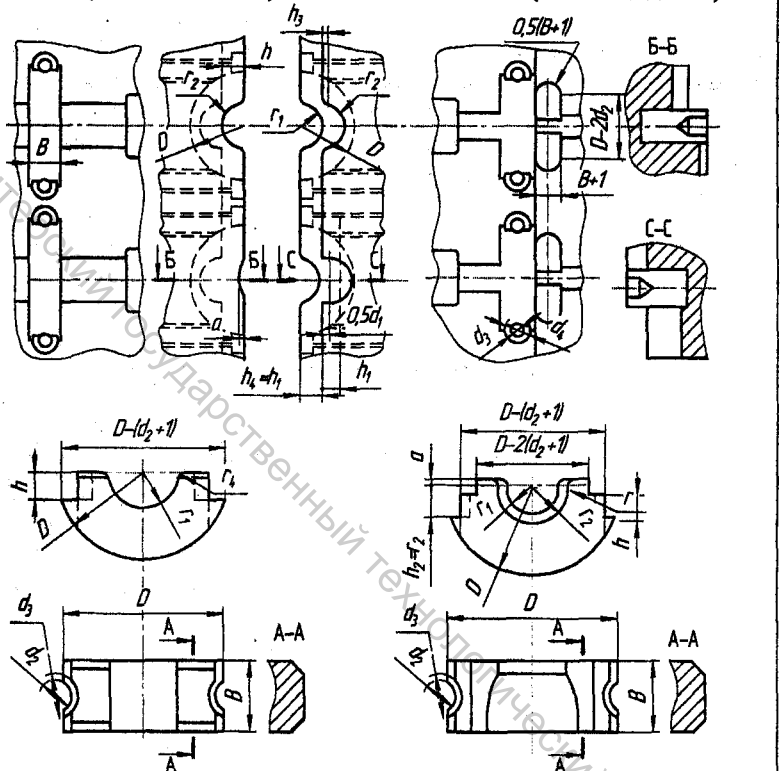
* Остальные параметры обрезной части ручьев определяют так же, как и для случая расположения заусенца на переднем торце поковки.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.36

Размеры элементов отрезных ручьев для отрезки со сдвигом прутка за два перехода

Подвижная матрица (гнездо под нож) | Неподвижная матрица (гнездо под нож)



Диаметр заготовки с учетом усадки, мм	D	B	a	b	h; d_2	h_1	h_3	d_3	d_4	r
	Поле допуска h8									
До 20	$(2,2\div3,0)d_1$	$(1,0\div1,4)d_1$	2	4	11	r_1+6	6	16	M10	3
Св. 20 до 40	$(2,2\div3,0)d_1$	$(1,0\div1,4)d_1$	3	5	13	r_1+8	8	19	M12	4
Св. 40 до 60	$(1,8\div2,2)d_1$	$(0,7\div1,0)d_1$	4	6	17	r_1+10	10	25	M16	5

Примечание. 1. $r_1 = 0,5d_1 + (1\div2)$ мм и $r_2 = r_1 + a$.

2. Ручьи используют при отрезке прутков диаметром 30 мм. На первом переходе пруток надрезают; на втором – отрезают окончательно.

Витебский государственный технологический университет

3.7.3 Элементы конструкций штампов

Конструкции и размеры матричных блоков. Минимально допустимая толщина стенки блока матриц (табл. 3.37) в зависимости от длины матрицы L равна t = 10 ÷ 15; T ≥ 15 ÷ 20 мм.

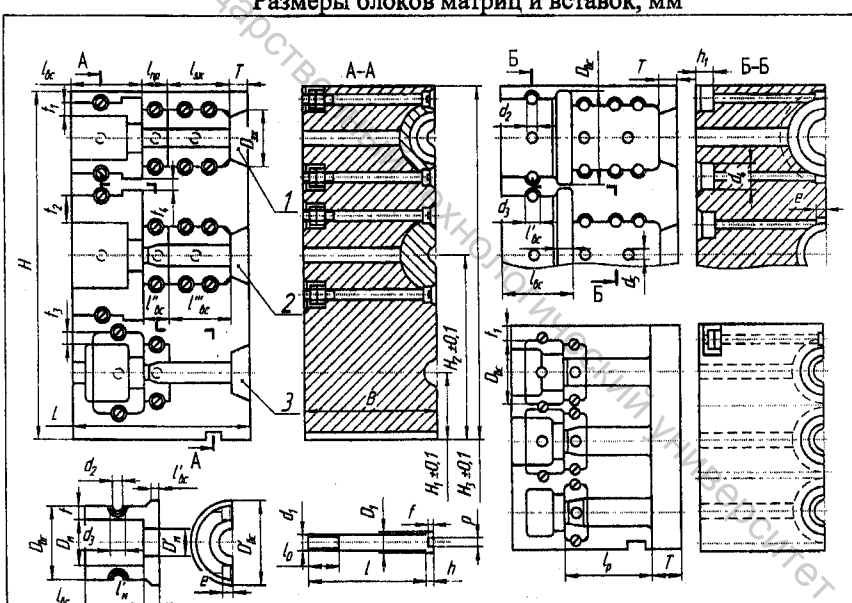
Высоту блока H определяют как сумму размеров – диаметров вставок и минимально допустимых толщин стенок. Полученное значение уточняют в соответствии с характеристикой штамповочного пространства ГКМ. Размеры блока по длине L находят как суммы длин вставок с учетом толщины стенки в долевом направлении блока:

$$L = l_{вс} + l_{пр} + l_{зм} + T \qquad (3.99)$$

Размеры блока по толщине B определяют по характеристике штампового пространства ГКМ, для которой предназначен данный штамп.

Таблица 3.37

Размеры блоков матриц и вставок, мм



Ручьи: 1 – наборный; 2 – формовочный; 3 – пробивной.

Максимальный диаметр ручья матрицы	Толщина стенок и бурта				Размеры винта и отверстия в блоке						
	t_1	t_2	t_3	h	d_1 (min)	d_2	d_3	d_4	d_5	h_1	e
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Витебский государственный технологический университет

Продолжение табл. 3.37

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
До 20	8	10	8	5	M12	13	19	40	10	30	10
Св. 20 до 40	10	12	8	6	M12	13	19	40	10	30	10
Св. 40 до 50	12	14	10	7	M14	15	22	40	10	33	12
Св. 50 до 70	13	15	11	8	M14	15	22	40	10	33	12
Св. 70 до 90	15	17	13	9	M16	17	25	46	12	35	13
Св. 90 до 120	18	20	17	10	M16	17	25	46	12	35	13
Св. 120 до 150	23	25	20	11	M20	21	31	52	15	40	16
Св. 150 до 200	28	30	26	12	M20	21	31	52	15	40	16
Св. 200 до 250	30	32	28	13	M24	25	37	60	15	50	19
Св. 250 до 300	32	35	30	14	M24	25	37	60	15	50	19

Примечание. 1. Тип I – рабочие части ручьев расположены во вставках; тип II – отсутствуют вставки для зажимной части ручьев; некоторые рабочие вставки крепятся общими винтами.

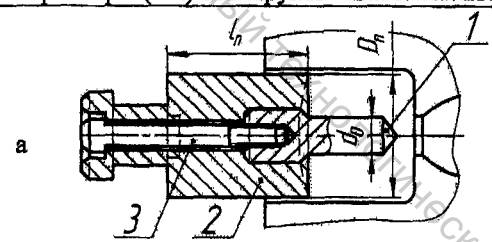
2. Размеры H_1, H_2 и H_3 выбирают конструктивно.

3. Острые кромки матричных блоков притупить фаской 2х45°, кромки отверстий под вставки скруглить радиусом 1 мм.

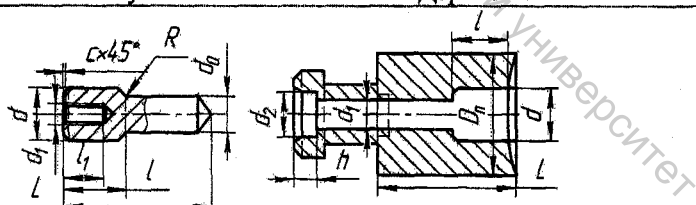
Схемы конструкций сборочных пуансонов и размеры элементов приведены в таблицах 3.38...3.40

Таблица 3.38

Схемы конструкций сборных формовочных пуансонов и размеры (мм) конструктивных элементов



Пуансон Державка

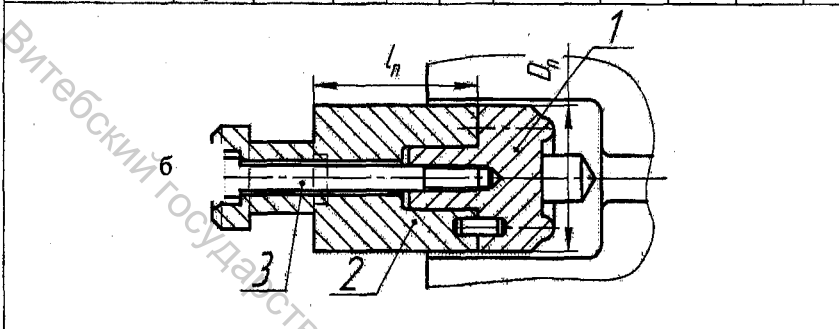


Поле допуска d h6 Поле допуска d H7

Диаметр прошиваемого отверстия d_0, мм	d	Пуансон					Державка			
		d_1	l	l_1	c	R	d_1	d_2	l	h
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

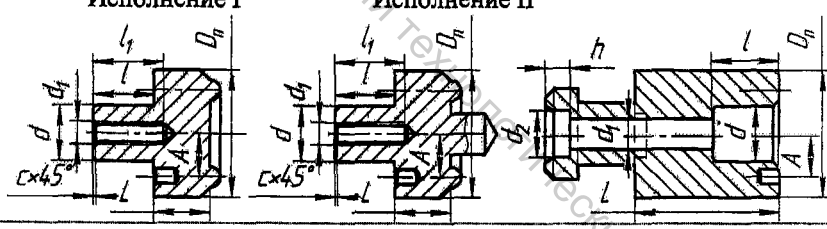
Учебно-методический центр Технологического университета

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
До 32	d_0+3	M16	40	25	1,5	(d-d_0)/2	17	26	42	16
Св. 32 до 40	d_0+4	M20		32	2		21	32		20
Св. 40 до 50	d_0+5		50						52	
Св. 50 до 60	d_0+6	M24	60	36			25	38	63	24
Св. 60 до 80	d_0+8		80						85	



Пуансон б Державка

Исполнение I Исполнение II



Поле допуска d h6 Поле допуска d H7

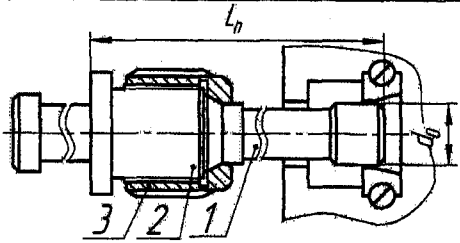
Диаметр пуансона $D_п$, мм	d	A (доп. откл. ±0,1)	Пуансон				Державка			
			d_1	l	l_1	c	d_1	d_2	l	h
Св. 80 до 100	50	32	M20	19	32	2	21	32	20	20
Св. 100 до 120	60	40	M24	24	36	2	25	38	25	24
Св. 120 до 160	80	50	M30	30	40	2,5	31	44	32	30

а, б – сборные формовочные пуансоны соответственно для размеров $D_п$ < 80 мм, $D_п$ = 80 ÷ 160 мм.
1 – пуансон; 2 – державка; 3 – винт.

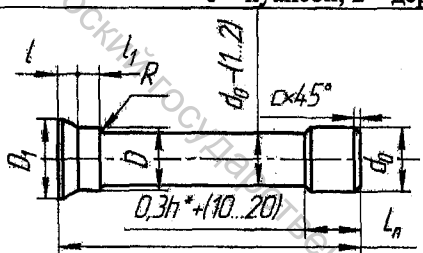
Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.39

Схемы конструкций сборного пробивного пуансона и размеры (мм) конструктивных элементов



1 – пуансон; 2 – державка; 3 – винт.

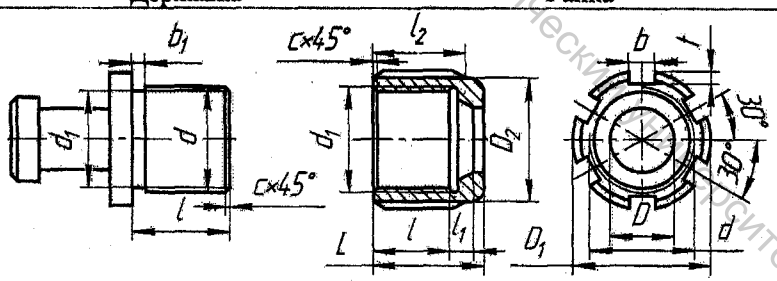


Поле допуска D h8;
h* – высота прошиваемой поковки; размер $l_п$ выбирают конструктивно

Диаметр прошивочного отверстия d_0	D	D_1	l	l_1	c	R
До 20	32	40	10	16	0,4	$(D-d_1)/2$
Св. 30 до 38	40	50	12			
Св. 38 до 48	50	65	16	20	0,6	
Св. 48 до 68	70	85				
Св. 68 до 78	80	100	20			

Державка

Гайка



Поле допуска D H8

Диаметр прошивочного отверстия d_0	d	Державка		Гайка										
		d_1	l	d_1	D_1	D_2	L	l	l_1	l_2	t	b	b_1	c
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

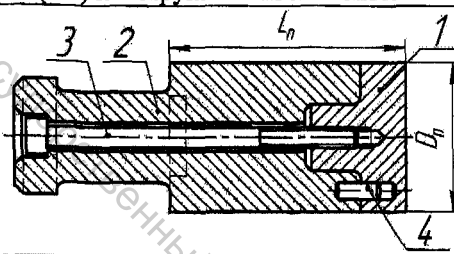
Витебский государственный технологический университет

Продолжение табл. 3.39

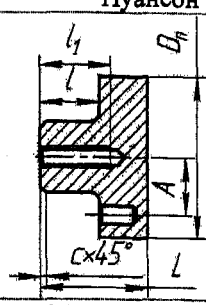
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
До 30	М48х3	43,5	55	48,6	80	60	70	45	14	60	8	20	6	2
Св. 30 до 38	М60х4	54	65	60,8	90	70	80	50	18	65			8	3
Св. 38 до 48	М76х4	70	75	76,8	110	90	100	60	22	80				3
Св. 48 до68	М95х4	89	85	95,8	130	110	110	70		90	10	25		
Св. 68 до 78	М115х4	109	100	115,8	150	130	125	85	26	100				

Таблица 3.40

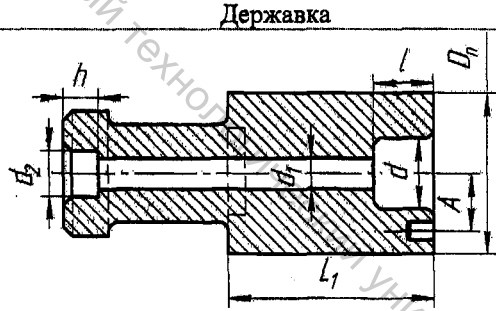
Схемы конструкций сборного обрезного пуансона и размеры (мм) конструктивных элементов



Пуансон



Державка



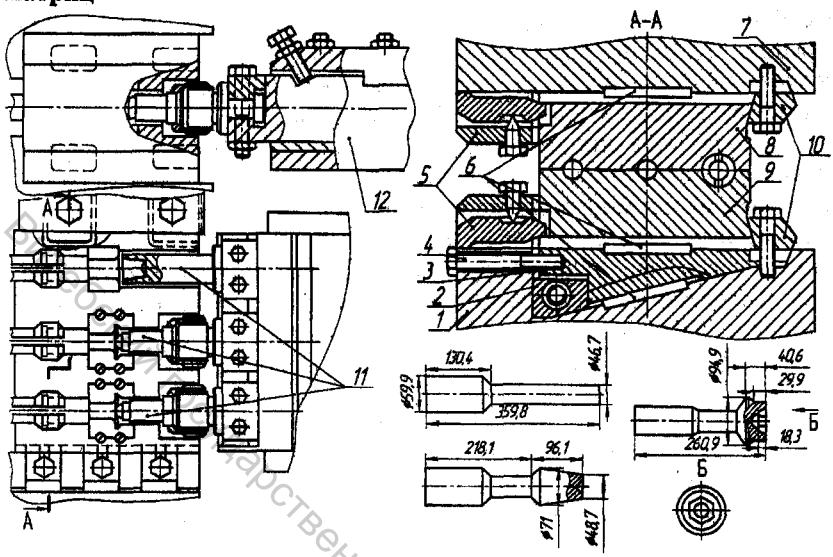
Поле допуска d h6 — Поле допуска d H7

Диаметр пуансона $D_п$	d	A (доп. откл. ±0,1)	Пуансон					Державка			
			d_1	L	l	l_1	c	d_1	d_2	l	h
Св. 80 до 100	50	32	М20	54	19	32	2	21	32	20	22
Св. 100 до 120	60	40	М24	58	24	36	2	25	38	25	26
Св. 120 до 160	80	50	М30	62	30	40	2,5	31	44	32	32

1 – пуансон; 2 – державка; 3 – винт; 4 – штифт.

Витебский государственный технологический университет

Пример конструкции штампа с горизонтальным разъемом матриц



а б

Рис. 3.62 Схема конструкции штампа ГКМ с горизонтальным разъемом матриц:

а – конструкция штампа; б – штамповочные переходы:

1 – подвижный блок матриц; 2 – клин; 3 – стол; 4 – болт; 5 – планки; 6 – шпонки; 7 – подвижный блок матриц; 8 – подвижная полуматрица; 9 – неподвижная полуматрица; 10 – клемма; 11 – пуансоны; 12 – блок пуансонов

Подвижная 8 и неподвижная 9 матрицы крепятся соответственно в подвижном 7 и неподвижном 1 блоках. Крепление матриц осуществляется зажимными клеммами 10 и планками 5; смещение матриц предотвращается шпонками 6. Для регулирования положения матриц предусмотрен подвижный стол 3, который передвигается клином 2 и фиксируется болтом 4. Высадочный и формующие пуансоны 11 крепятся в блоке пуансонов 12.

3.8 Инструмент для поперечно-клиновой прокатки

Общие сведения

Поперечно-клиновой прокаткой получают всевозможные осесимметричные детали с цилиндрическими, коническими, сферическими и другими сложными поверхностями. Перепад диаметров между соседними ступенями может быть четырехкратным и более. В качестве исходной заготовки можно использовать трубу, пруток с шестигранным или квадратным профилем.

Государственный технологический университет

Элементы с шестигранным и квадратным сечениями могут быть сохранены без изменения в прокатанных изделиях.

Типичный технологический процесс изготовления изделий способом поперечно-клиновой прокатки включает следующие операции: рубка штучных заготовок на прессе, нагрев их токами высокой частоты, прокатка, термообработка, шлифовка отдельных ступеней вала, защита поверхностей от коррозии.

Поперечно-клиновая прокатка выгодно отличается от других процессов обработки давлением: высоким коэффициентом использования металла; возможностью полной автоматизации процесса; максимальным приближением прокатанной поковки к размерам готового изделия; широкими технологическими возможностями; высокой стойкостью инструмента; низким уровнем шума; отсутствием источников виброколебаний. По экономичности горячая поперечно-клиновая прокатка превосходит штамповку на молотах, прессах, ГКМ.

3.8.1 Геометрические параметры плоского клинового инструмента

Схема осуществления ПКП представлена на рис. 3.63. Исходная цилиндрическая по всей длине заготовка помещается между двумя клиновыми инструментами. При поступательном движении верхнего инструмента (рис. 3.63) происходит внедрение острых выступов в перекатывающуюся заготовку, на которой образуется кольцевая канавка.

Затем эта канавка расширяется под действием наклонных деформирующих граней формообразующего участка инструмента, и происходит формообразование изделия, а последовательно на калибрующем участке инструмента осуществляется калибровка. Концевые отходы заготовки отделяются на отрезном участке, на котором предусмотрены специальные отрезные ножи.

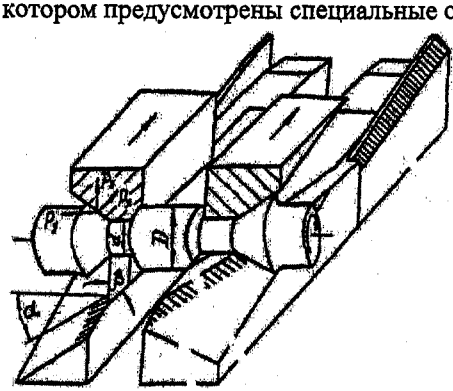


Рис. 3.63 Схема прокатки

Интенсивность формообразования при прокатке характеризуется степенью обжатия

$$\delta = d_0 / d , \qquad (3.100)$$

где d_0 – диаметр исходной заготовки; d – диаметр заготовки в рассматриваемом сечении

Витебский государственный технологический университет

Углы α и β являются основными технологическими параметрами клинового инструмента; угол α определяет длину очага деформации, а угол β – скорость распространения очага деформации вдоль оси заготовки и длину клинового инструмента. Выбор углов α и β и степени обжатия ε регламентирует проведение процесса в установленном режиме, исключающем проскальзывание заготовки.

В общем случае клиновой инструмент имеет следующие участки: загрузочный, заходний, формующий, калибрующий, отрезной, правочный (рис. 3.64).

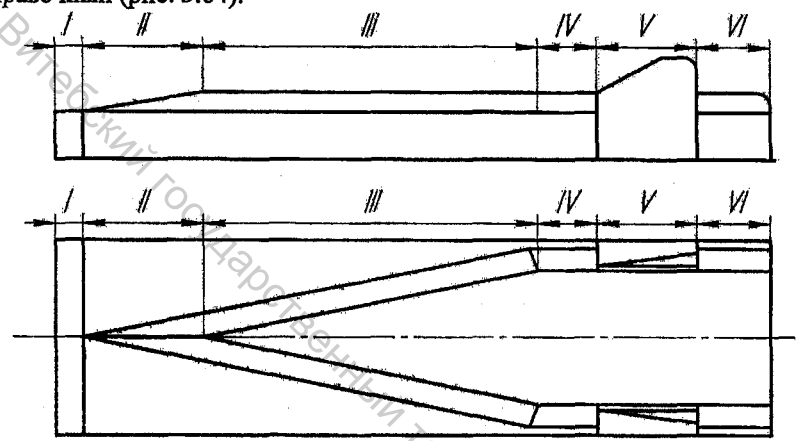


Рис. 3.64. Расположение участков плоского клинового инструмента: I – загрузочный; II – заходний; III – формующий; IV – калибрующий; V – отрезной; VI – правочный

Загрузочный участок клинового инструмента предназначен для подачи исходной заготовки в зону обработки. Для плоскоклиновых машин, работающих с остановкой после каждого рабочего цикла, длина загрузочного участка равна

$$L = (1...2)d_0 \qquad (3.101)$$

Заходний участок предназначен для плавного внедрения деформирующего бурта в заготовку. Заходние участки выполняются двух типов. Заходний участок первого типа применяется при обжатии ε ≤1,6.

Заходний участок первого типа (рис. 3.65, а) образуется при пересечении друг с другом наклонных деформирующихся поверхностей инструмента.

Витебский государственный технологический университет

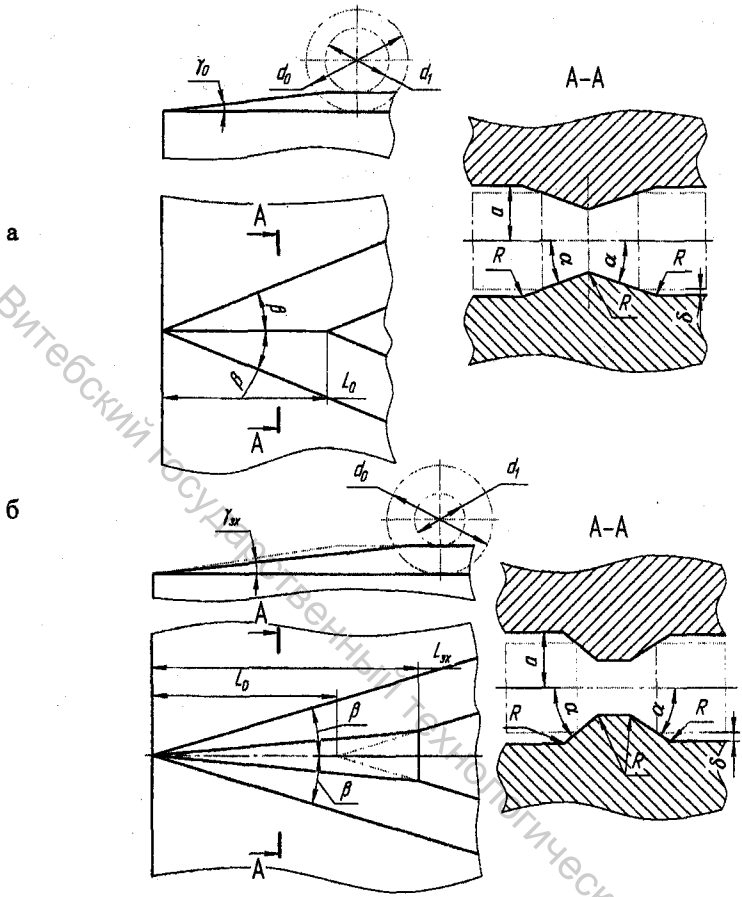


Рис. 3.65 Элементы заходного участка первого (а) и второго (б) типов

Деформирующий бурт имеет в сечении форму остроугольного треугольника. Вершину этого треугольника скругляют радиусом, равным 4…8 мм. Расстояние от оси обрабатываемой заготовки до нулевой поверхности клинового инструмента равно

$$a = d_0/2 + S, \tag{3.102}$$

где S – зазор между исходной нагретой заготовкой диаметром d_0 и нулевой поверхностью клинового инструмента, принимается равным 1…2 мм.

Угол подъема заходного участка первого типа γ_0 определяется по формуле

$$tg\gamma_0 = tg\alpha \cdot tg\beta \tag{3.103}$$

Витебский государственный технологический университет

При обжатии $\varepsilon \geq 1{,}6$ применяют инструмент с заходным участком второго типа (рис. 3.65, б). Его отличие от первого заключается в том, что вершина острого бурта дополнительно срезана таким образом, что в каждом поперечном сечении бурт имеет форму трапеции, боковые стороны которой образованы наклонными деформирующими гранями.

Величина угла $\gamma_{зх}$ и длина $L_{зх}$ заходного бурта определяются равенствами

$$tg\gamma_{зх} = \frac{2a - d_1}{2a - d_1 + l_к tg\alpha} tg\gamma_0 \qquad (3.104)$$

$$L_{зх} = L_0 + \frac{l_к}{2tg\beta} \qquad (3.105)$$

Острые углы заходного бурта скругляются радиусами, равными 4...8 мм. На наклонных деформирующих гранях заходного участка выполняются технологические рифления.

Формообразующий участок предназначен для оформления изделия. В зависимости от соотношения размеров изделий этот участок может быть одноматричным или многоматричным. Одноматричный формообразующий участок оформляет изделие полностью; многоматричный участок оформляет изделие промежуточной формы. Для подавляющего большинства изделий многоматричный формообразующий участок является двухматричным.

Для одноматричных схем прокатки профиль формообразующего участка негативно соответствует профилю горячей прокатки заготовки. Для двухматричных схем прокатки профили формообразующих участков соответствуют одноматричным схемам прокатки.

Соотношения размеров формообразующего участка определяются схемой прокатки, размерами изделия и приводятся в специальных таблицах.

Предельные значения угла β не должно превышать 12° при $\varepsilon < 1{,}6$ и 10° при $\varepsilon > 1{,}6$. Из допустимых углов β выбирается значение, близкое к предельному, так как с увеличением угла β сокращается длина деформирующего участка инструмента и повышается КПД процесса.

Значение угла α следует принимать, исходя из нижеперечисленных рекомендаций:

$\alpha = 30...40°$ при $\varepsilon \leq 1{,}6$

$\alpha = 25...30°$ при $\varepsilon \leq 1{,}6...1{,}8$

$\alpha = 20...25°$ при $\varepsilon \leq 1{,}8...2{,}0$

В указанных интервалах углов α меньшее значение применяется при большей степени обжатия заготовки. Принимать значения углов менее 20 и более 40° не рекомендуется, так как в первом случае в

Витебский государственный технологический университет

заготовке могут образовываться осевые полости, во втором – спиралевидные гребешки на поверхности изделия.

Калибрующий участок предназначен для придания изделию окончательной формы и размеров. Калибрующий участок имеет постоянное по длине поперечное сечение, элементы рабочего профиля которого негативно повторяют соответствующие элементы профиля горячей прокатанной заготовки.

$$L_к = (1...2)\pi r_к, \tag{3.106}$$

где $r_к$ – радиус качения.

Отрезной участок предназначен для отрезки концевых участков, а также разделения спаренных заготовок. В соответствии с назначением различают **отрезные и разделительные ножи.**

Отрезные и разделительные ножи имеют участок подъема рабочего профиля и участок с постоянной высотой этого профиля (рис. 3.66). На участке подъема происходит внедрение ножа в заготовку вплоть до ее оси. Участок с постоянной высотой рабочего профиля предназначен для гарантированного отделения одной части заготовки или изделия от другой.

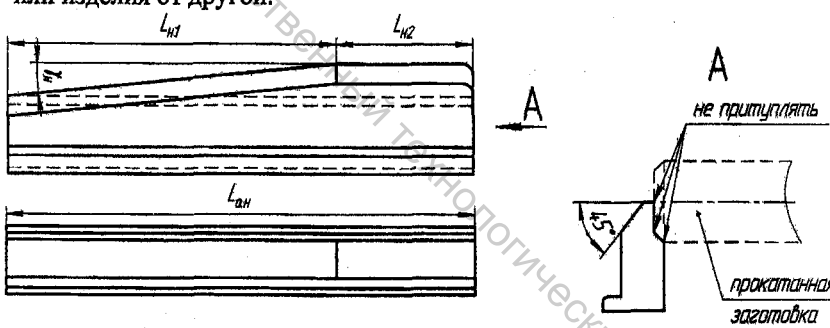


Рис. 3.66 Плоский отрезной нож

Длина участка подъема ножа определяется из выражения

$$L_{н1} = \frac{d_к}{2tg\gamma_н}, \tag{3.107}$$

где $d_к$ – диаметр концевого (для отрезных ножей) или стыкового (для разделительных ножей) участков изделия; $\gamma_н$ – угол подъема рабочего профиля ножа.

Для обеспечения устойчивого вращения заготовки величина угла $\gamma_н$ должна удовлетворять условию

$$tg\gamma_н < \frac{\mu}{\pi}, \tag{3.108}$$

где μ - коэффициент трения.

ВитебскийГосударственныйТехнологическийУниверситет

Обычно угол подъема рабочего профиля ножа принимают не более 5°.

Длина участка ножа с постоянной высотой рабочего профиля определяется по формуле

$$L_{н2} = k_и \pi r_к , \quad (3.109)$$

где $k_н$ – коэффициент, равный для плоских ножей 1…1,5.

Торцы изделия оформляются отрезными ножами в процессе отделения концевых отходов. Поэтому форма отделения боковой поверхности отрезного ножа, контактирующей с изделием, определяется формой поверхности торца последнего. Угол наклона $\alpha_н$ боковой грани отрезного ножа принимается равным 65-75°. С целью предотвращения пробуксовки заготовки на отрезных ножах наносятся технологические рифления.

Правильный участок предназначен для уменьшения кривизны изделия. Правка ступенчатых изделий производится последовательно, то есть сначала правке подвергается группа ступеней одного диаметра, затем другого и так далее. При этом контактирующие с изделием элементы профиля правильного участка негативно повторяют соответствующие элементы профиля изделия.

Длина правильного участка $L_п$ определяется из условия совершения изделием не менее одного полуоборота при правке ступеней каждой группы.

$$L_n = (0,5...1)\pi \sum_{i=1}^{n} d_i , \quad (3.110)$$

где $\sum_{i=1}^{n} d_i$ – сумма средних диаметров каждой группы ступеней изделия; n – количество групп ступеней, подвергаемых правке.

В отдельных случаях правку допустимо проводить одновременно по всему профилю. При правке изделия одновременно по всему профилю длина участка равна

$$L_n = \pi d_{\max} . \quad (3.111)$$

Для гарантированного схода изделия с клинового инструмента в конце на прямоугольных уступах рабочего профиля рекомендуется выполнять уклоны до 10° на длине, равной $0,5d_{max}$. Кроме того, с целью предотвращения вмятин на изделии при их сходе, концевые части инструмента скругляют радиусам до 10 мм.

Определение общей длины клинового инструмента

Общая длина клинового инструмента $L_и$ определяется по формуле

$$L_и = L_{зг} + L_{зх} + L_ф + L_к + L_{о.н} + L_п , \quad (3.112)$$

Электронный архив библиотеки Белорусско-Российского технологического университета

где $L_{зг}$, $L_{зх}$, $L_ф$, $L_к$, $L_п$ – длина загрузочного, заходного, формообразующего, калибрующего, и правильного участков соответственно; $L_{о.н}$ - длина участка установки отрезных ножей.

Общая длина инструмента должна удовлетворять равенству

$$L_u \le H/2, \qquad (3.113)$$

где Н – величина хода рабочей плиты.

Материалы и крепление клинового инструмента

Для изготовления цельного клинового инструмента рекомендуется использовать штамповые стали марок 5ННВ, 5ХНМ, 4ХСМФ. Для изготовления секционного инструмента, кроме вышеуказанных, могут быть использованы штамповые стали марок 4Х5МФС, 4Х3ВМФ, 4Х4М2ВФС, 4Х2В5ФМ. Для отрезных и разделительных ножей рекомендуется использовать быстрорежущие стали марок Р9, Р12, Р6М3, Р6М5.

Плоский клиновой инструмент, как правило, выполняется секционным. Секции рекомендуется крепить на съемном инструментодержателе (рис.3.67) с помощью винтов или планок, что позволяет сборку клинового инструмента проводить вне машины.

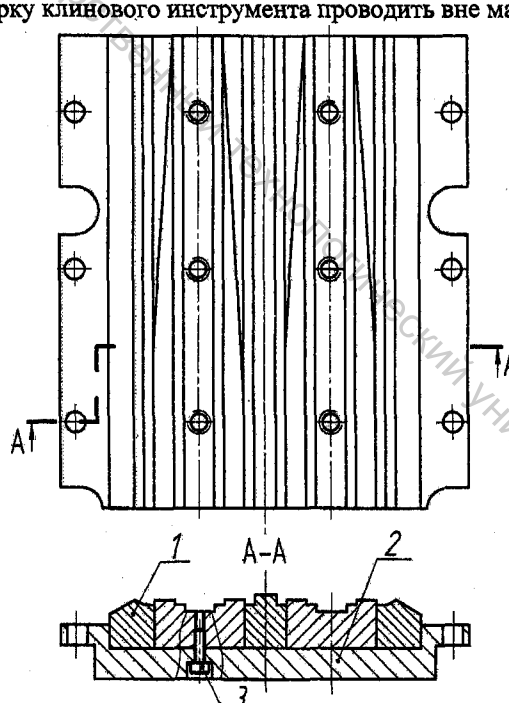


Рис. 3.67 Схема крепления плоского клинового инструмента:
1 – инструментальные секции; 2 – инструментодержатель; 3 – винт

Белорусско-Российский университет

Точное совпадения рабочего профиля обоих клиновых инструментов обеспечивается, с одной стороны, точностью изготовления их отдельных секций, а с другой стороны, возможностью регулировки положения одного инструментодержателя относительно другого. При регулировке взаимного положения инструментодержателей необходимо так же обеспечивать совпадение продольной оси клинового инструмента с направлением его движения.

3.8.2 Разработка чертежа прокатываемой заготовки

Особенности поперечно-клиновой прокатки оказывают большое влияние на величину допусков, припусков и напусков. При их назначении необходимо учитывать характер последующих за прокаткой операций (шлифование, токарная обработка, штамповка в открытом или закрытом штампе). К прокатанным заготовкам, предназначенным для последующего шлифования или штамповки в закрытом штампе, предъявляются более жесткие требования по точности, чем к заготовкам, предназначенным для последующей токарной обработки или штамповки в открытом штампе.

Допуск на **диаметральные** размеры изделия T_a при поперечно-клиновой прокатке складывается из допусков на износ T_1 и изготовление T_2 рабочего инструмента, допуска на отклонение от параллельности опорных (для инструмента) поверхностей поперечно-клиновых машин T_3 и допуска на усадку в пределах температурного интервала прокатки.

$$T_a = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \qquad (3.114)$$

Величины допусков на износ T_1 заготовок, предназначенных для шлифования или штамповки в закрытом штампе (первый класс) и заготовок, предназначенных для токарной обработки или штамповки в открытом штампе (второй класс) приведены в таблице 3.39 (графы 2, 3). Величины допусков на точность изготовления T_2 указаны в графе 7; величины допусков отклонения от параллельности опорных поверхностей приведены в графе 4; величины допусков на усадку с учетом колебания указаны в графе 8.

Допуск на **продольные** размеры изделия T_c при поперечно-клиновой прокатке складывается из допуска на износ рабочего инструмента T_1, учитывается лишь для размеров, зависящих от износа; допуска на усадку с учетом колебания температуры T_4 и допуска на взаимное смещение T_5 клиновых инструментов вдоль оси заготовки.

$$T_c = T_1 + T_2 + T_4 + T_5 \qquad (3.115)$$

Ориентировочные значения допусков на взаимное смещение клиновых инструментов T_5 приведены в графе 5. При определении величины допусков на продольные размеры изделия по таблице 3.41 следует руководствоваться следующими положениями:

ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МГТУ

Таблица 3.41

Элементы допусков, определяемые по массе прокатанных заготовок

Масса прокатанной заготовки	Износ T_1, мм		Отклонение от параллельности поверхностей машины T_3,мм	Взаимное смещение клиновых инструментов T_5, мм
	Изделия I класса	Изделия II класса		
1	2	3	4 (5)	5 (7)
До 0,25	+0,20	+0,30	+0,05	-0,10
Св. 0,25 до 0,63	+0,25	+0,38	+0,06	-0,15
Св. 0,63 до 1,60	+0,32	+0,47	+0,10	-0,20
Св. 1,60 до 2,50	+0,40	+0,60	+0,10	-0,20
Св. 2,50 до 4,00	+0,45	+0,67	+0,20	-0,30
Св. 4,00 до 6,30	+0,50	+0,75	+0,20	-0,30
Св. 6,30 до 10,00	+0,55	+0,82	+0,20	-0,30
Св. 10,00 до 16,00	+0,60	+0,90	+0,20	-0,30

Элементы допусков, определяемые по размеру прокатанных заготовок, мм

Диаметр или длина прокатанной заготовки, мм	Точность изготовления инструмента T_2, мм	Температурная усадка T_4, мм	Отклонение от прямолинейности и коробления заготовок под			
			шлифование	токарную обработку	штамповку в закрытых штампах	штамповку в открытых штампах
6	7 (11)	8 (10)	9 (12)	10 (13)	11 (14)	12 (15)
До 50	±0,05	±0,05	0,2	0,3	0,5	0,6
Св. 50 до 120	±0,07	±0,12	0,3	0,4	0,5	0,8
Св. 120 до 180	±0,08	±0,18	0,3	0,5	0,6	1,0
Св. 180 до 260	±0,09	±0,26	0,4	0,6	0,8	1,2
Св. 260 до 360	±0,10	±0,36	0,5	0,8	1,0	1,6
Св. 360 до 500	±0,12	±0,50	0,6	1,0	1,2	2,0
Св. 500 до 630	±0,14	±0,63	0,8	1,2	1,6	2,4
Св. 630 до 800	±0,15	±0,80	1,0	1,5	2,0	3,0

Библиотека государственных технических университетов

1. Если продольные размеры изделия обусловливают двухсторонний износ рабочего инструмента (размеры l, l_1, рис. 3.68), допуски на них определяются по графе 2 или 3 с прибавлением к ним допусков по графе 5 и графам 7, 8.

2. Если продольные размеры изделия обусловливают односторонний износ рабочего инструмента (размеры l_2, l_3, рис. 3.68), допуски на них определяются половинным значением допуска, указанного в графах 2 или 3 с прибавлением к ним допуска по графе 5 и допускам по графам 7, 8.

3. Если продольные размеры изделия определяют расстояние между осями его сферических или других элементов (размеры l_4, l_5, рис. 3.68) или обусловливают односторонний равномерный износ рабочего инструмента, допуски на них устанавливаются по графе 7 с прибавлением к ним допусков, указанных в графах 7 и 8.

Рассмотренный метод определения допусков на продольные размеры изделий распространяется на все внешние размеры. Для внутренних продольных размеров изделия (l_6, рис. 3.68) применяется этот же метод, но допуски устанавливаются с обратными знаками.

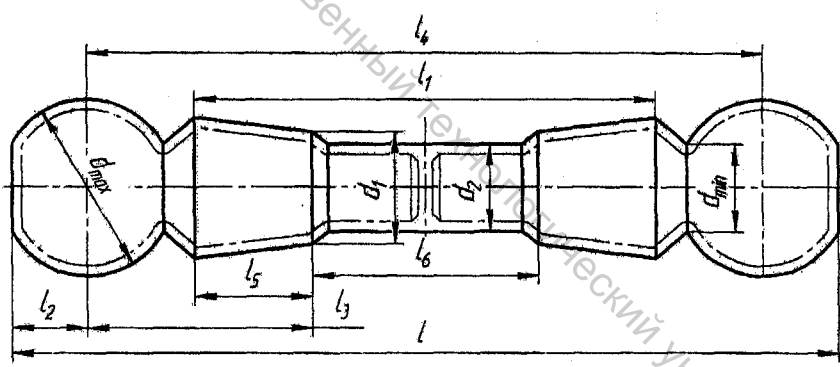


Рис. 3.68 Схема для определения допусков на размеры прокатанных заготовок

Для прокатываемых заготовок первого класса точности могут быть установлены более жесткие допуски, чем приведенные в таблице 3.32. В этом случае необходимо предусматривать специальные меры: периодическая поднастройка клинового инструмента, подогрев его перед началом работ и охлаждение в процессе работы. Максимальные припуски на механическую обработку прокатываемых заготовок приведены в таблице 3.42.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.42

Припуски на механическую обработку на сторону (мм) для прокатываемых заготовок

Масса вальцованной заготовки ,кг	Диаметр вальцованной заготовки, мм		Длина вальцованной заготовки, мм							
	До 50	Св. 50 до 120	До 50	Св. 50 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 260	Св. 260 до 360	Св. 360 до 500	Св. 500 до 630	Св. 630 до 800
До 0,25	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3
Св. 0,25 до 0,63	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5
Св. 0,25 до 0,63	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6
Св. 0,25 до 0,63	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7
Св. 0,25 до 0,63	0,8	0,9	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9
Св. 0,25 до 0,63	1,0	1,1	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,89	1,9	2,1
Св. 0,25 до 0,63	1,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2
Св. 0,25 до 0,63	1,2	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3

Витебский государственный технологический университет

На участке изделий с некруглым поперечным сечением, как правило, назначаются напуски. Глухие или сквозные отверстия, шпоночные канавки и тому подобное в изделиях не выполняются. Кольцевые канавки толщиной до 8 мм (разгрузочные или для выхода режущего инструмента при последующей механической обработке) целесообразно оформлять в процессе прокатки лишь в том случае, когда канавки оформляются окончательно, то есть шероховатость поверхностей не менее Rz 80, а допуски на ширину не превышают допусков, приведенных в таблице 3.38. На кольцевые канавки шириной более 8 мм напуски, как правило, не назначаются.

Радиусы скруглений внешних и внутренних углов в изделиях, предназначенных для механической обработки, применяются равными соответственно 0,5 и 0,7 значений, указанных в ГОСТ 7505-89.

Определение размеров заготовки.

Расчетный диаметр исходной заготовки d_{op} определяется максимальным диаметром прокатанной заготовки.

$$d_{op} = d_{\max} + (+\Delta d_{\max}), \tag{3.116}$$

где d_{max} – максимальное значение диаметра прокатанной заготовки; $+\Delta d_{max}$ – положительное отклонение;

Номинальный диаметр исходной заготовки d_0 выбирается из сортамента, как ближайшее большее значение по сравнению с расчетным. При этом должно быть выполнено условие:

$$d_{\max} - (-\Delta d_{\max}) \le \frac{d_0 - (-\Delta d_0)}{k_y}, \tag{3.117}$$

где – Δd_{max} – отрицательное отклонение d_{max} ; $-\Delta d_0$ – отрицательное отклонение d_0 (проката); k_y – коэффициент, учитывающий угар металла при нагреве (принимается равным 1,01 при индукционным нагреве и 1,025 – при нагреве заготовок в пламенных печах.

Номинальная длина исходной l_0 рассчитывается по формуле

$$l_0 = 1,27\frac{V_0}{(d_0 - 0,5(-\Delta d_0))^2}, \tag{3.118}$$

где V_0 – объем исходной заготовки, определяется по формуле

$$V_0 = k_y V_{np} + V_k, \tag{3.119}$$

В формуле (3.119) $V_{пр}$ – объем прокатанной заготовки; $V_к$ – объем концевых отходов.

Значение $V_к$ рекомендуется рассчитывать по формуле

$$V_k = 0,75\pi(k_{n1}d_{k1}^3 + k_{n2}d_{k2}^3), \tag{3.120}$$

где d_{k1}, d_{k2} – диаметры концевых элементов изделия; k_{n1}, k_{n2} - коэффициенты, зависящие от степени обжатия и угла наклона

Витебский государственный технологический университет

деформирующей грани клинового инструмента, приближенно можно принимать равными 0,25.

Пример. Требуется произвести расчет клинового инструмента для поперечно-клиновой прокатки вала каретки (рис. 3.69, а). Последующая механическая обработка – шлифование. Материал детали – сталь 15.

Корректирующий чертеж имеет цель – приближение размеров детали к требованиям процесса поперечно-клиновой прокатки. В данном случае ступени каретки с диаметром $d_1 = 16 \pm 0{,}26$ мм и $d_2 = 20{,}6_{-0{,}52}$ мм оформляются в процессе прокатки окончательно. При массе изделия около 0,26 кг отклонения на указанные размеры в соответствии с таблицей 3.39 составляют $^{+0.4}_{-0.1}$ мм. Тогда размеры d_1 и d_2 в соответствии с рекомендациями будут равны

$d_1 = 16 - 0{,}26 - 0{,}1 = 15{,}84$, принимаем $d_1 = 15{,}8^{+0.4}_{-0.1}$

$d_2 = 20{,}6 - 0{,}52 + 1 = 20{,}18$, принимаем $d_2 = 20{,}2^{+0.4}_{-0.1}$

Чертеж делали после корректировки представлен на рис. 3.69, б.

Назначаем припуски на обрабатываемые поверхности в соответствии с таблицей 3.40. Номинальные размеры изделия равны:

d_3=18,2 мм; d_4=16,8 мм; l_1=50,2 мм; l_2=6,4 мм; l_3=19,4 мм; l_4=26,6 мм; $l_и$=142,2 мм.

По таблице 3.40 определяем отклонения на номинальные размеры изделия:

$d_3 = 18{,}2^{+0.4}_{-0.1}$ мм; $d_4 = 16{,}8^{+0.4}_{-0.1}$ мм; $l_1 = 50{,}2^{+0.4}_{-0.3}$ мм; $l_2 = 6{,}4^{+0.4}_{-0.3}$ мм; $l_3 = 19{,}4^{+0.1}_{-0.3}$ мм; $l_4 = 26{,}6^{+0.1}_{-0.3}$ мм; $l_и = 142{,}2^{+0.5}_{-0.1}$ мм.

На основании полученных размеров составляется чертеж изделия (рис. 3.69, в).

Производим расчет размеров исходной заготовки. Расчетный диаметр исходной заготовки в соответствии с формулой (3.116) равен

$$d_{ор} = 20{,}1 + 0{,}4 = 20{,}5 \text{ мм}.$$

По сортаменту выбираем ближайшее большее значение диаметра проката

$$d_o = 21 \text{ мм}.$$

Выбираемая величина удовлетворяет условию (3.117).

Объем прокатанной заготовки с учетом половины положительного отклонения равен $V_{пр} = 34{,}4 \text{см}^3$.

Объем концевых отходов определен по формуле (3.120) $V_к = 1{,}0 \text{см}^3$.

По формуле (3.119) находим объем исходной заготовки. $V_0 = 35{,}6 \text{см}^3$

Номинальная длина исходной заготовки, рассчитанная по формуле (3.118), составляет $l_0 = 105$мм. С учетом колебания длины заготовки при резке получаем $l_0 = 105^{+3}$ мм.

Витебский государственный технологический университет

Чертеж горячей прокатанной заготовки представлен на рис. 3.69,г.

Схема клинового инструмента для прокатки каретки представлена на рис 3.70.

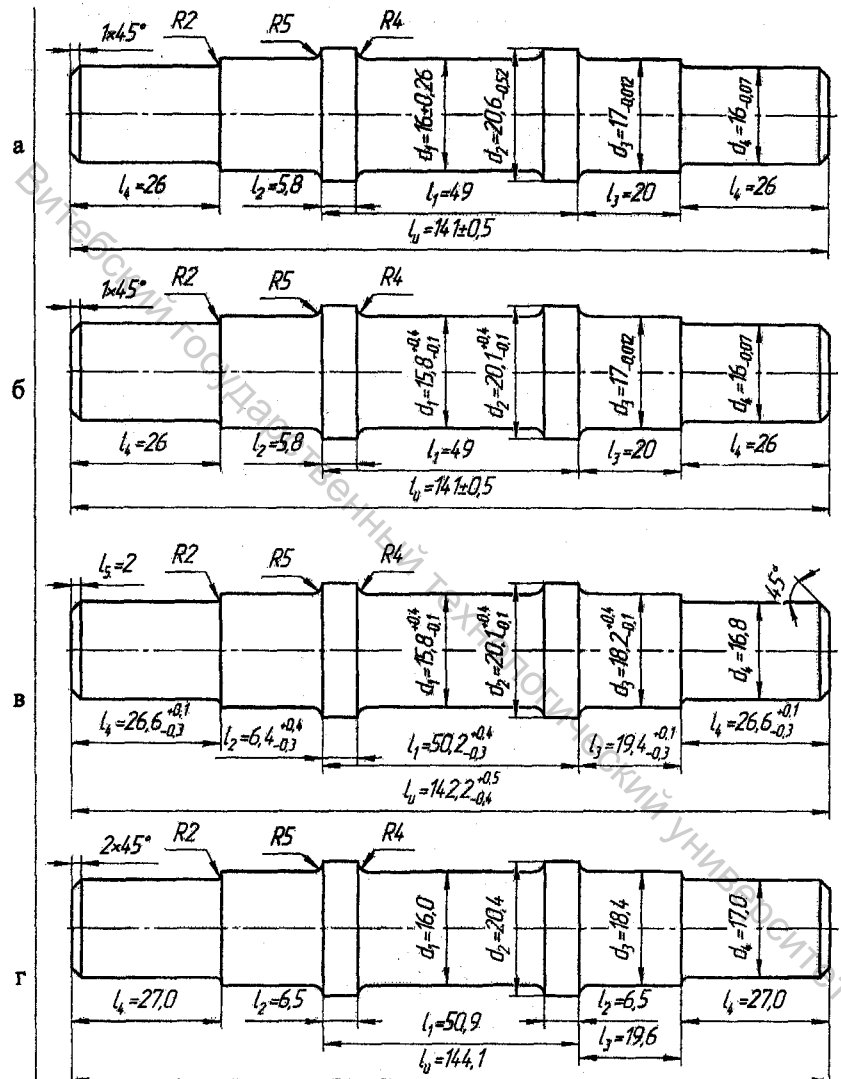


Рис. 3.69. Чертеж каретки до корректировки (а), после корректировки (б), холодной прокатанной заготовки (в), горячей прокатанной заготовки (г)

Витебский государственный технологический университет

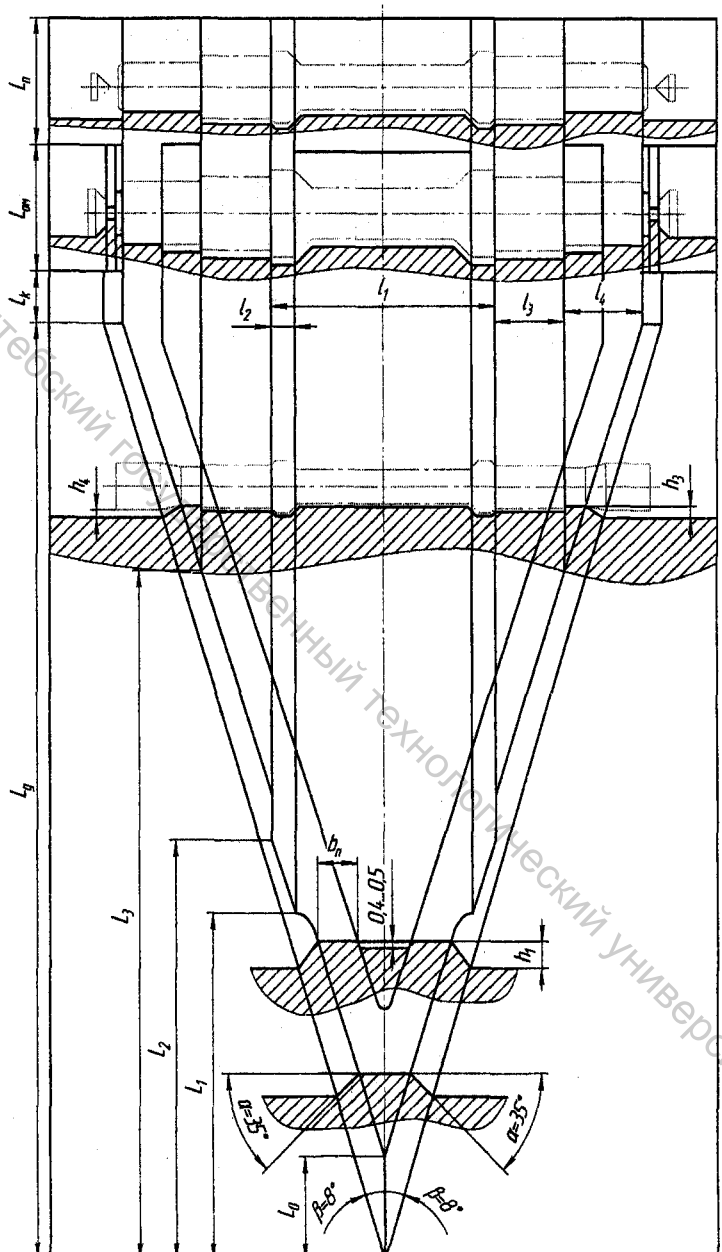


Рис. 3.70 Схема клинового инструмента для прокатки заготовки каретки

Витебский государственный технологический университет

Из соотношения размеров клинового инструмента длина L_0 определяется по формуле

$$L_0 = \frac{d - 0,5d_1}{tg\alpha tg\beta}, \quad (3.121)$$

где $d = d_0/2 + S = 21,3/2 + 1 = 11,6$ мм.

$$L_0 = \frac{11,6 - 0,5 \cdot 16,0}{0,7 \cdot 0,14} = 3,7 \text{ мм}.$$

Длина промежуточных элементов определяется по формуле (3.122)

$$L_i = \frac{l_i + \frac{2d - d_0}{tg\alpha}}{tg\beta}$$

$$L_1 = \frac{50,9 - 2 \cdot 6,5 + \frac{2 \cdot 11,6 - 20,6}{0,7}}{2 \cdot 0,14} = 141 \text{ мм}$$

$$L_2 = 141 + \frac{6,5}{0,14} = 188 \text{ мм}$$

$$L_3 = \frac{\frac{50,9}{2} + 19,6 + \frac{2 \cdot 11,6 - 20,6}{2 \cdot 0,7}}{0,14} = 348 \text{ мм}$$

$$L_g = \frac{\frac{144,1}{2} - 2 + \frac{2 \cdot 11,6 - 17,0}{2 \cdot 0,7}}{0,14} = 532 \text{ мм}$$

Значение высоты элементов (выступов) рабочего профиля инструмента рассчитывается по формуле

$$h_i = a - \frac{d_i}{2} \quad (3.123)$$

Числовые значения выступов равны.

$h_1 = 3,6$ мм; $h_2 = 1,4$ мм; $h_3 = 2,4$ мм; $h_4 = 3,1$мм;

Радиус сопряжения наклонной деформирующей грани с калибрующими плоскостями инструмента принимаем как среднее значение, определенное по формуле

$$R_i = 1,5h; \qquad R_{cp} = 4 \text{ мм} \quad (3.124)$$

Ширина калибрующего пояска определяется по формуле

$$b_n = (2,5...3)\pi\rho d_0 tg\beta \quad (3.125)$$

$$b_n = 2,5 \cdot 3,14 \cdot 0,46 \cdot 21 \cdot 0,14 = 10,5 \text{ мм}$$

Длина участка для калибрования концевого элемента определяется по формуле (3.106)

$$L_k = 60 \text{ мм}$$

Витебский государственный технологический университет

Длина участка подъема ножа определяется по формуле 3.107 при $\gamma_п = 4°$ составляет $L_{н1} = 120$мм.

Длина участка ножа с постоянной высотой профиля $L_{н2}$ определяется по формуле (3.109) и составляет $L_{н2} = 30$мм; общая длина отрезного ножа

$L_{о.н} = 150$ мм

Правка изделия после отделения от него концевых отходов осуществляется одновременно по диаметрам d_1 и d_4.

Длина правочного участка инструмента согласно формулы (3.111) $L_п = 53$ мм

Общая длина клинового инструмента рассчитывается по формуле (3.112)

$L_и = 30 + 532 + 60 + 150 + 53 = 825$ мм.

3.9 Инструмент для горячего прессования

Общие сведения

Широкое промышленное использование процесса прессования базируется на ряде физических особенностей и технологических достоинствах. При горячем прессовании за один ход рабочего инструмента достигаются деформации, превышающие 90%, что позволяет сократить число переходов и сузить общий температурный интервал деформации. Можно успешно деформировать малопластичные высоколегированные стали и сплавы, а также тугоплавкие материалы (молибден, вольфрам, тантал, ниобий и др.).

Методами горячего прессования можно изготавливать сплошные и полые фасонные профили сложной формы; соединять разнородные металлы. Прессованные изделия отличаются высоким качеством поверхности, точностью геометрических размеров, однородностью структуры и повышенными механическими свойствами.

Эффективность прессования в значительной мере зависит от работоспособности прессового инструмента, которая определяется конструктивным исполнением, свойствами инструментальных материалов, температурно-силовыми условиями эксплуатации и качеством изготовления инструмента. Повышение стойкости инструмента позволяет интенсифицировать и стабилизировать процесс прессования, сократить трудозатраты изготовления и расход высоколегированных инструментальных материалов.

Комплект прессового инструмента включает **основной инструмент** (пресс-штемпели, пресс-шайбы, иглы, матрицы, иглодержатели, матрицедержатели, контейнеры) и **вспомогательный** (переходные патроны, подкладные кольца, контрольные пресс-шайбы и т.д.). Схемы сборки основного прессового инструмента типовых горизонтальных и вертикальных прессов приведены на рис. 3.71.

Витебский государственный технологический университет

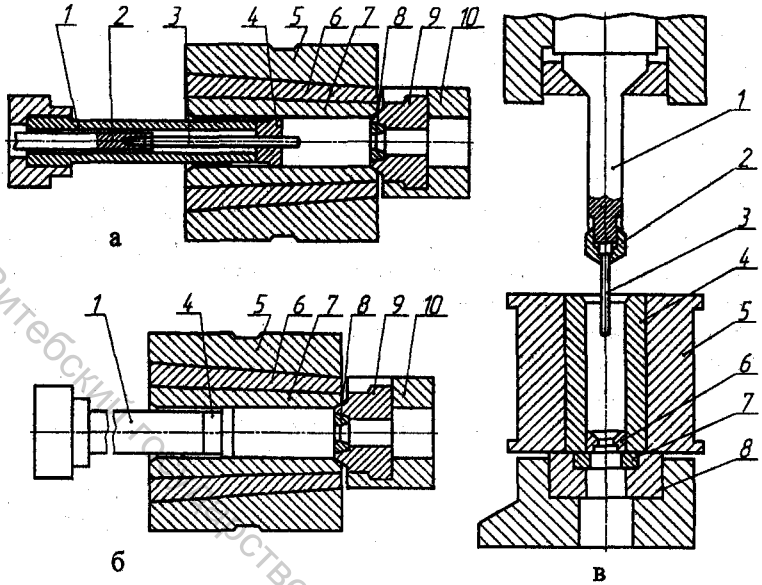


Рис. 3.71 Сборка инструмента типовых прессов: горизонтального трубопрофильного (а); горизонтального прутковопрофильного (б) и вертикального трубопрофильного (в):

а, б: 1 – пресс-штемпель; 2 – иглодержатель; 3 – игла; 4 – пресс-шайба; 5 – корпус контейнера; 6 – промежуточная втулка; 7 – рабочая втулка; 8 – матрица; 9 – матрицедержатель; 10 – инструментальная доска (или мундштучная головка); в: 1 – пресс-штемпель; 2 – пресс-шайба; 3 – игла; 4 – рабочая втулка; 5 – контейнер; 6 – матрица; 7 – отрезной нож; 8 – ползун

Парк рабочего инструмента пресса включает три-четыре типоразмера крупного инструмента (контейнеры, пресс-штемпели, матрицедержатели) и до 100 типоразмеров мелкого сменного инструмента (иглы, матрицы, пресс-шайбы), что обеспечивает возможность прессования изделий широкого ассортимента. Переналадка инструмента без смены контейнера занимает 3-5 мин, со сменой контейнера – 30-40 мин.

Комплект инструмента гидравлических прессов разделяется на инструмент подвижного узла и неподвижного. К неподвижному узлу относят инструмент, который в процессе выдавливания не перемещается с прессуемым металлом. В него входят контейнер и матрицедержатель с матрицей. В состав подвижного узла при прямом прессовании входят пресс-штемпель, пресс-шайба, иглодержатель и игла.

Витебский государственный технологический университет

В зависимости от условий эксплуатации инструмента, его износа, стойкости и долговечности рабочий инструмент для горячего прессования разделяется на две группы: первая – тяжело нагруженный инструмент, включающий иглы, матрицы, пресс-шайбы, матрицедержатели и внутренние втулки контейнеров, имеет непосредственный контакт с прессуемым металлом; вторая – контейнеры (промежуточные и наружные втулки), пресс-штемпели, головки, головки матрицедержателя (мундштучные или поворотные) – в непосредственный контакт с прессуемым металлом не вступает.

В наиболее тяжелых условиях работает инструмент первой группы, который помимо высоких давлений (до 1200 МПа), циклических знакопеременных нагрузок, интенсивного трения испытывает влияние высоких температур и резких температурных изменений. Низкая стойкость тяжело нагруженного инструмента предопределяет разнообразие его конструктивного исполнения.

Характеристики температурно-силового воздействия на различные виды инструмента приведены в таблице 3.43.

Таблица 3.43.

Условия работы различных видов инструмента при прессовании цветных сплавов

Вид инструмента	Основные нагрузки	Температурные нагрузки
I группа		
Рабочие втулки	Давление до 1200 МПа. Интенсивное трение прессуемого материала	Нагрев поверхности до 600-800^{0}С. Перепад температуры по длине и сечению до 400-500^{0}С. Охлаждение в потоке воздуха
Иглы	Растягивающие напряжения до 500 МПа, интенсивное трение прессуемого металла	Нагрев поверхности до 700-850^{0}С. Резкое водяное охлаждение
Матрицы	Давление до 900 МПа, интенсивное трение прессуемого металла	Нагрев поверхности до 750-850^{0}С. Охлаждение в потоке воздуха
Пресс-шайбы, матрицедержатели	Давление до 1200 МПа	Нагрев поверхности до 600-750^{0}С. Перепад температуры по сечению до 400^{0}С, охлаждение в потоке воздуха
II группа		
Промежуточные втулки	Давление до 600 МПа	300 – 400^{0}С
Пресс-штемпели	Давление до 1200 МПа	250 – 300^{0}С
Иглодержатели	Растягивающие напряжения до 500 МПа	100 – 150^{0}С

Все для учебных заведений. Технологическая библиотека

3.9.1 Основной инструмент для горячего прессования

Матрицедержатели предназначены для установки матриц и запирания выходной стороны контейнера, с которым он сопрягается по конусной поверхности (рис. 3.72). Качество сочленения контейнера и матрицедержателя определяет точность размеров изделий при прессовании труб и полых профилей.

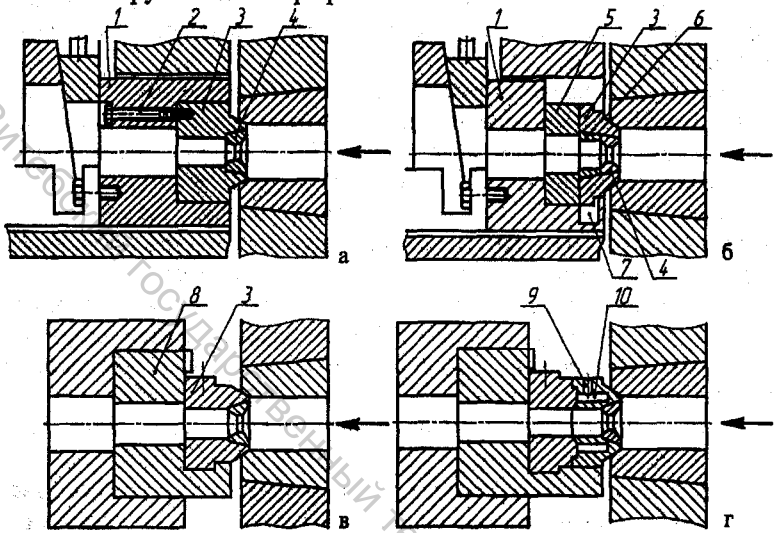


Рис. 3.72 Матрицедержатели горизонтальных прессов:
а – мундштучный; б – мундштучный с опорным кольцом;
в – поперечно-перемещающийся; г - водоохлаждаемый:
1 – подвижная головка; 2 – крепежные винты; 3 – матрицедержатель; 4 – матрица;
5 – опорное кольцо; 6 – подкладное кольцо; 7 – закрепляющее кольцо;
8 – инструментальная доска; 9 – каналы отвода и подвода воды; 10 – камера охлаждения

На гидравлических прессах с неподвижным контейнером матрицедержатель устанавливается в перемещающейся вдоль оси пресса головке мундштучного типа. На современных прессах с подвижным контейнером матрицедержатель устанавливается в двух или четырехпозиционные поворотные головки или поперечно перемещающиеся матричные доски. Подобная конструкция матричного узла позволяет поочередно использовать не менее двух матрицедержателей, что снижает интенсивность температурно-силовой нагрузки, создает более благоприятные условия охлаждения, обеспечивает повышение срока службы.

В центральной части матрицедержателя размещено гнездо для посадки матрицы, которая устанавливается либо с торца матрицедержателя (рис. 3.72, а, в), либо с внутренней стороны (рис. 3.72, б). В последнем случае матрица прижимается к обратному конусу

Витебский государственный технологический университет

матрицедержателя подкладным кольцом. Конусность посадочного гнезда составляет 1°30' – 6°.

Коническая поверхность сочленения матрицедержателя с контейнером испытывает давления 700 – 800 МПа при температуре 500 – 600°С. Поэтому матрицедержатели изготовляются из жаропрочных штамповых сталей с высокими прочностными характеристиками ($\sigma_в$ = 1300 ÷ 1400 МПа). Стойкость матрицедержателей до первой реставрации достигает 1,5 – 2,0 тыс. прессовок при темпе прессования 25 – 30 прессовок в 1 ч.

Увеличение производительности прессов привело к резкому снижению стойкости матрицедержателей, что вызвало необходимость их охлаждения. При темпе прессования 50 – 60 прессовок в 1 ч целесообразно использовать матрицедержатели с внутренним водяным охлаждением (рис. 3.72, г). Существенно влияет на стойкость матрицедержателей смазка, которая служит теплоизолирующей прокладкой между прессуемым металлом и инструментом.

Пресс-штемпель предназначен для передачи усилия от главного цилиндра к прессуемому материалу. Величина допустимой нагрузки, которую может выдержать пресс-штемпель, определяет возможную степень деформации материала. Исходя из условий работы, пресс-штемпели изготавливаются из поковок легированных сталей, имеющих высокие прочностные характеристики ($\sigma_в$ = 1600 ÷ 1700 МПа).

Конструктивно пресс-штемпели изготавливаются цельными (рис. 3.73, а, б, д, е) и сборными, состоящими из двух элементов: головки и штанги (рис. 3.73, в, г, ж).

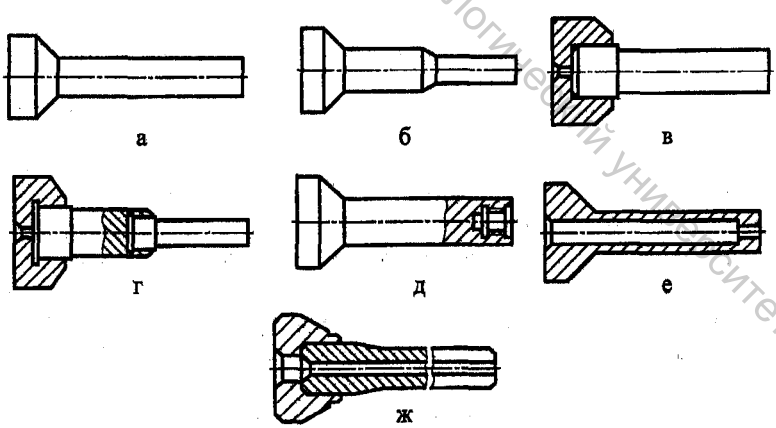


Рис. 3.73. Пресс-штемпели горизонтальных прутково-профильных прессов: а – цельный цилиндрический; б – цельный ступенчатый; в – сборный цилиндрический; г – сборный ступенчатый; д – цельный с ввинчиваемой иглой; е – полый с подвижной иглой; ж – полый, сборный

Виртуальная библиотека технологического университета

Для увеличения сопротивления продольному изгибу в ряде случаев пресс-штемпель выполняется ступенчатым с утолщённой частью рабочего стержня. Такой пресс-штемпель можно изготавливать цельным (рис. 3.73, б) и сборным, состоящим из трёх элементов: головки, промежуточного утолщённого стержня и рабочего стержня (рис. 3.73, г). Применение ступенчатого пресс-штемпеля требует использования соответствующей внутренней втулки контейнера (рис. 3.73, в, г).

При прессовании труб на профильных прессах применяются пресс-штемпели с неподвижной иглой, которая ввинчивается в торец пресс-штемпеля (рис. 3.73, д).

Пресс-шайбы. Основное назначение пресс-шайб – исключение непосредственного контакта пресс-штемпеля с нагретой заготовкой. Пресс-шайбы, воспринимая в процессе деформации полное давление прессования, подвергаются циклическому температурному и силовому нагружению, поэтому они изготовляются из поковок теплостойких сталей. Для исключения перегрева пресс-шайбы используются в комплекте по 6-8 шт. в зависимости от темпа прессования, что позволяет организовать эффективный режим охлаждения и существенно повысить стойкость как самих пресс-шайб, так и пресс-штемпелей.

На рис. 3.74 представлены конфигурации пресс-шайб вертикальных и горизонтальных прессов, используемых при прессовании меди и ее сплавов. Наружный диаметр пресс-шайбы при прессовании без образования рубашки принимается на 0,07-0,1 мм (на вертикальных прессах) и на 0,5-1,2 мм (на горизонтальных прессах) меньше внутреннего диаметра рабочей втулки. При прессовании с рубашкой разность диаметров в зависимости от качества прессуемых слитков составляет 2-6 мм.

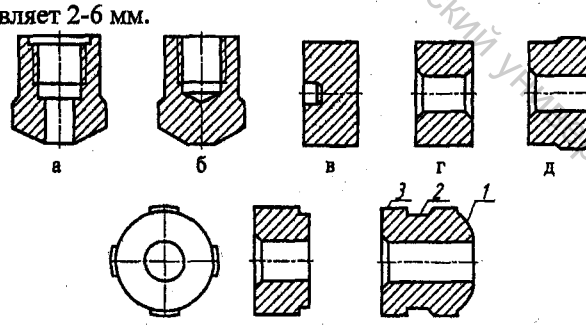


Рис. 3.74 Пресс-шайбы вертикальных (а, б) и горизонтальных (в – ж) прессов: а – трубная; б, в – прутковые; г – гладкая трубная; д – трубная с буртом; е – с центрирующими выступами; ж – с направляющим участком; 1 – рабочий участок; 2 – камера; 3 – направляющий участок

Российский государственный технологический университет

Для получения равнотолщинной рубашки и гарантированного удаления поверхностных дефектов используются пресс-шайбы с центрирующими выступами (рис. 3.74, е). Рубашка в этом случае разрезается выступами боковой поверхности пресс-шайбы, которые скользят по поверхности контейнера и выходят в виде отдельных полос. Разрывов и разнотолщинности рубашки, имеющих место при использовании обычных пресс-шайб, не наблюдается. Недостатком такой конструкции, ограничивающим ее применение, является низкая стойкость центрирующих выступов.

Представляет интерес конструкция пресс-шайбы (рис. 3.74, ж), предусматривающая рабочий участок 1, камеру сбора окалины и налипшего металла 2 и направляющий участок 3.

Направляющий участок обеспечивает существенное повышение ресурса работы пресс-шайбы, так как износ рабочего участка не приводит к увеличению разностенности труб.

Иглодержатель предназначен для закрепления иглы и передачи к ней усилия от подвижной траверсы прошивного устройства. При прессовании профилей сложного сечения необходимо фиксирование положения иглы относительно канала матрицы. Игла крепится в иглодержателе способом, исключающим ее угловое перемещение, а иглодержатель имеет связь с жестко закрепленным пресс-штемпелем, исключающим проворот и обеспечивающим возвратно-поступательное движение.

Схема сборки одного из конструктивных исполнений приведена на рис. 3.75.

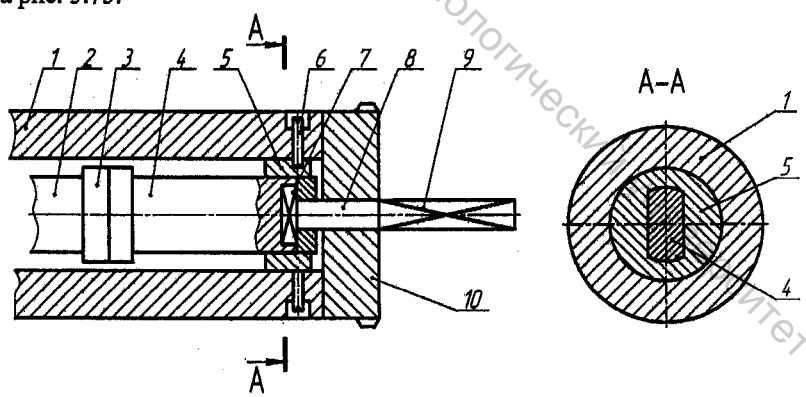


Рис. 3.75 Схема сборки прессового инструмента с фиксацией положения иглодержателя: 1 – пресс-штемпель; 2 – иглодержатель; 3 – центрирующий бурт; 4 – направляющий участок; 5 – фиксатор; 6 – винт; 7 – хвостовик иглы; 8 – цилиндрическая часть иглы; 9 – рабочая часть; 10 – пресс-шайба

Для данной конструкции иглодержателя характерно наличие направляющего участка 4 длиной не менее длины прошиваемого слитка

Виртуальный образовательный технологический университет

и центрирующего бурта 3, который исключает попадание торца иглодержателя в фиксатор 5 при нарушении соосности пресс-штемпеля 1 и иглодержателя 2. Приведенная конструкция иглодержателя обеспечивает фиксацию положения иглы 9 относительно пресс-штемпеля 1. Матрица устанавливается в заданном положении после установки иглы.

Игла предназначена для прошивки слитков и формирования внутреннего канала пресс-изделий. Разогрев до высоких температур в результате контакта с прессуемым материалом, а также циклические знакопеременные нагрузки – сжатие и продольный изгиб при прошивке и растяжение при обратном ходе приводят к интенсивному изнашиванию и поломкам игл.

Низкая стойкость прессовых игл обусловливает большое разнообразие конструкций (рис. 3.76).

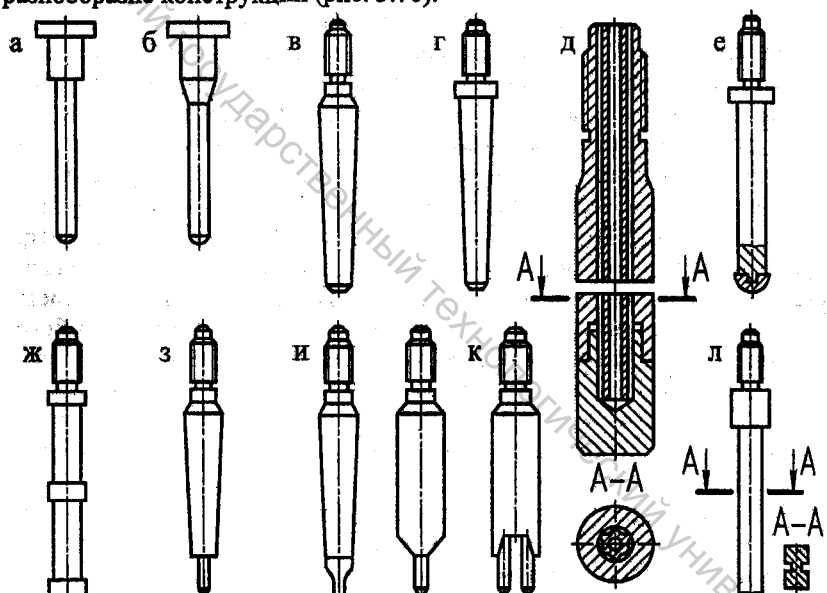


Рис. 3.76 Иглы вертикальных (а, б) и горизонтальных (в – л) прессов: а – ступенчатая; б – ступенчатая с дополнительным конусом; в – с конической рабочей частью; г – ступенчатая с буртом для отделения пресс-остатка; д – водоохлаждаемая; е – со съемным наконечником; ж – цилиндрическая с проточками; з – с острым концом; и – бутылочная; к – бутылочная с двумя рабочими носиками; л – профильная

В основном используются два типа игл – с конической рабочей частью (рис. 3.76, в) и бутылочные (рис. 3.76, и). Наиболее

Воронежский государственный технологический университет

распространено применение игл с конической рабочей частью. Конусность рабочей поверхности игл, облегчающая течение металла, возрастает от 0,3 до 1,2 мм с увеличением диаметра иглы от 30 до 250 мм. Ступенчатые иглы с буртом (рис. 3.76, г) применяются на прессах, обеспечивающих ход иглы вперед на 80-100 мм после окончания выдавливания, что позволяет отделять трубу от пресс-остатка.

Для повышения стойкости иглы изготовляют составными с полостью для принудительного охлаждения (рис. 3.76, д). В полость через коллектор подается охлаждающая жидкость, температура и расход которой регулируются в зависимости от темпа прессования и температуры прессуемого сплава. Стойкость игл с водяным охлаждением составляет 400-500 прессовок и более. Водоохлаждаемые иглы изготовляют диаметром 40 мм и более.

Хороший эффект получается при использовании конструкции игл, обеспечивающей термоизоляцию слоем смазочного материала. Обычно перед прошивкой на иглу наносится слой смазочного материала, однако, при внедрении иглы в металл он срезается и остается на торце слитка, а игла практически работает без смазочного материала.

Конструкция иглы с переменным диаметром по длине (рис. 3.76,е) позволяет сохранить смазочный материал на поверхности. На переднюю часть иглы надевается съемный наконечник, наружный диаметр которого больше диаметра ее рабочей части и равен диаметру бурта, выполненного у резьбовой части иглы. В процессе прошивки в слитке образуется отверстие, диаметр которого больше диаметра рабочей части иглы. Это исключает контакт слитка с рабочей поверхностью иглы и сохраняет смазку на ее поверхности. В конце прошивки утолщенная часть иглы – бурт – запирает отверстие пресс-шайбы, что исключает обратное течение металла при прессовании. В первый момент прессования слиток осаживается на иглу, а наконечник сталкивается с ее передним концом прессуемой трубы.

Применение игл подобной конструкции наряду с повышением стойкости вследствие уменьшения сил трения и снижения разогрева благодаря термоизолирующему свойству смазочного материала позволяет снизить разностенность переднего конца пресс-изделий, а также уменьшить общее усилие прессования.

Недостаток игл со съемным наконечником заключается в необходимости создания специальных приспособлений для улавливания наконечников, что особенно сложно при безокислительном прессовании. Целесообразно применять цилиндрические иглы с проточками на рабочей поверхности для сохранения смазки (рис. 3. 76, ж). Такие иглы имеют стойкость, примерно в 2 раза превышающую стойкость стандартных игл. Иглы с острым концом (рис. 3. 76, з) применяются при прессовании толстостенных труб для уменьшения длины пробки.

Библиотека Российского технологического университета

Бутылочные иглы (рис. 3. 76, и) применяются при прессовании труб и профилей с внутренним каналом малого размера. Обычно тело иглы изготовляется из штамповой стали, а рабочий носик из жаропрочных сплавов. Бутылочные иглы с двумя рабочими носиками (рис. 3. 76, к) применяются для многоканального прессования труб либо для прессования спецпрофилей с двумя каналами.

Для прессования профильных труб с отверстием, отличным от круга, профиль иглы может быть самым разнообразным. В этом случае целесообразно применять ступенчатые иглы с цилиндрическим участком у резьбовой части (рис. 3. 76, л), что позволяет применять унифицированные пресс-шайбы с круглым отверстием.

Матрица является наиболее ответственной и быстро изнашивающейся деталью прессового инструмента. Матрица формирует контур пресс-изделия, определяет точность его геометрических размеров и качество поверхности.

При прессовании труб и прутков применяются матрицы следующих типов (рис 3.77): плоские, конические, с двойным конусом, плоскоконические, радиально-конические, радиальные.

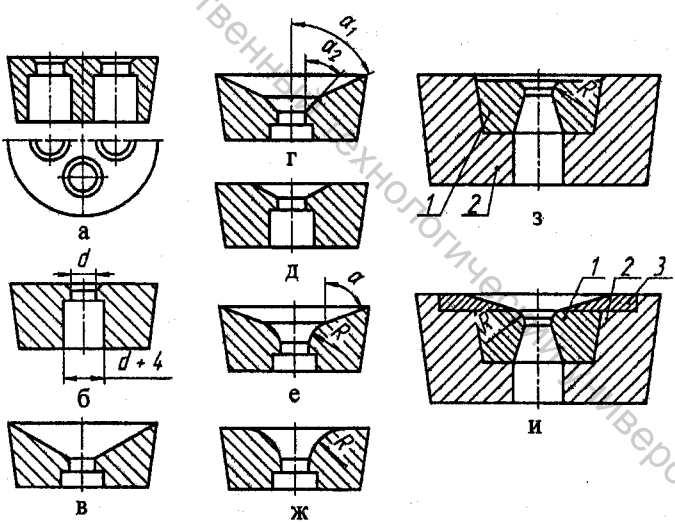


Рис. 3.77 Типовые матрицы для прессования труб и прутков из меди и ее сплавов: а, б – плоские; в – конические; г – с двойным конусом; д – плоскоконические; е – радиально- конические; ж – радиальные; з, и – сборные; 1 – вставка; 2 – обойма; 3 – экранирующее кольцо

Матрицы изготовляются из штамповых сталей, жаропрочных и твердых сплавов. Высота калибрующего пояска у стальных матриц равна

Библиотека Белорусско-Российского технологического университета

8-10 мм, у матриц из жаропрочных сплавов – 5-7 мм, у твердосплавных матриц – 3-5 мм.

Стальные матрицы изготовляются цельными и располагаются непосредственно в матрицедержателе, для чего боковая поверхность выполняется с обратным конусом, в соответствии с коническим отверстием гнезда матрицедержателя.

Матрицы из твердых и жаропрочных сплавов применяют в виде вставок, устанавливаемых в обоймы (рис. 3.77, з, и). Это позволяет наряду с экономией дорогостоящих материалов повысить стойкость матриц. Практика показывает, что применение сборных матриц со вставкой из жаропрочных сплавов обеспечивает в 2-3 раза большую стойкость, чем использование цельных матриц из того же материала. Стойкость матриц также зависит от способа посадки в обоймы.

Наиболее распространен способ сборки составных матриц горячей запрессовкой с последующей зачеканкой вставок. Глубину гнезда под вставку выполняют на 1,5-2 мм больше высоты вставки. Диаметр гнезда в обойме принимается по средним размерам вставки с натягом.

Перед запрессовкой обойма подогревается в печи до температуры 400^0С с выдержкой 0,25-0,3 ч. После посадки вставка зачеканивается, что исключает ее выпадение из обоймы при уменьшении натяга вследствие деформации обоймы в ходе прессования.

Другим способом крепления жаропрочных и твердосплавных вставок является пайка, при которой диаметр гнезда в обойме должен быть на 0,2-0,4 мм больше диаметра вставки. В зазор вводится припой и флюс (например, смесь латунной стружки и буры), после чего инструмент помещается в печь и нагревается до расплавления припоя. После извлечения из печи и затвердевания припоя матрицы медленно охлаждаются в ящике с песком или древесным углем.

Условия работы запаянных вставок значительно лучше, чем запрессованных, так как слой припоя обеспечивает хороший теплоотвод от матрицы в обойме.

С целью повышения стойкости твердосплавных вставок, выходящих из строя вследствие образования термических трещин, их в некоторых случаях экранируют с рабочей поверхности более пластичными материалами (рис. 3.77, и).

Контейнер пресса испытывает высокие радиальные давления, величина которых может достигать 1000 МПа и выше. Чтобы противостоять таким давлениям, контейнеры изготавливаются сборными. На рис. 3.78 приведена конструкция трёхслойного контейнера горизонтального гидравлического пресса.

Втулки контейнера выполняются коническими и вставляются одна в другую с натягом, который обеспечивается запрессовкой в горячем или в холодном состоянии. В наружной или промежуточной

втулке размещаются электронагревательные элементы для обеспечения предварительного подогрева контейнера с целью снижения тепловых потерь деформируемой заготовки.

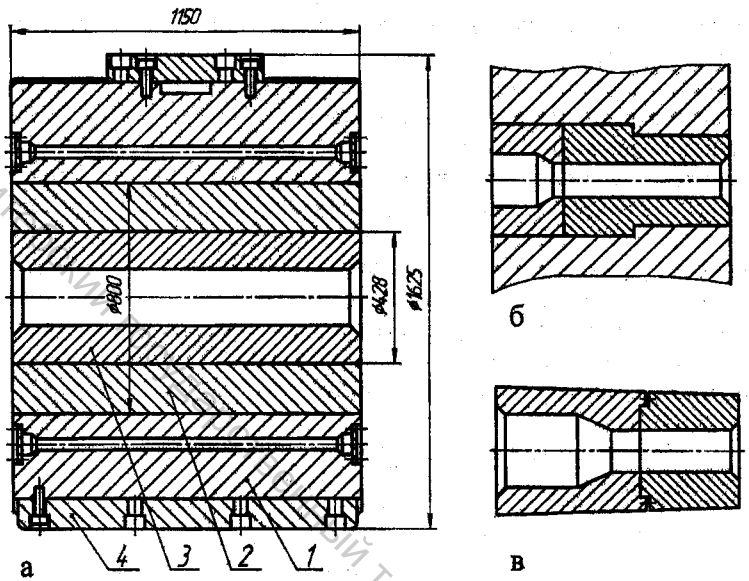


Рис. 3.78 Трёхслойный контейнер горизонтального гидравлического пресса 63 МН:

а – сборочный чертёж контейнера; б, в – сборные рабочие втулки;

1 – корпус; 2 – втулка промежуточная; 3 – втулка рабочая; 4 – кожух

Внутренняя втулка контейнера в процессе эксплуатации испытывает термические перенапряжения, в результате которых на поверхностном слое появляются разгарные трещины. Кроме того, втулка подвергается интенсивному абразивному износу. Наиболее интенсивно изнашивается выходная сторона втулки. Повышенный местный износ вызывает необходимость расточки втулки на больший диаметр по всей длине, что нежелательно. В связи с этим применяются сборные внутренние втулки (рис. 3.78, б, в).

Материалы прессового инструмента. Специфические условия работы прессового инструмента обусловливают высокие требования к материалам для его изготовления. Материал для тяжелонагруженного инструмента должен обладать следующими свойствами:

- теплопрочностью – способностью сохранять прочностные и пластические характеристики в области рабочих температур;

- жаропрочностью – сопротивлением окислению при длительных нагревах;

- разгаростойкостью – способностью выдерживать многократные смены интенсивного нагрева и охлаждения;

- износостойкостью – стойкостью против истирания;

- высокой теплопроводностью, необходимой для быстрого отвода тепла во избежание сильного разогрева и уменьшения неравномерности температурных полей инструмента;

- малым коэффициентом теплового расширения – для сохранения постоянных размеров при нагреве и охлаждении;

- хорошей прокаливаемостью.

Комплекс свойств, которыми должен обладать прессовый инструмент, определяет вид материалов, применяемых для его изготовления. Это в основном жаропрочные стали аустенитного и мартенситного классов, комплексно-легированные хромом, вольфрамом, никелем, молибденом; специальные жаропрочные сплавы на основе никеля и кобальта, содержащие вольфрам, хром, титан, молибден, алюминий, железо, а также (в меньшей степени) твердые сплавы и минералокерамические материалы.

Таблица 3.44

Материалы для изготовления прессового инструмента

Вид инструмента	Марка материала
Рабочие втулки контейнеров	38ХН3МФА, 5ХНВ, 5ХНМ, 3ХВ4СФ, 3Х3М3Ф
Пресс-штемпели	38ХН3МФА, 5ХНМ, 5ХНВ, 3Х2В8Ф
Пресс-шайбы	3Х2В8Ф, 38ХН3МФА, 3Х3М3Ф
Матрицедержатели	4Х3М2ВФГС, 4Х4ВМФС, 5Х3В3МФС, 4Х5В2ФС, 5ХНВ, 5ХНМ
Матрицы цельные и обоймы сборных матриц	3Х2В8Ф, 3Х3М3Ф, 4Х3М2ВФГС
Матричные вставки	ХН51ВМТЮКФР, ХН56ВМКЮ, ХН62МВКЮ, ХН№ВТЮ,1 Н80БМ, Н80БМЮ, ВК8, ВК15, ЦМ332
Иглы диаметром, мм: ≤20 и носики бутылочных игл 30-35 35-50 50-70 >70	ХН62МВКЮ, 5Х3В3МФС, ЖС6К 5Х3В3МФС, 4Х3М2ВФГС, 3Х2В8Ф 3Х2В8Ф, 4Х4ВМФС, 3Х3М3Ф 4Х4ВМФС, 4ХВ2С, 3Х3М3Ф 38ХМЮА, 3Х3М3Ф

Витебский государственный технологический университет

Рекомендуемая литература

Глава I,II

1. Романовский, В. П. Листовая штамповка : справочник. Т4 / В. П. Романовский. – Москва : Машиностроение, 1987.
2. Рудман, Л. И. Справочник конструктора штампов /Л. И. Рудман. – Москва : Машиностроение, 1988.
3. Мещерин, В. Т. Листовая штамповка. Атлас схем / В. Т. Мещерин. – Москва : Машиностроение, 1975.
4. Нефедов, А. П. Конструирование и изготовление штампов / А. П. Нефедов. – Москва : Машиностроение, 1973.
5. Короткевич, В. Г. Проектирование инструмента для пластического деформирования / В. Г. Короткевич. – Минск : Вышэйшая школа, 2000.
6. Клименков, С. С. Обрабатывающий инструмент / С. С. Клименков. – Витебск: УО «ВГТУ», 2006.
7. Скворцов, Г. Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки / Г. Д. Скворцов. – Москва : Машиностроение, 1974.
8. Зубцов, М. Е. Листовая штамповка / М. Е. Зубцов. – Ленинград : Машиностроение, 1980.
9. Любченко, А. А. Конструирование штампов и горячая листовая штамповка / А. А. Любченко. – Ленинград : Машиностроение, 1974.
10. Технологическая оснастка для холодной штамповки : каталог-справочник, 1967.
11. Аверкиев, Ю. А.Технология холодной штамповки / Ю. А. Аверкиев, А. Ю. Аверкиев. –Москва : Машиностроение, 1989.
12. Шишков, Б. И. Точная штамповка в приборостроении / Б. И. Шишков. – Свердловск : Машиностроение, 1960.
13. Попов, Е. А. Технология и автоматизация листовой штамповки / Е. А. Попов [и др.]. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000.
14. Хморя, С. М. Твердосплавные штампы / С. М. Хморя [и др.]. – Харьков : Изд-во «Прапор», 1971.
15. Глазков, В. И. Совершенствование формоизменяющих операций листовой штамповки / В. И. Глазков, М. Ф. Каширин. – Москва : Машиностроение, 1990.
16. Производство и применение гнутых профилей : справочник. – Москва : Металлургия, 1982.
17. Горбунов, М. Н. Технологии заготовительно-штамповочных работ в производстве самолетов / М. Н. Горбунов. – Москва : Машиностроение, 1981.

Витебский государственный технологический университет

18.Мошкин, Е. Н. Гибка, обтяжка и правка на прессах / Е. Н. Мошкин. – Москва : Машиностроение, 1959.
19.Рудман, Л. И. Наладка прессов для листовой штамповки : справочник / Л. И. Рудман. – Москва : Машиностроение, 1980.
20.Гредитор, М. А. Давильные работы и ротационное выдавливание / М. А. Гредитор. – Москва : Машиностроение, 1971.
21.Богоявленский, К. Н. Гидропластическая обработка металлов / К. Н. Богоявленский. – Ленинград : Машиностроение, 1988.
22.Колпашников, А. И. Гидропрессование металлов / А. И. Колпашников. – Москва : Металлургия, 1973.
23.Навроцкий, Г. А. Холодная объёмная штамповка : справочник / Г. А. Навроцкий. – Москва : Машиностроение, 1973.
24.Семенов, Е. И. Холодная объёмная штамповка : справочник / Е.И. Семенов. – Москва : Машиностроение, 1987.
25.Евстратов, В. А. Основы технологии выдавливания и конструирования штампов / В. А. Евстратов. – Харьков : «Вища школа», 1987.
26.Кобелев, А. Г. Производство металлических слоистых композиционных материалов / А. Г. Кобелев [и др.]. – Москва : Интермет инжиниринг, 2002.
27.Головин, В. А. Технология холодной штамповки выдавливанием / В. А. Головин [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1970.
28.Гейнц, Д. Холодное выдавливание стальных деталей / Д. Гейнц. – Москва : Машиностроение, 1963.
29.Равин, А. Н. Формообразующий инструмент для прессования и волочения профилей / А. Н. Равин. –Минск : Наука и техника, 1988.
30.Король, В. К. Основы технологии производства многослойных металлов / В. К. Король, М. С. Гильденгорн. – Москва : Металлургия, 1970.

Глава III

1. Сторожев, М. В. Ковка и объемная штамповка стали : справочник. Т1,2 / М. В. Сторожев. – Москва : Машиностроение, 1968.
2. Соловцов, С. С. Безотходная разрезка сортового проката в штампах / С. С. Соловцов. – Москва : Машиностроение, 1985.
3. Бабенко, В. А. Объемная штамповка. Атлас схем и типовых конструкций штампов / В. А. Бабенко. – Москва : Машиностроение, 1982.
4. Васильев, Д. И. Основы проектирования деформирующего инструмента / Д. И. Васильев [и др.]. – Москва : Высшая школа, 1984.
5. Тылкин, М. А. Штампы для горячего деформирования металлов / М. А. Тылкин. – Москва : Высшая школа, 1977.

Витебский государственный технологический университет

6. Эдуардов, М. С. Штамповка в закрытых штампах / М. С. Эдуардов. – Ленинград : Машиностроение,1971.
7. Клименков, С. С. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / С. С. Клименков. – Минск : Техноперспектива, 2008.
8. Белов, А. Ф. Объемная штамповка на гидравлических прессах / А. Ф. Белов. – Москва : Машиностроение, 1971.
9. Атрошенко, А. П. Горячая штамповка труднодеформируемых материалов / А. П. Атрошенко. – Ленинград : Машиностроение, 1979.
10. Коликов, А. П. Новые процессы деформации металлов и сплавов / А. П. Коликов [и др.]. – Москва : Высшая школа, 1986.
11. Зарапин, Ю. Л. Производство композиционных материалов обработкой давлением : справочник / Ю. Л. Зарапин [и др.]. – Москва : Металлургия, 1991.
12. Пейтон, Н. Е. Сверх-пластическая формовка конструкционных сплавов / Н. Е. Пейтон. – Москва : Металлургия, 1985.
13. Шевакин, Ю. Ф. Инструмент для горячего прессования тяжелых цветных сплавов / Ю.Ф. Шевакин. – Москва: Машиностроение, 1983.
14. Бережной, В. Л. Прессование с активным действием сил трения / В. Л. Бережной. – Москва : Металлургия, 1988.
15. Шевакин, Ю. Ф. Прессование тяжелых цветных сплавов / Ю.Ф. Шевакин. – Москва : Машиностроение, 1987.
16. Манечин, Ю. В. Горячее прессование труб и профилей / Ю. В. Манечкин [и др.]. – Москва : Металлургия, 1980.
17. Медведев, М. И. Совершенствование процесса прессования труб / М. И. Медведев. – Москва : Металлургия,1988.
18. Атрощенко, А. П. Металло-сберегающие технологии кузнечно-штамповочного производства / А. П. Атрощенко. – Ленинград : Машиностроение, 1990.
19. Охрименко, Я. М. Технологии кузнечно-штамповочного производства / Я. М. Охрименко. – Москва : Машиностроение, 1966.
20. Семендий, В. И. Прогрессивные технологии, оборудование и автоматизация кузнечно-штамповочного производства КамАЗа / В. И. Семендий. – Москва : Машиностроение,1989.
21. Смирнов, В. К. Горячая вальцовка заготовок / В. К. Смирнов. – Москва : Машиностроение, 1980.
22. Скрябин, Р. А. Профилирование заготовок на ковочных вальцах / Р. А. Скрябин. – Москва : Машиностроение, 1988.
23. Клушин, В. А. Совершенствование поперечно-клиновой прокатки / В.А. Клушин. – Минск : Наука и техника, 1980.

Библиотека Полоцкого государственного университета

24.Выдрин, В. Н. Производство фасонных профилей высокой точности / В. Н. Выдрин. – Москва : Машиностроение, 1977.
25.Корнеев, А. И. Ковка и штамповка цветных металлов: справочник / А. И. Корнеев [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1972.
26.Богоявленский, К. Н. Изготовление сложных полых деталей / К. Н. Богоявленский. – Ленинград : Машиностроение, 1979.
27.Береснев, Е. И. Физические основы и практическое применение гидроэкструзии / Е. И. Береснев [и др.]. – Москва : Наука, 1981.
28.Колпашников, А. И. Горячее гидропрессование металлических материалов / А. И. Колпашников [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1977.
29.Ерманок, М. З. Прессование профилей из алюминиевых сплавов / М.З. Ерманок. – Москва : Металлургия.
30.Жолобов, В. В. Прессование металлов / В. В. Жолобов. – Москва : Металлургия, 1971.

Витебский государственный технологический университет

Учебное издание

Клименков Степан Степанович

Расчет и конструирование формообразующего инструмента

Учебное пособие

Часть 1

Библиотека ВГТУ

Т ..... редактор Н.Н. Матвеева
Корректор Е.М. Богачева
Компьютерная верстка: А.А.Сайкин, А.Д. Яблоков,
Д.А. Грибанов, Н.Н. Матвеева

Подписано в печать 08.05.09 Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная №1. Гарнитура «Таймс».Усл.печ.л. 20,69. Уч.-изд.лист. 30,0. Тираж 88 экз. Заказ № 237

Учреждение образования "Витебский государственный технологический университет"
210035, Витебск, Московский пр-т, 72.

Отпечатано на ризографе Учреждение образования "Витебский государственный технологический университет". Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.

Витебский государственный технологический университет