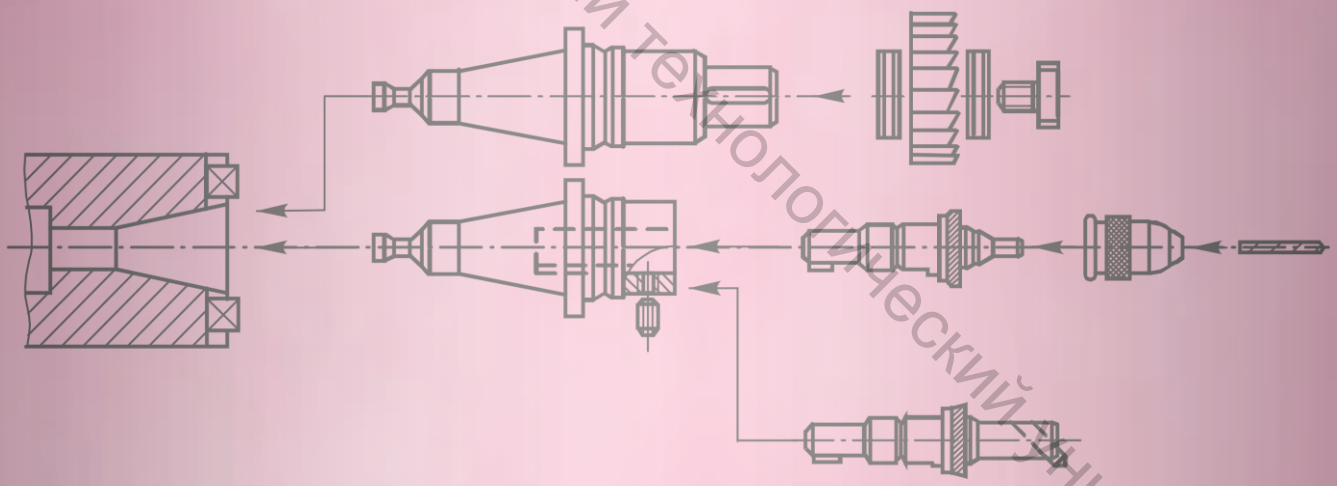
КЛИМЕНКОВ С.С.

ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ



Витебский государственный технологический университет

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования "Витебский государственный технологический университет"

С.С. Клименков

Витебский государственный технологический университет

ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов по специальности
"Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов" учреждений, обеспечивающих получение высшего образования

Витебск
2007

УДК 621.7; 621.9
ББК 34.39
К49

Рецензенты:
Михайлов М.И. к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого;
Савенок Л.И. к.т.н., доцент кафедры технологии металлов Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.

К49 Клименков, С. С. Обрабатывающий инструмент : учебное пособие для вузов / С. С. Клименков – Витебск : УО «ВГТУ», 2007. – 383 с.

ISBN- 985-481-056-9

Рассматриваются инструменты для штамповки, объемного деформирования, прессования изделий из порошков, а также литьевой инструмент, инструмент для формообразования изделий из пластмасс, режущий инструмент.
Учебное пособие составлено в соответствии с учебной программой «Обрабатывающий инструмент» для студентов специальности 1-36 01 04 «Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов».
Для студентов высших учебных заведений.

УДК 621.7; 621.9
ББК 34.39

ISBN- 985-481-056-9

© Клименков С.С., 2007
© Издательство УО «ВГТУ», 2007

Витебский государственный технологический университет

О Г Л А В Л Е Н И Е

	ВВЕДЕНИЕ……		**5**
1.	**ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ**		**6**
	1.1	**Общие сведения о процессах и штампах листовой штамповки…..**	**6**
	1.2	**Отрезные штампы……**	**10**
	1.3	**Штампы для вырубки-пробивки……..**	**12**
	1.4	**Расчет исполнительных размеров разделительных матриц и пуансонов……**	**16**
	1.5	**Детали разделительных штампов……**	**17**
	1.6	**Штампы для чистовой вырубки-пробивки……**	**32**
	1.7	**Гибочные штампы……**	**37**
	1.8	**Вытяжные штампы……..**	**42**
	1.9	**Штампы для вытяжки с преднамеренным утонением……**	**50**
	1.10	**Совмещенные штампы……**	**54**
	1.11	**Штамповые узлы и детали общего назначения……**	**57**
	1.12	**Штампы для крупногабаритных заготовок……**	**65**
2.	**ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБЪЕМНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ……**		**72**
	2.1	**Молотовые штампы……**	**74**
	2.2	**Штампы кривошипных горячештамповочных прессов (ГКШП)..**	**80**
	2.3	**Обрезные штампы……**	**90**
	2.4	**Штампы горизонтально-ковочных машин……**	**94**
	2.5	**Штампы для изотермического деформирования материала……...**	**99**
	2.6	**Инструмент для полугорячей штамповки……...**	**102**
	2.7	**Инструмент для холодной объемной штамповки……...**	**104**
	2.8	**Инструмент для горячего прессования……**	**113**
	2.9	**Инструмент для гидропрессования……...**	**125**
	2.10	**Инструмент для горячего гидродинамического прессования……**	**133**
	2.11	**Инструмент для волочения……**	**135**
3.	**ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОРОШКОВ...**		**138**
	3.1	**Пресс-формы и пресс-блоки для холодного прессования порошков……**	**142**
	3.2	**Расчет геометрических параметров элементов порошковых изделий и формообразующих деталей пресс-форм……**	**155**
	3.3	**Детали пресс-форм……**	**159**
	3.4	**Пресс-формы для горячего прессования……**	**171**
	3.5	**Пресс-формы для холодного калибрования и допрессовки**	

Витебский государственный технологический университет

		спеченных изделий……	173
	3.6	Штампы для динамического горячего прессования спеченных порошковых заготовок……	177
4.	ЛИТЬЕВОЙ ИНСТРУМЕНТ……..		184
	4.1	Конструкции пресс-форм……	186
	4.2	Стержнеизвлекающие механизмы пресс-форм……..	200
	4.3	Механизмы фиксации стержней……	204
	4.4	Механизмы выталкивания отливок……	206
	4.5	Системы термостабилизации пресс-форм……...	209
	4.6	Конструкции и расчет формообразующих деталей……	213
	4.7	Конструкционные детали пресс-форм для литья под давлением...	224
	4.8	Инструмент для штамповки жидкого металла……...	227
	4.9	Конструкции пресс-форм для жидкой штамповки……	229
	4.10	Детали пресс-форм для жидкой штамповки……..	234
	4.11	Конструкции кокилей……..	236
5.	ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС……		243
	5.1	Конструкции пресс-форм……	245
	5.2	Конструкции формообразующих деталей пресс-форм…….	251
	5.3	Расчет загрузочной полости пресс-формы и исполнительных размеров формообразующих элементов……...	254
	5.4	Формы литья под давлением……..	260
	5.5	Функциональные системы литформ…….	270
	5.6	Материалы деталей литформ, пресс-форм и шероховатость поверхностей……..	281
	5.7	Экструзионный инструмент……...	286
	5.8	Формы для раздувного формования…….	294
	5.9	Инструмент для пневмовакуумного формования……..	299
6.	РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ……...		302
	6.1	Инструментальные материалы……	303
	6.2	Резцы……...	309
	6.3	Фрезы……..	321
	6.4	Инструмент для обработки отверстий……..	330
	6.5	Резьбообразующий инструмент……..	348
	6.6	Протяжки……	353
	6.7	Зуборезные инструменты……	359
	6.8	Абразивный инструмент…….	367
	РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА……		380
	ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ……		383

Витебский государственный технологический университет

В В Е Д Е Н И Е

Студенты машиностроительного профиля в процессе обучения должны ознакомиться с основными технологическими процессами заготовительного производства, научиться анализировать процессы с технологической и экономической позиций; уметь грамотно выполнять чертеж заготовки: подбирать необходимое оборудование и при необходимости проектировать инструмент. Принимая во внимание многообразие используемого инструмента, процесс изучения сконцентрирован преимущественно на режущем инструменте.

Реальные производственные задачи выходят за рамки, ограниченные только режущим инструментом. Задача учебника «Обрабатывающий инструмент» – научить студентов ориентироваться во всем многообразии используемого в машиностроении инструмента и применять типовые конструкции для реализации конкретных технологических задач.

В процессе изучения дисциплины «Обрабатывающий инструмент» студентам предлагается специальная литература по соответствующим разделам: обработка давлением, литейное производство, порошковая металлургия, производство изделий из пластмасс. Описание конструкций и расчет инструмента разбросаны по многочисленным источникам. Кроме того, отсутствие в библиотеках в достаточном количестве рекомендуемой литературы создает определенные сложности в организации учебного процесса.

Учебник «Обрабатывающий инструмент» в сочетании с ранее написанным учебником «Проектирование и производство заготовок» является попыткой системно и взаимоувязано изложить вопросы проектирования технологий и конструирования инструмента в области заготовительного производства.

Учебник подготовлен в соответствии с базовой программой специальности 1-36 01 04 «Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов», а также может быть использован студентами других специальностей.

При подготовке учебника автор использовал не только отечественную и зарубежную литературу, но и личный производственный опыт по проектированию обрабатывающего инструмента, многолетний опыт преподавательской работы в ВУЗе, а также накопленный материал при подготовке учебника «Проектирование и производство заготовок» и учебных пособий «Инструмент и обработка материалов», «Основы эффективных технологий формообразования».

Разработанный учебник является первым в своем роде и поэтому, естественно, не лишен недостатков. Автор заранее выражает свою благодарность рецензентам за те замечания, которые будут способствовать углублению и совершенствованию учебника.

АВТОР

Витебский государственный технологический университет

Витебский государственный технологический университет

1. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

1.1. Общие сведения о процессах и штампах листовой штамповки

Листовая штамповка применяется для изготовления самых разнообразных изделий практически во всех отраслях промышленности – от микроэлектроники до ракетостроения и атомного энергомашиностроения. В машиностроении методами листовой штамповки изготовляются 55–70% заготовок, в приборостроении – до 75%, а в производстве товаров широкого потребления – до 98%.

Листовая штамповка наиболее широко применяется в массовом и крупносерийном производстве. Опыт показывает, что может с успехом применяться также в мелкосерийном производстве и даже в единичном.

Формоизменение осуществляется с помощью основных инструментов – пуансона и матрицы, и вспомогательных – прижима, съемника, выталкивателя и т.д. Пуансон вдавливается в деформируемый материал, обтягивается, обтекается или охватывается им. Матрица вбирает в себя, охватывает изменяющий форму материал и пуансон.

Пуансон и матрица изготовляются, как правило, из более твердого и прочного материала, чем обрабатываемый. В некоторых случаях один инструмент – пуансон или матрица – может быть из твердого материала, а другой из эластичного, легко поддающегося формоизменению.

Штамповочные операции классифицируются на разделительные и формообразующие. Разделительные операции (рис. 1.1) основаны на сдвиге одной части заготовки относительно другой. Формообразующие операции (рис. 1.2) предназначены для необратимого изменения формы и размеров заготовок, полученных из листа, полосы или пространственных тонкостенных полуфабрикатов.

Разновидности штампов. По технологическому признаку штампы для листовой штамповки могут быть разделены на три группы: простого, последовательного и совмещённого действия.

На штампах простого действия (рис. 1.3, а) производят одну штамповочную операцию за один ход ползуна пресса в пределах одного шага подачи. Штампы этого типа отличаются простотой конструкции и невысокой стоимостью. Используются такие штампы преимущественно на многопозиционных прессах.

На штампах последовательного действия (рис. 1.3, б) выполняют последовательно несколько различных операций. Процесс штамповки осуществляется за несколько ходов ползуна пресса и соответствующего количества шагов подачи. Встречаются штампы, на которых выполняется 15 и более операций.

Витебский государственный технологический университет

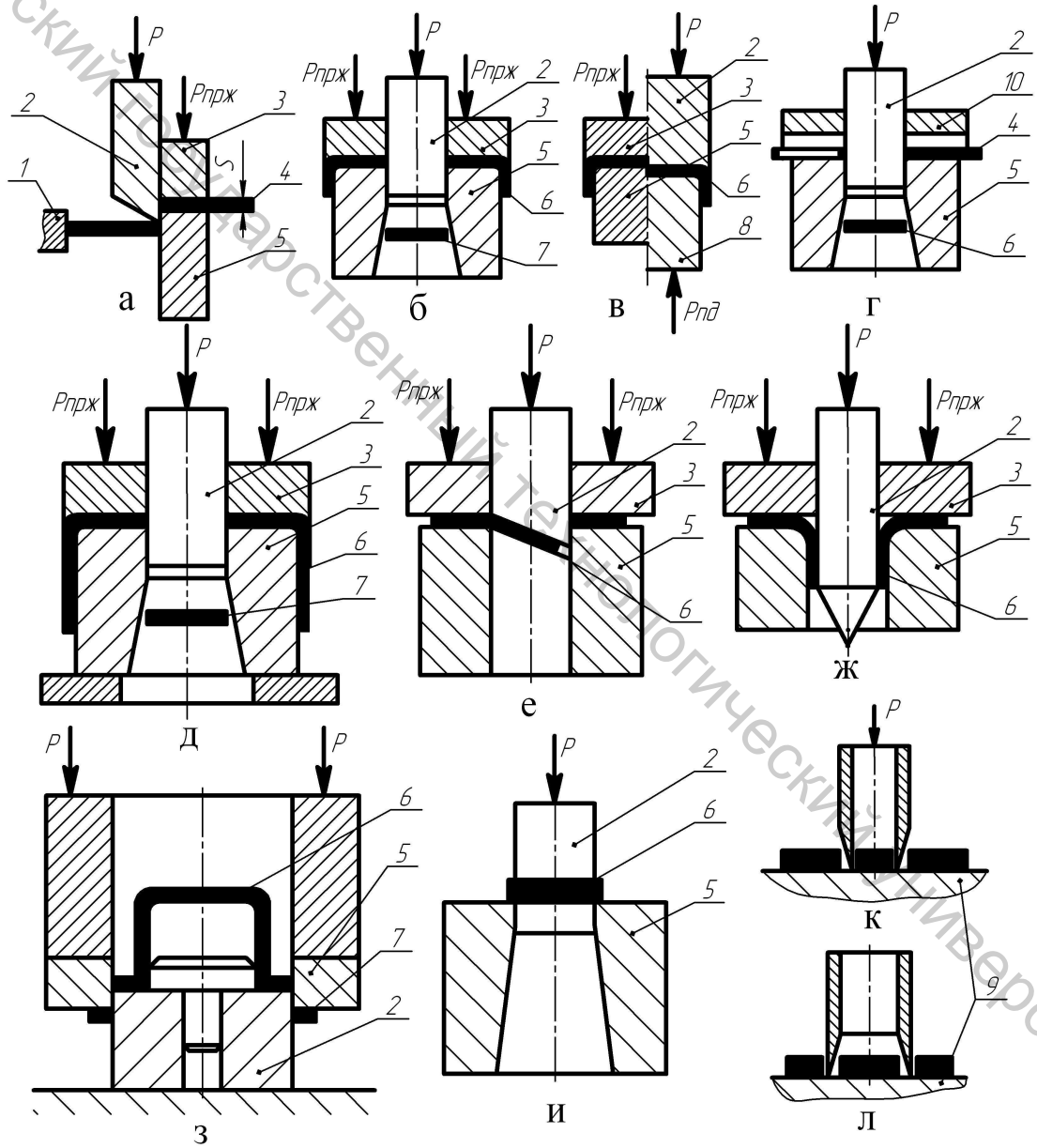


Рис.1.1. Технологические схемы основных разделительных операций:
а – отрезка; б – резка с отходом; в – резка без отхода; г – вырубка; д – пробивка;
е – надрезка; ж – проколка; з – обрезка; и – зачистка; к – высечка; л – просечка:

1 – упор; 2 – пуансон; 3 – прижим; 4 – исходная заготовка; 5 – матрица; 6 – заготовка; 7 – отход; 8 – выталкиватель; 9 – подкладная плита; 10 – съёмник); P – усилие сдвига (среза); Pпрж – усилие прижима; S – толщина.

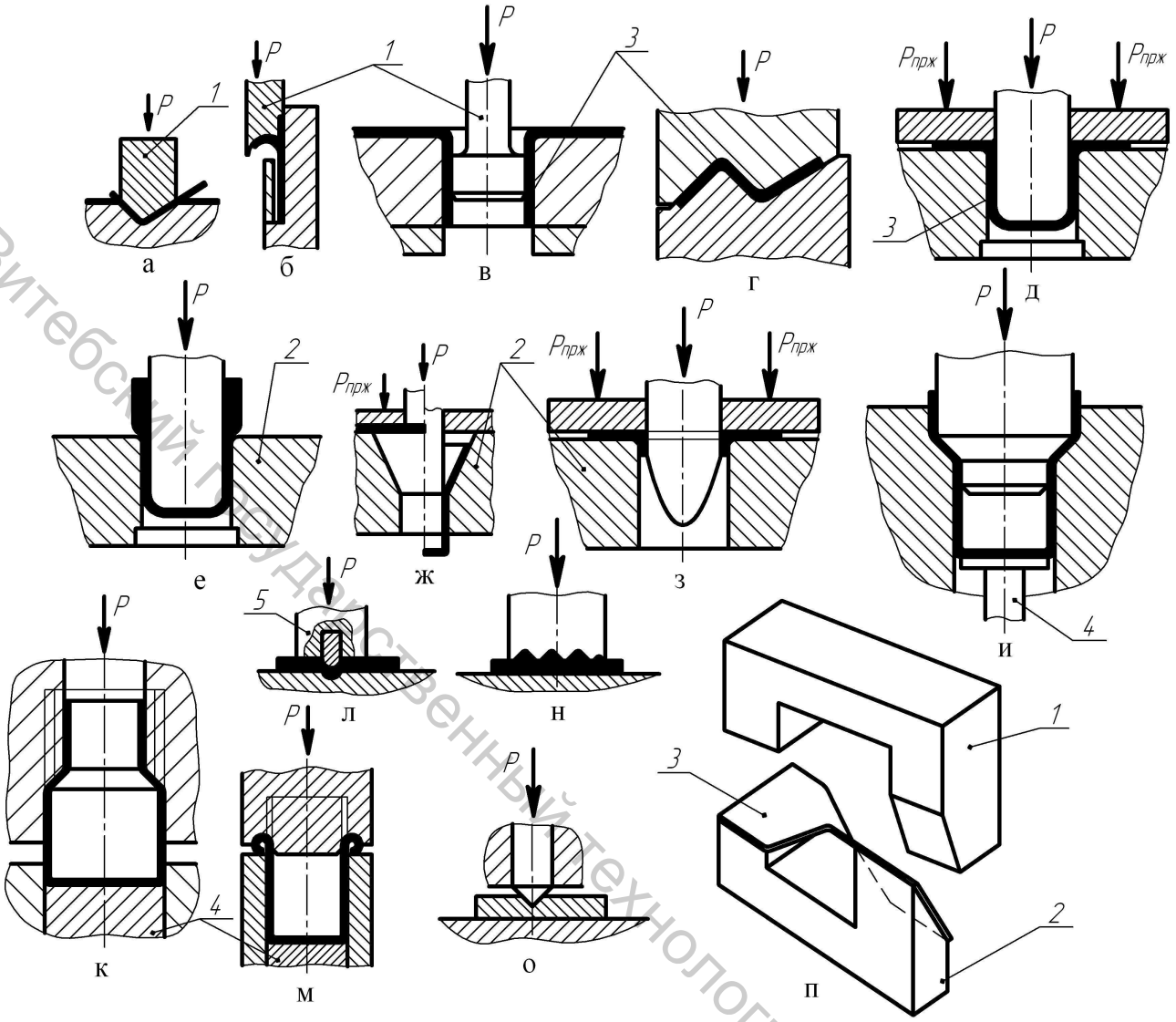
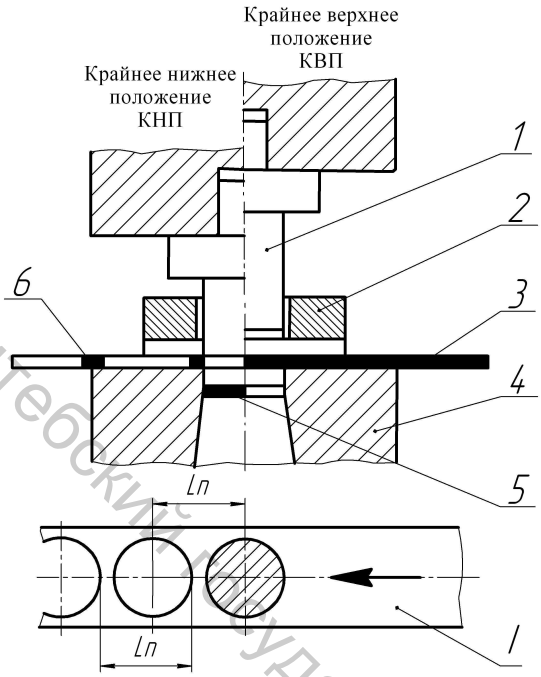


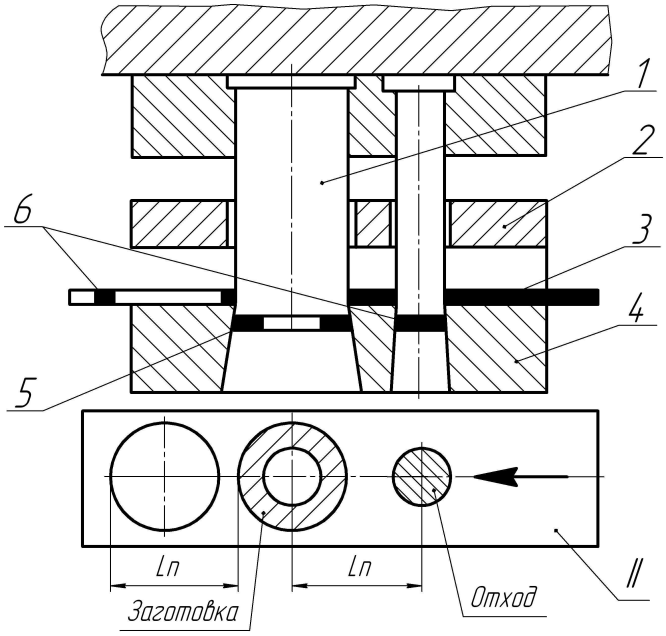
Рис.1.2. Технологические схемы основных формоизменяющих операций:
а – гибка; б – завивка; в – калибровка; г – правка; д – вытяжка;
е – вытяжка с утонением; ж – комбинированная вытяжка;
з – отбортовка; и – раздача; к – обжим; л – рельефная формовка; м – закатка;
н – чеканка; о – кернение; п – скручивание:
1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – заготовка; 4 – выталкиватель; 5 – пуансон сборный;
Р – осевое усилие; $Р_{ПРЖ}$ – усилие прижима

На штампах совмещённого действия (рис. 1.3, в) выполняются одновременно несколько различных операций. Процесс штамповки осуществляется за один ход ползуна пресса и в пределах одного шага подачи. Совмещённые штампы конструктивно сложнее простых и последовательных; усложнение конструкции штампов полностью окупается в результате повышения производительности и точности заготовок. Штампы обязательно имеют специфичную только для них деталь – пуансон-матрицу (поз.7, рис. 1.3, в) выполняющую одновременно функции и матрицы и пуансона.

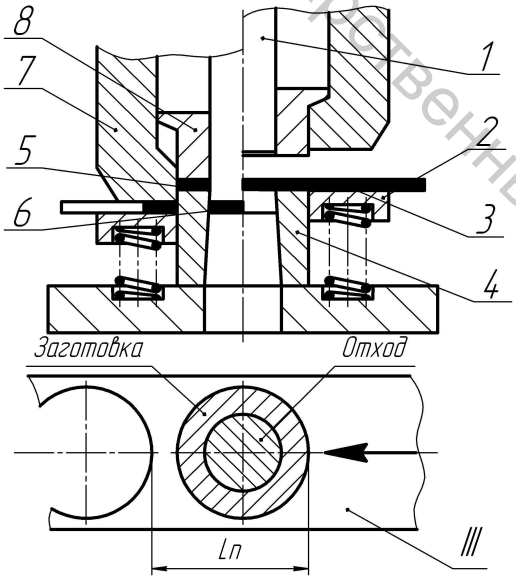
Витебский государственный технологический университет



а



б



в

Рис.1.3. Технологические схемы штампов простого действия (а); последовательного действия (б); и совмещённого действия (в): 1 – пуансон; 2 – съёмник; 3 – полоса; 4 – матрица; 5 – заготовка; 6 – отход; 7 – пуансон-матрица; 8 – выталкиватель; 9 – пружина;
Ln – шаг подачи;
I, II, III – схемы раскроя полосы.
П р и м е ч а н и е: Отделяемые части полосы представлены условно заштрихованными.

Подавляющее число штампов предназначено для изготовления конкретной детали и поэтому они называются специальными. При единичном и мелкосерийном производстве применяют универсальные штампы, на которых путём переналадки или замены отдельных частей можно штамповать заготовки различного назначения, форм и размеров.

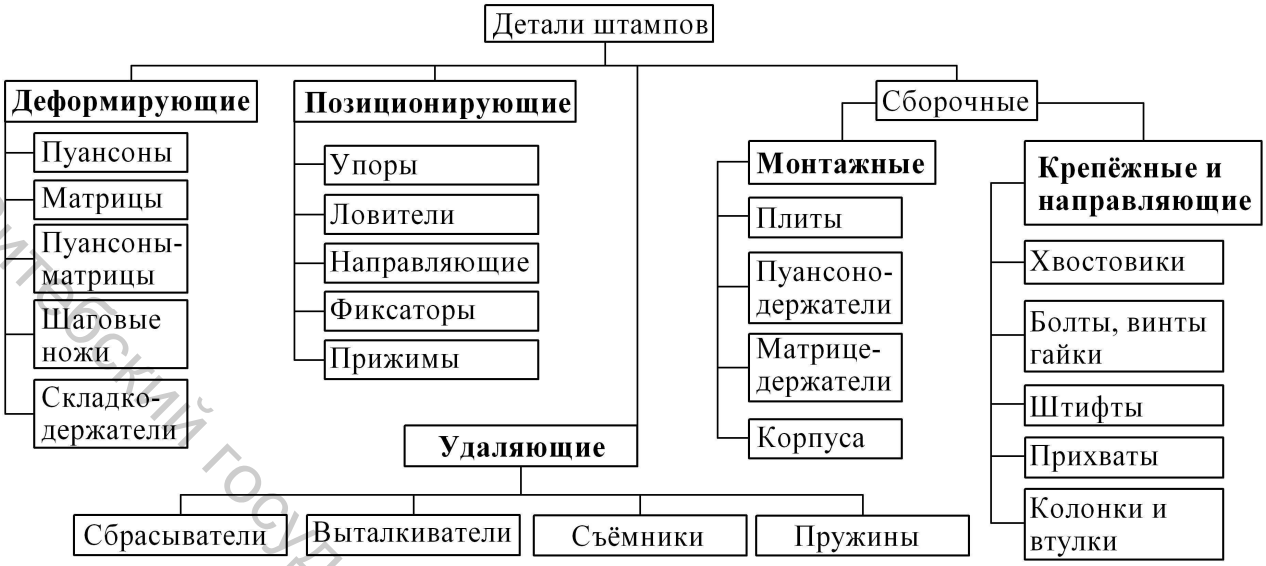
Детали штампов по назначению можно разделить на четыре группы (таблица 1.1).

Детали деформирующей группы являются определяющими, ибо их форма и размеры воспроизводятся штампуемой заготовкой; позиционирующие детали обеспечивают заготовке соответствующее размещение в штампе; сборочные детали обеспечивают фиксирование взаимного расположения и крепления деформирующих, позиционирующих и удаляющих деталей; удаляющие детали устраняют заготовку из рабочей зоны штампа.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.1.

Классификация деталей штампов



1.2. Отрезные штампы

На рис. 1.4, а приведена конструкция универсального штампа для отрезки заготовок от полосы, которая в процессе резки прижимается к неподвижному ножу 10 прижимом 7. Подвижный нож 5 осуществляет резку только при зажатой полосе между прижимом 7 и неподвижным ножом 10. Необходимая длина отрезаемых заготовок 4 обеспечивается регулируемым подпружиненным упором 2, который при наладке (настройке) штампа можно передвигать совместно с кареткой 1 вдоль стержня 3. Штамп оснащён переналаживаемыми планками 8, которые позволяют использовать полосы различной ширины в пределах диапазона регулирования. На рис. 1.4, б-г представлены конструктивные варианты крепления ножей. В зависимости от толщины материала полос фиксирование ножей осуществляется штифтами, шпонками или специальными выступами.

Устойчивость положения и формы полосы обеспечивает прижим 7, а отрезаемая заготовка свободна и поэтому в процессе резки происходит е деформационное искажение. Предотвращение искажения заготовки осуществляется дополнительным прижимом (рис. 1.5).

Для получения качественного среза, а также предотвращения изгиба полосы и заготовки необходимо обеспечить надежный прижим. Минимальные усилия прижима полосы Q_1 и заготовки Q_2 соответственно равны:

$$Q_1 = 2P\frac{Z_0}{l_1}; \qquad (1.1)$$

$$Q_2 = 2P\frac{Z_0}{l_2}, \qquad (1.2)$$

где P – максимальное усилие среза; Z_0 – величина одностороннего зазора; l_1 и l_2 соответственно ширина прижимов полосы и заготовки.

Витебский государственный технологический университет

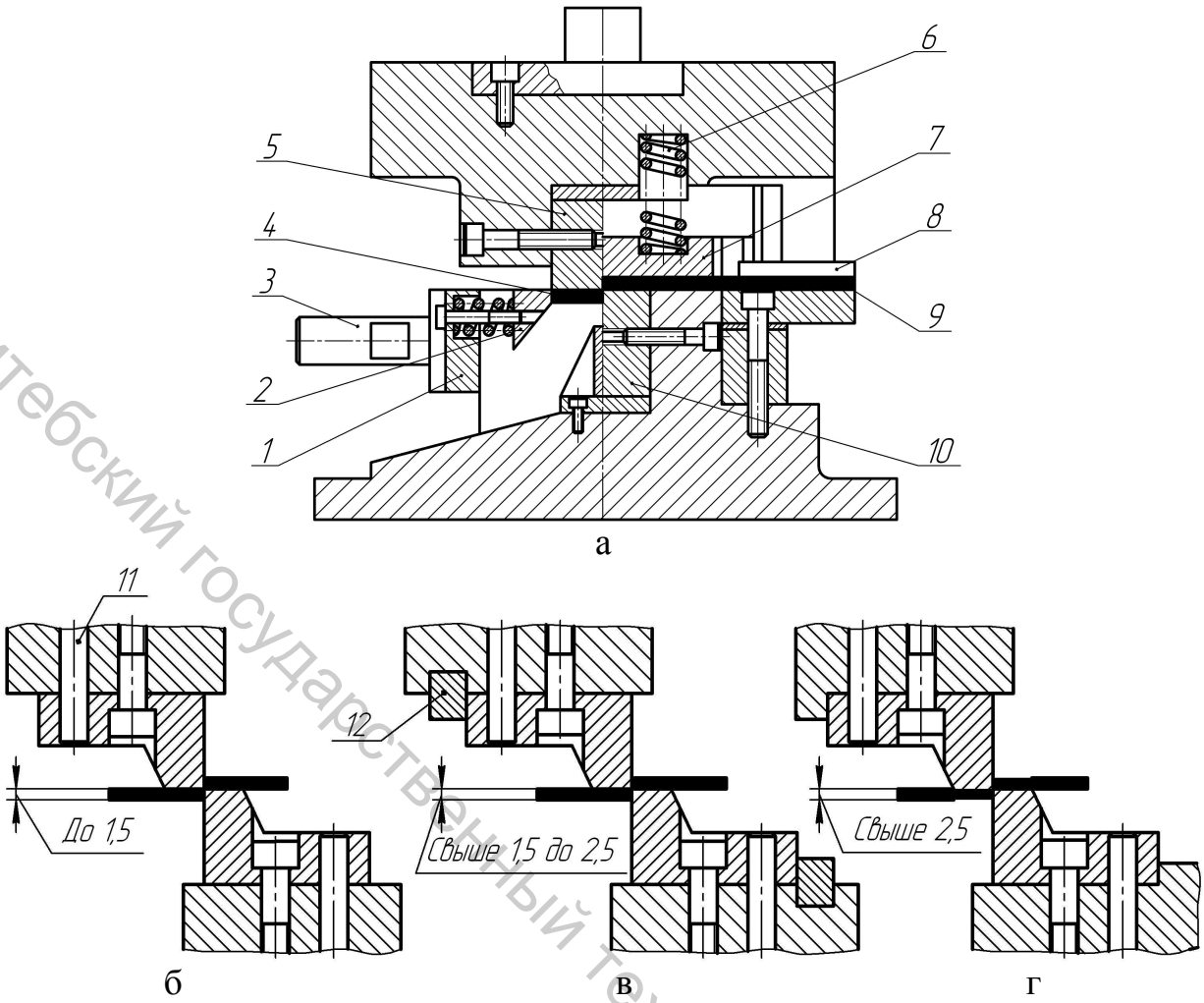


Рис.1.4. Схема отрезного универсального штампа (а); схемы вариантов крепления подвижных и неподвижных ножей отрезных штампов (б – г):
1 – каретка; 2 – упор; 3 – стержень; 4 – заготовка; 5 – нож подвижный; 6 – пружина; 7 – прижим; 8 – планка направляющая; 9 – полоса; 10 – нож неподвижный; 11 – штифт; 12 – шпонка

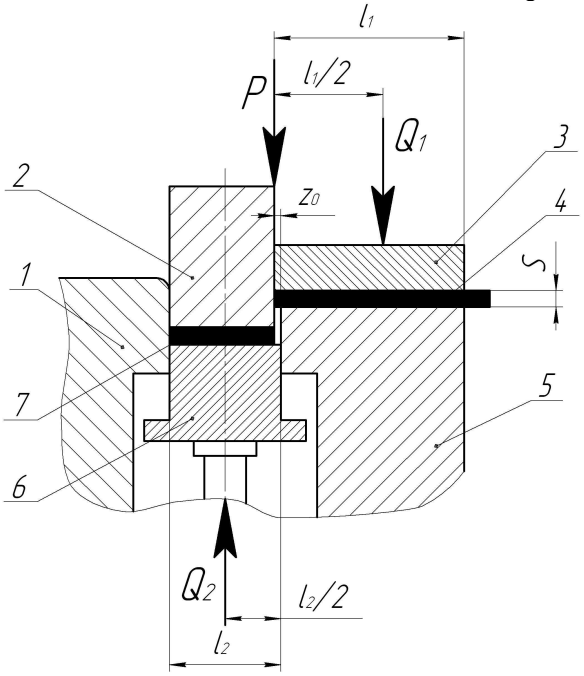


Рис.1.5. Схема специализированного штампа для отрезки с прижимом полосы и заготовки: 1 – противоотжим;
2 – нож подвижный;
3 – прижим полосы; 4 – полоса;
5 – нож неподвижный; 6 – прижим заготовки;
7 – заготовка

Усилие среза при разделительных операциях определяется по формуле:

Витебский государственный технологический университет

$$P = kF\sigma_{CP}, \qquad (1.3)$$

где k – коэффициент, учитывающий притупление режущих кромок, неравномерность толщины материала, величину зазора, анизотропию свойств и т.д.; F – площадь среза; $\sigma_{СР}$ – сопротивление материала резанию.

Величина одностороннего зазора в зависимости от толщины материала и сопротивления срезу может изменяться в широких пределах: от 0,002 мм при толщине 0,1 мм и сопротивления срезу $\sigma_{СР} \leq 200$ МПа до 2,6 мм при толщине 20 мм и сопротивления срезу $\sigma_{СР} > 520$ МПа.

1.3. Штампы для вырубки-пробивки

Штамп простого действия для вырубки замковой шайбы представлен на рис. 1.6.

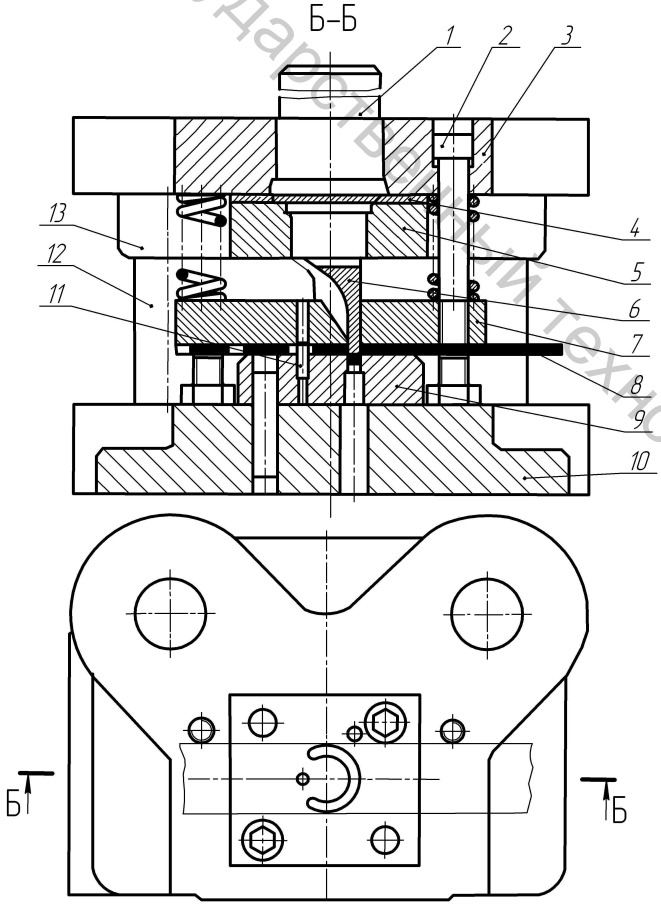


Рис.1.6. Штамп простого действия для вырубки замковой штабы: 1 – хвостовик; 2 – винт; 3 – плита верхняя; 4 – плита промежуточная; 5 – пуансонодержатель; 6 – пуансон; 7 – съёмник подвижный; 8 – полоса; 9 – матрица; 10 – плита нижняя; 11 – упор неподвижный; 12 – колонка направляющая; 13 – втулка направляющая

Основой конструкции штампа является стандартный блок с направляющими колонками и втулками. Заднее расположение направляющих колонок и втулок удобно для ручной подачи полосы. Ограничение хода полосы осуществляется упором 11. Вырубка происходит с провалом заготовки через отверстия в матрице 9 и плите 10. Для съёма отхода с пуансона применяется подвижный съёмник 7, который одновременно является прижимом. Диаметр упора 11 должен быть меньше отверстия в полосе.

Витебский государственный технологический университет

Штамп последовательного действия для вырубки-пробивки накладки представлен на рис. 1.7. Направление движения полосы обеспечивается боковыми прижимами 7, а фиксация продольного перемещения производится подвижным упором 6 в сочетании с угловым шаговым ножом 5. Установка полосы для вырубки-пробивки первой заготовки осуществляется с помощью временного упора 10, который периодически при подаче очередной полосы выдвигается вручную. Возвращение в начальное положение осуществляется автоматически пружиной 11.

Витебский государственный технологический университет

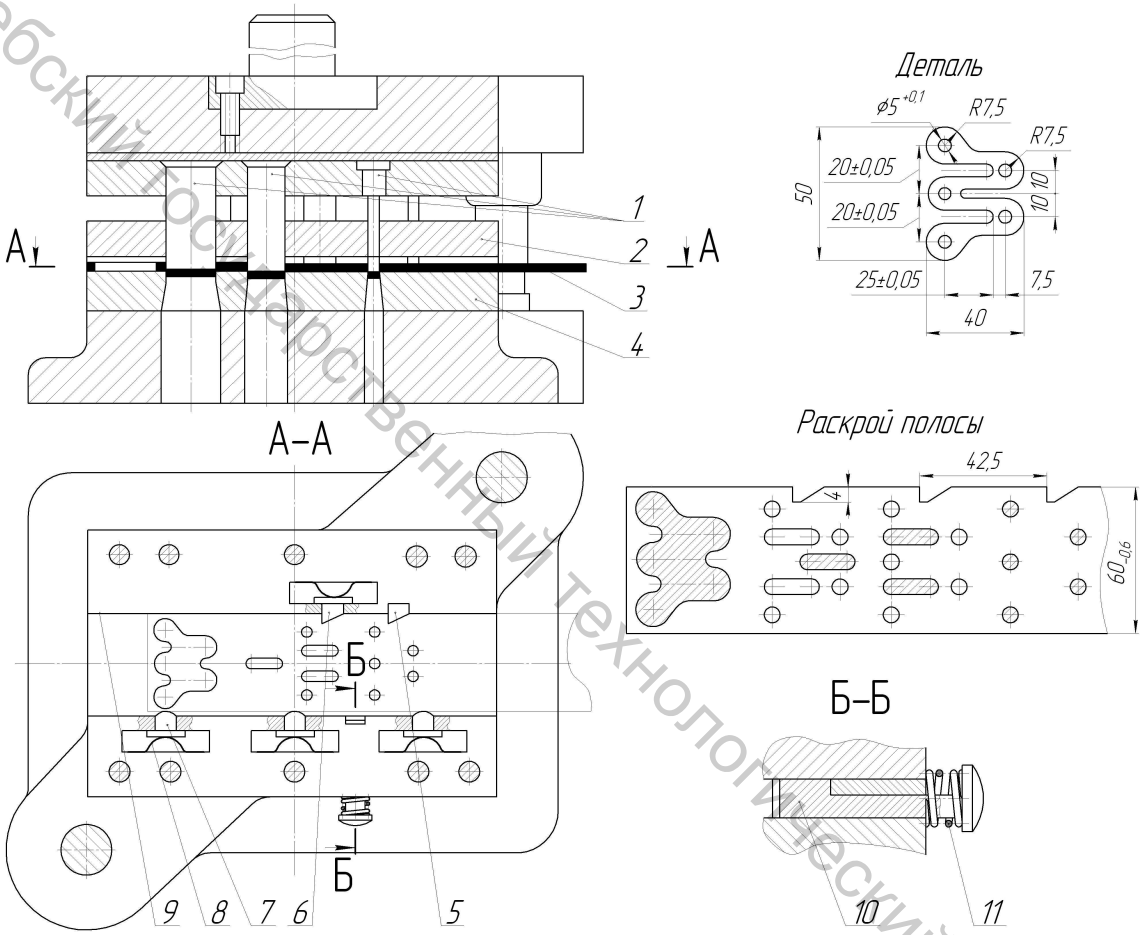


Рис.1.7. Штамп последовательного действия для вырубки-пробивки накладки:
1 – пуансоны; 2 – съёмник неподвижный; 3 – полоса; 4 – матрица; 5 – нож шаговый;
6 – упор подвижный; 7 – прижим боковой; 8 – пружина; 9 – планка базовая;
10 – временный упор, 11 – пружина возврата

На рис.1.8 представлена типовая конструкция штампа совмещённого действия для вырубки фасонной шайбы. Применение совмещённых штампов обеспечивает более высокую производительность по сравнению с однооперационными штампами; освобождает оборудование, рабочую силу, сокращает производственные площади, а самое главное – позволяет повысить качество и точность заготовок.

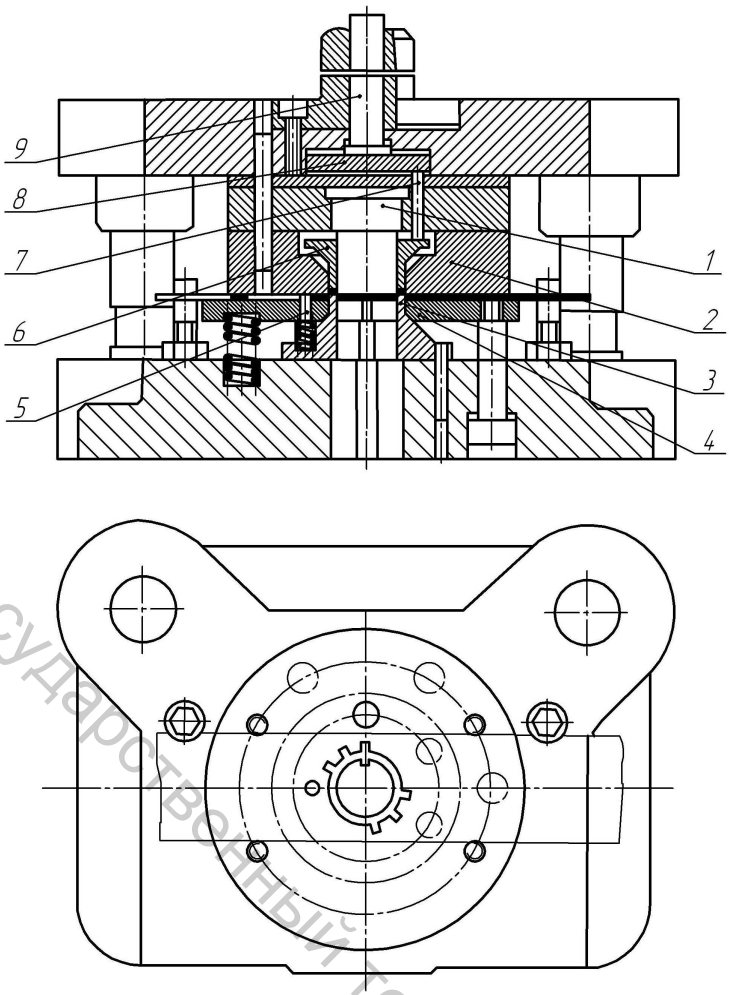


Рис.1.8. Штамп совмещённого действия для вырубки и пробивки фасонной шайбы: 1 – пуансон пробивной; 2 – матрица; 3 – пуансон – матрица; 4 – съёмник; 5 – упор утопающий; 6 – выталкиватель; 7 – толкатель промежуточный; 8 – траверса; 9 – толкатель.

Конструкцией штампа предусмотрено одновременное с одной установки полосы отделение заготовки по наружному контуру (вырубка) и отделение отхода по внутреннему контуру (пробивка). Заготовка по внутреннему контуру обжимает поверхность пуансона 1, а по наружному контуру застревает в отверстии матрицы 2. Удаление заготовки осуществляется выталкивателем 6. Полоса в процессе отделения заготовки обжимает наружную поверхность пуансон – матрицы 3 и снимается с него подвижным съёмником 4. Фиксация продольного передвижения полосы осуществляется утопающим упором 5.

Для производства простых заготовок из мягких листовых и слоистых материалов могут быть использованы высечные штампы оригинальной конструкции (рис. 1.9), отличительная особенность которых – отсутствие матриц. Штамп состоит из наружного 1, внутреннего 2 пуансонов и выталкивателей 5, 6 прижимающих материал под действием пружин 3, 4, а после высечки удаляющих заготовку и отходы. Недостатком таких штампов является необходимость частой смены подкладочной плиты (дерево, пластмасса, медь или другой материал, исключающий затупление ножей).

Витебский государственный технологический университет

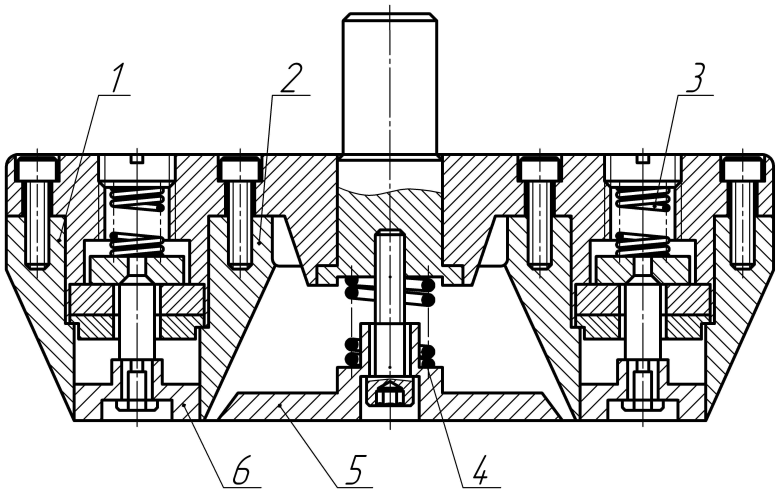


Рис. 1.9. Высечной штамп:
1, 2 – пуансоны; 3, 4 – пружины; 5, 6 – выталкиватели.

Оригинальная конструкция пробивного штампа представлена на рис. 1.10. Штамп предназначен для пробивки отверстий в полых или изогнутых заготовках.

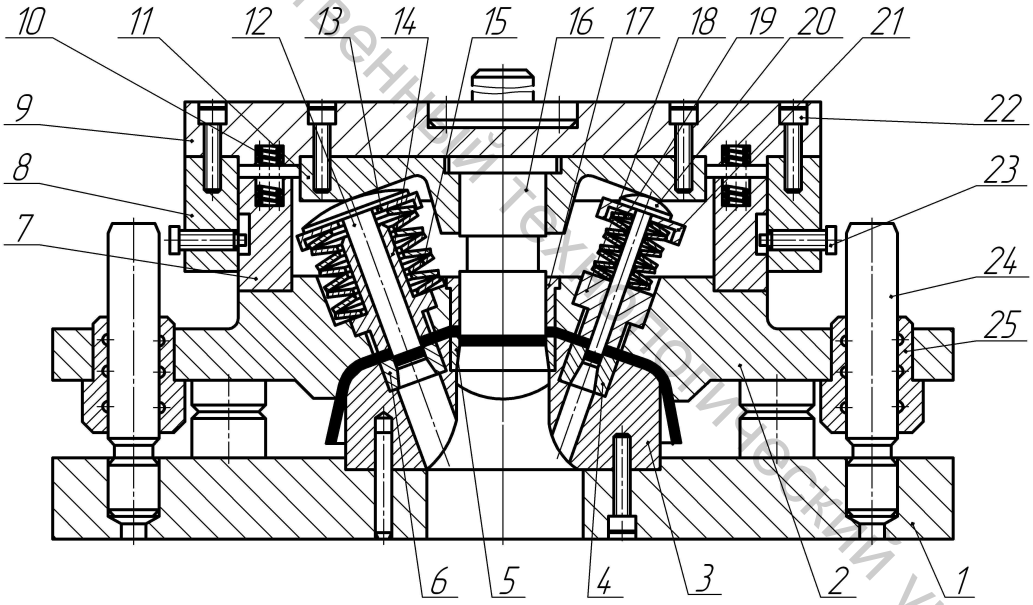


Рис. 1.10. Штамп для пробивки отверстий в заготовке сложной конфигурации:
1 – плита нижняя; 2 – прижим-съёмник; 3 – матрицедержатель; 4, 5, 6 – матричные втулки; 7 – толкатель; 8 – направляющая; 9 – плита верхняя; 10 – пружина; 11 – пуансонодержатель; 12, 16, 20 – пуансоны; 13, 21 – шайбы; 14, 17, 18 – направляющие втулки; 15, 19 – тарельчатые пружины; 22 – винт; 23 – ограничитель хода; 24 – колонка; 25 – втулка.

Штамп содержит центральный пуансон 16 и два боковых наклонных 12, 20. Наклонные пуансоны заканчиваются сферическими головками и поджимаются тарельчатыми пружинами 15, 19 к плоским поверхностям пуансонодержателя 11. Передвижение центрального и боковых пуансонов осуществляется по отверстиям направляющих втулок 14, 17, 18, закрепленных в прижиме-съемнике 2. Направление движения прижима-съемника осуществляется по направляющим колонкам 24 и втулкам 25.

Витебский государственный технологический университет

Штамп работает следующим образом. Заготовка устанавливается и позиционируется на поверхности матрицедержателя 3. В процессе рабочего хода заготовка зажимается между фасонными поверхностями матрицедержателя 3 и прижима-съемника 2. Усилие от ползуна пресса через наклонные поверхности пуансонодержателя 11 передается на боковые пуансоны 12, 20, а через плиту 9 на центральный пуансон 16. После пробивки отверстий съем заготовки с боковых пуансонов осуществляется тарельчатыми пружинами 15, 19, а с центрального пуансона 16 прижимом-съемником 2.

1.4.Расчет исполнительных размеровразделительных матрицпуансонов

Размеры изделия, получаемого вырубкой, соответствуют размерам рабочего отверстия матрицы. Износ матрицы приводит к увеличению ее рабочего отверстия. Поэтому исполнительные размеры рабочего отверстия матрицы для вырубки должны быть минимальным предельными.

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

$$D_M = \left(D_H - TD_H\right)^{+TD_M} \qquad (1.4)$$

где D_H – номинальный диаметр штампуемого изделия; TD_H – допуск на диаметр изделия; TD_M- допуск на размер матрицы .

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

$$D_П = \left(D_M - Z\right)_{-TD_П} \qquad (1.5)$$

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

Диаметр отверстия, получаемого пробивкой, соответствует диаметру пуансона. Изнашивание пуансона приводит к уменьшению его диаметра. Поэтому исполнительный диаметр пуансона должен быть максимальным предельным.

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

$$D_П = \left(D_H + TD_H\right)_{-TD_П} \qquad (1.6)$$

Рабочий, исполнительный диаметр матрицы для пробивки будет больше диаметра пуансона на значение зазора между ними: $D_M = D_П + Z$ или, учитывая (1.6),

$$D_M = \left(D_H + TD_H + Z\right)^{+TD_M} \qquad (1.7)$$

Витебский государственный технологический университет

Приведенные формулы (1.4) – (1.7) 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.

Для устранения возможного выхода размеров 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:

$$D_M = \left[D_H - (0{,}6...0{,}8)TD_H\right]^{+TD_M} \quad (1.8)$$

$$D_П = \left[D_H - (0{,}6...0{,}8)TD_H - Z\right]_{-TD_П} \quad (1.9)$$

для пробивки:

$$D_П = \left[D_H + (0{,}6...0{,}8)TD_H\right]_{-TD_П} \quad (1.10)$$

$$D_M = \left[D_H + (0{,}6...0{,}8)TD_H + Z\right]^{+TD_M} \quad (1.11)$$

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

1.5. Детали разделительных штампов

Пуансоны. На рис. 1.11 представлены типовые конструкции пуансонов разделительных штампов.

Пуансоны с плоским торцом (рис. 1.11, а) применяются при пробивке плоских заготовок, расположенных перпендикулярно к оси пуансона, или наклонённых к оси под углом в пределах 15…20º. Толщина пробиваемого отверстия достигает 4 мм и более. Этот пуансон имеет наибольшее применение. Пуансон с керном (рис. 1.11, б) применяется для пробивки отверстий в металле толщиной свыше 4 мм и имеет ограниченное применение по причине усложнения заточки режущих кромок. Пуансон с режущими кромками, заточенными под углом 20° (рис. 1.11, в), применяют для пробивки отверстий в материале толщиной свыше 6 мм. Пуансоны, представленные на рис. 1.11, г-е используют для чистовой зачистки отверстий. Пуансон многоступенчатый (рис. 1.11, ж) применяют для последовательной вырубки, зачистки и калибровки. Такой пуансон обеспечивает снижение шероховатости поверхности и повышение точности отверстия.

Витебский государственный технологический университет

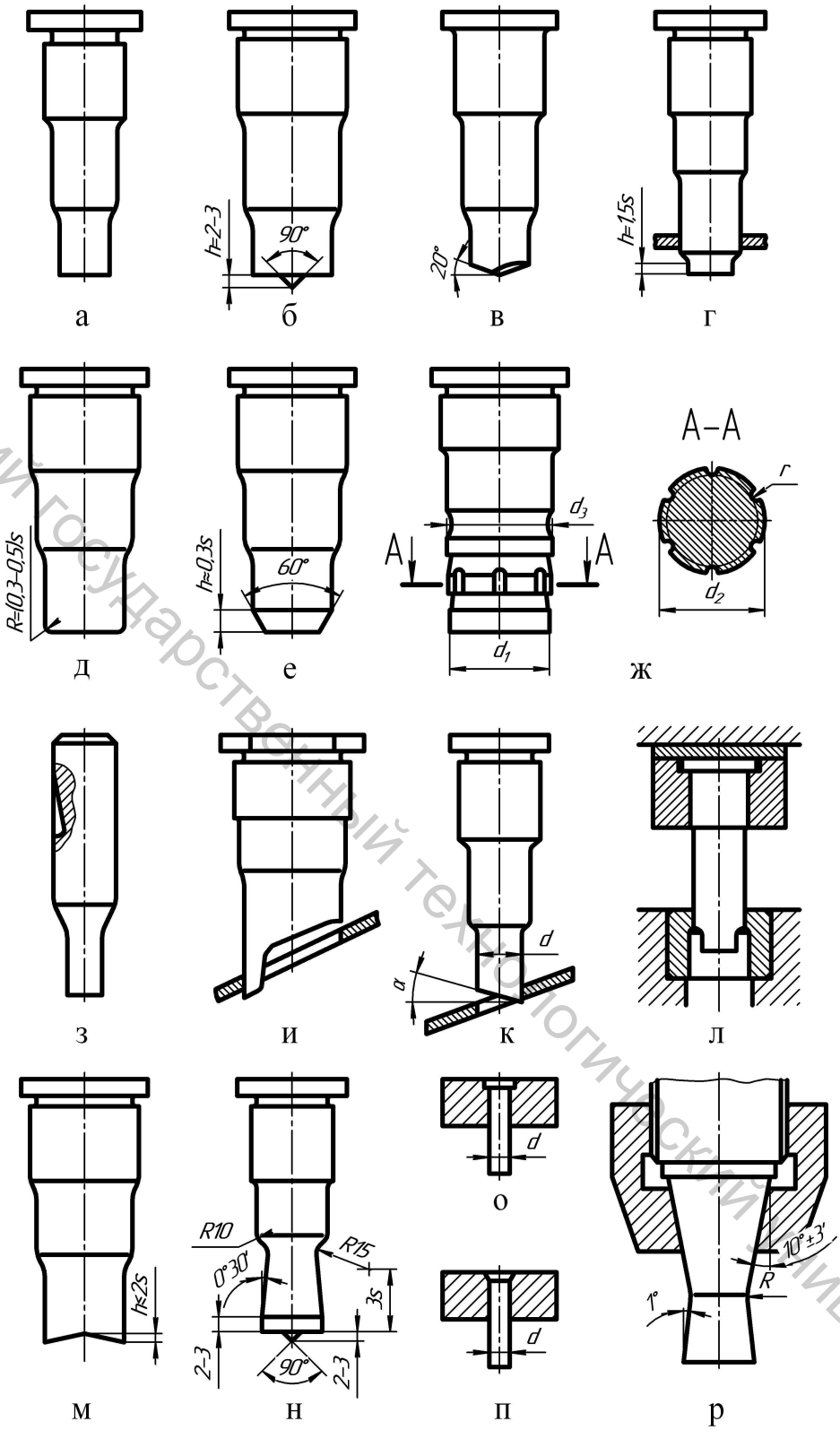


Рис.1.11. Пуансоны разделительных штампов:
а – пуансон с плоским торцем; б, н – пуансоны с керном; в, м – пуансоны с двусторонней заточкой; г … е – пуансоны для чистовой зачистки; ж – пуансон ступенчатый многоцелевой; з – пуансон быстросменный; и, к – пуансоны с односторонними скошенными кромками; л – пуансон проколочно-установочный; о, п – пуансоны для приготовления сеток;
р – пуансон с конусообразной рабочей частью.

Номинальные диаметры ступеней определяются по формулам:

Витебский государственный технологический университет

$$d_2 = d_1 + \frac{Z}{1{,}2} \quad (1.12)$$

$$d_3 = d_2 + Z \quad (1.13)$$

где Z – двухсторонний зазор.

Пуансон, представленный на рис. 1.11, з, является быстросменным и применяется для пробивки отверстий в плоских заготовках толщиной до 4 мм. Целесообразно применять в массовом производстве при пробивке отверстий в материале небольшой толщины. Пуансон, представленный на рис. 1.11, и, применяют для пробивки отверстий больших диаметров на наклонной поверхности в материале толщиной до 3 мм.

Пуансон со скошенными односторонними кромками, заточенными под углом $\alpha = 10 \div 20°$, (рис. 1.11, к) используют для пробивки отверстий на наклонной поверхности при $d \leq 15$ мм в материале небольшой толщины. Пуансон, представленный на рис.1.11,л, является проколочно-установочным и применяется для сборочных операций. Пуансон со скошенными двусторонними режущими кромками (рис. 1.11, м) позволяет уменьшить усилие пробивки. Пуансон с небольшим пояском на рабочей части (рис. 1.11, н) применяют для пробивки материала толщиной более 3…4 мм. Пуансоны могут быть с керном или без керна.

Пуансон (рис. 1.11, о) d≥4 мм применяют при изготовлении деталей типа сеток. При наличии бурта усложняется изготовление пуансона. Поэтому пуансон, показанный на рис.1.11, п, имеет большее распространение.

Пуансон с конусообразной рабочей частью (рис. 1.11, р) применяется для пробивки отверстий в рессорах автомобилей толщиной 6…11мм, изготовляемых из сталей 6ХГ1, 65Г, 50ХГА.

Крепление быстросменных пуансонов. Одним из важных требований к штампам современного производства является обеспечение быстросменности рабочих частей. Этому вопросу уделяется особенно много внимания при оснащении штампами прессов – автоматов и автоматических линий. Применение быстросменных рабочих частей необходимо так же и в крупногабаритных штампах. Это необходимо для того, чтобы в процессе отладки и эксплуатации штампа имелась возможность замены рабочих частей без демонтажа штампа.

Наиболее простой способ, обеспечивающий быструю замену пуансона – стопорение болтом (рис. 1.12, а). Принимая во внимание, что пуансон устанавливается в пуансонодержателе с зазором (посадка H7/h6) затяжка болтом приводит к нарушению соосности пуансона и отверстия матрицы. Поэтому этот метод применим для тех случаев, когда односторонний зазор между пуансоном и матрицей Z>0,05мм, а при более высоких требованиях к качеству штампуемых заготовок крепление осуществляют без “затяжки” болтом. В этом случае пуансоны удерживаются с помощью шарика (рис. 1.12, б), затягиваются центральной гайкой (рис. 1.12, в), или резьбовыми пробками (рис. 1.12, г), которые обеспечивают возможность замены пуансонов без демонтажа державки.

Витебский государственный технологический университет

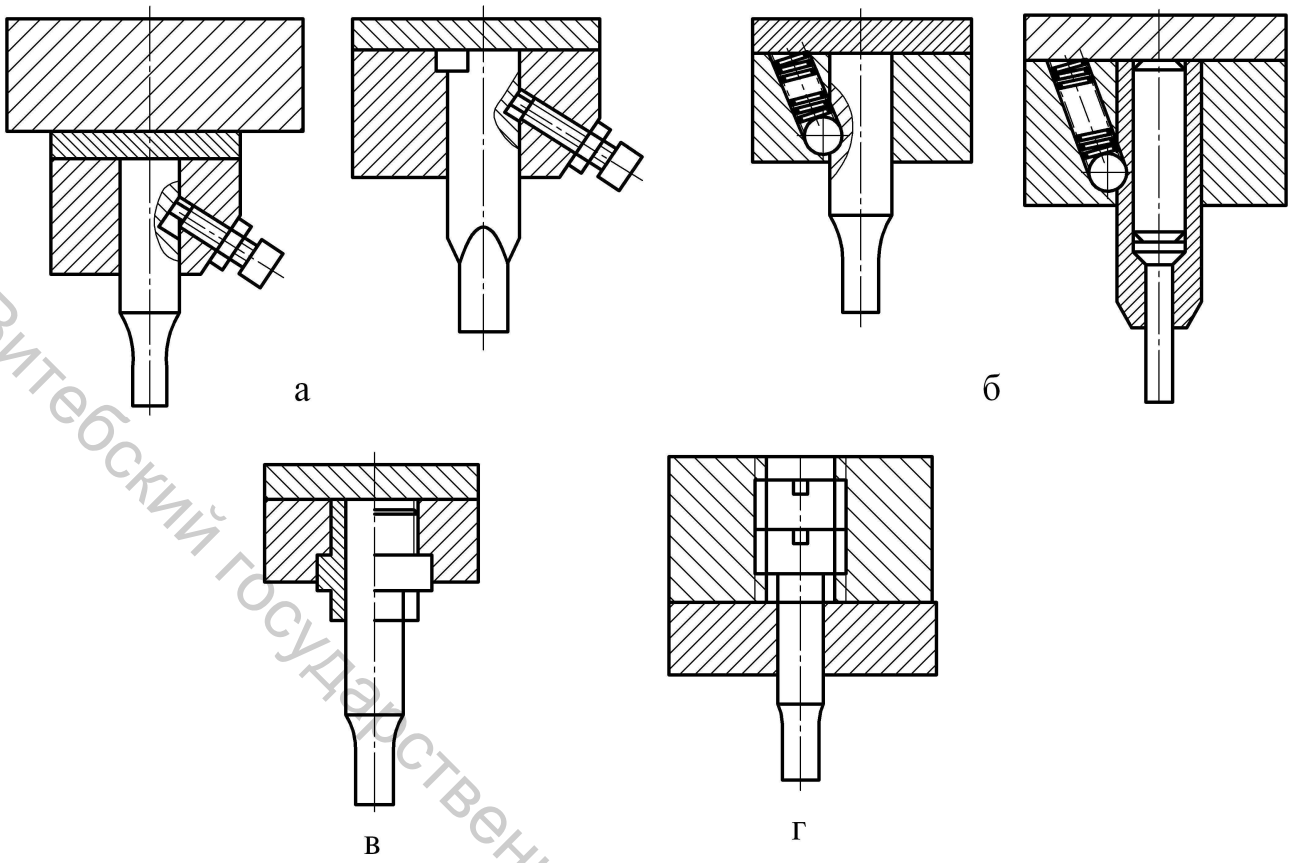


Рис.1.12. Способы крепления быстросменных пуансонов:
а – стопорение болтом; б – шариком; в, г – затягивание соответственно гайкой или резьбовыми пробками.

Крепление стационарных пуансонов. Форма рабочих частей пуансонов для различных конструктивных вариантов разделительных штампов отработана длительной практикой с учётом экономного расхода высоколегированной инструментальной стали. Наиболее распространённые конструкции пуансонов стандартизированы. К ним относятся пуансоны и матрицы для пробивки круглых, квадратных и другой формы унифицированных отверстий. Способы крепления пуансонов определяются их формой и габаритами. Мелкие пуансоны крепятся преимущественно с применением посадок с натягом (рис. 1.13, а). В большинстве случаев при отрывных усилиях посадка с натягом является недостаточной для удержания пуансонов. Поэтому пуансоны выполняют с цилиндрическими и коническими буртиками, которые позволяют снизить давление торца пуансона на поверхность плиты штампа.

Стационарные пуансоны бывают весьма разнообразны по конструкции (рис.1.13, б). Отверстие в зоне крепления предназначено для размещения стержня (штифта), который удерживает пуансон от выпадения из державки.

В особых случаях пуансоны запрессовываются в державку и с целью повышения надёжности дополнительно применяются резьбовые крепления (рис. 1.13, в).

Витебский государственный технологический университет

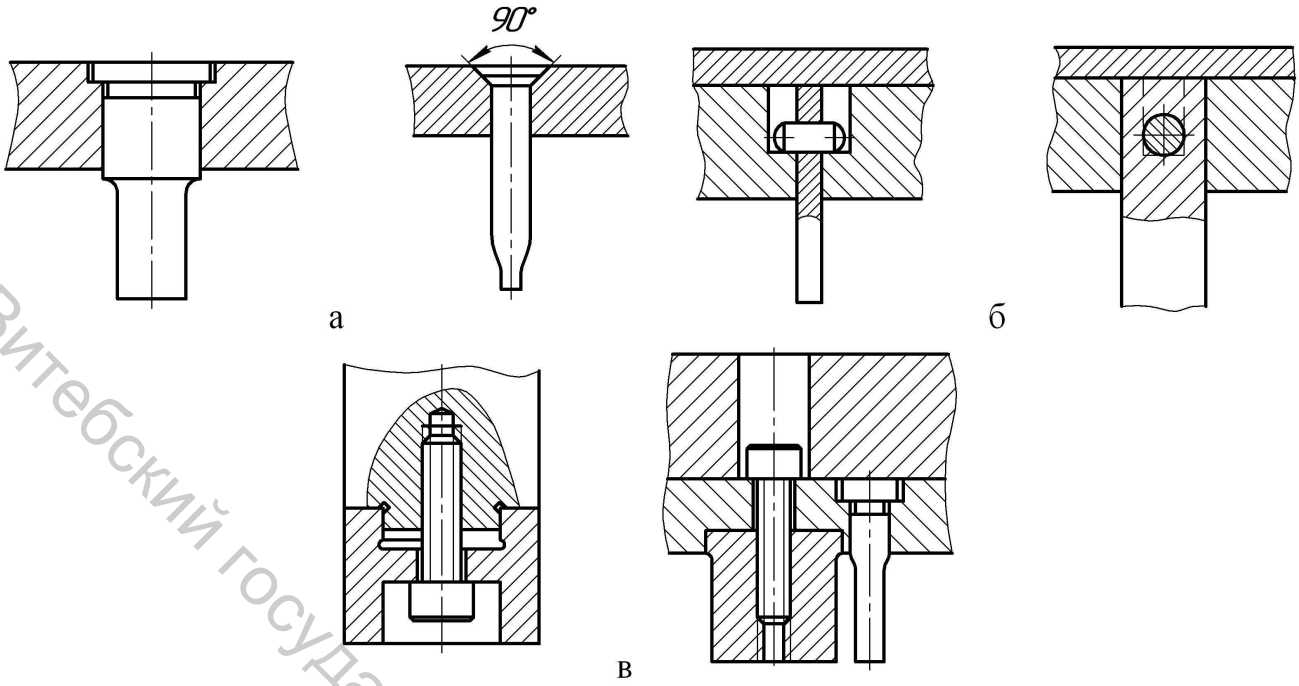


Рис. 1.13. Способы крепления стационарных пуансонов:
а, б – крепление с применением посадок с натягом;
в – крепление винтовое с применением посадок с натягом.

Матрицы. Конструкция рабочего отверстия матриц зависит от толщины материала заготовки, её формы, размеров, точности, типа производства. На рис. 1.14 представлены различные типы рабочих отверстий матриц для вырубки и пробивки.

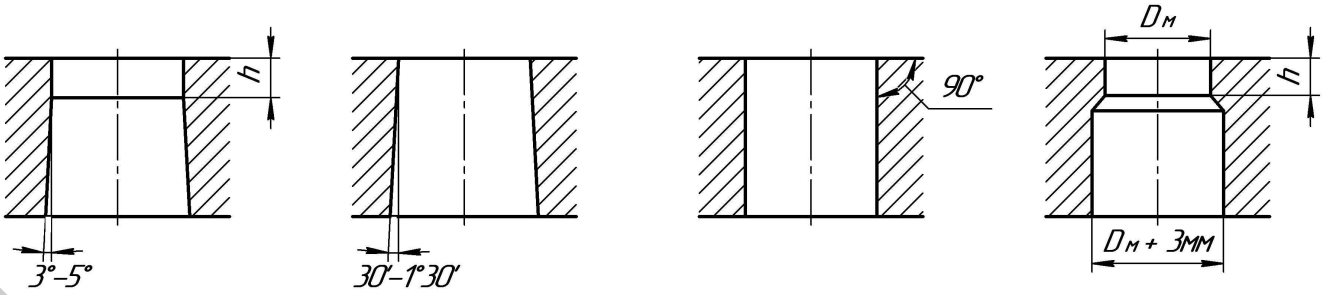
Матрицы с призматическим пояском применяют при штамповке деталей сложной формы или повышенной точности. Высота поясков h зависит от толщины заготовки и изменяется от 3 до 15мм при соответственном изменении толщины заготовки от 0,5 до 10мм; угол конусности провального отверстия составляет 3…5°. Данный тип провального отверстия обеспечивает стабильность размеров штампуемой детали после перешлифовки матрицы, однако долговечность матрицы невелика.

Матрицы конические применяют при получении небольших заготовок простой формы и невысокой точности, так как при перешлифовке рабочее отверстие матрицы увеличивается. Долговечность матрицы выше, чем матрицы с рабочим отверстием в виде призматического пояска.

Матрицы призматические применяют при штамповке с обратным выталкиванием заготовки на поверхность матрицы (в большинстве случаев в штампах совмещённого действия).

Матрицы с цилиндрическим пояском применяют для пробивки отверстий диаметром до 40мм. Высота h цилиндрического пояска матрицы должна быть не менее 3мм; с увеличением толщины штампуемой заготовки высота пояска увеличивается; диаметр провального отверстия на 3мм больше, чем диаметр рабочего отверстия матрицы.

Витебский государственный технологический университет



а б в г

Рис. 1.14. Форма отверстий матриц для вырубки и пробивки:
а – матрицы с призматическим пояском; б – матрицы конические по всей высоте; в – матрицы призматические по всей высоте; г – матрицы с цилиндрическим пояском и умеренным провальным отверстием.

Крепление матриц. Крепление матриц с использованием бурта имеет широкое распространение. Возможны два варианта крепления. По первому варианту (рис. 1.15, а) матрицу устанавливают по посадке в гнездо матрицедержателя, который закрепляют винтами на нижней плите штампа и фиксируют штифтами. По второму варианту (рис. 1.15, б) в нижней плите штампа растачивают отверстие, в которое устанавливают по посадке матрицу с буртом. Крепление матрицы осуществляется матрицедержателем.

При креплении матрицы винтами (рис. 1.15, в) в нижней плите штампа нарезают резьбу и фиксируют матрицу штифтами.

В стационарных матрицах с рабочими элементами относительно малой стойкости устанавливают вставки с возможностью быстрой их переустановки. Крепление осуществляется затяжкой клином (рис. 1.15, г) или врезкой с фиксацией винтами и штифтами (рис. 1.15, д).

При сложных конфигурациях штампуемых заготовок, а также при их больших габаритах рекомендуется выполнять матрицы составными (секционными). Это позволяет: быстро заменять отдельные секции по мере их износа; увеличивать стойкость штампа в целом; упрощает технологию изготовления таких матриц; снижает стоимость штампов.

Соединение секций составной матрицы должно исключать возможность их смещения в продольном и поперечном направлениях. Надёжность сборки матрицы достигается путём соединения секций матрицы в замок; с креплением каждой секции винтами или штифтами (рис. 1.15, е).

Витебский государственный технологический университет

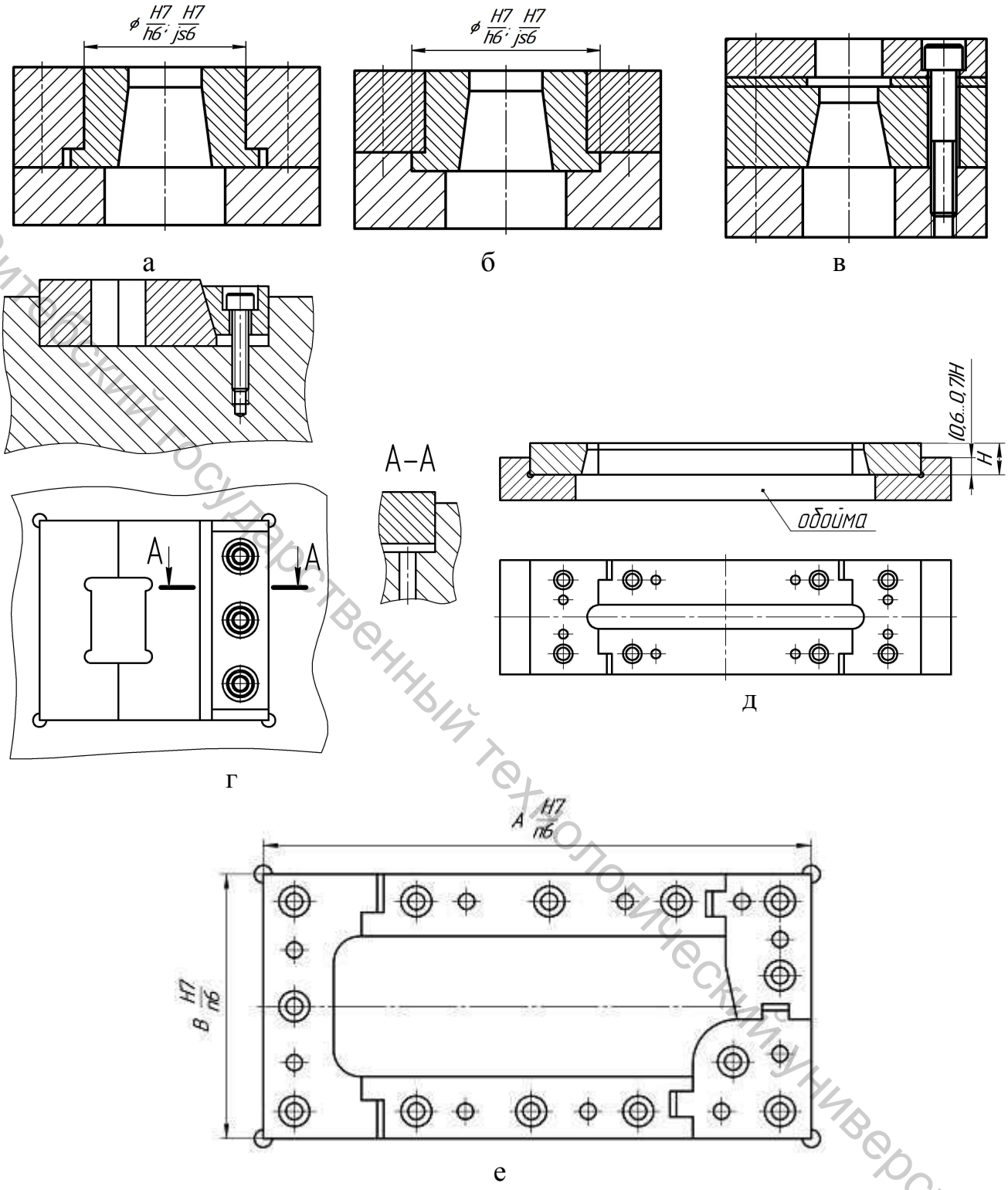


Рис. 1.15. Конструктивные варианты крепления матриц:
а, б – посредством бурта и матрицедержателя;
в – винтом; г – клином; д – врезкой в обойму; е – соединение секций в замок.

Упоры предназначены для фиксирования положения полосы (ленты) в рабочей зоне штампа. В качестве упоров применяются различные конструкции устройств: упоры постоянные, утопающие, предварительные, шаговые ножи и др.

Витебский государственный технологический университет

Наиболее просты и широко распространены постоянные упоры грибковые (рис. 1.16, а) и крючкообразные (рис. 1.16, б). Грибковые упоры применяются в штампах с неподвижным съёмником и в штампах последовательного действия при ручной подаче штампуемого материала. Крючкообразные упоры применяются в тех же случаях, при необходимости отдалить посадочную часть упора от режущей кромки матрицы. Утопающий упор (рис. 1.16, в) применяются в штампах совмещённого действия при ручной подаче заготовки.

Неудобство использования рассмотренных упоров состоит в том, что при подаче полоса описывает сложную траекторию движения: вверх, вперёд или назад до упора. Чтобы исключить подобную траекторию движения полосы используют подвижный упор возвратного действия (рис 1.16, г). После вырубки заготовки и подъёма пуансона происходит подача полосы; перемычка в полосе нажимает на скос упора, поднимает его и проходит под ним. Затем следует обратное движение полосы, которая фиксируется упором. Такую конструкцию упора применяют при достаточно прочной и жёсткой перемычке толщиной не менее 0,5 мм.

Временный упор (рис.1.16, д) применяется в штампах последовательного действия наряду с постоянными упором. Он представляет собой подпружиненный рычаг и приводится в действие оператором. Для того чтобы получилась годной первая заготовка исходную полосу подают до разового упора; пробивают отверстие на первой позиции, а затем временный упор отпускают; под действием пружины рычаг возвращается в исходное положение, а полосу подают до неподвижного упора, фиксируя по перемычке. На второй операции вырубают готовую заготовку.

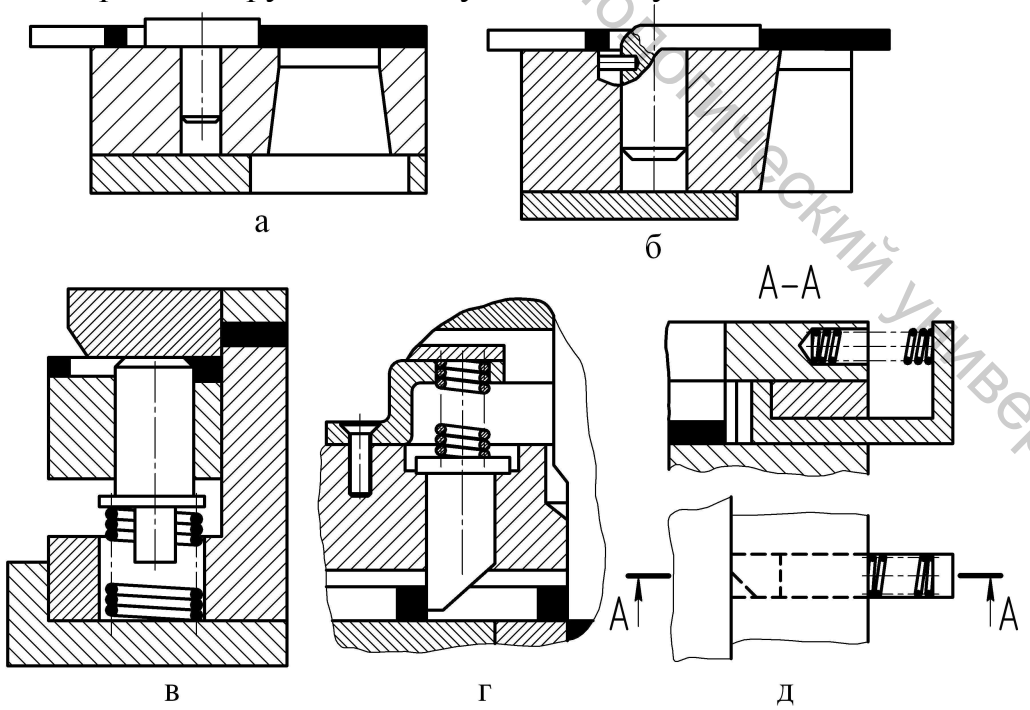


Рис. 1.16. Варианты конструкций упоров:
а – грибковый; б – крючкообразный; в – утопающий;
г – подвижный упор возвратного действия; д – временный упор.

Витебский государственный технологический университет

Шаговые ножи применяются в штампах последовательного действия для обеспечения точного дозирования подачи полосы (ленты) и повышения производительности штамповки. Шаговые ножи рекомендуется применять: при небольшом шаге, когда нет возможности установить постоянные или временные упоры; в многооперационных последовательных штампах; при необходимости обрезки одной или двух сторон полосы для получения штампуемой детали.

Наиболее распространенные конструктивные формы шаговых ножей приведены на рис. 1.17. Простой в изготовлении является прямоугольная форма (рис. 1.17, а). Недостатком этой формы является образование заусенцев при затуплении ножа. Этот недостаток можно исключить, применяя более сложную форму ножа с выступом (рис. 1.17, б). Форма шагового ножа (рис. 1.17, в) позволяет уменьшить ширину полосы в связи с отсутствием специального припуска для обрезки кромки ножом.

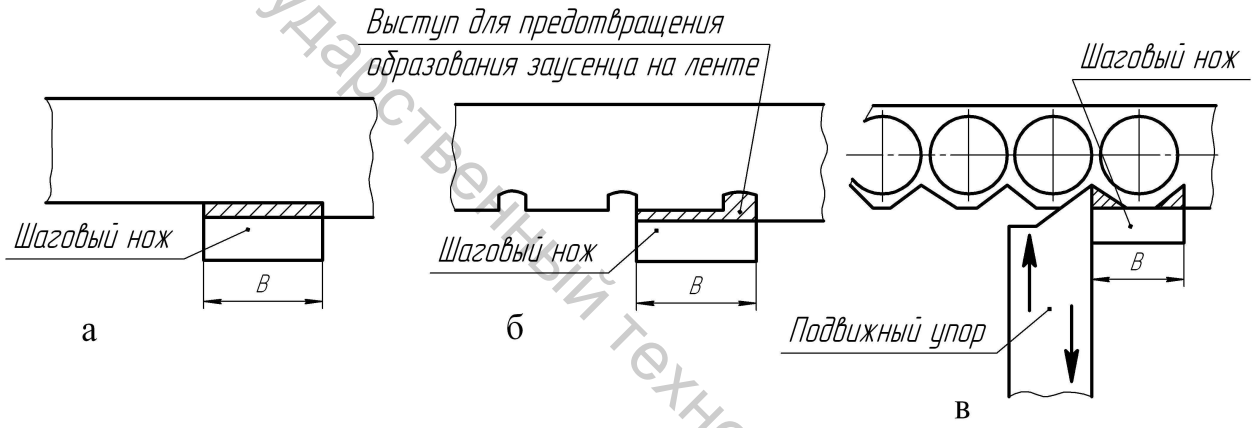


Рис. 1.17. Конструктивные формы шаговых ножей:
а – шаговый нож прямоугольной формы; б – шаговый нож с выступом;
в – угловой шаговый нож

Фиксаторы (рис. 1.18) применяются для позиционирования полосы по предварительно пробитым отверстиям в штампах последовательного действия. Стержневой фиксатор (рис. 1.18, а) диаметром 1-12 мм устанавливают в пуансоне и фиксируют полосу или ленту по отверстию. Часто применяют два стержневых фиксатора, расположенных по краям подаваемого материала.

Стержневой удлиненный фиксатор (рис. 1.18, б) диаметром до 10 мм устанавливают также в пуансоне. Он служит для точного центрирования предварительно пробитого отверстия по отношению к контуру вырубаемой заготовки.

Вставной фиксатор со ступенчатым отверстием (рис. 1.18, в), диаметром 18…50 мм закрепляется также в пуансоне посредством резьбы.

Для фиксации прямоугольных или фигурных отверстий относительно вырубаемого контура применяются накладные фиксаторы (рис. 1.18, г). Фиксаторы подобной конструкции используются также для фиксации заготовок в обрезных штампах.

Витебский государственный технологический университет

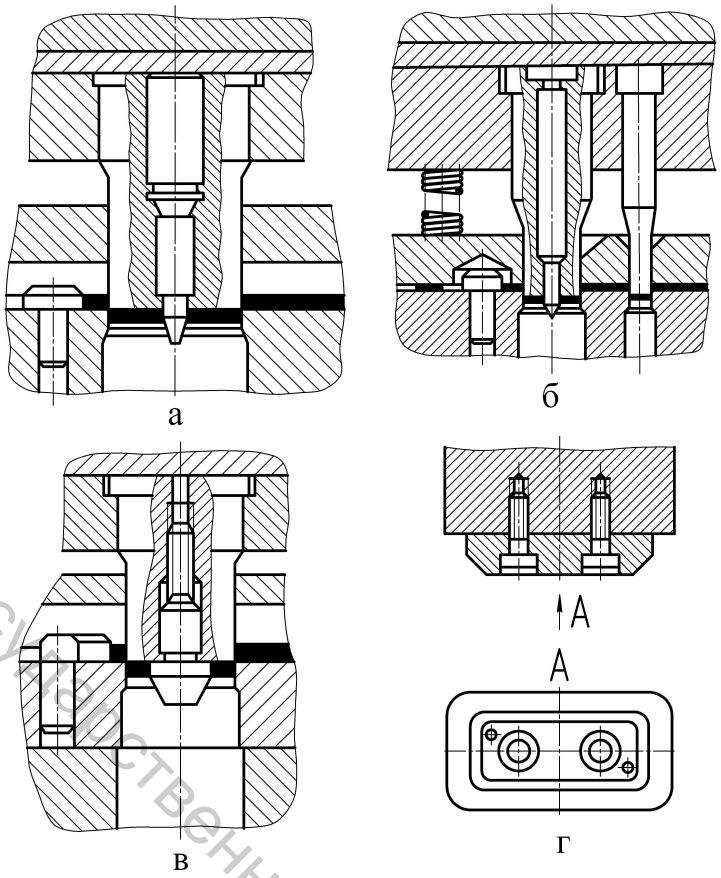


Рис.1.18. Варианты конструкций фиксаторов:
а – стержневой; б – стержневой удлиненный; в – вставной со ступенчатым отверстием; г – накладной.

Направляющие планки – это устройства для направления полосы (ленты) в штампе. Расстояние между направляющими планками B_1 (рис. 1.19) определяется по формуле:

$$B_1=B+Z, \qquad (1.14)$$

где B – ширина полосы (ленты), мм; Z – гарантированный зазор, мм.

Допуск на расстояние B_1 между направляющими планками назначается по H11. Расстояние B_1 между направляющими планками определяется со стороны входа полосы. Гарантированный зазор Z определяется по таблице 1.2.

Таблица 1.2.

Величина зазора между направляющей планкой и полосой.

Ширина полосы *B*, мм	Толщина материала *s*, мм				
	Свыше 0,5 до 1	Свыше 1 до 2	Свыше 2 до 3	Свыше 3 до 5	Свыше 5 до 10
	Зазор z_3, мм				
До 50	0,50	0,75	1,0	1,0	1,5
Свыше 50 до 100	0,75	0,80	1,0	1,2	1,5
Свыше 100 до 150	1,0	1,0	1,2	1,4	2,0
Свыше 150 до 200	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
Свыше 200 до 300	1,2	1,4	1,5	2,0	2,5

Витебский государственный технологический университет

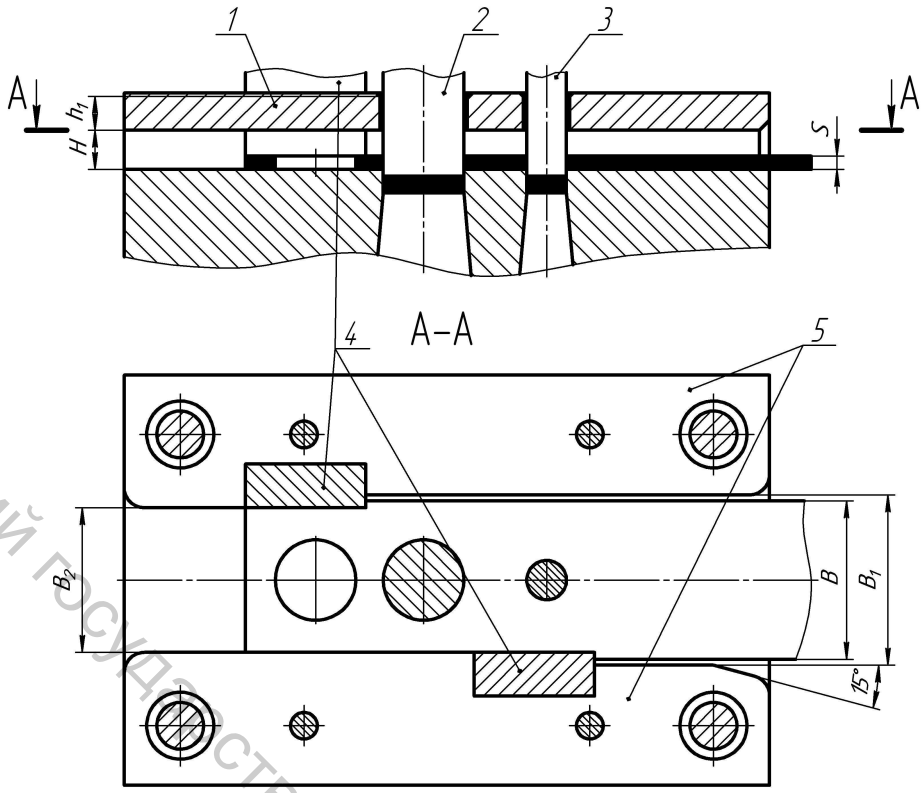
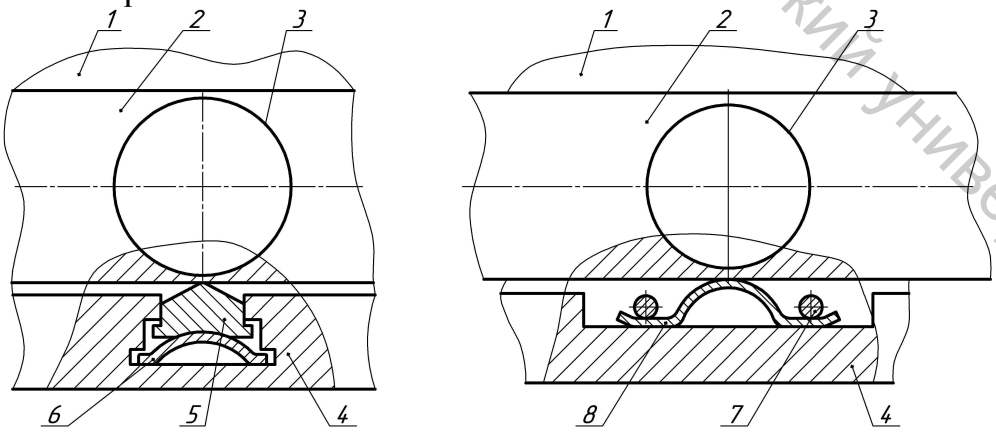


Рис. 1.19. Конструктивная схема направляющих в штампах последовательного действия с двумя шаговыми ножами:
1 – съёмник; 2 – пуансон вырубной; 3 – пуансон пробивной;
4 – ножи шаговые; 5 – планки направляющие

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

Для штамповки заготовок из тонких материалов рекомендуется планки выполнять удлинёнными и снабжать дополнительно устройствами для прижима (рис. 1.20). В этом случае принимают за базу направляющую планку, которая расположена со стороны базовой кромки полосы. Применение боковых прижимных устройств позволяет уменьшить эксцентричность наружных и внутренних поверхностей заготовки.



а б

Рис. 1.20. Направляющая планка с колодочным боковым прижимом полосы (а) и пружинным прижимом (б): 1 – базовая направляющая планка; 2 – исходная полоса; 3 – штампуемый контур; 4 – направляющая планка;
5 – прижимная колодка; 6 – пружина; 7 – штифт; 8 – пружинный прижим.

Витебский государственный технологический университет

Устройства удаления заготовок и отходов. Способы удаления заготовок и отходов оказывают влияние на производительность и безопасность труда. Наиболее простым и производительным способом является удаление заготовки из штампа на провал под действием силы тяжести через отверстие в нижней плите штампа. Это возможно в том случае, когда имеются отверстия в подштамповой плите и в столе пресса, размеры которых больше размеров удаляемой заготовки. Если стол пресса не имеет провального отверстия или размер отверстия в подштамповой плите меньше размера заготовки, то вырубленные заготовки удаляются из рабочей зоны по наклонной плоскости в плите штампа с последующим их удалением вручную или автоматически посредством шибера.

Для съёма полосы (ленты) с пуансона после вырубки или пробивки в штампах используются съёмники самого разнообразного конструктивного исполнения: неподвижные, подвижные, полужесткие. Широкое применение нашли неподвижные (жёсткие) съёмники (рис. 1.21).

Неподвижные съёмники крепятся к неподвижной части штампа и в процессе работы не перемещаются. При достаточной толщине и точном выполнении отверстий неподвижные съёмники дополнительно выполняют функции центрирования и направления пуансонов. Съём заготовки или полосы с неподвижного съёмника сопровождается ударом.

Заготовки, имеющие относительно небольшие габаритные размеры по сравнению с пуансоном, подвергаются изгибу (рис. 1.21, а). В процессе снятия с пуансона заготовка выравнивается и заклинивается. В результате ускоряется износ пуансона. При достаточно толстом материале сила заклинивания может вызвать поломку или отрыв пуансона. Избежать заклинивания можно используя съёмник с буртиком (рис. 1.21, б). Для упрощения изготовления такого съёмника в него запрессовывают втулку.

Толстый материал больших размеров заготовки при пробивке волнообразно изгибается (рис. 1.21, в). При движении пуансонов вверх материал выравнивается, а пуансоны изгибаются и при достаточно большой толщине материала могут сломаться. Хорошие результаты дают буртики, которые обеспечивают дополнительное направление и снижают изгиб пуансонов.

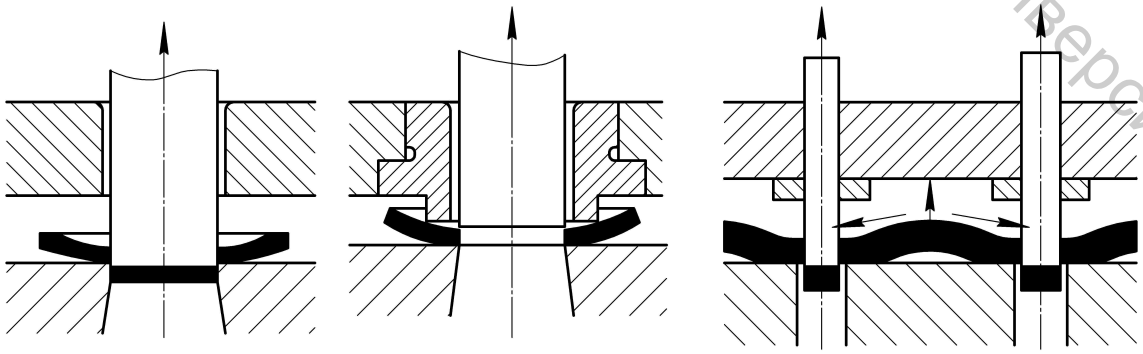


Рис. 1.21. Конструктивные схемы жёстких неподвижных съёмников:
а – съёмник для заготовок небольших размеров;
б, в – съёмники соответственно с втулкой и буртиком.

Витебский государственный технологический университет

На рис. 1.22 представлена конструкция **подвижного съёмника**, который в отличие от неподвижного жёсткого, не только осуществляет съём заготовки или полосы с пуансона, но и прижимает заготовку к поверхности матрицы в процессе разделения, что особенно важно при штамповке тонколистового материала.

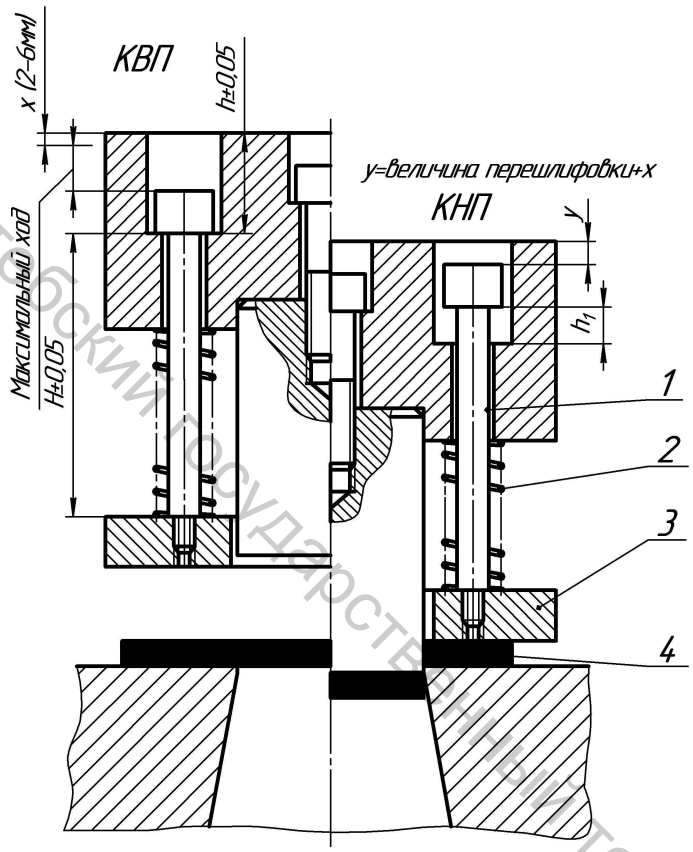


Рис. 1.22. Схема конструкции подвижного съёмника: 1 – винт; 2 – пружина; 3 – съёмник подвижный; 4 – полоса

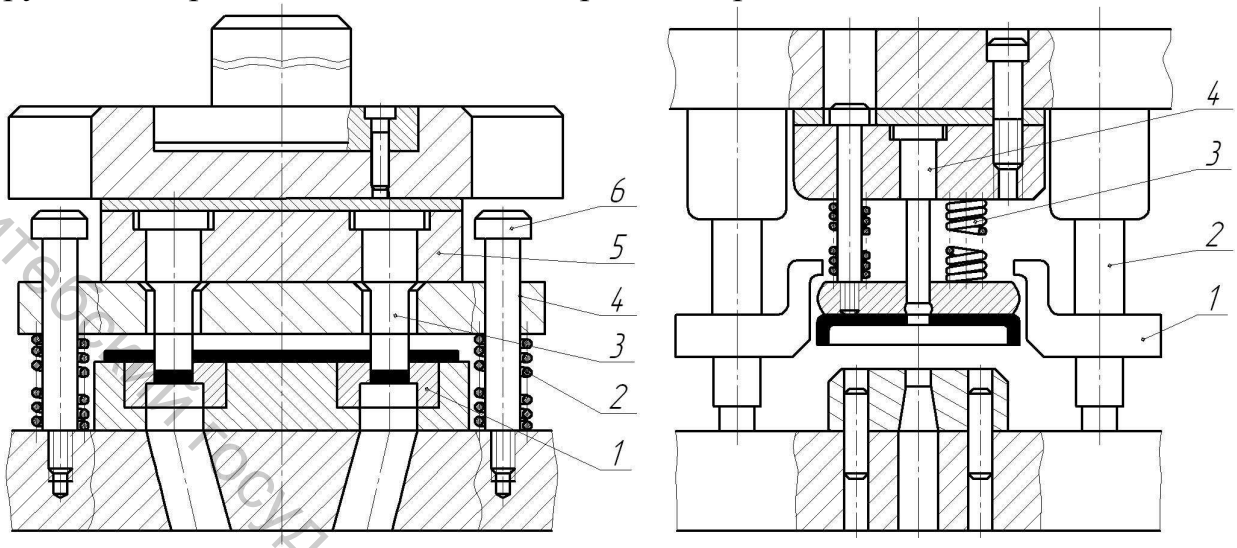
Съёмник применяется для одного или нескольких пуансонов. Толщина съёмника составляет 10…20 мм. Размеры пружин и их количество определяется усилием снятия. Винты создают предварительное сжатие пружин и обеспечивают необходимое положение съёмника. Размер H от нижней части головки винта до поверхности съёмника для всех винтов должен быть одинаковым. Глубина отверстия под головку также должна быть одинаковой и обеспечивать максимальный ход съёмника h, плюс гарантированный зазор 2…6 мм. По мере затупления и перешлифовки торца пуансона ход съёмника будет увеличиваться. Максимальный ход съёмника будет определяться как сумма первоначального хода и величины сошлифованной части пуансона.

Нижняя плоскость съёмника в крайнем верхнем положении должна быть ниже торца пуансона. При движении пуансона вниз съёмник выполняет функции прижима и при достаточном первоначальном сжатии пружин может предотвращать деформацию полосы, повышая тем самым качество заготовок.

Полужёсткий подвижный съёмник (рис. 1.23) имеет жёсткую опору за счёт ступенчатых винтов 6 только в направлении съёма заготовки (при ходе ползуна пресса вверх), а в направлении рабочего хода (при движении ползуна вниз) съёмник опускается под действием пуансонодержателя и поддерживается сжатыми пружинами 2. Такая конструкция съёмника способствует увеличению расстояния между нижней поверхностью съёмника и зеркалом матрицы 1, уменьшению длины пуансона 3, облегчению укладки и извлечению заготовки из рабочей зоны штампа.

Витебский государственный технологический университет

В штампе (рис.1.23, б) при съёме заготовок с пуансона 4 жёсткой опорой служат регулируемые скобы 1, закреплённые на направляющих колонках 2. Пружины 3 прижимают заготовки в процессе пробивки.



а б

Рис.1.23. Штампы с полужёстким съёмником:

а – с ограничением хода съёмника ступенчатыми винтами: 1 – матрица; 2 – пружины; 3 – пуансон; 4 – съёмник; 5 – пуансонодержатель; 6 – ступенчатый винт;

б – с ограничением хода съёмника регулируемыми скобами: 1 – скоба; 2 – направляющая колонка; 3 – пружины; 4 – пуансон

Для извлечения заготовок из верхней части штампа широко используется жёсткий выталкиватель, приводимый в действие планкой (коромыслом) 1, расположенной в ползуне пресса (рис. 1.24). В процессе обратного хода ползуна планка упирается в неподвижно закрепленную на станине пресса опору 2 и останавливается. При дальнейшем движении ползуна пресса толкатель 3, расположенный в отверстии хвостовика штампа, упирается в планку 2 и также останавливается. Ползун пресса совместно с закрепленным на нем штампом продолжает подниматься вверх и происходит относительное осевое перемещение на величину m верхней части штампа относительно неподвижного толкателя 3.

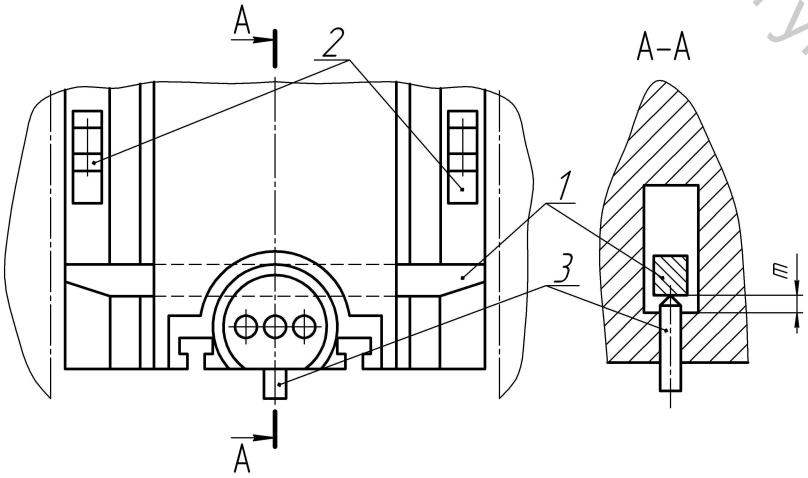


Рис.1.24. Схема конструкции жёсткого выталкивателя пресса:

1 – коромысло; 2 – регулируемая опора; 3 – толкатель

Витебский государственный технологический университет

Выталкиватели встречаются двух типов: ударного и плавного действия (рис. 1.25). Выталкиватель ударного действия расположен в верхней подвижной части штампа; выталкиватель плавного действия расположен в нижней неподвижной части штампа.

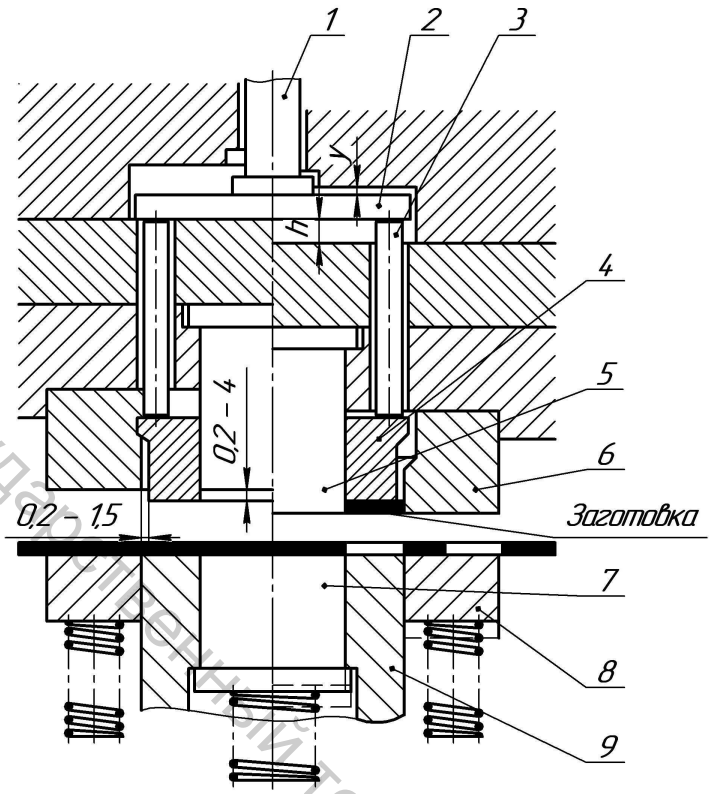


Рис. 1.25. Схема штампа с выталкивателями ударного и плавного действия:
1 – стержень толкающий; 2 – траверса; 3 – толкатель; 4 – выталкиватель;
5 – пуансон пробивной; 6 – матрица; 7 – выталкиватель;
8 – съёмник; 9 – пуансон-матрица

Конструкция выталкивателя ударного действия включает: толкающий стержень 1, траверсу 2, толкатели 3 и выталкиватель 4. В процессе обратного хода ползуна пресса толкающий стержень 1 (см. рис. 1.24) упирается в неподвижную планку 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 вырубленную заготовку, продолжают движение вверх. Заготовка упирается в неподвижный выталкиватель 4 и также останавливается, а матрица 6 продолжает движение вверх относительно неподвижной заготовки, которая таким образом удаляется из рабочей зоны матрицы.

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, а при обратном ходе удаляет из отверстия пуансон-матрицы 9 отход заготовки. Для удаления отхода из отверстия пуансон-матрицы необходимо предварительное сжатие пружины, превышающее усилие выталкивания.

Витебский государственный технологический университет

1.6. Штампы для чистовой вырубки – пробивки

Особенность штампов для чистовой вырубки – пробивки состоит в том, что отделение заготовки от полосы осуществляется после предварительного сжатия исходной полосы и отделяемой заготовки между силовыми элементами штампов. В результате процесс отделения осуществляется в условиях объёмного напряжённо – деформированного состояния. Это позволяет устранить прогиб заготовки и полосы, а также избежать хрупкого разрушения. Отделение происходит в результате сдвига под действием касательных напряжений.

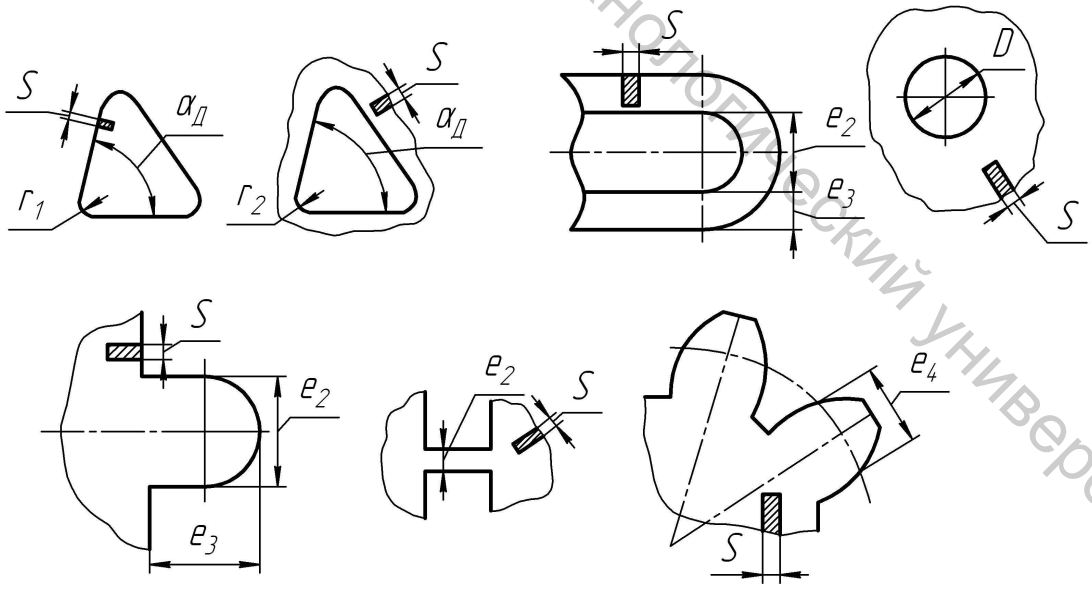
Чистовая вырубка–пробивка применяется для штамповки заготовок из конструкционных и легированных сталей, латуни с содержанием меди менее 63%, бронзы с содержанием меди не менее 92%, а также из алюминия и алюминиевых сплавов с пределом текучести не более 30 МПа.

Чистовая вырубка-пробивка обеспечивает: шероховатость поверхности среза Ra1,6÷0,4 мкм; отклонение поверхности среза от перпендикулярности к плоскости торца заготовки в пределах 0,001 – 0,004 мм на 1 мм толщины; отклонение от плоскостности торцевых поверхностей 0,001 – 0,002 на 100 мм длины.

Чистовой вырубкой-пробивкой возможно получение элементов с размерами, приведенными в таблице 1.3. На острых заготовках образуются завалы, величиной до 25% толщины материала.

Таблица 1.3.

Размеры штампуемых элементов при чистовой вырубке – пробивке.

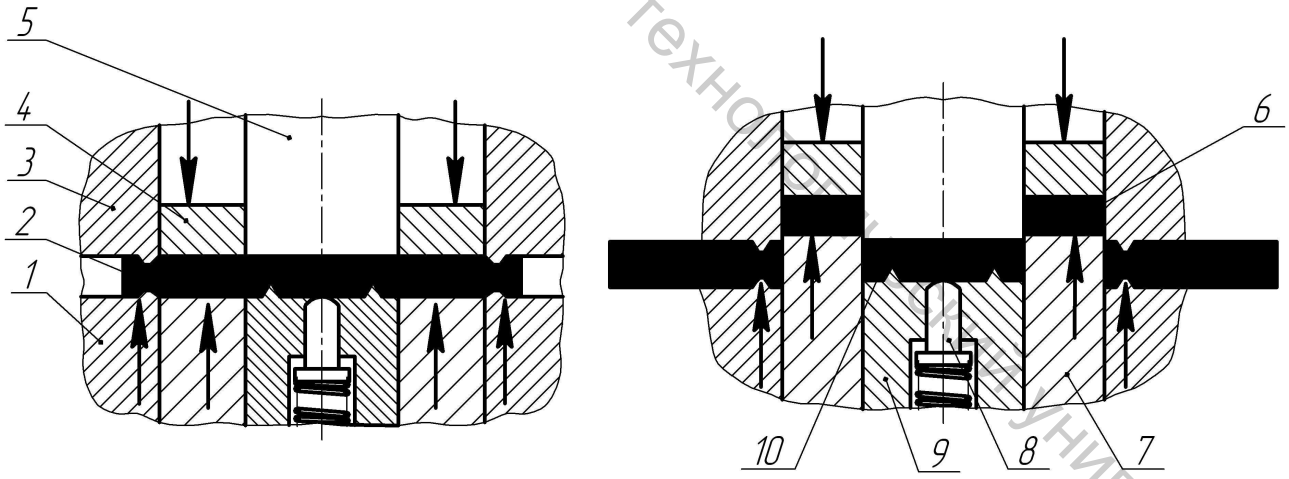


$\sigma_В$ штампуемого материала, МПа	$\alpha^\circ_Д$	r_1	r_2	e_1	e_2	e_3	e_4	D
		Не менее размера в долях толщины S						
До 500	До 90	0,1	0,08	0,5	0,5	1,0	0,4	0,5
	Св.90	0,2	0,1					
Св.500	До 90	0,1	0,08	0,6	0,6	1,0	0,4	0,6
	Св.90	0,2	0,1					

Белорусский государственный технологический университет

Объемное сжатие заготовки и полосы осуществляется клиновидными ребрами, расположенными по контуру резания. Для штампуемого материала толщиной S≤4 мм клиновидное ребро применяют только на прижиме; для S>4 мм прижиме и матрице.

Общая схема штампов для чистовой вырубки – пробивки представлена на рис. 1.26. В соответствии со схемой обеспечивается вырубка шайбы из исходной заготовки 2 и одновременно пробивка отверстия. До начала разделения исходная заготовка (рис. 1.26, а) зажимается между прижимом 1 и матрицей 3. В заготовку вдавливаются клиновидные рёбра, расположенные на прижиме и матрице. Отход 10 зажимается между нижнем выталкивателем 9 и пуансоном 5. В отход также вдавливается клиновидное ребро, расположенное на выталкивателе. Штампуемая заготовка 6 оказывается зажатой между выталкивателем 4 и пуансоном – матрицей 7. В процессе движения пуансонов выталкиватель 4 утапливается, а штампуемая заготовка 6 отделяется от исходной. После возвращения частей штампа в исходное положение заготовка 6 выталкивается из кольцевой полости верхним выталкивателем 4, а отход 10 отделяется от выталкивателя 9 отлипателем 8.



а б

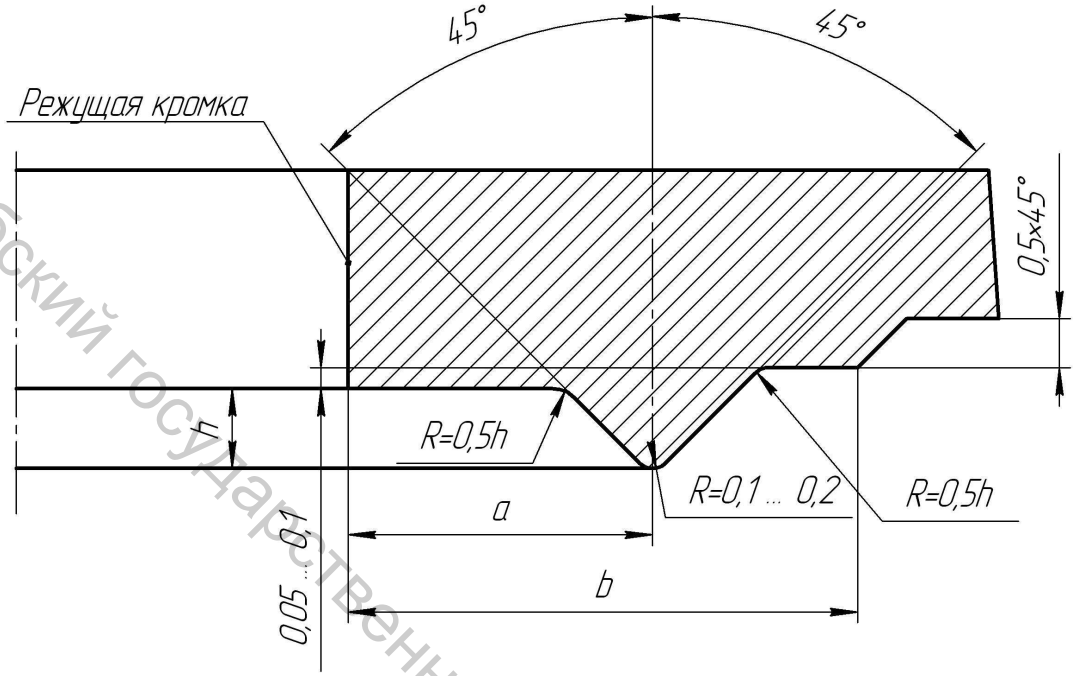
Рис.1.26. Технологическая схема штампов для чистовой вырубки – пробивки: а – начало штамповки; б – окончание штамповки: 1 – прижим; 2 – исходная заготовка; 3 – матрица; 4 – выталкиватель; 5 – пуансон; 6 – заготовка; 7 – пуансон – матрица; 8 – отлипатель; 9 – выталкиватель; 10 – отход.

Витебский государственный технологический университет

Геометрические параметры клиновидных ребер приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4.

Геометрические параметры клиновидных ребер



Толщина вырубаемой детали S, мм	Размеры клиновидного ребра, мм			Толщина вырубаемой детали S, мм	Размеры клиновидного ребра, мм		
	h	a	b		h	a	b
0,5…4	0	--	--	11	1,1	7,7	16
5	0,5	3,5	7	12	1,2	8,4	18
6	0,6	4,2	9	13	1,3	9,1	19
7	0,7	4,9	10	14	1,4	9,8	20
8	0,8	5,6	12	16	1,6	11,2	22
9	0,9	6,3	13	18	1,8	12,6	25
10	1,0	7,0	14	20	2,0	14,0	28

Исполнительные размеры матриц и пуансонов определяют аналогично штампам для обычной вырубки – пробивки по формулам 1.4 – 1.11.

При этом двусторонний зазор Z между матрицей и пуансоном определяют по формуле

$$Z=0{,}01S^{+TZ}, \qquad (1.15)$$

где S – толщина штампуемого материала; TZ – допуск зазора (таблица 1.5).

Таблица 1.5.

Соотношение между предельным отклонением зазора и толщиной материала

S, мм	До 2.0	Св. 20 до 6,0	Св. 6 до 10,0	Св. 10 до 12
TZ, мм	0,005	0,010	0,02	0,030

Витебский государственный технологический университет

Штампы для чистовой вырубки-пробивки в сравнении с обычными отличаются повышенной прочностью формообразующих деталей; массивностью верхней и нижней плит; точностью направляющих узлов. Штампы предназначены для эксплуатации на гидравлических прессах тройного действия с нижнем расположением главного ползуна пресса. На рис. 1.27 представлен штамп с подвижной пуансон-матрицей и неподвижным прижимом.

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

Витебский государственный технологический университет

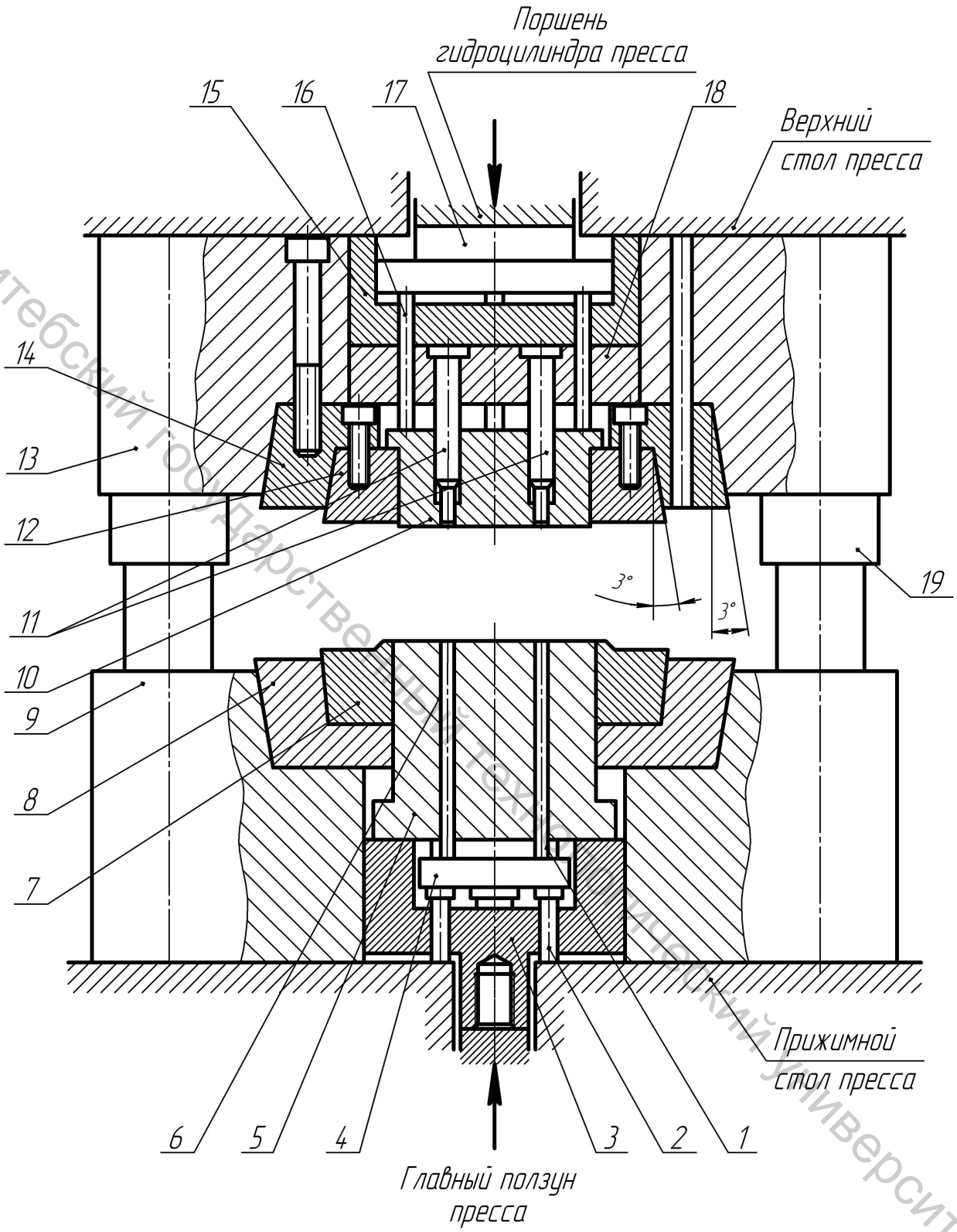


Рис.1.27. Штамп для чистовой вырубки – пробивки:

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.

Витебский государственный технологический университет

1.7.Гибочные штампы

Расчёт размеров формообразующих деталей. Основными разновидностями заготовок, подвергаемых гибке являются V–образные и П–образные. Остальные формы в различных сочетаниях их повторяют. Поэтому методика определения размеров формообразующих деталей гибочных штампов основана на методике расчета V– и П–образных штампов.

Витебский государственный технологический университет

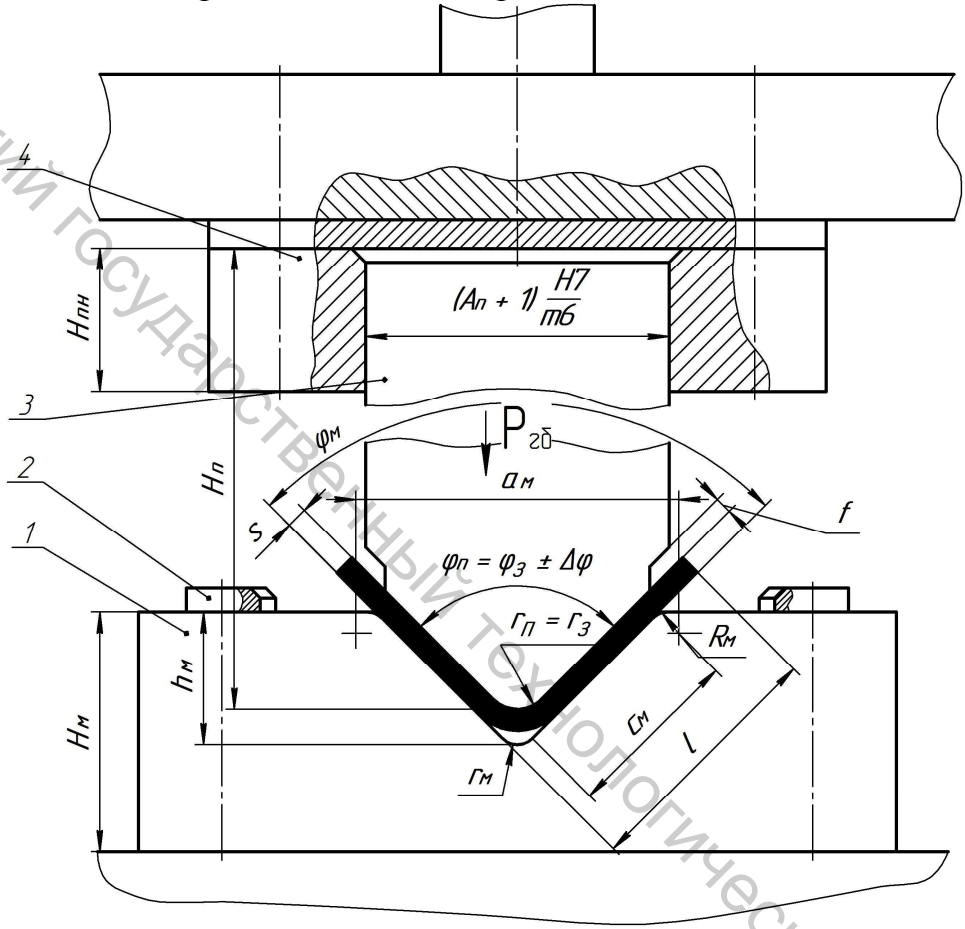


Рис. 1.28. Схема штампа для V–образной гибки:
1 – матрица; 2 – трафарет; 3 – пуансон; 4 – пуансонодержатель

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

$$\varphi_П = \varphi_М = \varphi_З \pm \Delta\varphi, \qquad (1.16)$$

где $\varphi_З$ – угол гибки заготовки; $\Delta\varphi$ – угол пружинения принимают в соответствии с таблицей 1.6.

Угол пружинения зависит от многих факторов. Поэтому во всех случаях требуется уточнение угла пружинения опытным путём. Однако, установленный опытным путём угол пружинения при штамповке одной и той же заготовки в одном и том же штампе может изменяться в зависимости от незначительных изменений свойств материала в состоянии поставки.

Таблица 1.6.

Ориентировочные значения угла пружинения при V–образной гибки.

Штампуемый материал	r/s	$\Delta\varphi$ ° 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

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

Радиус закругления пуансона $r_П$ принимается равным радиусу закругления заготовки $r_З$; радиус закругления матрицы:

$$r_П = (0,6...0,8)(r_П + s) \qquad (1.17)$$

Радиус закругления на ребре матрицы $R_М$ принимается ориентировочно из соотношения:

$$R_М = (1...2)s \qquad (1.18)$$

При длине полки заготовки $l \le 50$ глубину рабочей части матрицы и её толщину определяют по табл. 1.7

Таблица 1.7.

Конструктивные размеры деталей штампов для V–образной гибки при длине $l \le 50$ *мм* (рис. 1.28).

s	$h_М$	$H_М$	s	$h_М$	$H_М$
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

Таблица 1.8.

Длина наклонной части рабочего профиля $c_м$ матрицы для V–образной гибки при длине полки $l > 50$ *мм* (рис. 1.28).

Толщина материала	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

Во всех случаях ширина касания пуансона с заготовкой должна быть не более ширины касания матрицы с заготовкой. Ширина $A_П$ принимается на

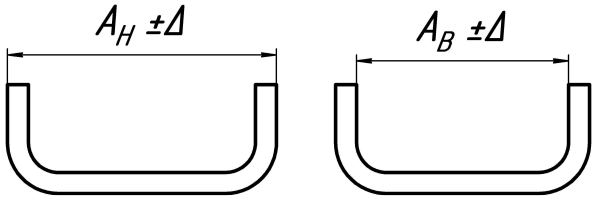
Витебский государственный технологический университет

5…10мм больше ширины касания пуансона со штампуемой заготовкой. Толщина пуансонодержателя $H_{ПН}$ принимается равной $(0{,}3…0{,}5)A_П$. Длину пуансона вычисляют по формуле:

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

(1.19)

При П–образной гибке методика определения исполнительных размеров матрицы и пуансона зависит от варианта простановки размеров на чертеже заготовки (рис. 1.29).



а б

Рис. 1.29. Чертежи скоб с наружной (а) и внутренней (б) простановкой размеров.

Если задан наружный размер скобы A_H с допуском $\pm\Delta$, матрица выполняется с размером:

$$A_M = A_H + \delta_M,$$

(1.20)

Пуансон подгоняется по матрице с соответствующим зазором.

Если задан внутренний размер скобы A_B с допуском $\pm\Delta$, пуансон выполняется с размером:

$$A_П = A_B - \delta_П$$

(1.21)

Матрица подгоняется по пуансону с требуемым зазором.

В формулах (1.20) и (1.21) $\delta_П$ и δ_M – допуски на изготовление матрицы и пуансона.

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

$$Z = s + c\delta,$$

(1.22)

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

Конструктивные размеры матриц приведены в таблице 1.9.

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

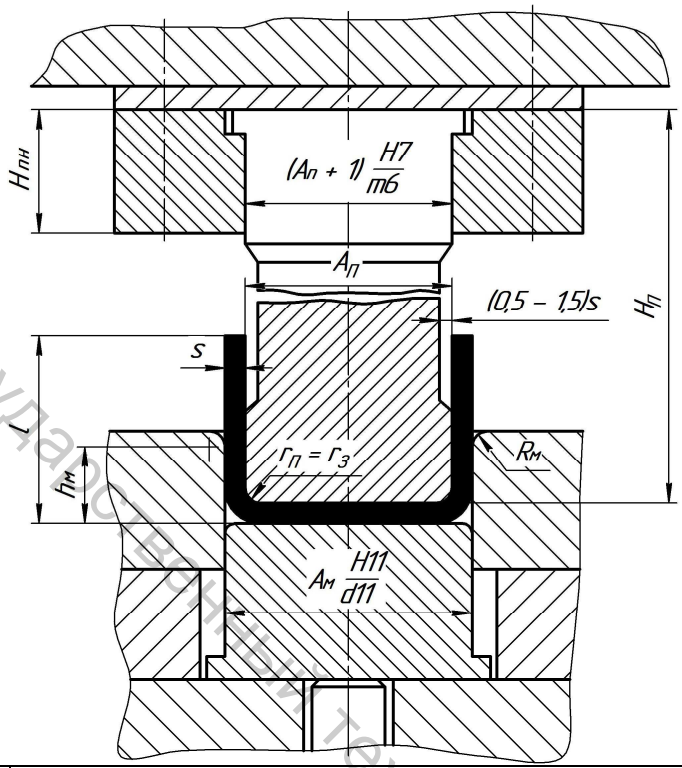
Типовые конструктивные схемы штампов обеспечивающих компенсацию пружинения приведены на рис. 1.30. Определённой компенсации пружинения можно достичь за счёт выполнения на пуансоне двух скосов под

Витебский государственный технологический университет

углом $\Delta\varphi_П$ (рис. 1.30, а) и применения при этом заниженных зазоров между матрицей и пуансоном.

Таблица 1.9

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
» 20 » 35	2	12	4	15	5	20	5	25
» 35 » 50	3	15	4	20	6	25	5	30
» 50 » 75	3	20	5	25	6	30	5	35
» 75 » 100	–	–	5	30	8	35	5	40
» 100 » 150	–	–	5	35	8	40	5	50
» 150 » 200	–	–	5	45	8	55	5	65

Пружинение можно также компенсировать путём образования в штампуемой заготовке выпуклости с углом её касательной к горизонтали $\Delta\varphi_n$ (рис. 1.30, 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. 1.30,в. При этом принимается:

$$\Delta\varphi_n^{/} = (1{,}5...1{,}8)\Delta\varphi_n \qquad (1.23)$$

Компенсацию пружинения можно обеспечить путем применения поворотных полуматриц и соответствующих скосов на пуансоне (рис. 1.30, г,

Витебский государственный технологический университет

д). Штампы подобной конструкции обеспечивают изгиб полки относительно горизонтального основания под углом $\beta < 90°$ (рис.1.30, е). Компенсация пружинения или гибка заготовок под углом $\beta < 90°$ могут быть обеспечены подвижными полуматрицами, перемещающимися клиньями (рис. 1.30, ж, з).

Уменьшить пружинение без применения дополнительных устройств можно путём гибки с утонением стенок за счёт занижения зазора между пуансоном и матрицей до 70 – 75% номинальной толщины металла, подвергаемого гибке.

Для обеспечения чистого изгиба без растяжения полок при П–образной гибке применяется конструкция штампа с поворотными полуматрицами, шарнирно соединёнными с выталкивателем (рис. 1.31, а). При этом компенсируется пружинение заготовки. Гибка с правкой и калибровкой горизонтального основания заготовки обеспечивается применением подвижных полуматриц (рис. 1.31, б) или подвижных вкладышей составного пуансона (рис 1.31, в). Аналогичная правка и калибровка обеспечивается также применением подвижных полуматриц перемещающихся под действием выступа на пуансоне (рис. 1.31, г). Для гибки заготовок сложной формы могут быть применены схемы штампов, приведенные на рис. 1.30 д, е.

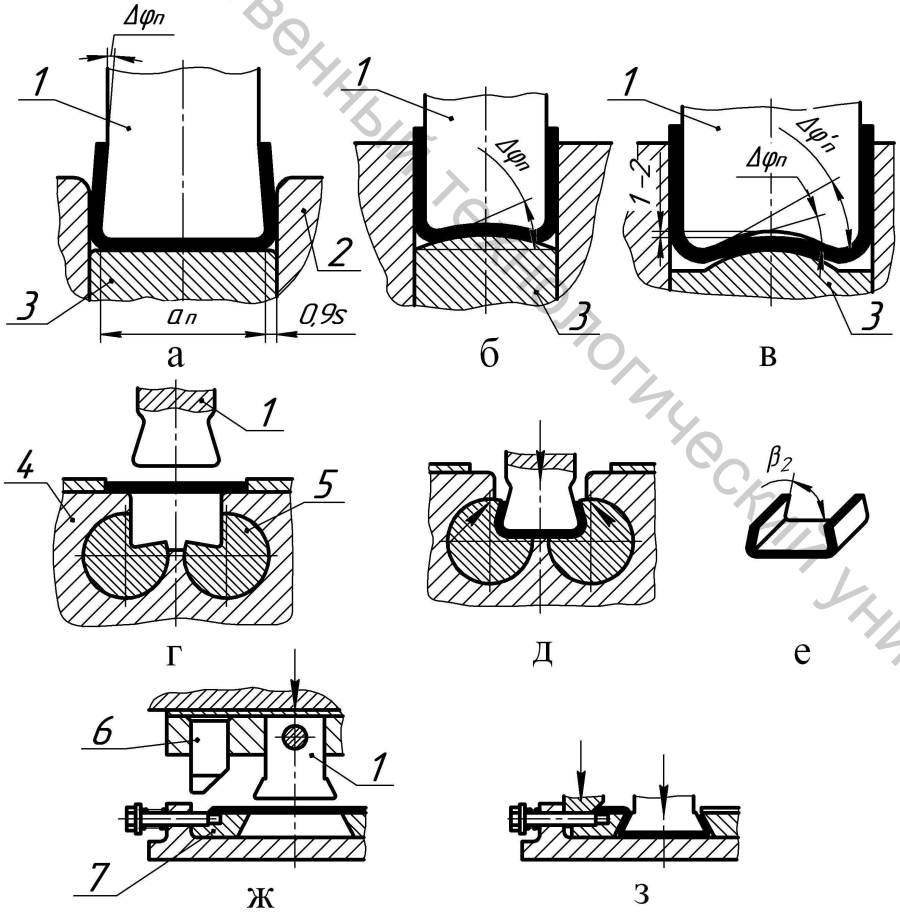


Рис. 1.30. Схемы конструкций штампов, обеспечивающих компенсацию пружинения материала заготовок с использованием: а – скошенных пуансонов; б, в – пуансонов с выпуклостями; г, д – поворотных матриц; ж, з – подвижных полуматриц: 1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – выталкиватель; 4 – основание матрицы; 5 – поворотная полуматрица; 6 – клин; 7 – подвижная полуматрица.

Витебский государственный технологический университет

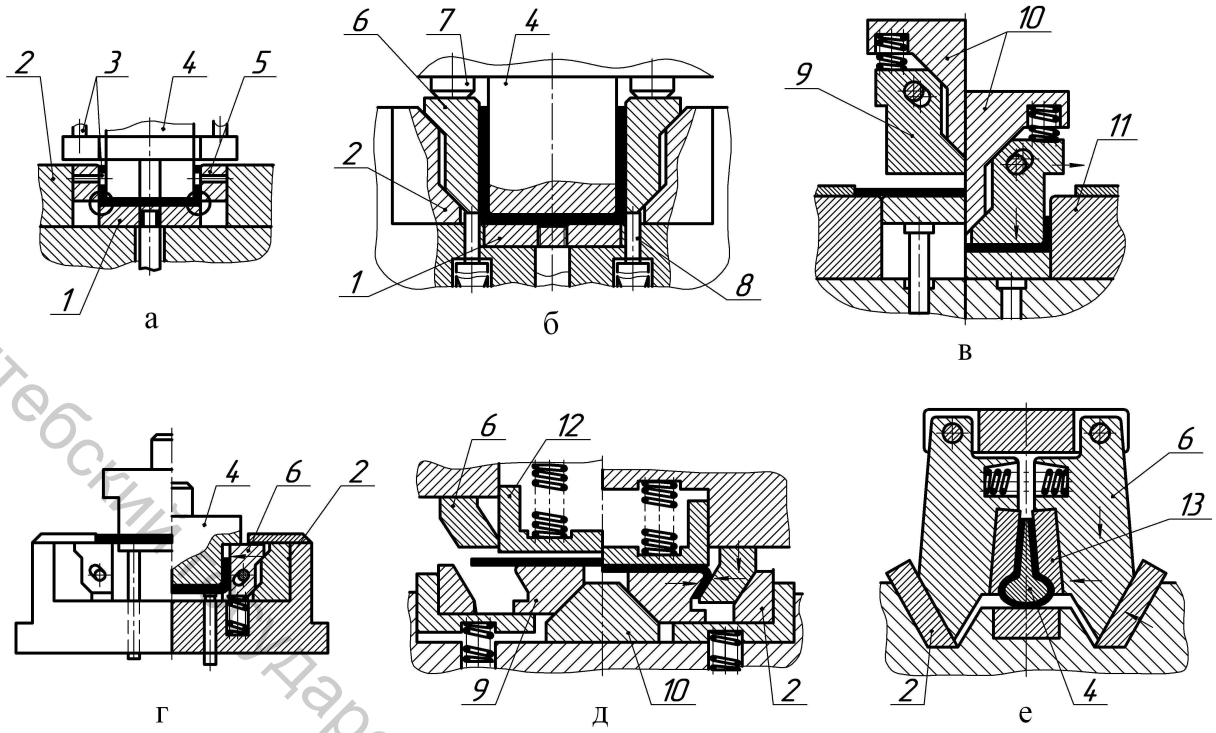


Рис. 1.31. Схемы конструкций штампов для гибки П–образных заготовок с применением: а, г – шарнирных поворотных полуматриц; б, д, е – клиновых полуматриц; в – подвижных вкладышей пуансона: 1 – выталкиватель; 2 – основание матрицы; 3 – фиксаторы; 4 – пуансон; 5 – поворотные полуматрицы; 6 – подвижная полуматрица; 7 – упор-толкатель; 8 – толкатель; 9 – подвижный вкладыш пуансона; 10 – основание пуансона; 11 – матрица; 12 – прижим; 13 – вкладыш матрицы

1.8. Вытяжные штампы

Расчёт формообразующих деталей. Исполнительные размеры формообразующих деталей устанавливаются в соответствии со способом задания размеров на заготовках. Если допуск на заготовке задан по наружному размеру (рис. 1.32, а), то принимаются:

размер матрицы

$$L_M = \left(L - \Delta\right)^{+\delta_M} \qquad (1.24)$$

размер пуансона

$$L_П = \left(L - \Delta + 2 \cdot Z_{вм}\right)_{-\delta_П} \qquad (1.25)$$

где L, $L_П$ и L_M – соответственно номинальные размеры заготовки, пуансона и матрицы; Δ – допуск на размер заготовки; $Z_{вт}$ – односторонний зазор при вытяжке; $\delta_П$ и δ_M – допуски на размеры пуансона и матрицы.

Если допуск задан по внутреннему размеру (рис. 1.32, б), то:

$$L_П = \left(l - 0{,}5 \cdot \Delta\right)_{-\delta_П} \qquad (1.26)$$

$$L_M = \left(l - 0{,}5 \cdot \Delta + 2 \cdot Z_{вт}\right)^{+\delta_M}, \qquad (1.27)$$

где l – номинальный внутренний размер заготовки.

Витебский государственный технологический университет

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

для стали $Z_{вт} = S + 0,07\sqrt{10S}$ (1.28)

для алюминия $Z_{вт} = S + 0,02\sqrt{10S}$ (1.29)

для других цветных металлов и сплавов $Z_{вт} = S + 0,04\sqrt{10S}$, (1.30)

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 – $(1,25 \div 1,35)S$.

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. 1.32, в – н.

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

$$r_{mn} = 0,05\left[50 + \left(d_{n-1} - d_n\right)\right]\sqrt{S}, \quad (1.31)$$

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

Различные по пластическим свойствам материалы требуют различного подхода при назначении r_M. Наряду с формулой (1.31) следует учитывать конкретные условия вытяжки. Так, при вытяжке заготовок из материала толщиной до 3мм из низкоуглеродистой стали $r_M = (6 \div 10)S$; из алюминия, его сплавов и латуни $r_M = (5 \div 8)S$. При толщине 3 – 6 мм указанные значения соответственно уменьшаются до $(4 \div 6)S$ и $(3 \div 5)S$, а при $S > 6$ мм до $(2 \div 4)S$ и $(1,5 \div 3)S$.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 $(10 \div 20)S$.

Витебский государственный технологический университет

Существенного увеличения r_M можно добиться применяя дополнительное прижимное кольцо (рис. 1.32, ж), воздействующее на заготовку с помощью отдельного механизма.

Радиус закругления торца пуансона $r_П$ на последней операции применяют равным радиусу заготовки $r_З$ (рис. 1.32, а). Если вытяжку осуществляют за две-три операции, следует назначить $r_П = (0,8 \div 1,0) r_M$ 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. 1.32, е), а при $m \le 0,8$ – матрицы с конической формой рабочей части (рис. 1.32, 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.1.32 д. При вытяжке напровал необходимо предусмотреть рабочий поясок высотой $a = (5 \div 10) S$ и расточку глубиной $b = (2 \div 8) S$ (рис.1.32, 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 $D_Ц = D_З - 2c$ (рис. 1.32, в, г).

При вытяжке с прижимом съем заготовки с пуансона обеспечивает прижимное кольцо (Рис. 1.32, ж, к, л, м); без прижима – кромка буртика (Рис. 1.32, г)

При вытяжке деталей с широким фланцем во избежание чрезмерного возрастания усилия прижима необходимо уменьшить контактную площадь прижима, что достигается выполнением буртика (рис. 1.32, н). Высота буртика или выемки $e = (0,2 \div 0,5) S$.

Витебский государственный технологический университет

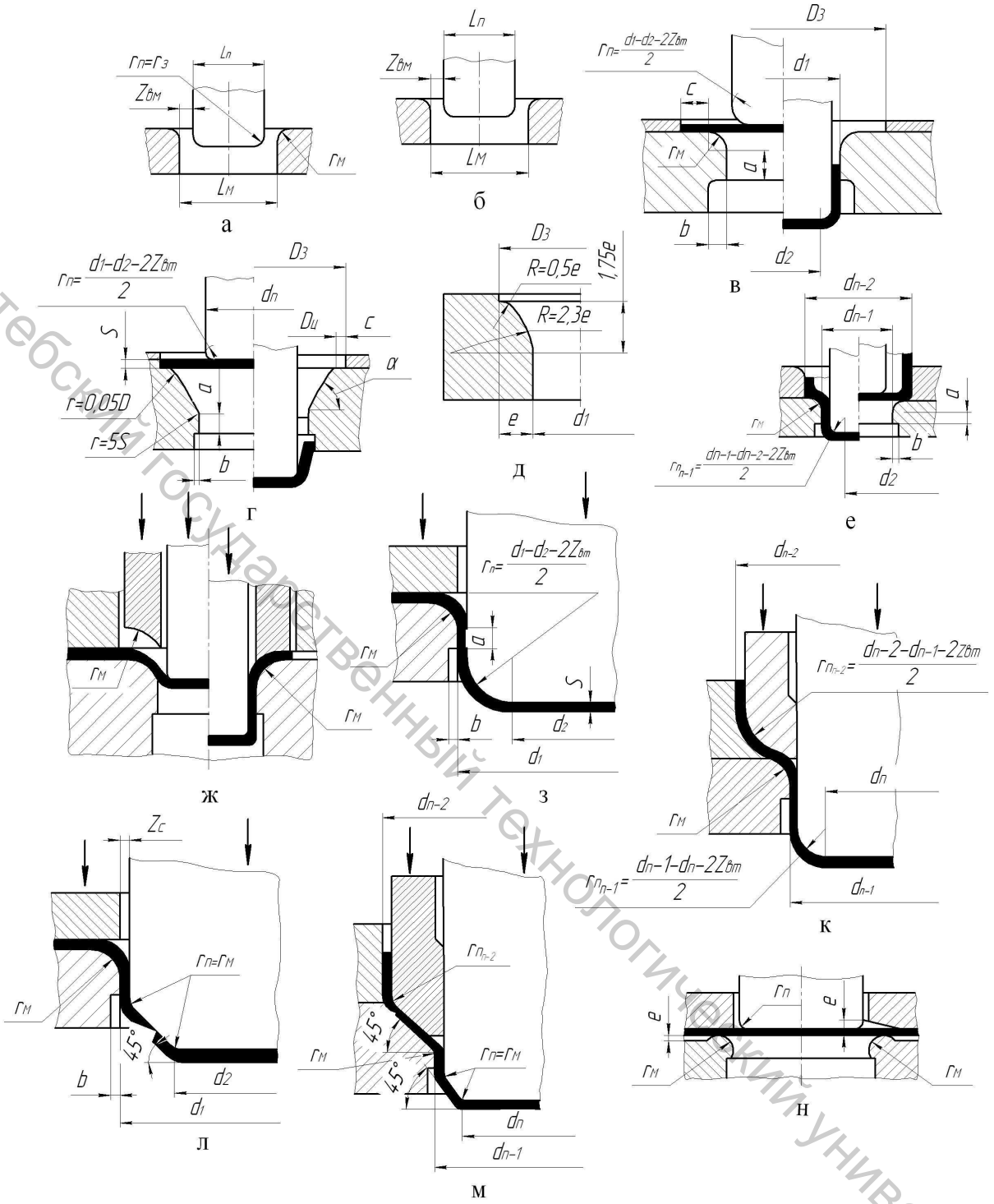


Рис.1.32. Размеры формообразующих элементов вытяжных штампов:
а, б – исполнительные размеры пуансона и матрицы соответственно при задании наружного или внутреннего размеров заготовки; в, г – конструктивное оформление формообразующих элементов при вытяжке соответственно в цилиндрической и конической матрице; д – элементы матрицы с эвольвентной 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

Перетяжные пороги и рёбра. Одно из основных условий получения вытянутой заготовки высокого качества – обеспечение условий дифференцированного течения металла по всему контуру матрицы. На процесс деформации металла большое влияние оказывают: форма и месторасположение прижимной поверхности, усилие прижима, площадь поверхности заготовки, находящейся под прижимом. В процессе вытяжки в материале фланца возникают окружные сжимающие напряжения, которые вызывают образование складок. Усилие прижима при вытяжке средних и крупных заготовок бывает недостаточным для предотвращения складкообразования. Чтобы уменьшить сжимающие напряжения во фланцах необходимо искусственно увеличить растягивающие.

Один из способов увеличения радиальных растягивающих напряжений – вытяжка в матрице с перетяжными порогом (рис. 1.33, а) или с перетяжным ребрами (рис. 1.33, б). Однако увеличение радиальных растягивающих напряжений вызывает утонение стенки, что может привести к разрушению заготовки. Поэтому размеры перетяжных порогов и рёбер должны быть подобраны таким образом, чтобы увеличение радиальных растягивающих напряжений не привело к отрыву донной части заготовки. Размеры перетяжных порогов и рёбер принимают в соответствии с таблицей 1.10. Конструктивные исполнения порогов и рёбер представлены на рис. 1.33 (в – е).

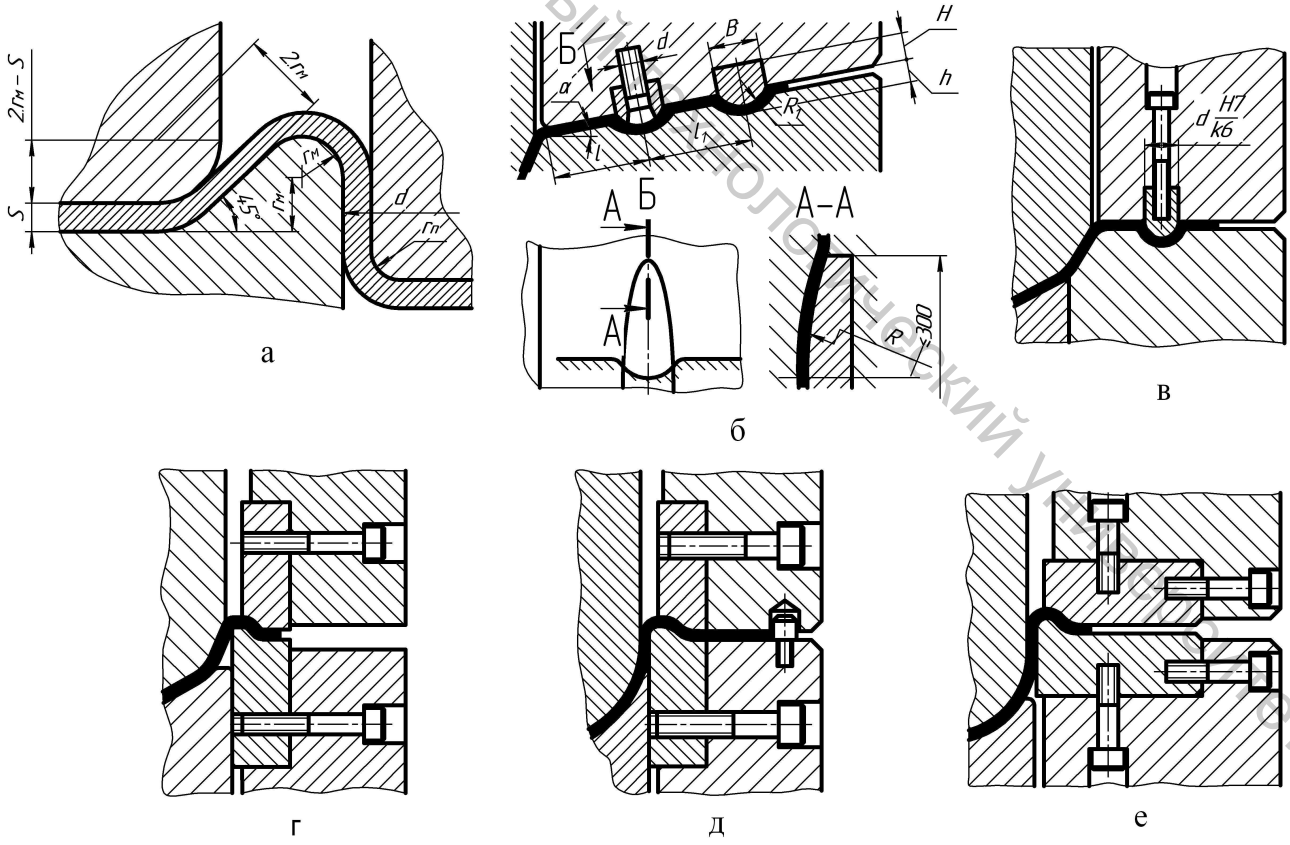


Рис.1.33. Перетяжные пороги и рёбра: конструктивные схемы перетяжных порогов (а) и рёбер (б); в, г, д, е – конструктивные варианты исполнения и размещения перетяжных порогов и рёбер

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.10.

Размеры перетяжных порогов и рёбер (рис. 1.33).

Штампы	l	l_1	B	h	R_1	R	H	d
Мелкие и средние	25 – 32	25 – 30	14	6	7	125	5	М6
Средние и крупные	28 – 35	28 – 32	16	7	8	150	6	М8
Очень крупные	32 – 38	32 – 38	20	8	10	150	7	М10

Типовые конструкции штампов. Штампы для вытяжки классифицируют: по очередному номеру операции (штамп для первой вытяжки, второй и т.д.); направлению вытяжки (донной частью вниз или вверх); типу прессов (одинарного, двойного или тройного действия); по степени концентрации операций (однооперационные, многооперационные). Штампы для первой вытяжки на прессе одинарного действия представлены на рис.1.34. Удаление заготовки с пуансона осуществляется съёмником, состоящим из раздвижных секторов расположенных под вытяжной матрицей (рис.1.34, а). В процессе движения пуансона вниз заготовка раздвигает секторы, а после того, как заготовка окажется ниже съёмника, секторы сжимаются и охватывают пуансон. При обратном ходе пресса секторы снимают заготовку с пуансона.

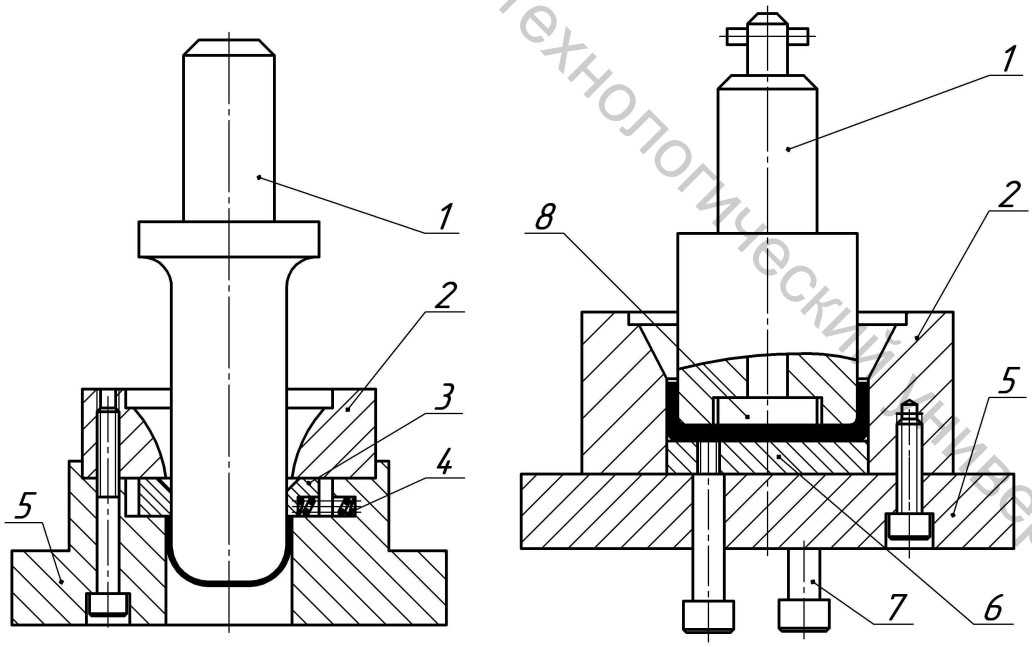


Рис.1.34. Штампы для первой вытяжки на прессе одинарного действия:
а – штамп со съёмником; б – штамп с выталкивателем: 1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – раздвижные секторы; 4 – пружина; 5 – плита; 6 – выталкиватель; 7, 8 – толкатели

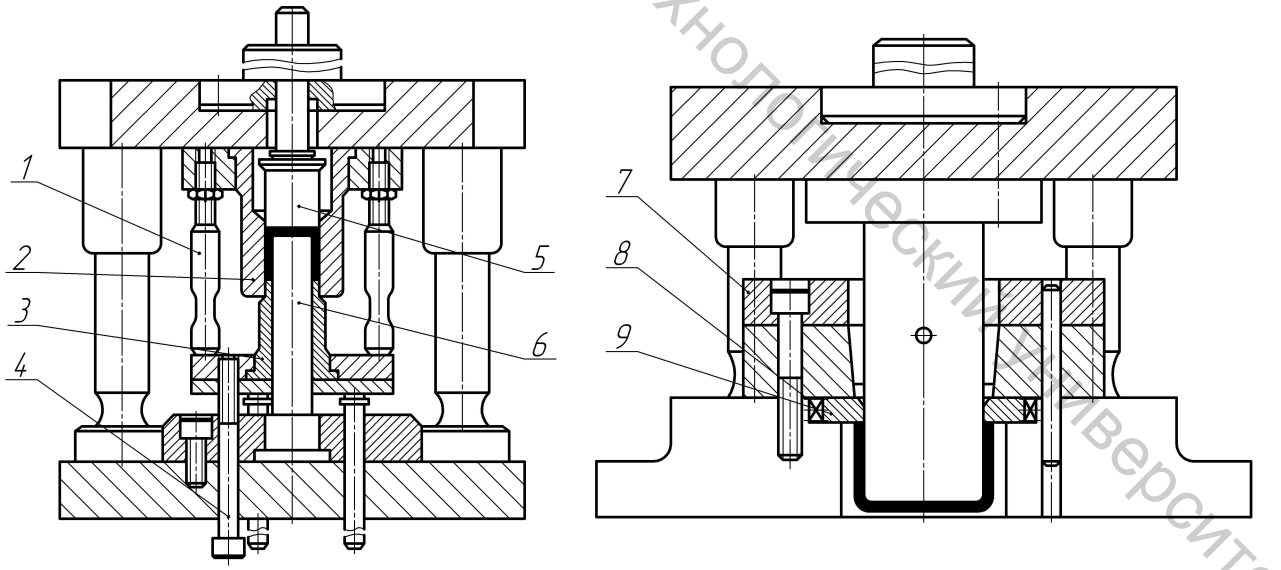
Недостатком такой конструкции штампа является образование выпуклости на донной части заготовки. Для устранения выпуклости

Витебский государственный технологический университет

применяются выталкиватели (рис. 1.34, б). В конце рабочего хода пресса заготовка зажимается между торцевыми поверхностями пуансона 1 и выталкивателя 6. При этом осуществляется правка донной части заготовки. Съём заготовки с пуансона осуществляется толкателем 8, а удаление заготовки с полости матрицы выталкивателем 6.

Штампы для последующих вытяжек на прессе одинарного действия представлены на рис. 1.35. Вытяжка донной части вверх осуществляется на штампе, конструкция которого представлена на рис. 1.35, а. Заготовка устанавливается на стакан-фиксатор 3, который выполняет одновременно функции складкодержателя и съёмника. В процессе рабочего хода заготовка затягивается между подвижной матрицей 2 и неподвижным пуансоном 6. При обратном ходе заготовка снимается с пуансона стакан-фиксатором 3, а с полости матрицы 2 удаляется выталкивателем 5. Чтобы избежать повышенного давления на заготовку предусмотрены регулируемые по высоте шпильки-компенсаторы 1, которые нажимают на буфер и освобождают заготовку от защемления её матрицей 2.

Без складкодержателя (при малой степени деформации) последующие вытяжки заготовок выполняются, как правило, напровал (рис. 1.35, б). Исходная заготовка позиционируется в фиксаторе 7. После вытяжки заготовки снимается с пуансона секторными кольцами, которые после прохождении заготовки под действием пружины 2 сжимаются и охватывают поверхность пуансона. При обратном движении пуансона происходит съём заготовки с пуансона.



а б

Рис.1.35. Штампы для последующих вытяжек на прессе одинарного действия: а – донной частью вверх; б – донной частью вниз: 1 – шпилька компенсатор; 2 – матрица; 3 – стакан – фиксатор; 4 – толкатель; 5 – выталкиватель; 6 – пуансон; 7 – фиксатор; 8 – пружина; 9 – секторное кольцо

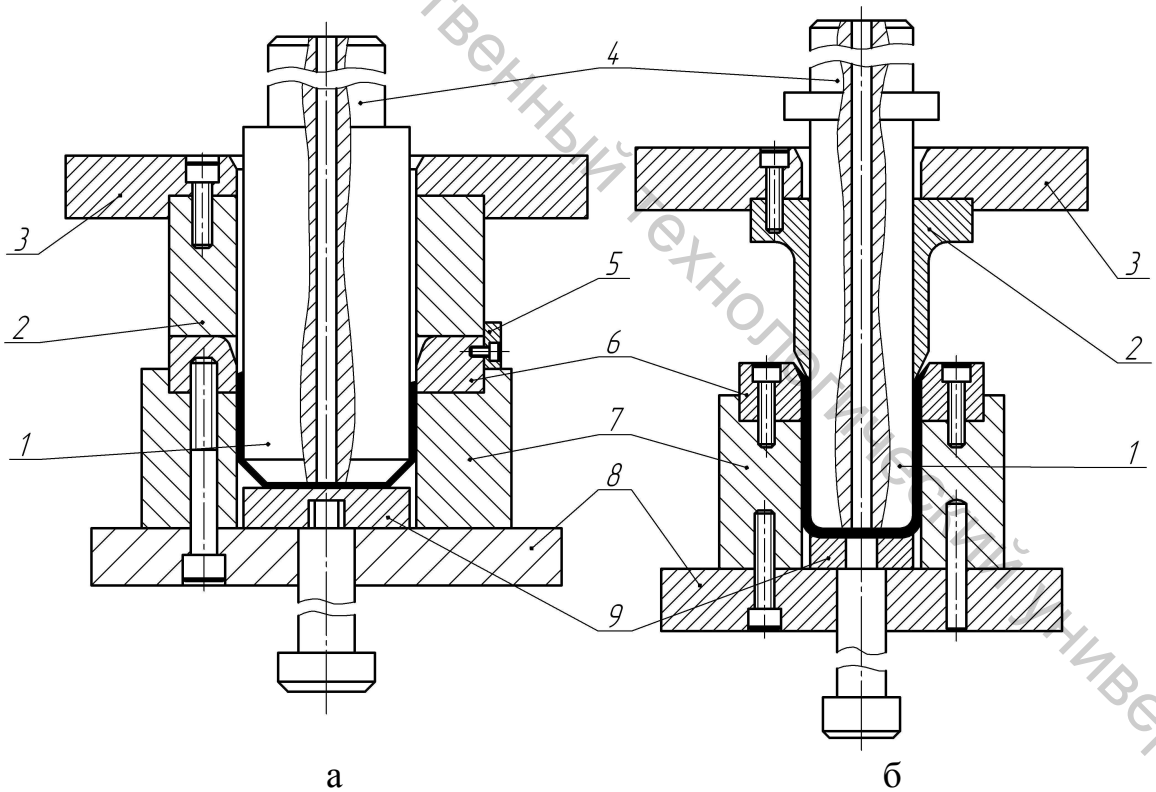
Глубокая вытяжка производится на прессах двойного действия. Типовые конструкции штампов с прижимом для прессов двойного действия представлены на рис. 1.36. Штамп для первой вытяжки с прижимом состоит из

Витебский государственный технологический университет

пуансона 1, матрицы 6 с обоймой 7 закреплённой на нижней плите 8 и выталкивателя 9, приводимого в действие от пресса. Пуансон 1 при при помощи хвостовика 4 крепится к внутреннему ползуну пресса двойного действия. Прижим осуществляется складкодержателем 2, который крепится к наружному ползуну пресса с помощью верхней плиты 3. Исходная заготовка позиционируется в штампе упорными планками 5.

При включении пресса сначала опускается наружный ползун и складкодержателем 2 прижимает заготовку к поверхности матрицы 6. При движении вниз внутреннего ползуна производит вытяжку. При обратном движении первоначально поднимается внутренний ползун, а затем наружный. Полученная заготовка остаётся в матрице и выталкивателем 9 извлекается из матрицы.

Схема конструкции штампа для последующей вытяжки на прессе двойного действия представлена на Рис. 1.36, б. Конструктивно штампы для первой и последующей вытяжек – схожи. Отличие состоит в форме прижима, который повторяет форму полости заготовки, полученной на предыдущей операции.



а б

Рис.1.36 Типовые конструкции штампов с прижимом для первой вытяжки (а) и последующей (б): 1 – пуансон; 2 – складкодержатель; 3 – плита верхняя; 4 – хвостовик; 5 – планки позиционирующие; 6 – матрица; 7 – обойма; 8 – плита нижняя; 9 – выталкиватель.

Витебский государственный технологический университет

1.9. Штампы для вытяжки с преднамеренным утонением

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

Конструктивная схема штампа для вытяжки с утонением представлена на рис. 1.37 (справа относительно осевой линии начало процесса вытяжки, слева – окончание). Штамп предназначен для эксплуатации на гидравлическом прессе.

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

Матрица (рис. 1.38, а) имеет 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 $\alpha = 8 \div 14^{o}$

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

Белорусский государственный технологический университет

высоты калибрующего пояска практически не влияет на усилие вытяжки, но увеличивает возможность налипания металла на поверхность матрицы.

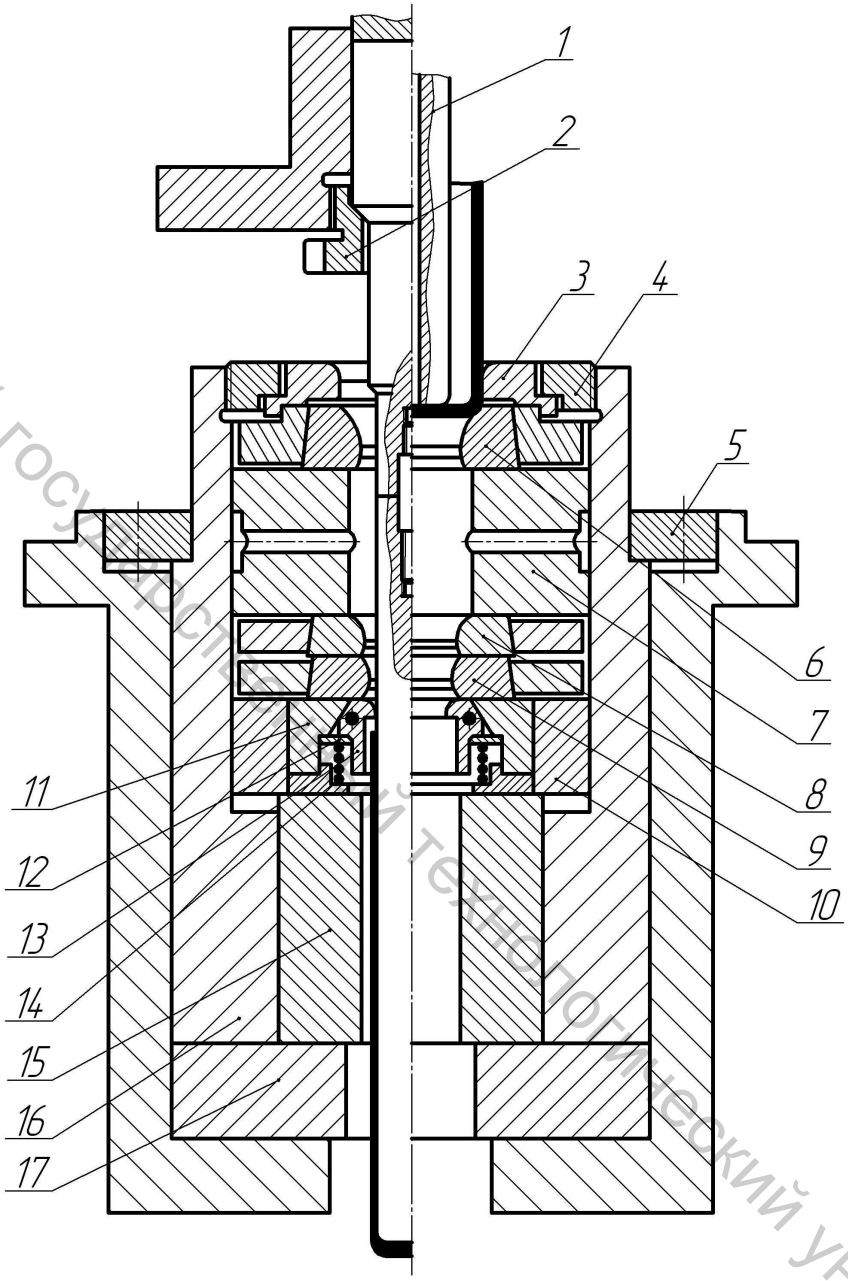


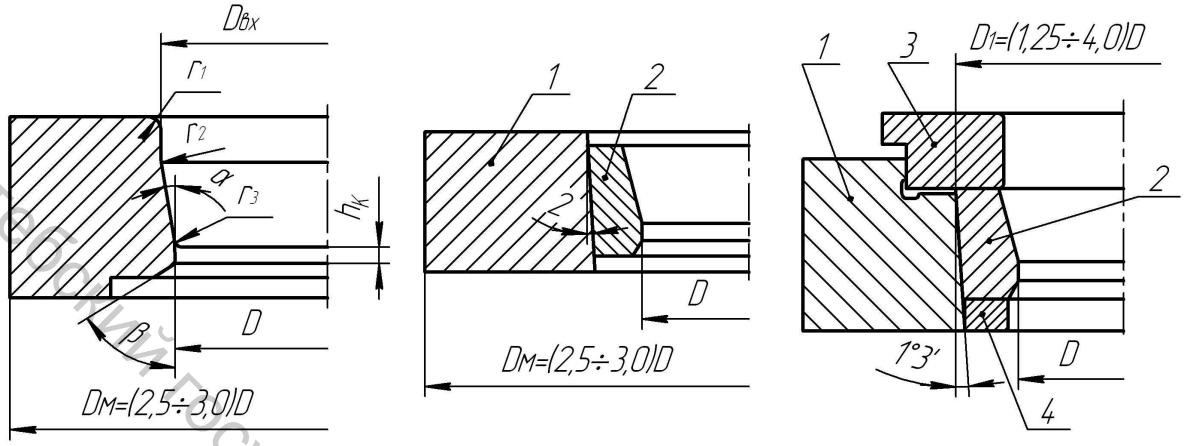
Рис.1.37. Штамп для вытяжки с утонением:
1 – пуансон; 2, 4 – гайки специальные; 3, 7, 10 – кольца упорные; 5 – крышка; 6, 8, 9 – матрицы; 11 – втулка; 12 – сектор поворотный; 13 – ось; 14 – пружина; 15 – опора; 16 – корпус; 17 – плита.

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.

Витебский государственный технологический университет

Выполнение угла β = 20÷60° обеспечивает благоприятные условия работы калибрующего пояска (исключает его выкрашивание), но при этом необходимо специальное устройство для съема заготовки с пуансона.



а б в

Рис.1.38. Конструкции матриц: а – цельная; б, в – составные бандажированные:
1 – бандаж; 2 – вкладыш; 3 – установочное кольцо; 4 – опорное кольцо.

Для снижения себестоимости заготовок и уменьшения расхода инструментальных сталей рекомендуется применять сборные матрицы (рис. 1.38, б) Вкладыш 2 запрессовывается в бандаж 1 с натягом (0,0035÷0,0040)*D*. Второй тип матрицы (рис. 1.38, в) обеспечивает возможность регулирования диаметра *D* калибрующего пояска за счет изменения глубины запрессовки при смене опорного кольца *4*.

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. 1.39, 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.

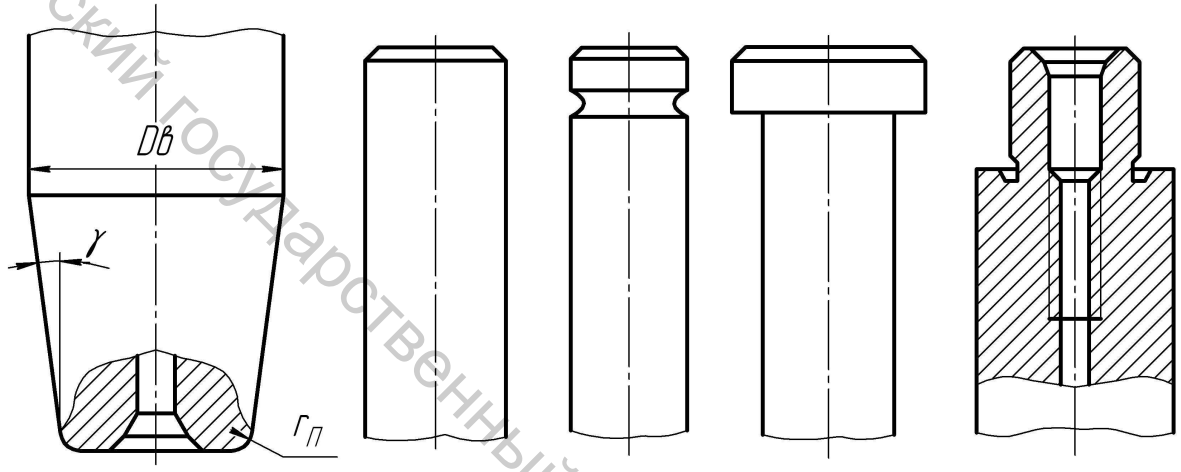
Минимальный зазор *(0,003 $d_П$)* обеспечивает центрирование заготовки по пуансону и тем самым получение детали требуемой точности. Меньший зазор может привести к недоходу торца пуансона до дна заготовки, следствием чего будет образование внутреннего уступа в нижней части детали. Большой зазор между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

Витебский государственный технологический университет

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 креплений пуансона показаны на рисунке 1.39 (б – д). Конструкции типов а и б применяются при диаметре пуансона до 30 – 50 мм; при больших размерах используются крепления типов г и д.



а б в г д

Рис 1.39. Конструкции пуансонов:
а – рабочая часть; б … д – конструкции крепления.

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

$$d_K = d_П[1+0,003(1+n-k)], \qquad (1.32)$$

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

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

$$D_K = \sqrt{1,27F_K^2 + d_K^2}\,, \qquad (1.33)$$

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 1.40).

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

Витебский государственный технологический университет

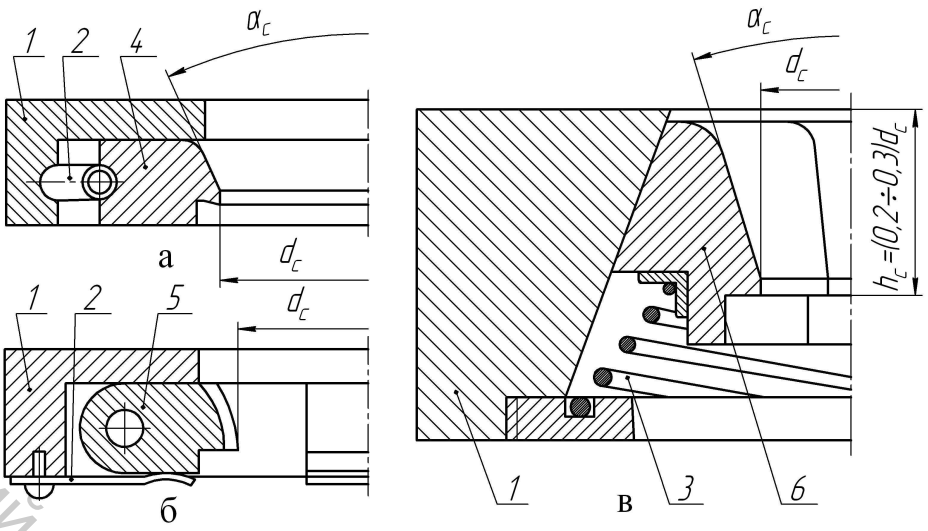


Рис 1.40. Конструкции съёмников: а, в – раздвижные; б – поворотный;
1 – корпус; 2, 3 – пружины; 4-сектор раздвижной цилиндрический; 5-кулачёк поворотный;
6-сектор раздвижной конический

1.10. Совмещенные штампы

В современном листоштамповочном производстве значительную долю сотавляют штампы, совмещающие разделительные и формоизменяющие операции. На совмещенных штампах могут выполняться до 4 – 5 операций за один ход ползуна пресса. Многообразие операций возможно при движении рабочих частей штампа в различных плоскостях: вертикальных, горизонтальных и наклонных.

Изготовление совмещенных штампов значительно сложнее и дороже по сравнению с простыми однооперационными. Однако, совмещенные штампы обеспечивают более высокую производительность. Также повышается качество и точность штампуемых заготовок.

На рис. 1.41 представлены конструктивные схемы штампов, совмещающих операции отрезки и гибки заготовок широкой номенклатуры.

Широко распространены вытяжные штампы совмещённого действия (рис. 1.42). На штампе осуществляется вырубка заготовки из полосы и вытяжка стакана с фланцем. Исходная полоса направляется боковыми упорами 10 и подается до упора 6. При движении ползуна пресса вниз полоса плитой съёмника 5 вначале прижимается к поверхности матрицы 4, затем осуществляется вырубка плоской заготовки. При дальнейшем движении верхней части штампа вырубленная заготовка затягивается в зазор между неподвижным пуансоном 1 и движущимся пуансон-матрицей 9. В результате плоская заготовка преобразуется в полое изделие. В процессе вытяжки прижимное кольцо 3 опускается, сдавливает фланцевую часть заготовки и тем самым предотвращает складкообразование.

Витебский государственный технологический университет

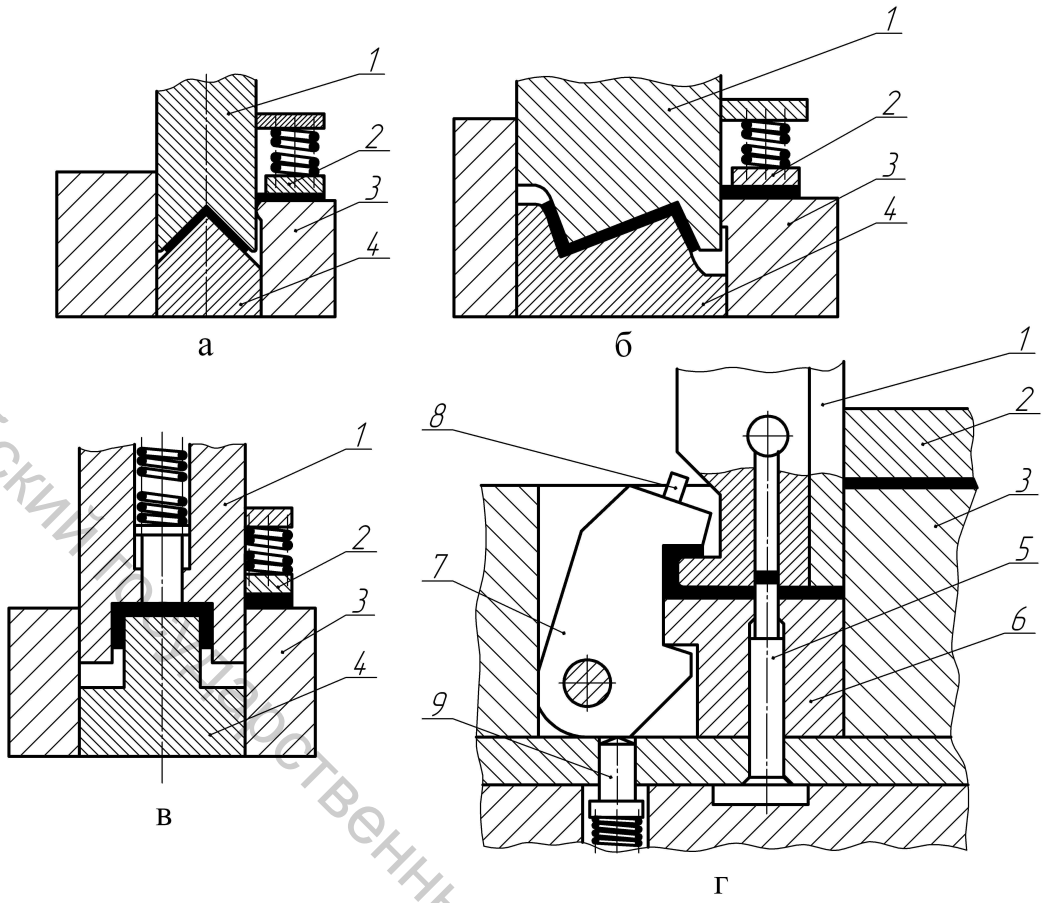


Рис.1.41. Схемы совмещения разделительных операций и гибки заготовок: V – образных (а); Z – образных (б); П – образных (в); Г – образных (г):
1 –пуансон – матрица; 2 – прижим; 3 – матрица отрезная; 4 – пуансон гибочный; 5 – пуансон пробивной; 6 – выталкиватель; 7 – поворотный кулачок (матрица); 8 – упор; 9 – толкатель.

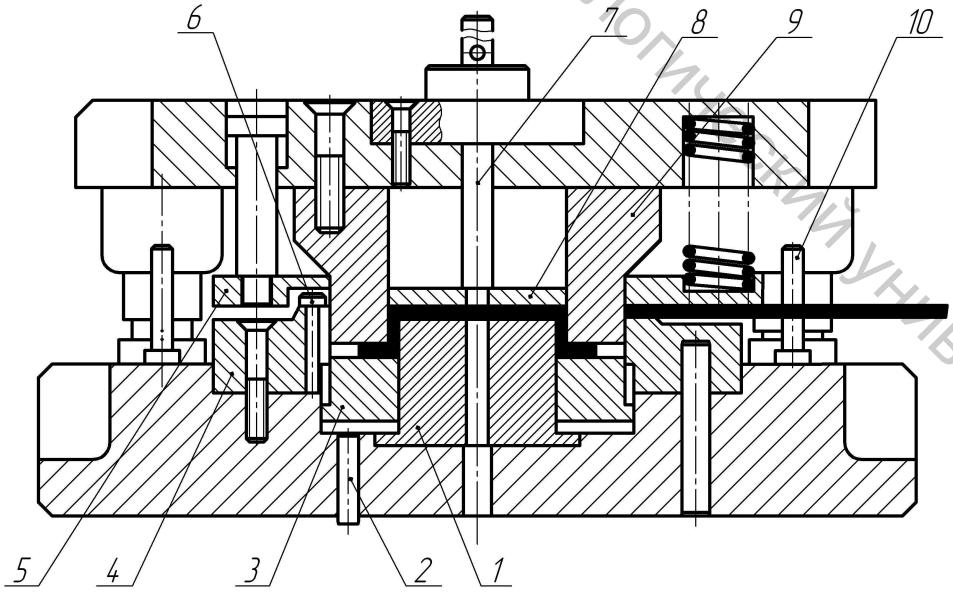


Рис.1.42. Двухоперационный вытяжной штамп совмещённого действия:
1 – пуансон; 2 – толкатель; 3 – кольцо прижимное; 4 – матрица;5 – плита съёмника;
6 – упор; 7 – толкатель; 8 – выталкиватель; 9 – пуансон – матрица; 10 – упор боковой.

Витебский государственный технологический университет

При обратном ходе буферное устройство пресса через толкатели 2 поднимает прижимное кольцо 3 и снимает вытянутый стакан с пуансона 1. Стакан остается в полости пуансон-матрицы 9, и в конце хода ползуна пресса удаляется из нее выталкивателем 8, усилие на который от коромысла пресса передается через толкатель 7.

Аналогичная конструкция вытяжного штампа совмещенного действия представлена на рис. 1.43. Штамп предназначен для реализации трех операций: вытяжки, пробивки и обрезки фланца. Особенность штампа заключается в конструкции пуансона, который выполняет функции вытяжного пуансона и обрезного. Поэтому пуансон выполнен сборным и состоит из двух частей 1 и 9, соединенных между собой.

Штамп работает следующим образом. Полоса подается до упора. При движении ползуна пресса вниз осуществляется вытяжка стакана, затем пробивка отверстий в донной части заготовки, а в конце рабочего хода обрезка материала полосы от полученной заготовки. В процессе обратного хода съем полосы с пуансона 1, удаление заготовки из полости матрицы 4 производится с помощью буферов 5 и 10.

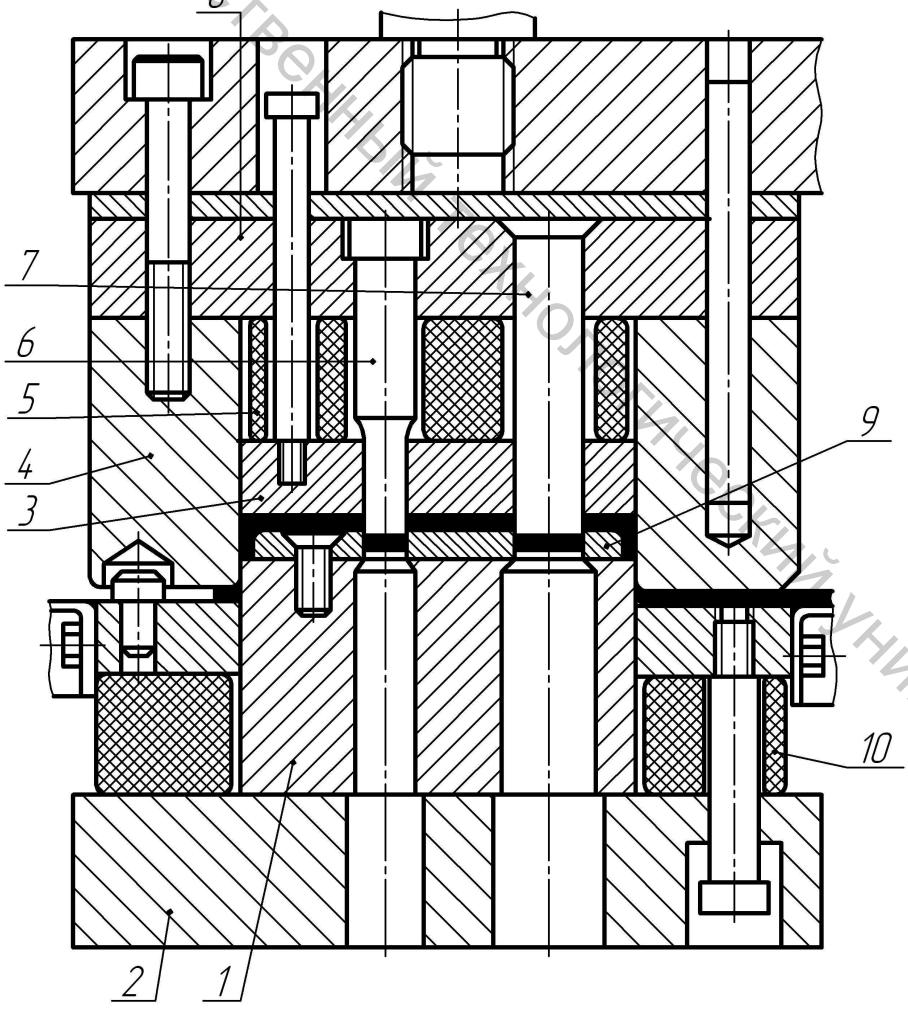
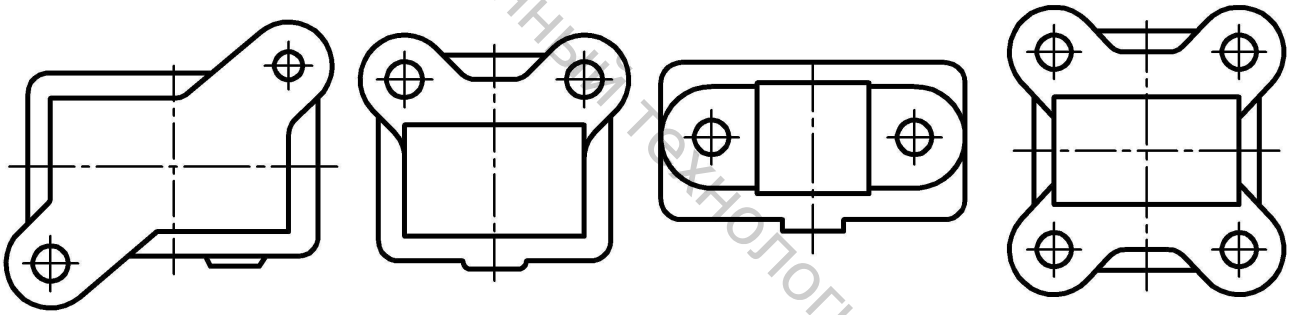


Рис. 1.43. Трёхоперационный вытяжной штамп совмещённого действия:
1 – пуансон обрезной; 2 – плита нижняя; 3 – выталкиватель; 4 – матрица; 5, 10 – буферы;
6, 7 – пуансоны пробивные; 8 – пуансонодержатель; 9 – пуансон вытяжной.

Витебский государственный технологический университет

1.11. Штамповые узлы и детали общего назначения

Блоки штампов включают верхнюю и нижнюю плиты, направляющие узлы и хвостовики. По количеству направляющих узлов блоки разделяются на двухколонные и четырёхколонные, а по расположению направляющих узлов на следующие виды: блоки с диагональным расположением узлов; с задним расположением; блоки с симметричным и угловым расположением направляющих узлов. Блоки с диагональным расположением направляющих узлов (рис. 1.44, а) применяются для штамповки точных заготовок (JT7 – JT8). Для обычной штамповки заготовок средней сложности и точности (JT8 – JT9) применяются блоки с задним расположением направляющих узлов (рис. 1.44, б), которые обеспечивают максимальный доступ к рабочей зоне штампа. Блоки с симметричным расположением направляющих узлов (рис. 1.44, в) применяются для штамповки мелких деталей, главным образом из штучных заготовок (пробивные, гибочные, вытяжные и комбинированные штампы). Блоки с угловым расположением четырёх направляющих узлов (рис. 1.44, г) применяются для штамповки штучных заготовок больших размеров (от 400 мм и выше), а также в штампах для многопозиционной последовательной штамповки.



а б в г

Рис. 1.44. Расположение направляющих узлов в блоках штампов:
а – диагональное; б – заднее; в – симметричное; г – угловое.

Направляющие узлы штампов предназначены для направления базовых деталей штампов – верхних плит относительно нижних, а также обеспечивают направление рабочих инструментов – пуансонов и матриц с заданным технологическим зазором. Они должны обеспечить высокую скорость и обладать достаточной стойкостью.

Наибольшее применение в конструкции штампов находят направляющие колонки и втулки.

Направляющие колонки могут быть трёх видов: гладкие, ступенчатые, гладкие с проточкой. Гладкие колонки (рис. 1.45, а) устанавливаются в нижней плите по посадке с натягом в системе вала. При использовании ступенчатых колонок (рис. 1.45, в) отверстия в верхних и нижних плитах растачиваются совместно на один диаметр и с одной установки. Колонка запрессовывается с натягом в нижнюю плиту; втулка, наружный диаметр которой равен большему диаметру колонки, запрессовывается в верхнюю плиту. Посадка

Белорусский государственный технологический университет

осуществляется в системе вала. Направляющие колонки с проточкой (рис. 1.45, д) изготавливаются с одним номинальным размерам, но разными полями допусков. Посадки колонок осуществляются в системе отверстий в нижней плите с натягом, во втулке с зазором.

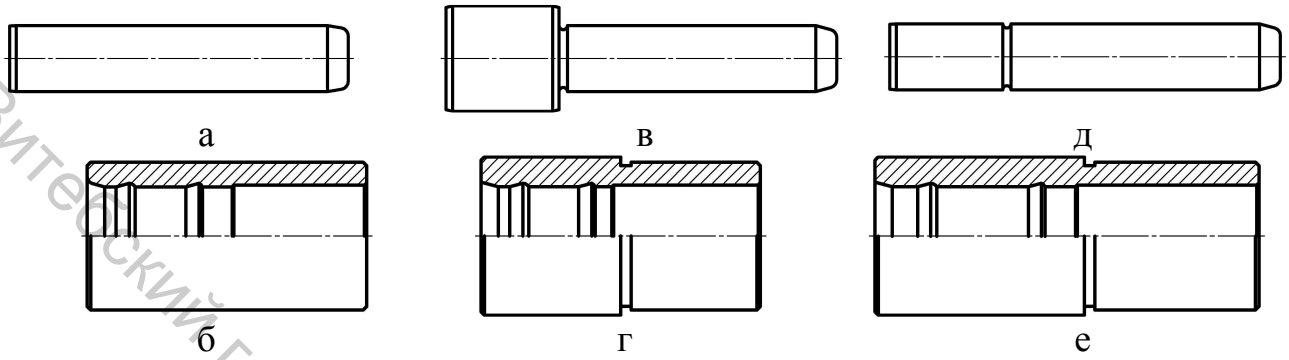


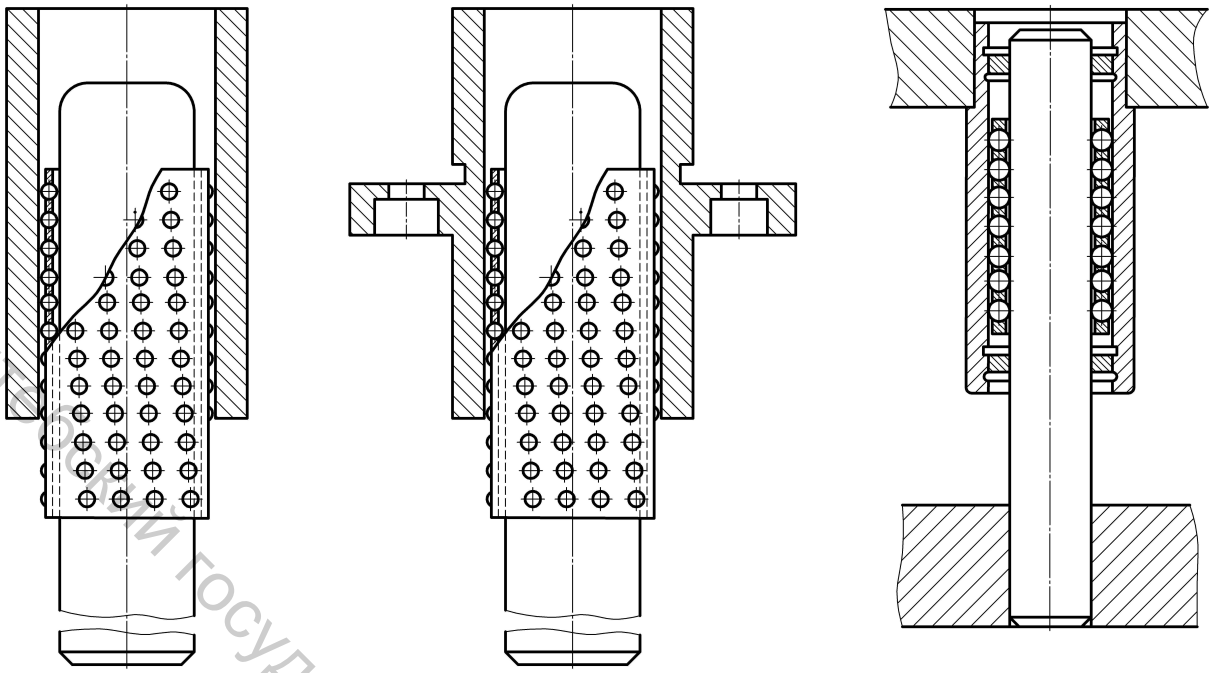
Рис. 1.45. Направляющие колонки и втулки:
а, б– гладкие; в, г – ступенчатые; в – с проточкой;
е – ступенчатая удлинённая.

Различают три вида втулок – гладкие, ступенчатые и ступенчатые удлинённые (рис. 1.45 б, г, е). После запрессовки гладких или ступенчатых втулок в верхнюю плиту штампа необходимо произвести последующую доводку (хонингование) внутреннего отверстия втулок. При использовании ступенчатых удлинённых втулок подобная доводка не требуется. Удлинённые втулки применяются при большом рабочем ходе. Колонки, как правило, не выходят из втулок, и обеспечивается надёжное направление на протяжении всего хода ползуна пресса.

Применение шариковых направляющих (рис. 1.46) обеспечивает замену трения скольжения на трение качения, а в результате повышается точность направления и стойкость направляющих элементов. Шарики в цилиндрических сепараторах располагаются таким образом, чтобы их следы не совпадали друг с другом. Зазор между колонкой и втулкой должен быть таким, чтобы шарики обеспечивали натяг 0,005 – 0,007 мм. Шариковые направляющие целесообразно применять в штампах для разделительных операций, когда зазор между пуансоном и матрицей меньше 0,025 мм, а также для штампов, рабочие части которых изготовлены из твёрдого сплава.

В крупногабаритных штампах для формоизменяющих операций используются в качестве элементов направления призматические направляющие. Если на штампах выполняются также разделительные операции, то для повышения точности изделий наряду с призматическими направляющими применяются и цилиндрические (рис. 1.47).

Витебский государственный технологический университет



а б в

Рис. 1.46. Конструкции шариковых направляющих, имеющих цилиндрическую втулку (а), втулку с фланцем (б), втулку с ограничителем сепаратора (в).

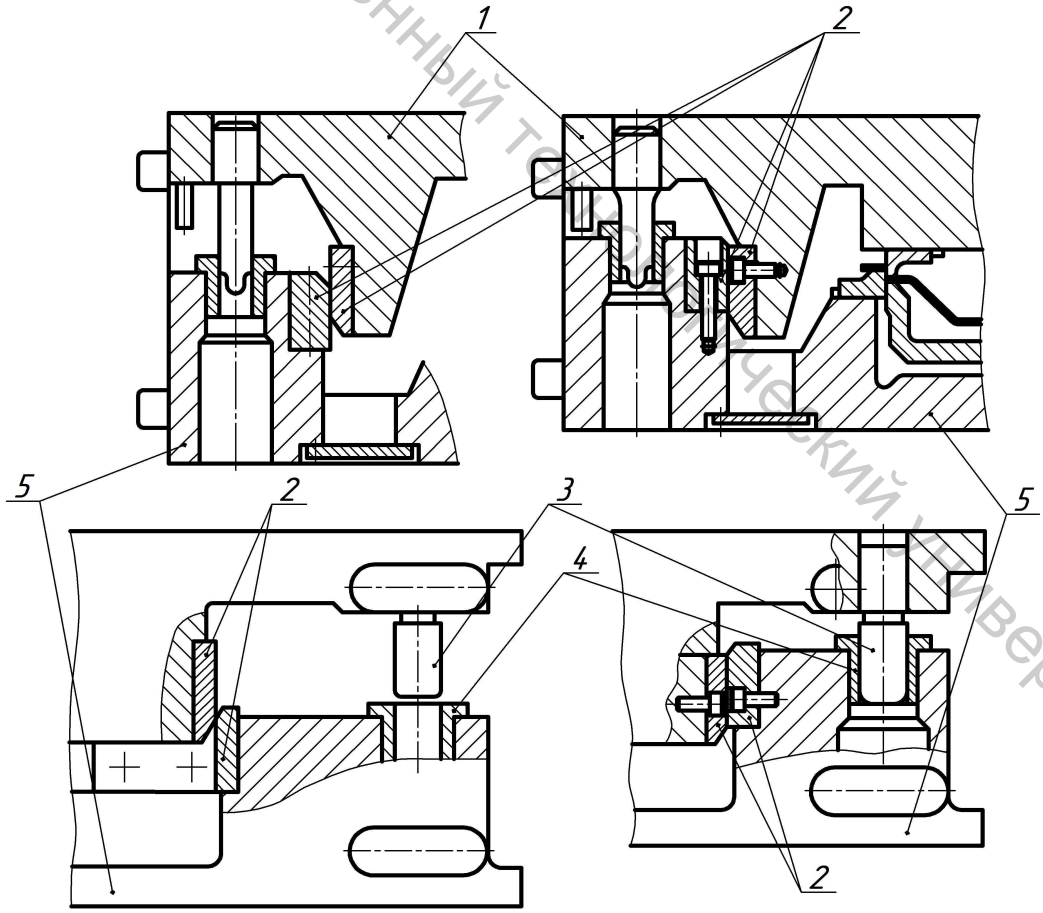


Рис. 1.47. Конструкции призматических и цилиндрических направляющих:
1 – верхняя плита; 2 – призматические вкладыши; 3 – цилиндрическая колонка;
4 – втулка; 5 – плита нижняя.

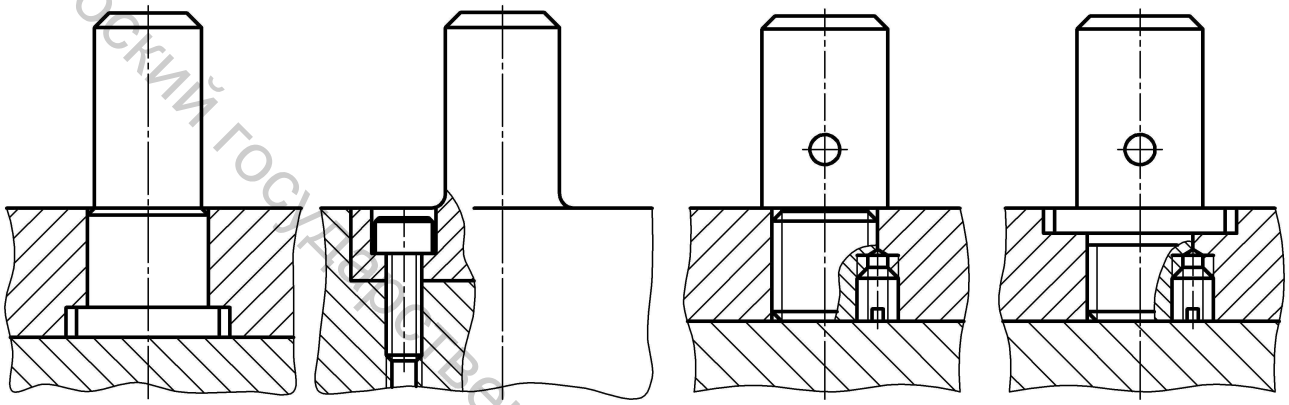
Хвостовики штампов являются теми элементами, посредством которых верхние плиты мелких и средних штампов закрепляются в ползуне пресса.

Витебский государственный технологический университет

Хвостовики с буртом (рис. 1.48, а) устанавливаются в отверстие в верхней плите по посадке с натягом; величина заплечика бурта составляет 5 – 10 мм.

Хвостовики с фланцем (рис. 1.48, б) закрепляются на верхней плите винтами и фиксируют штифтами. Такие хвостовики целесообразно применять при использовании механического толкателя пресса.

Хвостовик с резьбой (рис. 1.48, в) закрепляются на верхней плите винтами и фиксируются винтом или штифтом. Такие хвостовики менее надёжны в работе. Для увеличения опорной поверхности применяются хвостовики с резьбой и фланцем (рис. 1.48, г).



а б в г

Рис. 1.48. Конструкции хвостовиков:
а – с буртом; б – с фланцем; в – с резьбой; г – с резьбой и фланцем.

Самоустанавливающиеся хвостовики позволяют компенсировать погрешности пресса и, в первую очередь, отклонения от перпендикулярности направляющих ползуна относительно плоскости стола пресса, а также изготовления и установки штампа. Применяются хвостовики открытого типа (рис. 1.49, а) и закрытого типа (рис. 1.49, б). Самоустанавливающиеся хвостовики используются в прецизионных вырубных последовательных, совмещённых штампах с малым технологическим зазором. Целесообразно такие хвостовики использовать в штампах с твёрдосплавным инструментом.

Все узлы и основные детали штампов стандартизованы.

Узлы штампов. Блоки штампов: с диагональным расположением направляющих: ГОСТ 13124-83, ГОСТ 14672-83; с задним расположением направляющих: ГОСТ 13125-83; блоки с осевым расположением направляющих: ГОСТ 13126-83; блоки с четырьмя направляющими узлами: ГОСТ 14674-83.

Отлипатели в сборе – ГОСТ 24538-80.

Кожухи в сборе – ГОСТ 24537-80, ГОСТ 24538-80.

Шариковые направляющие узлы – ГОСТ 14676-83.

Витебский государственный технологический университет

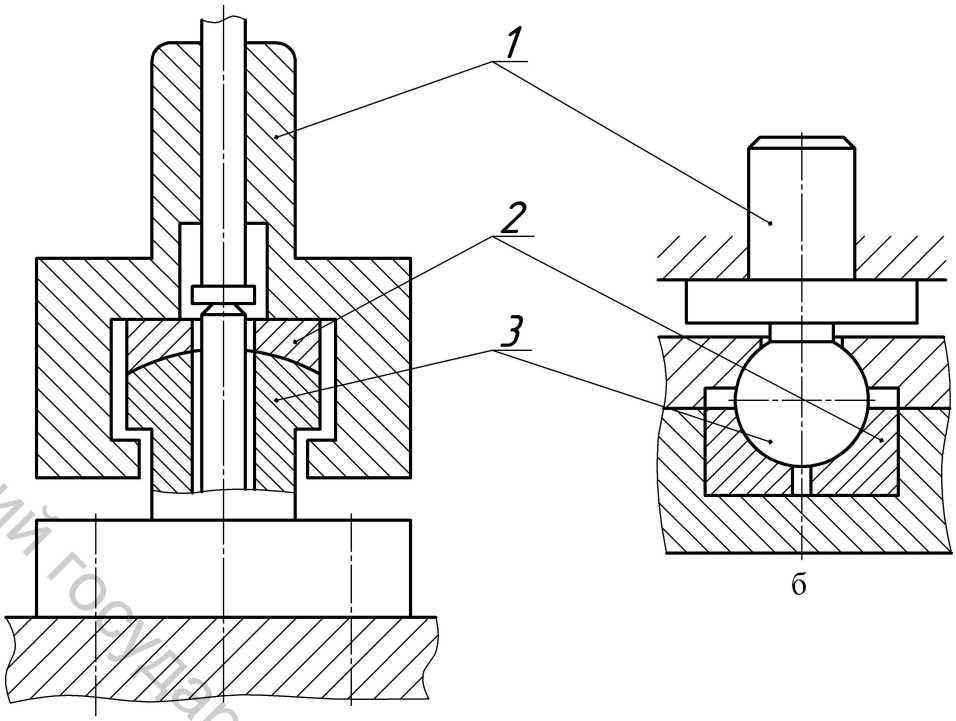


Рис. 1.49. Самоустанавливающиеся хвостовики открытого типа (а) и закрытого типа (б):1 – хвостовик; 2 – подпятник; 3 – шаровая опора.

Детали штампов. Плиты с диагональным расположением направляющих узлов - ГОСТ 13110-83, ГОСТ 13111-83; с задним расположением - ГОСТ 13112-83; с осевым расположением - ГОСТ 13113-83

Державки – ГОСТ 16648-80, 16650-80, 16652-80, 16658-80, 16663-80 ÷ 16665-80, 16654-80 ÷ 16657-80.

Хвостовики – ГОСТ 16715-80, 16716-80,16717-80,16718-80,16719-80.

Колонки – ГОСТ 13118-83,13119-83; втулки – ГОСТ 13120-83, 13121-83.

Плиты подкладные – ГОСТ 16666-80 ÷ 16673-80.

Пуансоны – ГОСТ 16621-80, 16622-80, 16623-80, 16633-80, 16635-80, 24023-80.

Ножи – ГОСТ 18736-80,18737-80,24528-80,24529-80.

Ограничители – ГОСТ 18789-80 ÷ 18791-80,18802-80,18803-80,18805-80.

Матрицы – ГОСТ 16637-80 ÷ 16640-80, 16642-80, 16644-80, 16646-80.

Толкатели – ГОСТ 18780-80,18784-80; траверсы – ГОСТ 18777-80÷18779-80.

Точность изготовления и шероховатость поверхностей деталей штампов. Штампы для листовой штамповки представляют собой сложную конструкцию, состоящую из большого количества деталей разнообразного технологического и конструктивного назначения. Исходя из условий работы и различного характера сопряжений, детали штампов требуют и различной точности изготовления. В большинстве случаев при изготовлении штампов применяются посадки в системе отверстия (таблица 1.11).

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.11.

Требования к точности изготовления сопрягающихся деталей штампов для листовой штамповки

СОПРЯЖЕНИЕ	Толщина штампуемого материала s, мм	ХАРАКТЕР СОПРЯЖЕНИЯ	Рекомендуемая посадка
Направляющая колонка в отверстии втулки	0,5 0,5 – 3,0 3,0 – 5,0 5,0	Продольное относительное перемещение без вращения	H6/h5 H7/h6 H7/h7 H9/e8
Направляющая колонка в отверстии нижней плиты	До 0,5 От 0,5 и выше	Неподвижные соединения без дополнительного крепления	S7/h5 S7/h6
Направляющая втулка в отверстии верхней (нижней, промежуточной) плиты	До 6,0	Неподвижные соединения без дополнительного крепления	H7/s6
Пуансон (матрица, упор, фиксатор) в отверстии термически не обработанной плиты (пуансонодержателя, матрицедержателя, державки)	До 6,0	Неподвижное соединение, в ответственных случаях с дополнительным креплением, исключающим относительное вращение (для круглых деталей) и осевое перемещение	H7/m6
Твердосплавная матрица в отверстии обоймы	До 6,0	Неподвижные соединения без дополнительного крепления	H7/u7*[1] H7/t7*[2]
Цилиндрический штифт в отверстии плиты (матрицы, матрицедержателя, пуансонодержателя)	До 6,0	Неподвижные соединения без дополнительного крепления	H7/r6
Подвижная деталь в отверстии неподвижной детали: ▪ при взаимном точном центрировании (быстросменный пуансон в пуансонодержателе, центрирующий выступ во впадине и т.д.) ▪ при взаимном неточном центрировании ▪ при взаимном грубом центрировании	≤ 3,0 3,0 – 5,0 от 5,0	Относительное осевое перемещение (вращение) в процессе работы. Возможно дополнительное крепление, обеспечивающее временную неподвижность деталей соединения	H7/h6 H7/f7 H9/e8
Две термически обработанные детали, неподвижные друг относительно друга, из которых одна охватывает вторую	Любая	Неподвижные соединения без дополнительного крепления	H7/k6

*[1] – До 24 мм и св. 40 мм. *[2] – Св. 24 мм и до 40 мм.

Витебский государственный технологический университет

Наиболее точного изготовления требуют формообразующие детали штампов – пуансоны и матрицы, а также направляющие колонки и втулки. Шероховатость поверхностей деталей штампов определяется назначением детали и предъявляемыми требованиями (рис. 1.50).

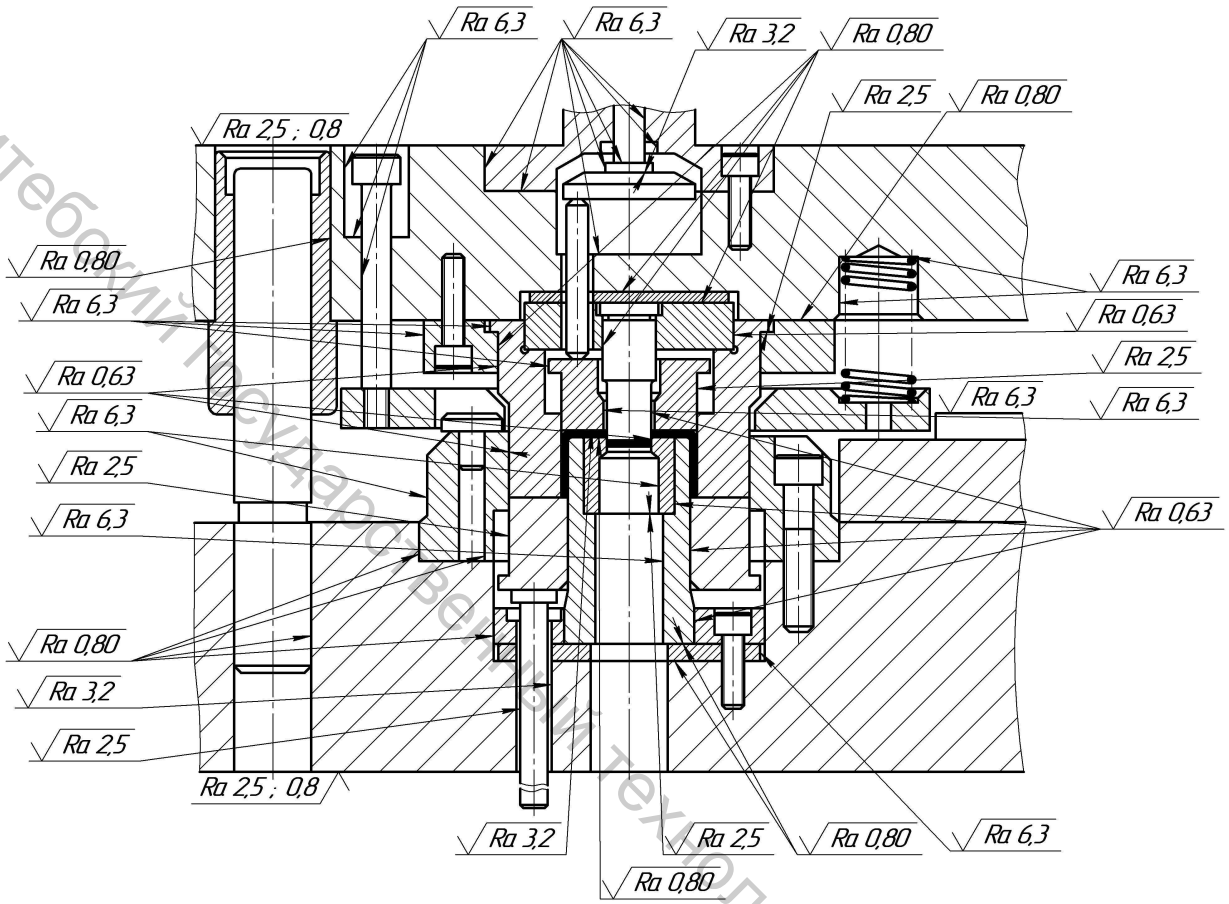


Рис. 1.50. Шероховатость обработки поверхностей деталей штампов.

Материалы деталей штампов. Рабочие детали штампов подвергаются ударной нагрузке с сильной концентрацией напряжений на рабочих кромках или на рабочей поверхности. Поэтому к материалу пуансонов и матриц предъявляются требования высокой или повышенной твердости, износоустойчивости и достаточной вязкости.

Стали, применяемые для изготовления рабочих частей штампов, делятся на следующие группы:

- Углеродистые инструментальные стали невысокой прокаливаемости: У8А, У10А; У8, У10;
- Легированные стали повышенной прокаливаемости: ШХ9, 9Х, 9ХФ, ХВГ, 9ХВГ, ХГСВФ;
- Высокохромистые стали высокой прокаливаемости и высокой износоустойчивости: Х12Ф1, Х12Ф, Х12М, Х12, Х6ВФ, ХГ3СВФ;
- Легированные стали повышенной вязкости: 4ХС, 6ХС, 4ХВ2С, 5ХВ2С, 6ХВ2С, 5ХВГ.

Рекомендации по применению материалов для изготовления деталей штампов приведены в таблице 1.12.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 1.12

Материалы для изготовления деталей штампов

Наименование деталей	Рекомендуемые марки	Заменяющие марки	Твердость HRC	
			матриц	*пуансонов*
Пуансоны, матрицы и пуансон-матрицы для вырубки и пробивки, Режущий контур простой формы	Сталь У10А	Сталь У10А	56-60	54-58
	Сталь Х	Сталь 7Х3		
	Сталь Х12М	Сталь Х12Ф1		
	Сталь 6ХВФ			
	Сталь У8А*	Сталь У8*	-	
	Сталь 8ХФ*			
То же при более сложной форме или повышенных требованиях к точности пуансон-матрицы с тонкими рабочими стенками	Сталь Х12М	Сталь Х12Ф1	56-60	
	Сталь 6ХВФ			
Пуансоны и матрицы зачистные	Сталь Х12М	Сталь Х12Ф1	58-62	
	Сталь 6ХВФ	Сталь У10А		
Пуансоны и матрицы гибочные и формовочные простой формы	Сталь У8А	Сталь У8	54-58	52-56
	Сталь 8ХФ	Сталь У10		54-58
То же, ложной формы	Сталь Х12М	Сталь Х12Ф1	56-60	
	Сталь 6ХВФ			
Пуансоны и матрицы вытяжные и отбортовочные	Сталь У10А	Сталь У10	68-62	56-60
То же для вытяжки изделий из коррозионностойких сталей	Чугун СЧ 32-52	Чугун СЧ 24-44	-	
		Чугун СЧ 28-48		
Пуансоны и матрицы для листовой чеканки простой формы	Сталь У8А	Сталь У8	54 – 58	
	Сталь 8ХФ			
То же, сложной формы	СтальХ12М	Сталь Х12Ф1		
	Сталь 6ХВФ			
Плиты блоков	Чугун СЧ 24-44	Чугун СЧ 21-40	-	
	Ст. литье 40Л	Ст. литье 30Л		
	Сталь Ст4	Сталь Ст3		
Втулки и колонки направляющие	Сталь 20	Сталь 15	58-62 (цементировать глубиной 0,5-0,8 мм)	
То же, для шариковых направляющих	Сталь ШХ15	Сталь ШХ9	60-64	
Съемники направляющие	Сталь 45	Сталь 40	-	
Съемники	Сталь Ст4	Сталь Ст3	-	
Пуансонодержатели и матрицедержатели				
Обоймы составных матриц				

Витебский государственный технологический университет

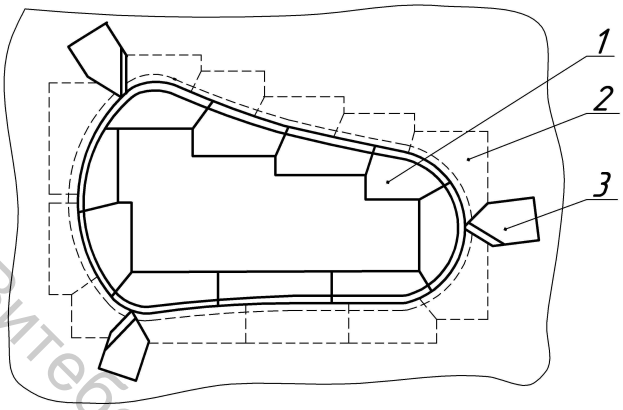
Продолжение таблицы 1.12

Наименование деталей	Рекомендуемые марки	Заменяющие марки	Твердость HRC
Щитки ограждения и лотки	Сталь Ст4	Сталь Ст3	-
Планки направляющие			
	Сталь 45	Сталь 40	40-45
Выталкиватели к штампам совмещенного действия			34-38
Плитки подкладные			40-45
	Сталь У8	Сталь У7	
Хвостовики	Сталь 35	Сталь Ст4,Ст5	-
Толкатели ступенчатые и крепежные винты, буферные шпильки, звездочки	Сталь 45	Сталь 40	40-45 (резьб не калить)
Штифты	Сталь У8	Сталь У7	50-54
Упоры временные, грибковые, утопающие	Сталь 45	Сталь Ст6	40-45
Фиксаторы, ловители	Сталь У8	Сталь У7	50-54
Ножи шаговые	Сталь У10А	Сталь У10	54-58
Выталкиватели, прижимы гибочных штампов	Сталь У8	Сталь У7	50-54
Складкодержаетли вытяжных штампов	Сталь У10А	Сталь У10	58-62
Прокладки резиновые для съемников, прижимов и буферов	Резина средней твердости 2559	Резина средней твердости 56 и 922	-
Прокладки резиновые для съемников штампов сложной конструкции	Резина твердая 2462	Резина твердая 3465 Н-4	
* - для матриц не применяется			

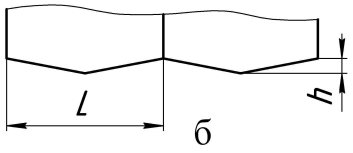
1.12. Штампы для крупногабаритных заготовок

Особенности конструкций разделительных штампов. Операции вырубки и обрезки по контуру заготовки характеризуются большими геометрическими параметрами, что требует применения секционных матриц и пуансонов (рис.1.51, а). Стыки секций пуансонов 1 и матрицы 2 не должны совпадать. Для снижения шума и силы резания секции выполняются волнообразными (рис. 1.51, б). Высота ***h*** волн (скосов) принимается в зависимости от толщины ***S*** штампуемого материала (таблица 1.13)

Витебский государственный технологический университет



а



б

Таблица 1.13.

Размеры скосов (мм)

s	До 2	Св. 2 до 4
h	4 – 6	5 – 8
s	Св. 4 до 8	Св. 8
h	8 – 10	12 – 20

Рис.1.51. Схемы относительного расположения секций пуансона и матрицы: а – положение секций; б – форма скосов:
1 – секции пуансона; 2 – секции матрицы; 3 – нож

При выполнении разделительных операций рекомендуется, чтобы крупногабаритная заготовка находилась неподвижно. Поэтому матрица располагается в верхней части штампа, а пуансон в нижней (рис. 1.52). Учитывая большую массу литых деталей штампа целесообразно верхний выталкиватель 3 фиксировать ограничителем хода 1 и направляющими колонками 2.

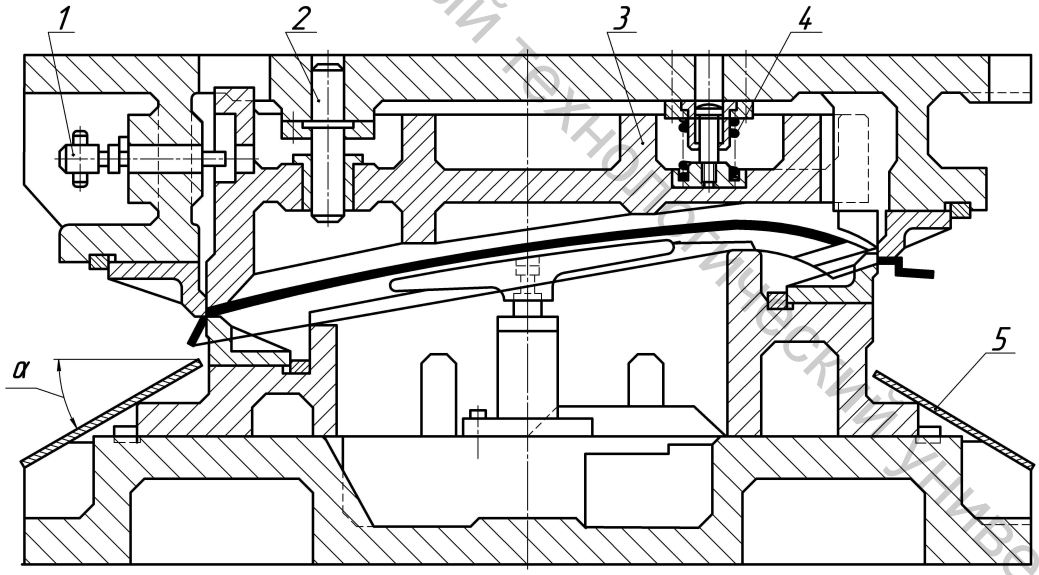


Рис.1.52. Типовая компоновка основных деталей крупногабаритных разделительных штампов: 1 – ограничитель хода; 2 – направляющая колонка; 3 – выталкиватель; 4 – пружина; 5 – лоток.

Пружины 4 в крупных штампах собраны в пакеты с предварительным натягом.

Внешний отход после обрезки разделяется на отрезки ограниченной длины (в пределах 400 – 600 мм). С этой целью по контуру заготовки устанавливаются ножи, которые примыкают к секциям пуансона. Разделённые

Витебский государственный технологический университет

отходы соскальзывают под действием силы тяжести по лоткам 5, наклоненным под углом α = 20 – 30°.

Вытяжные штампы для изготовления крупногабаритных заготовок отличаются от других штампов не только своими большими габаритами и значительной массой (достигают иногда несколько тонн), но также сложностью конструкции, связанной со спецификой формирования различных оболочек. На рис. 1.53 представлен разрез конструкции крупногабаритного вытяжного штампа.

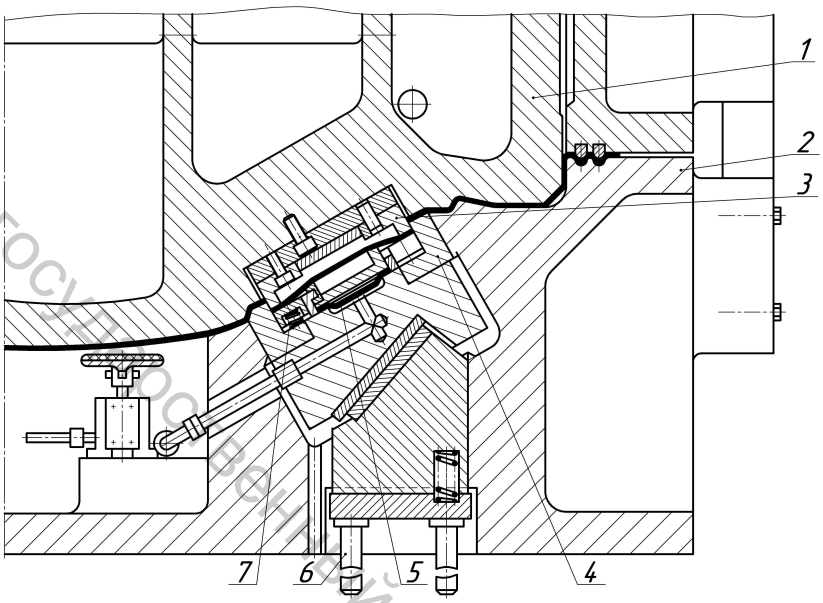


Рис.1.53. Разрез конструкции крупногабаритного вытяжного штампа:
1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – секционный пуансон; 4 – секционная матрица;
5 – пневмоцилиндр; 6 – толкатель; 7 – пружина.

Для обеспечения процесса вытяжки в дне заготовки вырубается технологическое отверстие (которое допускается конструкцией детали) или подрезается материал без отделения отхода. Эта операция производится секционной матрицей 4, встроенной в основную формоизменяющую матрицу 2 и секционным пуансоном 3, встроенным в основной формообразующий пуансон 1. Удаление отхода после вырубки технологического отверстия осуществляется пневмоцилиндром диафрагменного типа 5 и пружинами 7.

Штампы для горячей листовой штамповки. Горячее деформирование заготовок (750 – 1300 °С) можно рассматривать как совместные процессы обработки металлов давлением и термического воздействия на них. В общем случае решаются две основные задачи: первая – придание заготовке заданной формы и размеров; вторая – формирование оптимальной зернистости металла при минимальных остаточных напряжениях.

Тепловое воздействие на металл приводит почти к полной потере упругих свойств и уменьшению (в десятки раз) сопротивления деформации и повышению (на десятки процентов) пластичности.

Наиболее распространёнными представителями крупногабаритых полых заготовок, получаемых горячей листовой штамповкой, являются днища сосудов, работающих под большим давлением в различных средах и применяемых для изготовления оборудования в химической,

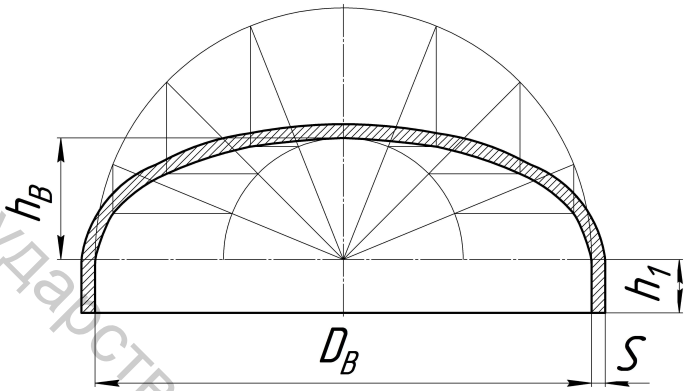
Витебский государственный технологический университет

нефтеперерабатывающей, целлюлозно–бумажной, металлургической, энергетической, судостроительной отраслях промышленности и др. (например, аккумуляторных станций, барабанов, паровых котлов, атомных и химических реакторов и т.п.) Ориентировочно такие заготовки среди прочих крупногабаритных составляют 80 – 85%.

Наибольшие применение получили днища эллиптической формы (таблица 1.14).

Таблица 1.14.

Основные размеры наиболее распространенных днищ



Внутренние размеры, мм		Толщина s, мм	Внутренние размеры, мм		Толщина s, мм
Диаметр D_B	Высота h_B		Диаметр D_B	Высота h_B	
400	100	4 – 16	1600	400	8 – 42, 46, 50, 54, 60
450	112	4 – 18			
500	125	4 – 20	1700	425	10 – 42, 46, 50, 54
550	137	4 – 20	1800	450	10 – 42, 46, 50, 54
600	150	4 – 24	2000	500	10 – 42, 46, 50, 54
650	162	4 – 26	2200	550	12 – 42
700	175	4 – 26	2400	600	12 – 42
800	200	6 – 28	2600	650	12 – 34
900	225	6 – 30	2800	700	14 – 30
1000	250	6 – 30	3000	750	16 – 30
1100	275	6 – 30	3200	800	20 – 28
1200	300	6 – 30	3400	850	20 – 28
1300	325	6 – 32	3600	900	22 – 28
1400	350	6 – 42, 46, 50, 54, 60	3800	950	22 – 28
			4000	1000	22 – 28
1500	375	8 – 42, 46, 50, 54, 60			

Примечания:
1. Толщина устанавливается через каждые 2 мм (например, 4, 6. 8 и т.д. до 42 мм).
2. Диаметр следует выбирать исходя из наличия имеющихся на заводе штампов.

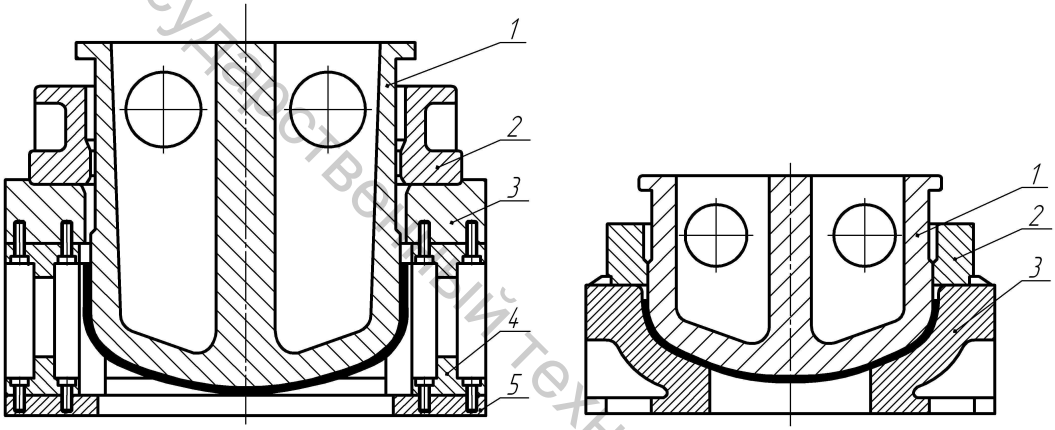
Штампы для крупногабаритных листовых заготовок металлоёмки и дороги. Обычно штампы в 20 – 50 раз тяжелее заготовок. Например, эллиптическое днище с внутренним диаметром 2034 мм, толщиной 22 мм и высотой 618 мм весит 900 кг, а штамп для вытяжки весит 49,2 т. Поэтому к конструкции штампов для крупногабаритных заготовок предъявляются специфические требования: конструктивная прочность и надёжность при

Витебский государственный технологический университет

минимальном весе, расходе материала, себестоимости и высокой производительности; технологичность изготовления, простота установки на пресс, унификация деталей.

В основном применяются два типа штампов – со сквозной и глухой матрицей (рис.1.54). Каждая конструкция имеет свои достоинства и недостатки. Сквозная матрица (протяжное кольцо) применяется преимущественно при штамповке тонкостенных заготовок из углеродистой или малолегированной стали с обязательным применением прижимного устройства.

Конструкция штампа со сквозной матрицей представлена на рис. 1.54, а. Штамп предназначен для вытяжки осесимметричных заготовок. Кольцо – матрица установлено на четырёх стойках, одна из которых не закреплена, что обеспечивает возможность быстро удалять заготовку из-под штампа, причём предварительно удаляется съёмная стойка. Стойки 4 устанавливаются на нижнюю плиту основания 5 и надёжно крепятся болтами.



а б

Рис.1.54. Вытяжной штамп со сквозной (а) и глухой (б) матрицами:
1 – пуансон; 2 – прижим (складкодержатель); 3 – матрица; 4 – стойка; 5 – плита.

Пуансон 1 представляет собой литую толстостенную деталь, закреплённую к переходной плите (на рисунке не показано). Прижимное кольцо (складкодержатель) 2 устанавливают на матрицу и прижимают к ней специальными устройствами.

Штамп с глухой матрицей представлен на рис.1.54,б. Как правило, все детали штампа литые. Матрица 3 имеет в донной части отверстие, предназначенное для удаления газов и окалины при горячей штамповке. Наличие отверстия снижает вес матрицы и упрощает её изготовление. Рабочие размеры матрицы корректируются с учётом температурного расширения размеров заготовки.

Пуансон штампа с глухой матрицей по конструкции мало отличается от пуансона штампа со сквозной матрицей, за исключением высоты, которая несколько занижена.

С целью сокращения материальных и трудовых затрат, а так же сроков подготовки производства разработаны унифицированные штампы (рис.1.55).Унификацией предусмотрена возможность штамповки днищ широкой номенклатуры.

Витебский государственный технологический университет

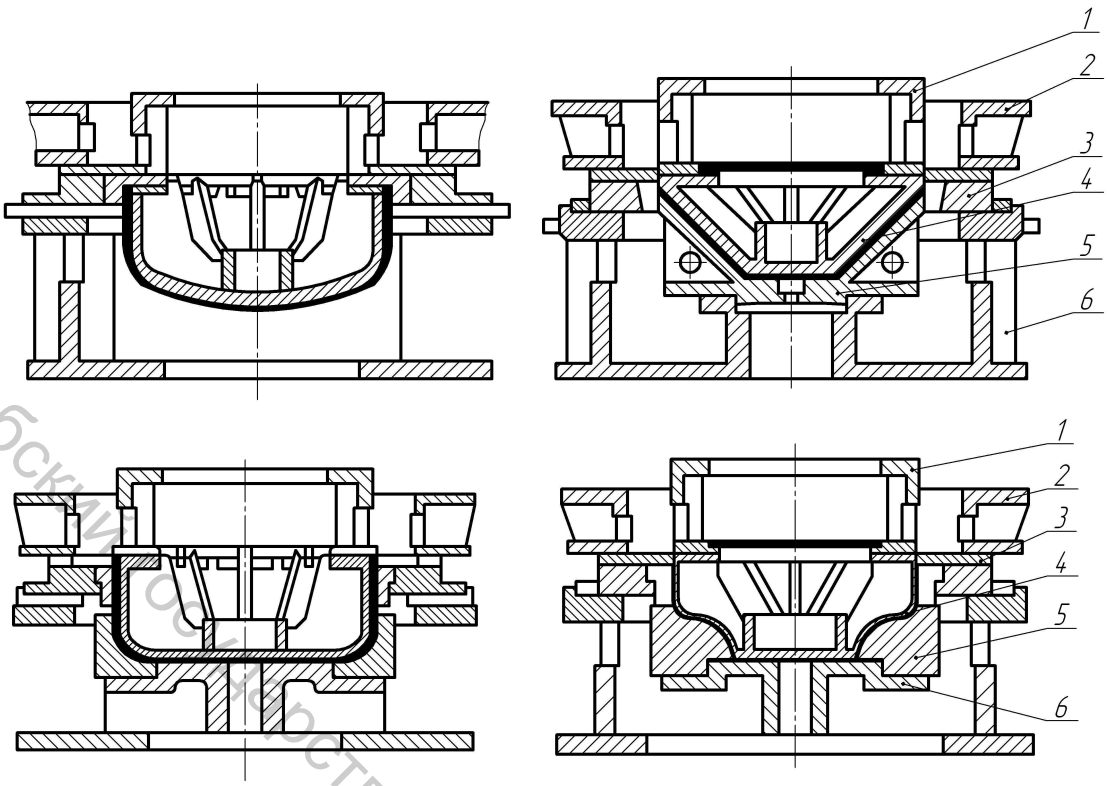


Рис.1.55. Унифицированные штампы для днищ различной формы:
1 – подставка пуансона; 2 – складкодержатель; 3 – переходное кольцо;
4 – пуансон; 5 – матрица; 6 – корпус матрицы

Для этого все типоразмеры днищ разделены на пять рядов (таблица 1.15). Для каждой группы спроектирован один унифицированный штамп, на котором можно штамповать от 55 до 110 различных типоразмеров днищ. Принцип проектирования унифицированных штампов заключается в том, что детали разделены на сменные и постоянные. К сменным деталям относятся: пуансон, матрица и прижимное кольцо складкодержателя; к постоянным – подставка пуансона, складкодержатель, съёмные брусья, нижняя плита, стойки, крепёжные изделия и детали для транспортировки.

Таблица 1.15.

Типоразмеры днищ, получаемые на унифицированных штампах.

Группа	Диаметр днищ в мм	Минимальное число типоразмеров днищ в группе
1	400-600	55
2	650-1000	70
3	1100-1500	95
4	1600-2000	110
5	2100-2600	85

Матрица унифицированного штампа представляет собой кольцо, устанавливаемое свободно в корпусе без крепления. При переналадке штампа смена матрицы производиться легко и быстро.

Конструкция пуансона унифицированного штампа представляет собой комбинацию штампосварных изделий из листового материала. Высота пуансона принимается минимально необходимой, исходя из возможности выталкивания заготовки.

На унифицированных штампах можно получать многослойные изделия путем укладки в два, три и даже четыре слоя исходных плоских заготовок и

Витебский государственный технологический университет

последующей совместной вытяжкой. Многослойная вытяжка позволяет решать сложнейшие технологические задачи при создании уникального оборудования.

Штампы для гидровзрывной штамповки представляют собой матрицу, имеющую полость соответствующей формы с отверстиями для удаления воздуха (рис. 1.56). Как правило матрицы изготавливаются литыми или литосварными.

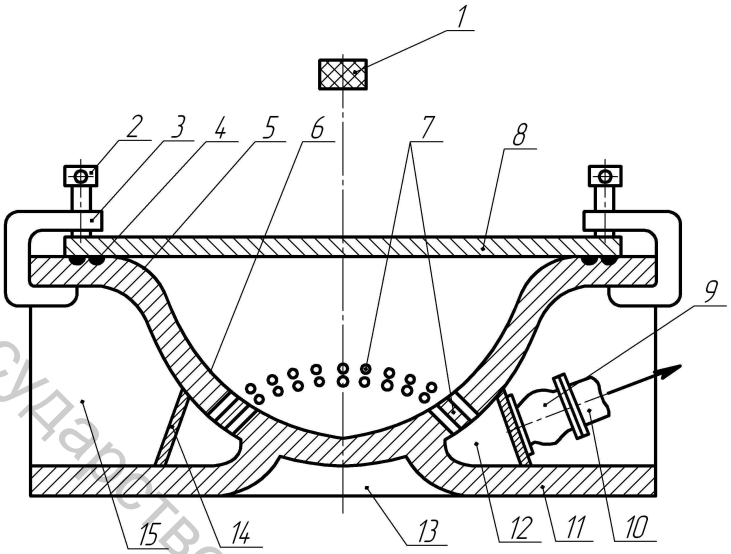


Рис.1.56. Матрица литой конструкции для гидровзрывной штамповки:
1 – заряд; 2 – винт; 3 – струбцина; 4 – канавки; 5, 6 – соответственно формообразующая кромка и поверхность матрицы; 7 – отверстия; 8 – заготовка; 9 – клапан; 10 – труба; 11 – основание; 12 – воздухосборник; 13 – концентричная выемка; 14 – кожух; 15 – рёбра жёсткости.

Полость матрицы перед её установкой в бассейн с водой герметизируется. Плоская заготовка 8 укладывается на фланцевую часть матрицы, в которой выполнены кольцевые канавки 4, заполненные профильной резиной. Для уплотнения заготовка прижимается к фланцевой части матрицы струбциной 3. Вакуумирование полости между плоской заготовкой и внутренней поверхностью матрицы осуществляется через отверстия 7. Подготовленная таким образам матрица устанавливается на площадку в бассейне, который заполняется водой. Заряд 1 подвешивается на специальном приспособлении, входящим в конструкцию взрывного устройства бассейна

Вытяжка изделия производится на кромке 5 и оформляется на поверхности 6, которая не всегда идентична поверхности изделия и корректируется с учетом пружинения заготовки.

Витебский государственный технологический университет

2. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБЪЁМНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Общие сведения. Применение прогрессивных формообразующих технологий, основанных на пластическом деформировании металлов, позволяет получать поковки, близкие по формам и геометрическим размерам к готовым изделиям, а также уменьшить объём последующей обработки резанием, а в ряде случаев резание исключить.

Металло- и энергосберегающие технологии, к которым относятся: радиальная ковка, высокоскоростная штамповка, горячее и холодное выдавливание, малооблойная и безоблойная штамповка; полугорячая и многополостная штамповка; штамповка в разъёмных матрицах – позволяют снизить расход металла на 15 – 40%.

Эффективность применения новых технологических процессов определяется стойкостью штампового инструмента. Стойкость инструмента приобретает особенно важное значение в связи с внедрением высокопроизводительных прессов. Доля инструмента в стоимости поковок составляет в среднем 5 – 8%, а ряде случаев она достигает 40%.

Обеспечение высокой стойкости инструмента, снижение стоимости и повышение качества поковок является комплексной научно-технической задачей, включающей доводку конструкций инструментов; создание высокопрочных, жаростойких, износостойких инструментальных материалов и покрытий, эффективных смазок; разработку прогрессивных технологий изготовления инструмента.

Применяемый инструмент (рис. 2.1) классифицируют по видам оборудования, назначению, конструктивным признакам, габаритам и т.д. Для производства изделий методами объёмного деформирования наиболее широкое распространение получили штампы.

По видам оборудования штампы разделяют на две группы:

- штампы, используемые на универсальном оборудовании (молоты, кривошипные, гидравлические прессы, горизонтально-ковочные машины);

Витебский государственный технологический университет

– штампы, используемые на специализируемом оборудовании (радиально- ротационно-, вертикально-ковочных машинах, вальцах, прокатных станах).

По назначению различают штампы калибровочные, правочные, обрезные и т.д.

По количеству ручьёв штампы подразделяются на одноручьевые и многоручьевые.

По конструктивному признаку штампы разделяются на открытые и закрытые; цельные (монолитные) и сборные; с одной или несколькими плоскостями разъёма; с выталкивателями и без них.

По габаритам (массе) штампы разделяют на мелкие (масса до 30 кг), средние (30–200 кг), крупные (200 – 2000 кг), и очень крупные (свыше 2000 кг).

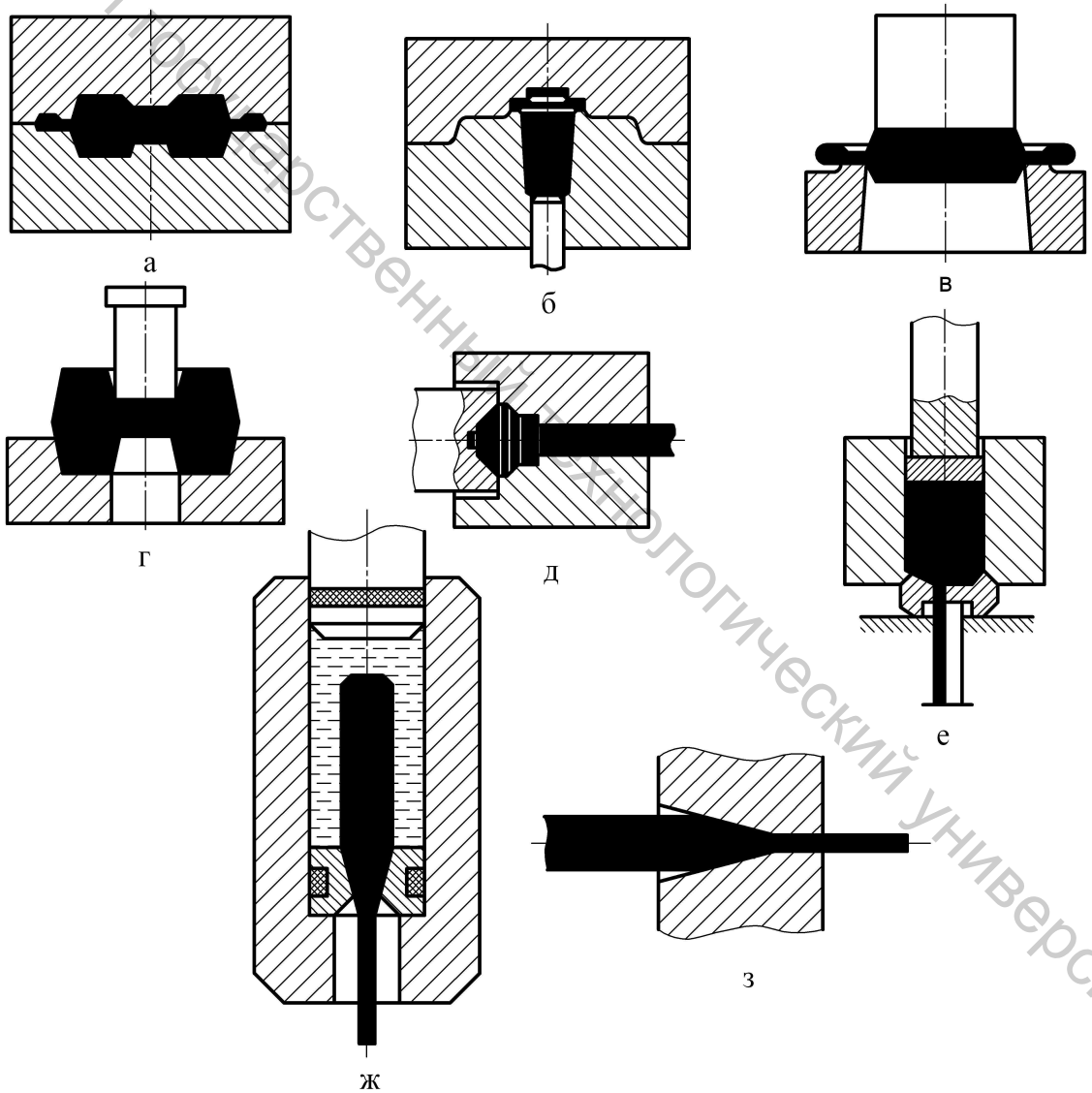


Рис. 2.1. Схемы инструмента, применяемого для выполнения основных технологических процессов объёмного деформирования:
а, б – соответственно открытая и закрытая объёмная штамповка; в – обрезка;
г – пробивка; д – высадка от прутка; е – прессование;
ж – гидропрессование; з – волочение.

Витебский государственный технологический университет

2.1. Молотовые штампы

При серийном производстве штамповка на молотах занимает одно из ведущих мест по номенклатуре выпускаемых поковок. Это связано с универсальностью молотов и простотой их эксплуатации.

Открытые (для штамповки с облоем) и закрытые (для штамповки без облоя) молотовые штампы (рис. 2.2) применяются для различных видов деформации: осадки (уменьшения высоты и увеличения поперечных размеров заготовки); выдавливания (увеличение высоты и уменьшения поперечных размеров заготовки); гибки (отсутствуют линейные деформации, зато имеют место угловые) и комбинированной деформации (осуществляются одновременно несколько видов пластической деформации).

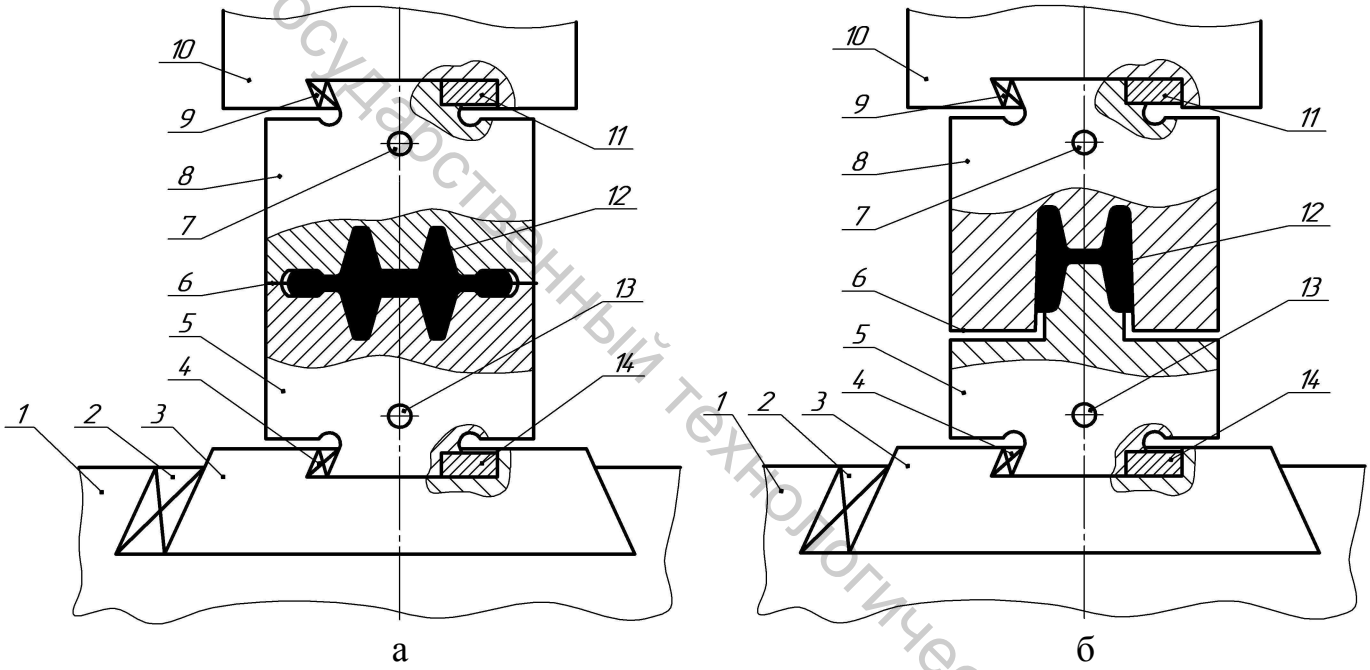


Рис. 2.2. Технологические схемы открытого (а) и закрытого (б) штампов:
1 – шабот; 2 – нижний клин; 3 – штамподержатель; 4 – нижний клин;
5 – нижняя половина штампа; 6 – плоскость разъёма; 7,13 – подъёмные (транспортные) отверстия; 8 – верхняя половина штампа; 9 – верхний клин; 10 – баба молота;
11 – верхняя шпонка; 12 – деформируемая заготовка; 14 – нижняя шпонка.

Ручьи молотовых штампов можно разделить на три основные группы: подготовительные, окончательные и отрезные.

Подготовительные ручьи штампов предназначены для формообразования заготовки простой формы в фасонную, приближающуюся к окончательной форме изделия.

Окончательные ручьи предназначены для завершающего оформления поковки и подразделяются на чистовые и черновые.

Чистовой ручей (рис. 2.3, а) предназначен для получения окончательной, чётко оформленной поковки в соответствии с требованиями приемочного чертежа и технических условий. Изготовляется окончательный ручей по

Витебский государственный технологический университет

чертежу горячей поковки. Поэтому размеры полости ручья увеличиваются на величину температурной усадки.

Предварительный ручей (рис. 2.3, б) предназначен для получения формы поковки, близкой к окончательной, и обеспечивает повышение стойкости окончательного ручья.

Заготовительно-предварительный (рис. 2.3, в) служит для получения формы поковки, близкой к окончательной, и одновременно на некоторых участках выполняет роль заготовительного, обеспечивая значительное долевое поперечное смещение металла.

Формовочный ручей (рис. 2.3, г) служит в основном для придания заготовке формы, приближающейся к форме плана поковки. В ручье происходит лишь незначительное осевое перемещение металла.

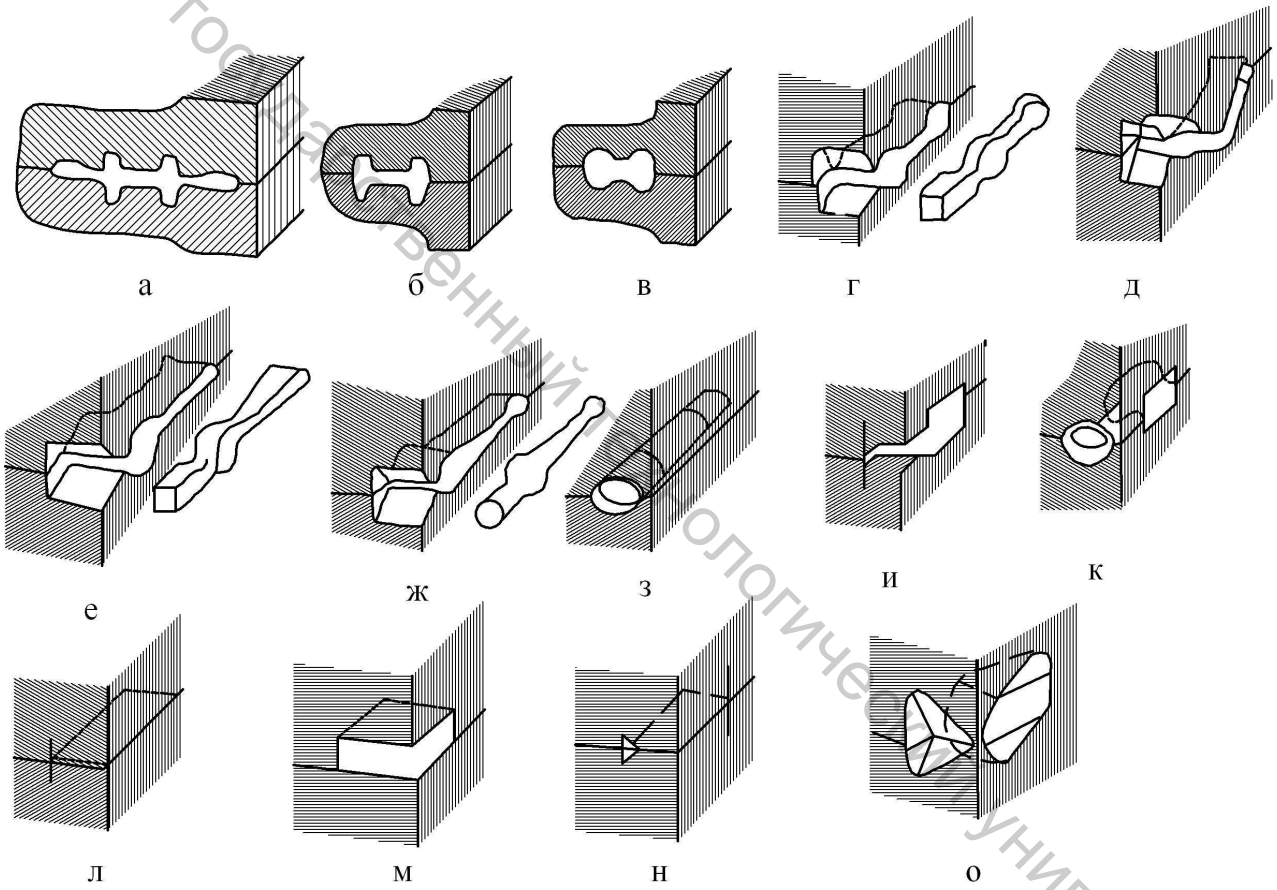


Рис. 2.3. Схемы ручьев штампов:

а – открытый окончательный ручей; б – предварительный ручей; в – заготовительно-предварительный ручей; г – формовочный ручей; д – гибочный ручей; е – пережимной ручей; ж – открытый подкатной ручей; з – закрытый подкатной ручей; и – открытый протяжной ручей; к – закрытый протяжной ручей; л – площадка для оттяжки конца;
м – площадка для осадки; н – площадка для расплющивания; о – отрезной нож.

Гибочный ручей (рис. 2.3, д) служит для изгиба заготовки в соответствии с формой поковки, а также незначительного осевого перемещения или пережима заготовки в отдельных сечениях.

Пережимной ручей (рис. 2.3, е) служит для пережима, сопровождаемого уменьшением площади поперечных сечений исходной заготовки в одних местах

Витебский государственный технологический университет

при незначительном наборе в других местах. Осевое перемещение также незначительно.

Открытый подкатной ручей (рис. 2.3, ж) служит для увеличения площади поперечных сечений заготовки в одних местах за счет уменьшения площади поперечных сечений исходной заготовки в других местах при незначительном удлинении заготовки. Закрытый подкатной ручей (рис. 2.3, з) обеспечивает более значительный набор металла по сравнению с открытым.

Открытый протяжной ручей (рис. 2.3, и) предназначен для увеличения длины исходной заготовки за счет уменьшения площади ее поперечных сечений в тех местах, где это необходимо в соответствии с формой поковки. Закрытый протяжной ручей (рис. 2.3, к), благодаря закрытому профилю ручья в поперечных сечениях, интенсифицирует перемещение металла в осевом направлении и способствует более значительному удлинению заготовки.

Площадка для оттяжки конца (рис. 2.3, л) служит для удлинения части исходной заготовки. Площадка для осадки (рис. 2.3, м) служит для уменьшения высоты и увеличения площади поперечного сечения исходной заготовки. Площадка для расплющивания (рис. 2.3, н) служит для расплющивания исходной заготовки, иногда сопровождаемого местным пережимом металла.

Отрезной нож (рис. 2.3, о) применяется для отделения штампованной поковки от прутка, когда из одной исходной заготовки получается несколько поковок.

Облойные канавки предназначены для размещения избыточного материала. Форма и размеры облойных канавок зависят от размеров и конфигурации поковок, поступающих в чистовой ручей. Правильно выбранные формы и размеры канавок обеспечивают полное заполнение рельефа полости штампа и выдавливание избыточного металла из ручья.

Облойная канавка имеет **пороговую часть**, представляющую узкий выход из полости штампа и расширенную часть – **магазин**, предназначенный для свободного размещения избыточного металла (рис. 2.4). Для последующей обрезки облоя важно, чтобы сопряжение поковки с облоем было выполнено как можно более резко. Однако, при небольшом радиусе закругления в месте перехода от поковки к облою раскаленный металл нагревает острый порог штампа, и он быстро изнашивается. Канавка теряет форму, что приводит к браку поковок. Поэтому на практике применяют более рациональные формы канавок, которые имеют увеличенный порог и магазин.

Недостаточная ширина порога вызывает деформацию штампа, а большая ширина порога приводит к повышенному расходу энергии на штамповку вследствие увеличения сопротивления образованию облоя и его деформации.

Нижняя часть штампа находится в соприкосновении с нагретым металлом более длительное время, чем верхняя, поэтому площадка нижнего порога предусматривается относительно бо̀льшей ширины. Такие канавки применяются при большом объеме облоя, т.е. при изготовлении крупных или сложных по конфигурации поковок. Называются они канавками с **двусторонним порогом** (симметричная – рис. 2.4, а и несимметричная – рис. 2.4, б).

Витебский государственный технологический университет

При обычных условиях штамповки наибольшее распространение получил третий тип облойной канавки (рис. 2.4, в). Эта канавка имеет выступающий порог только на верхней части штампа и называется канавкой с **односторонним верхним порогом**. Нижняя часть штампа, на которой лежит нагретый штампуемый металл, не имеет выступа в виде порога.

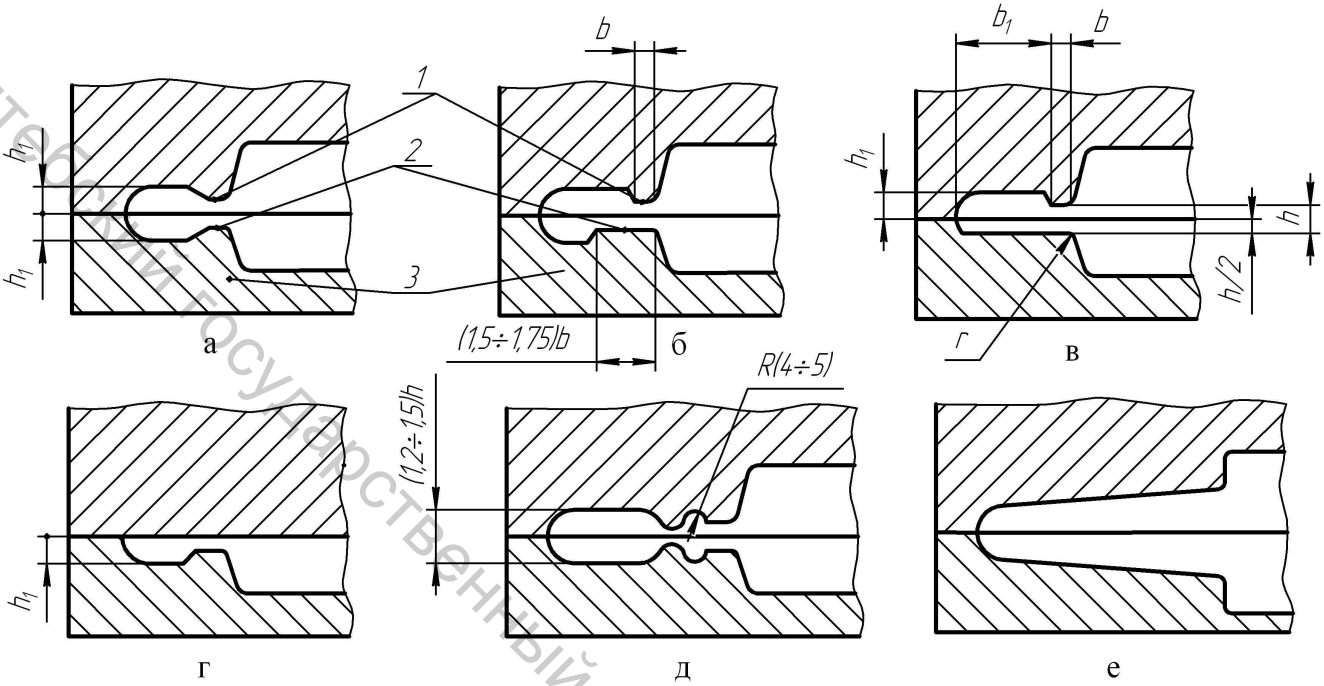


Рис. 2.4. Схемы облойных канавок:
а, б – канавки с двусторонним порогом, соответственно симметричная и несимметричная;
в, г – канавки соответственно с верхним и нижним порогами; д – канавка с повышенным сопротивлением течению металла; е – канавка с наклонными порогами;
1 – верхний порог; 2 – нижний порог; 3 – матрица;
h_1, h_2 – высота магазина соответственно в нижней и верхней частях штампа;
b_1 – ширина порога; b – ширина магазина; h – высота порога

Для простых и небольших по высоте поковок, легко размещающихся в одной половине штампа, применяется облойная канавка с односторонним нижним порогом (рис. 2.4, г). При такой форме канавки не требуется точного совпадения верхней и нижней частей штампов, что удешевляет стоимость изготовления. Указанный тип канавки применяется в тех случаях, когда обрезку облоя можно производить с поворотом поковки на 180^0.

Канавки (рис. 2.4, д) используются на части контура поковки для местного повышения сопротивления течению металла в канавку и гарантируют заполнение металлом сложной полости штампа. С этой же целью применяется канавка без магазина, но с наклонными порогами (рис. 2.4, е). Этот тип канавки эффективен в технологическом отношении, но приводит к повышенному расходу энергии, т.к. деформирование облоя в канавке происходит в более сложных условиях.

Витебский государственный технологический университет

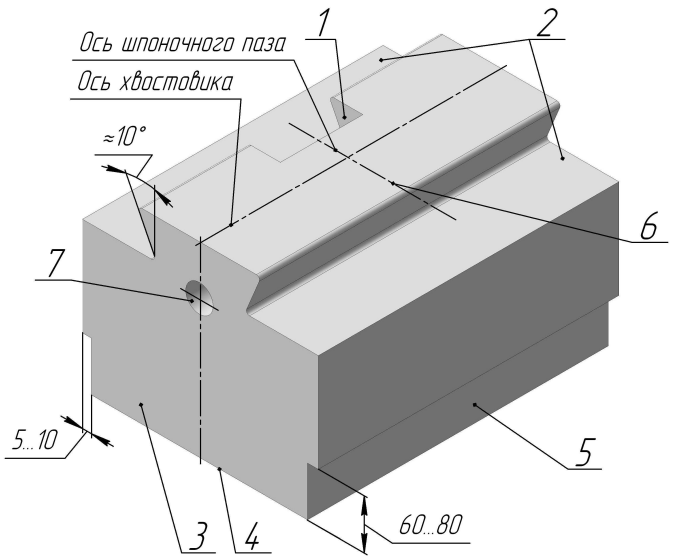


Рис. 2.5. Вспомогательные элементы штампового кубика:
1 – шпоночный паз; 2 – заплечики;
3, 5 – поперечная и продольная контрольные стороны; 4 – плоскость разъема;
6 – хвостовик; 7 – подъемные отверстия.

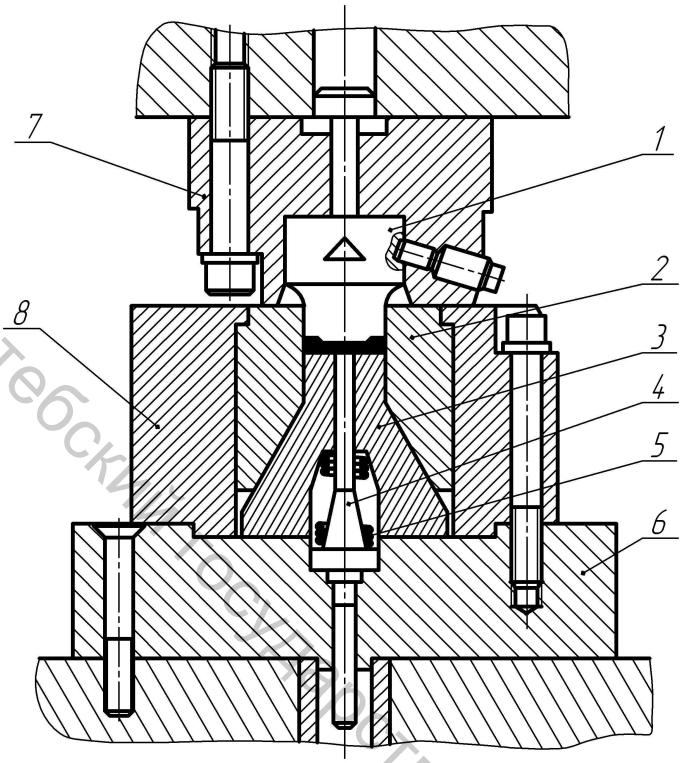
Помимо основного назначения – формоизменения заготовки, – конструкция штампа должна обеспечить его точную установку, надежное крепление и возможность транспортирования. Элементы молотового штампа, предназначенные для выполнения таких вспомогательных функций, показаны на рис. 2.5. Точная установка осуществляется по контрольным граням 3 и 5, образующим между собой контрольный угол. Для транспортирования штампа служат подъемные транспортные отверстия 7. Крепление штампа к штамподержателю молота производится с помощью шпонки и клина, для чего предусматривается шпоночный паз 1 и хвостовик 6.

Штампы высокоскоростных молотов. На высокоскоростных молотах (15 – 30 м/с) изготавливаются в открытых и закрытых штампах, методами прямого и обратного выдавливания. Как правило, на высокоскоростных молотах штампуются круглые в плане поковки с тонкими рёбрами, отростками, резкими переходами сечений (заготовки зубчатых колёс, режущего инструмента, крыльчатки).

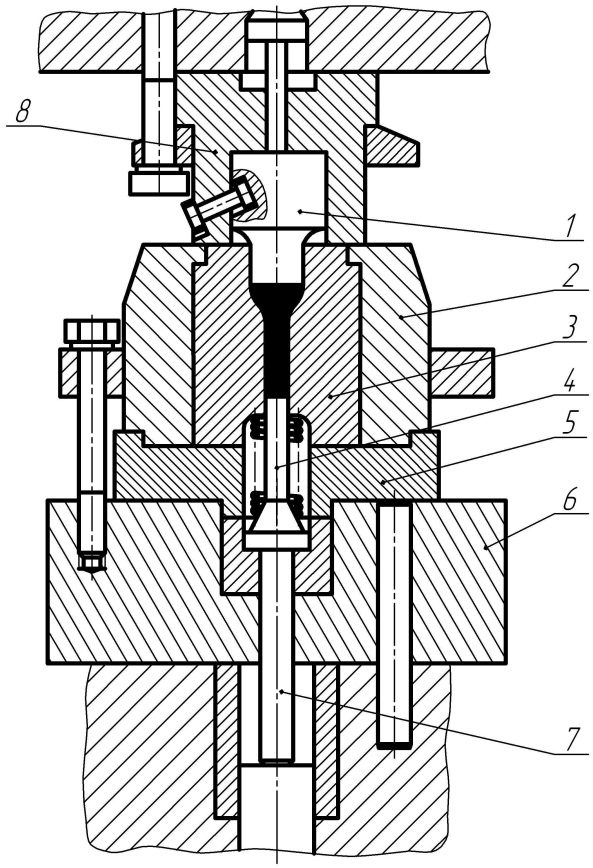
Закрытые штампы высокоскоростных молотов разрабатываются для однопереходной штамповки, и оснащаются выталкивателями, расположенными в нижнем блоке (рис. 2.6). Пуансоны выполняются цельными и крепятся в блоках болтами или с помощью прижимных и резьбовых колец. Длина пуансонов не должна превышать 3 – 4 диаметров. Переходы между сечениями пуансона выполняют плавными радиусами не менее 5 мм.

Матрицы состоят из обойм и вставок, запрессованных в горячем состоянии. Толщину стенки матрицы и обоймы обычно принимают равной (0,6–1)D, где D – диаметр контейнера. Для глубоких контейнеров толщина стенки увеличивается. Крепление обойм матриц к переходным плитам осуществляется болтами; в отдельных случаях для этой цели используются прижимные кольца.

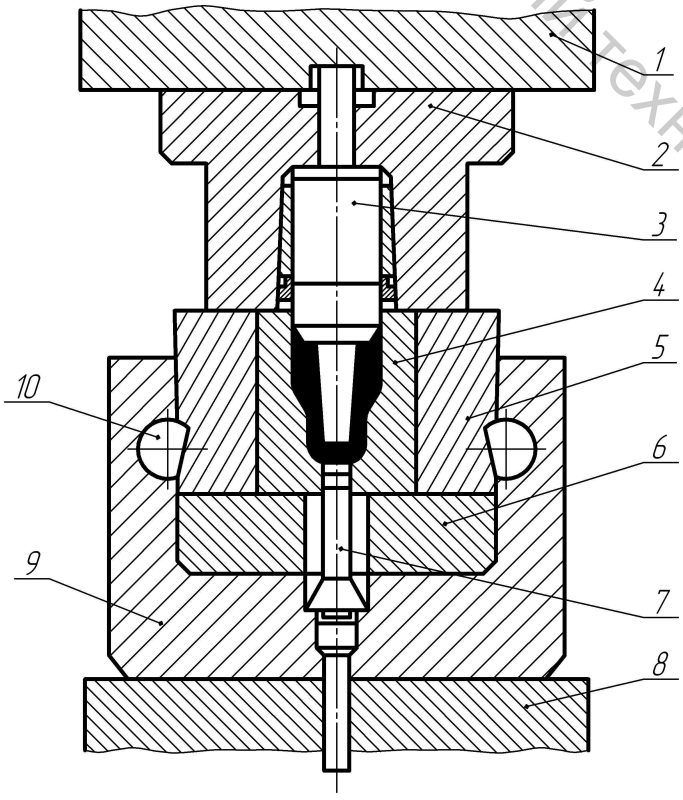
Витебский государственный технологический университет



а



б



в

Рис. 2.6. 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

2.2. Штампы кривошипных горячештамповочных прессов (КГШП)

Штампы КГШП представляют собой сборные блоки, обеспечивающие быструю переналадку рабочего инструмента – ручьевых вставок и более высокий общий срок службы по сравнению с молотовыми. В зависимости от формы, размеров поковки и материала применяются универсальные и специализированные блоки. Универсальные блоки предназначены для обработки технологичных материалов при штамповке за два или три перехода, когда не требуется дополнительный подогрев. Для изготовления поковок из труднодеформируемых сплавов применяются обогреваемые штампы с одной или двумя парами ручьевых вставок.

Конструктивная схема универсального блока открытого штампа представлена на рис. 2.7.

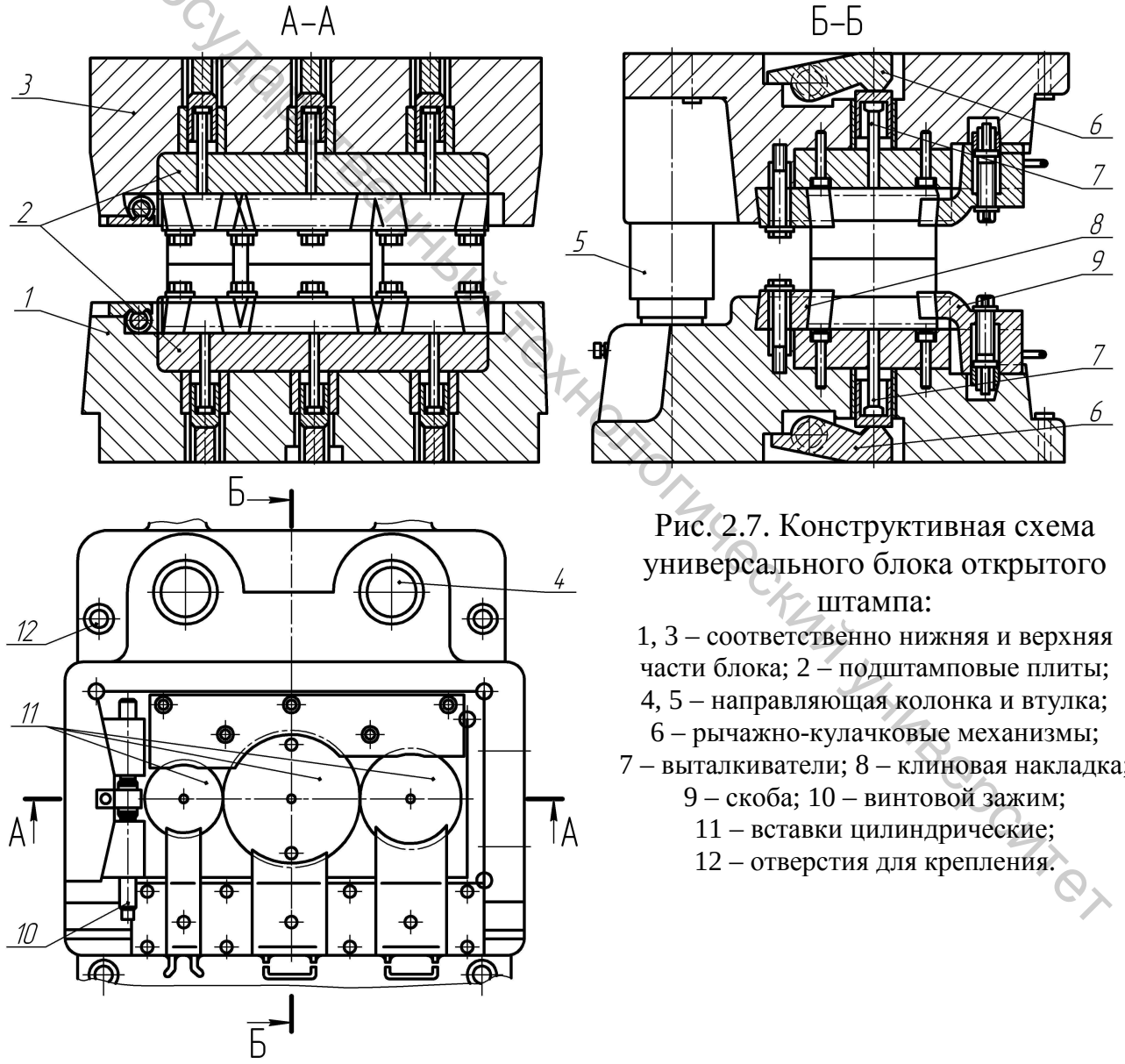


Рис. 2.7. Конструктивная схема универсального блока открытого штампа:
1, 3 – соответственно нижняя и верхняя части блока; 2 – подштамповые плиты;
4, 5 – направляющая колонка и втулка;
6 – рычажно-кулачковые механизмы;
7 – выталкиватели; 8 – клиновая накладка;
9 – скоба; 10 – винтовой зажим;
11 – вставки цилиндрические;
12 – отверстия для крепления.

Витебский государственный технологический университет

Блок состоит из нижней 1 и верхней 3 частей; в нижней запрессованы направляющие колонки 4, а в верхней – втулки 5. Выталкиватели 7, расположенные в верхней и нижней частях блока приводятся в действие рычажно-кулачковыми механизмами 6. Вставки 11 имеют круглую в плане форму или призматическую. Они устанавливаются на подштамповых плитах 2 и крепятся к блоку с помощью клиновых накладок 8 и скоб 9. Фиксирование вставок осуществляется винтовыми зажимами 10.

Конструктивные варианты крепления вставок представлены на рис. 2.8.

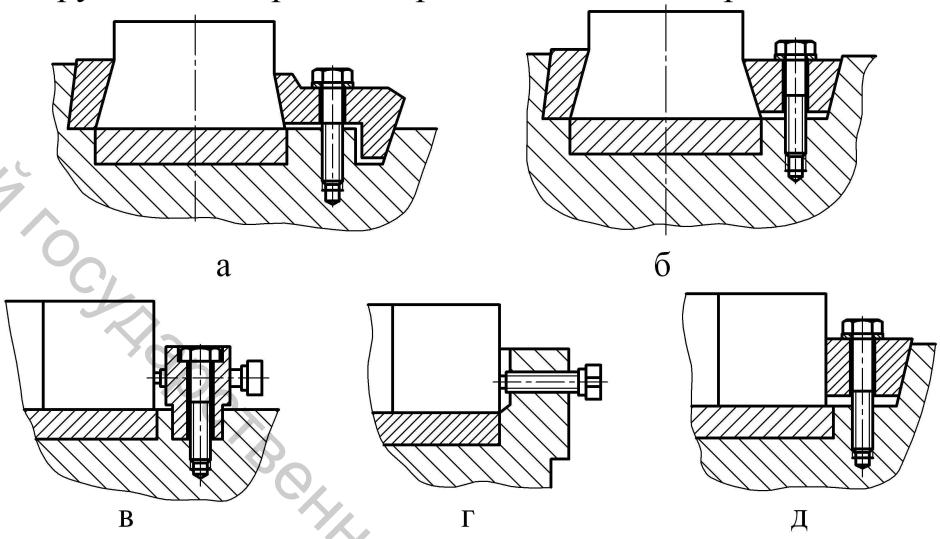


Рис. 2.8. Крепление вставок в универсальных блоках:
а – продольное накладками; б – продольное прижимными клиньями;
в – боковое упорными болтами через стойку; г – боковое упорными болтами через стенку блока; д – боковое прижимными клиньями.

Наиболее часто применяются призматические вставки. Их проще регулировать, а крепление более надежно. Формообразующие части могут изготавливаться в виде цилиндрической матрицы или вкладыша и крепиться в призматической вставке с помощью накладок или посадок с натягом.

Системы выталкивания поковок включают: толкающий механизм пресса, промежуточный рычаг, упорную планку и выталкиватель (центральная система выталкивания). Конструкция выталкивателя зависит от формы поковки и способа штамповки. При продольной штамповке выталкиватель упирается либо в торец поковки, либо в перемычку под отверстие, либо, для поковки с отверстием, в кольцевую поверхность торца. При поперечной штамповке упор может быть в головку, в стержень и даже в облой поковки. При использовании нескольких пар выталкивателей в одном штампе применяются рычажная или рычажно-кулачковая системы выталкивания. Наличие выталкивателей позволяет назначать небольшие штамповочные уклоны (до 3°).

Размеры облойных канавок открытых прессовых штампов устанавливаются по аналогии с молотовыми штампами. В прессовых штампах в большинстве случаев используется открытый мостик. Для уменьшения потерь металла в облой и повышения стойкости штампов применяются облойные мостики клиновидной формы.

Витебский государственный технологический университет

Безоблойная закрытая штамповка осуществляется в штампах с неразъёмными и разъёмными матрицами. Простейшая конструкция блока закрытого штампа с **неразъёмной матрицей** представлена на рис. 2.9.

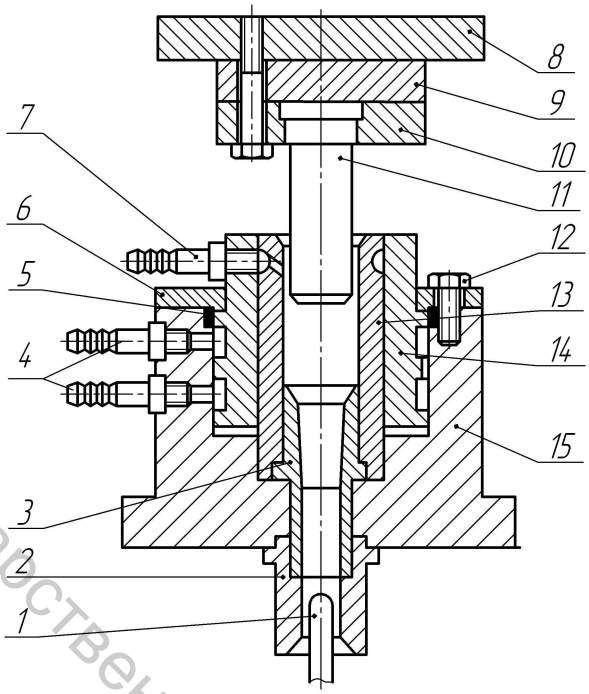


Рис. 2.9. Блок одноручьевого штампа закрытого типа с неразъёмной матрицей: 1 – выталкиватель; 2 – втулка; 3 – матрица; 4 – штуцера для подвода и отвода охлаждающей воды; 5 – прокладка; 6 – крышка; 7 – штуцер для подачи смазки; 8 – крепёжная плита; 9 – опорная плита; 10 – прижимное кольцо; 11 – пуансон; 12 – болт; 13 – контейнер; 14 – обойма; 15 – корпус.

Пуансон 11 крепится к верхней плите 8 прижимным кольцом 10. Для предотвращения вдавливания торца пуансона в плиту между ними находится промежуточная закаленная плита 9.

Матрица 3 устанавливается в контейнер 13, который, в свою очередь, запрессован в обойму 14. Соединение в сборе – матрица, контейнер, обойма крепится крышкой 6 в корпусе 15.

В блоке предусмотрены штуцеры 4 для подвода и отвода охлаждающей жидкости и штуцер 7 для подачи смазки. Блок в общем случае выполняется с направляющими элементами; в упрощённом варианте – без направляющих элементов.

Блоки закрытых штампов с **разъёмными матрицами** по конструктивным особенностям и технологическому назначению можно разделить на четыре группы:

– блоки рычажные с вертикальным разъемом полуматриц и деформирующим пуансоном, движущимся параллельно плоскости разъема полуматриц;

– блоки клиновые с горизонтальным разъемом полуматриц и деформирующим пуансоном, движущимся перпендикулярно плоскости разъема полуматриц;

Витебский государственный технологический университет

– блоки клиновые двусторонние с горизонтальным разъемом полуматриц и деформирующими пуансонами, движущимися в плоскости разъема полуматриц;

– блоки клиновые с горизонтальным разъемом полуматриц и деформирующими пуансонами, движущимися перпендикулярно плоскости разъема навстречу друг другу.

Блок рычажный с вертикальным разъемом полуматриц (рис. 2.10) 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 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.

Витебский государственный технологический университет

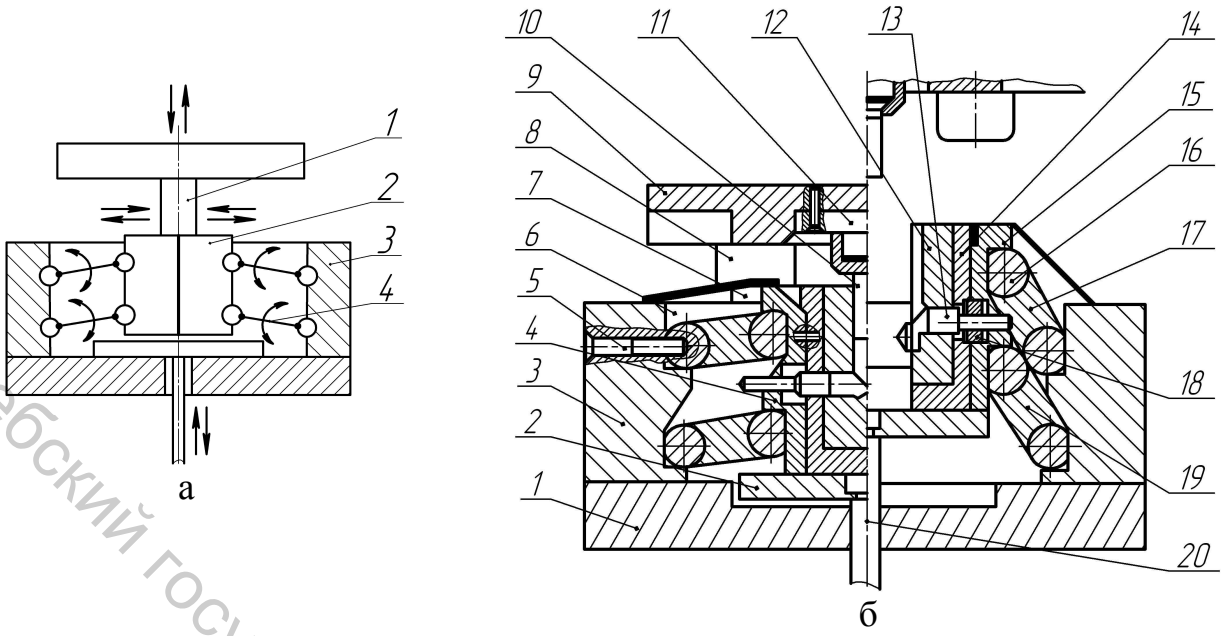


Рис. 2.10. Блок рычажный с вертикальным разъёмом матриц:
а – кинематическая схема: 1 – пуансон; 2 – полуматрица; 3 – обойма; 4 – рычаг;
б – общий вид блока (слева – крайнее нижнее положение; справа – крайнее верхнее положение): 1 – плита нижняя; 2 – плита подвижная; 3 – плита боковая; 4 – упругий элемент; 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.

Блок 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.

Блок клиновой с горизонтальным разъемом матриц деформирующим пуансоном движущимся перпендикулярно плоскости разъёма позволяет реализовать последовательно три перехода (Рис. 2.11). Осадку исходной заготовки между пуансонами 9, непосредственно штамповку между полуматрицами 15, 17 и обрезку перемычки пуансоном 3.

Блок 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

Витебский государственный технологический университет

пуансон, а после этого происходит размыкание полуматриц. Полученная поковка удаляется из нижней полуматрицы выталкивателем 19.

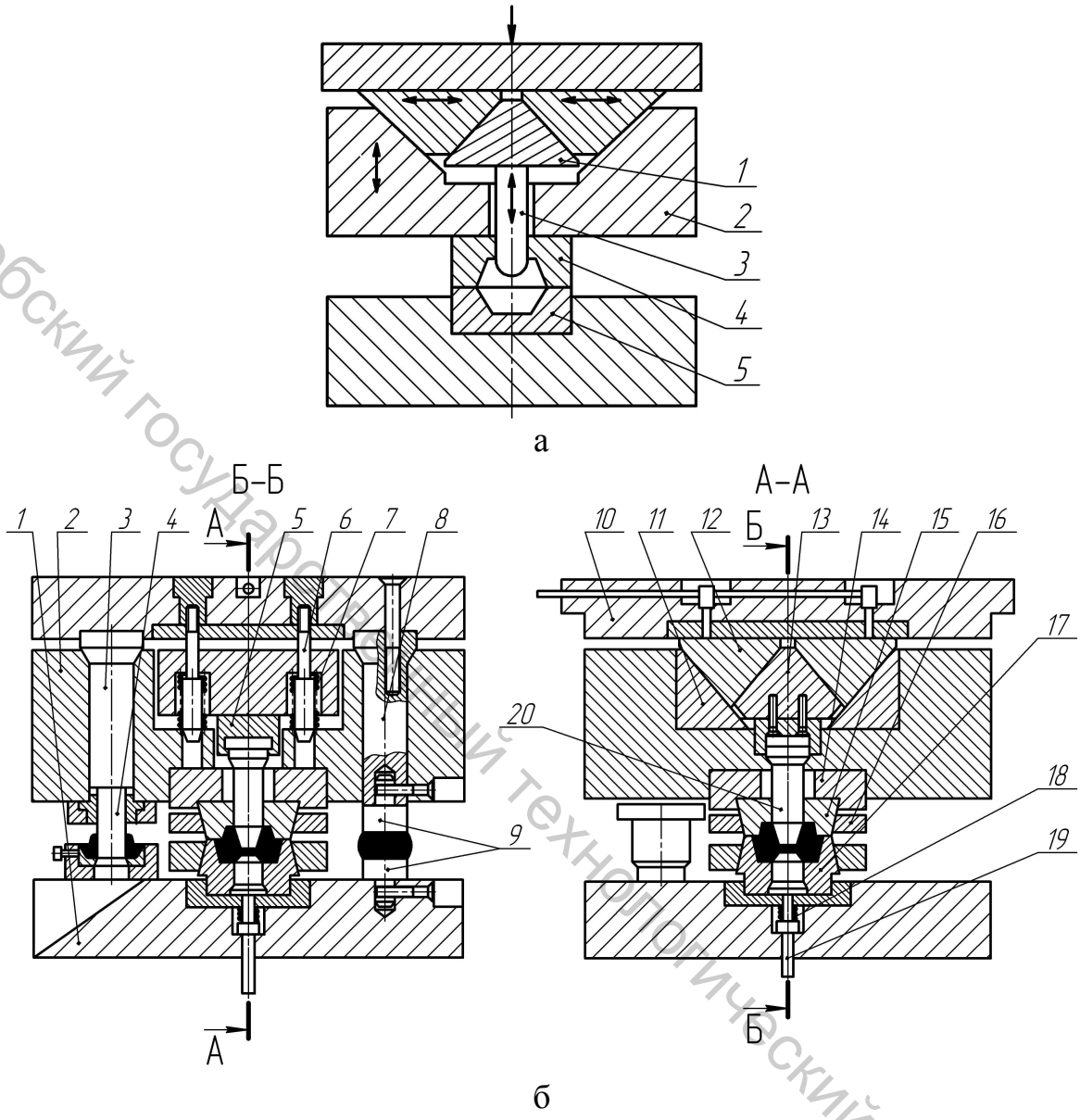


Рис. 2.11. Блок клиновой с горизонтальным разъёмом полуматриц и центральным пуансоном, движущимся перпендикулярно плоскости разъёма: а – кинематическая схема блока: 1 – призмы клиновые; 2 – обойма; 3 – пуансон; 4, 5 – полуматрицы; б – общий вид блока: 1 – нижняя плита; 2 – обойма; 3 – пуансон отрезной 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.

Блок клиновой с горизонтальным разъёмом полуматриц и пуансонами, движущимися в плоскости разъёма.

Конструктивная схема блока представлена на рис. 2.12. Блок состоит из верхней плиты 6, обоймы 4 и нижней плиты 1, соединенных между собой колонками 13, 16.

Витебский государственный технологический университет

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.

Блок 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.

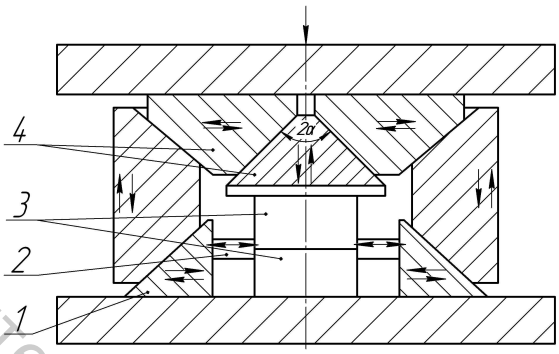
При дальнейшем движении ползуна вниз промежуточные клиновые призмы 8, наталкиваясь скошенными поверхностями на остановившуюся центральную призму, начинают перемещаться в стороны от центра, обеспечивая подвижной обойме дополнительное движение вниз, которое передается ползунам с пуансонами. Последние деформируют 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.

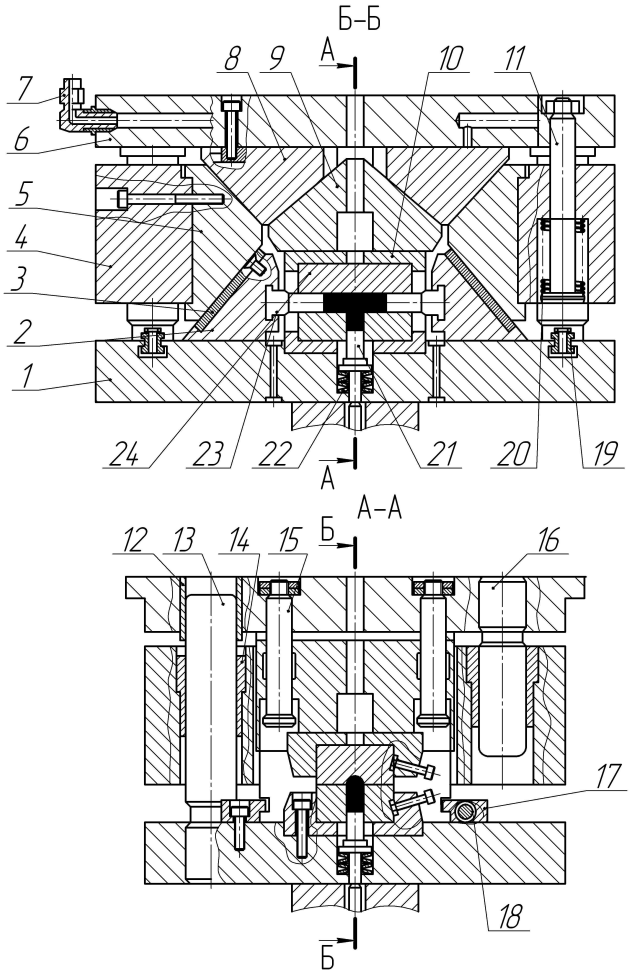
Конструкция блока имеет следующие особенности:

- усилие сжатия полуматриц пропорционально усилию деформации и зависит от величины углов клиновых призм и коэффициента контактного трения в клиновых парах;
- углы клиновых призм и усилие сжатия зависят от соотношения площадей давления (площади деформирующего пуансона) и поковки в плоскости разъема;
- при колебаниях объема заготовки в пределах 3-5% избыток металла может размещаться в компенсаторе, а при его отсутствии приводит к увеличению размеров поковки в пределах положительного допуска и компенсируется упругой деформацией штампа;
- при значительном превышении заданного объема заготовки полуматрицы автоматически раскрываются, если усилия разжима полуматриц больше усилий сжатия.

Витебский государственный технологический университет



а



б

Рис. 2.12. 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 блока : 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.

Блок с горизонтальным разъёмом матриц и пуансонами, движущимися перпендикулярно плоскости разъёма матриц.

Конструкция блока (рис. 2.13) разработана с учётом обеспечения деформирования заготовки в закрытой полости одним или двумя пуансонами, движущимися навстречу друг к другу перпендикулярно плоскости разъёма.

Конструкция блока позволяет изготовлять поковки без облоя за один или два перехода с предварительной осадкой заготовки, причем можно получать не только круглые поковки, но и сложной конфигурации в том числе с отростками. В блоке можно осуществлять также пробивку отверстий в поковках.

Блок двустороннего деформирования состоит из опорных плит 1 и 4, по которым горизонтально перемещаются две пары трехгранных призм 10, а призма 11 размещенная между ними, передвигается в вертикальном направлении. На этой призме установлены деформирующие пуансоны 5, которые входят в отверстия матриц 6, вмонтированных в подштамповые плиты 7. Плиты

Витебский государственный технологический университет

прикреплены к обоймам 2 и 3, которые соединены между собой колонками 8 и втулками 9.

Обоймы 2, 3 могут перемещаться вертикально относительно опорных плит 1, 4, к которым они присоединены посредством тяг 16. Обоймы имеют внутренние наклонные плоскости, которыми они соприкасаются с парой горизонтально перемещающихся призм 10. В исходное положение детали блока приводятся с помощью упругих элементов 17, 18, 23.

На опорных плитах 1, 4 закреплены бойки 19 для осадки заготовок.

Система выталкивания поковок из штампа состоит из рычагов 12, толкателей 13 и 20 и фиксирующих пальцев 21.

На трущихся поверхностях деталей блока закреплены сменные планки износа 14, 15. Для ограничения хода подвижных обойм 2, 3 и регулировки хода пуансонов между обоймами и опорными плитами 1, 4 установлены регулировочные планки 22.

Смазка деталей блока осуществляется системой централизованной смазки пресса.

В исходном положении нижняя и задняя обоймы блока отжаты упругими элементами; промежуточные призмы раздвинуты в стороны, а центральные призмы прижаты к верхней и нижней плитам. Пуансоны утоплены в отверстиях, полость ручья свободна.

Осаженная заготовка укладывается в полость (гравюру) нижней матрицы 6. При движении ползуна пресса вниз сначала соприкасаются по плоскости разъёма штамповочные вставки (матрицы), образуя закрытый ручей штампа. Дальнейшее движение ползуна передается через опорную плиту 4 на призмы 10, которые, перемещаются по наклонным поверхностям подвижной обоймы 3 и плите 4 навстречу друг другу, при этом опускают вниз призму 11 с деформирующим пуансоном 5. Одновременно движение от верхней части блока передается на обойму 2, которая, двигаясь вниз, через такую же систему призм перемещает второй деформирующий пуансон вверх. Происходит деформирование заготовки в ручье одновременно двумя пуансонами, движущимися навстречу один другому. По окончании рабочего хода пресса все детали блока с помощью упругих элементов возвращаются в исходное положение, а поковка выталкивается из ручья.

Витебский государственный технологический университет

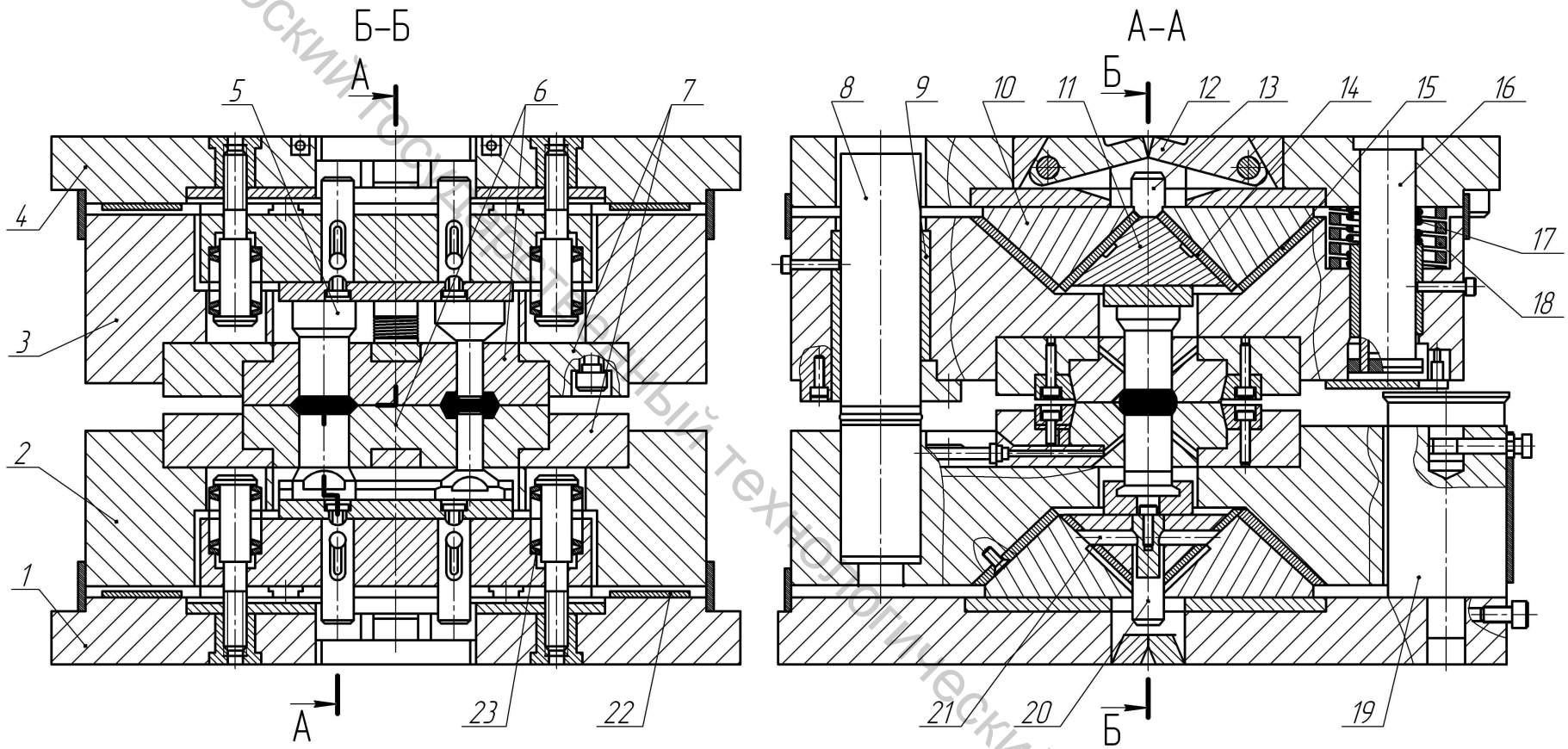


Рис. 2.13. Конструкция блока с горизонтальной плоскостью разъёма и пуансонами, перемещающимися перпендикулярно плоскости разъёма:

1, 4 – плиты; 2, 3 – обоймы; 5 – пуансон; 6 – матрица; 7 – подштамповая плита;
8 – колонка; 9 – втулка; 10, 11 – призмы; 12 – рычаг; 13, 20 – толкатели; 14, 15 – планки износа;
16 – тяга; 17, 18, 23 – упругие элементы; 19 – боёк; 21 – палец фиксирующий.

Витебский государственный технологический университет

2.3. Обрезные штампы

Обрезные штампы разделяются на штампы простого, последовательного и совмещённого действия.

Штампы простого действия (рис. 2.14, 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. 2.14, 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. 2.14, 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.

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.

Простейший нижний съемник жесткой конструкции выполнен в виде съемных Г-образных лап 1, укрепленных на плите (рис. 2.15, а). Лапы работают на изгиб в тот момент, когда застрявший облой снимается с пуансона. Более совершенной является конструкция жесткого съемника на распорных трубках (рис. 2.15, 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 высоте пресса применяется нижний жесткий съемник на пружинах (рис. 2.15, в). В процессе рабочего хода ползун пресса опускает съемники сжимает пружины.

При обратном ходе ползуна пластина 5 съемника под действием пружины 6 возвращается в исходное положение, а съемник работает как обычный жесткий.

Если нижний съемник мешает установке поковок, то используется верхний съемник (рис. 2.15, 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.

Витебский государственный технологический университет

Витебский государственный технологический университет

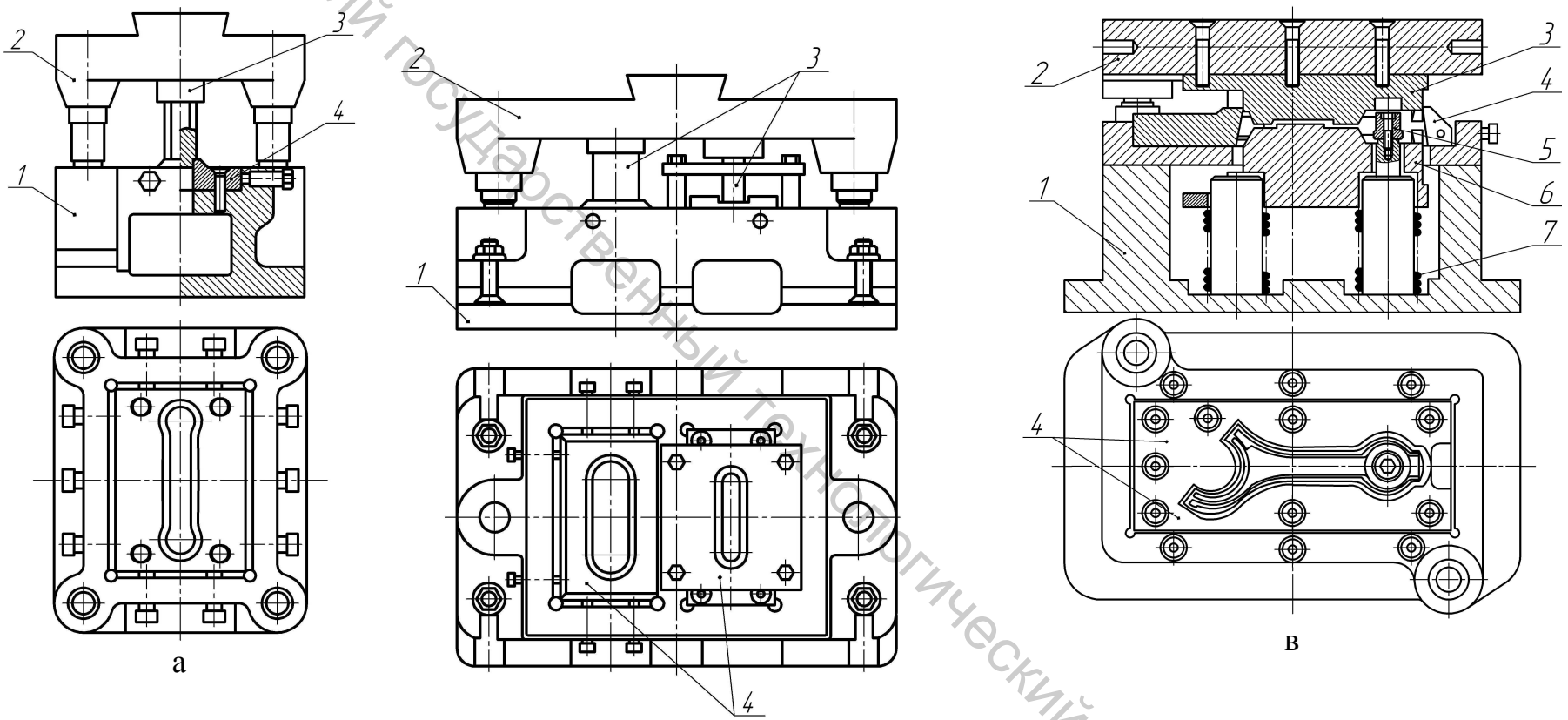


Рис. 2.14. Схемы конструкций обрезных штампов:

а – простого действия; б – последовательного действия; в – совмещённого действия:

1 – нижний штамп; 2 – верхний штамп; 3 – пуансоны; 4 – матрицы; 5 – прошивень; 6 – прижим; 7 – пружина; 8 – упор.

Верхний пружинный съемник может быть выполнен в виде компактных стержней 9, действующих от пружин 10 (рис. 2.15, д). Три или четыре стержня свободно снимают облой. При холодной обрезке облоя вместо пружин верхнего съемника используются толстые резиновые подкладки (рис. 2.15, е).

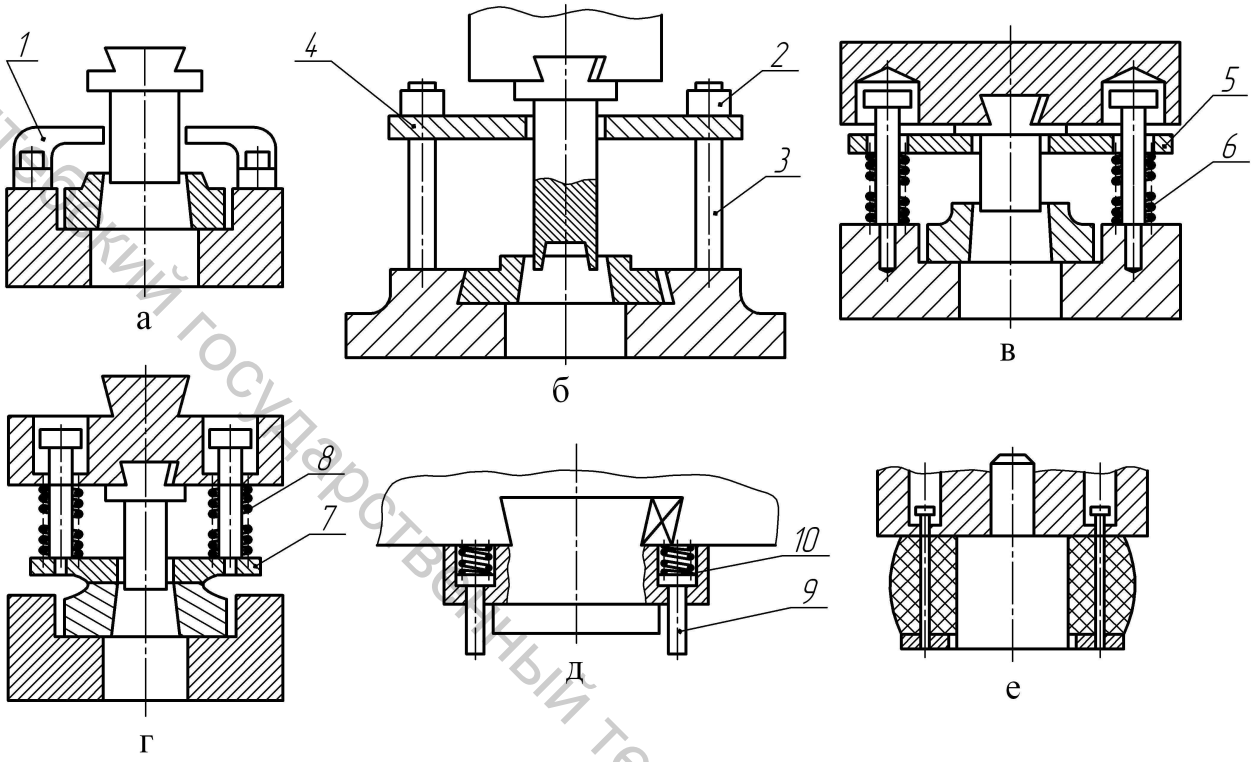


Рис. 2.15. Конструктивные схемы съемников обрезных штампов:
а, б, в – нижние съемники; г, д, е – верхние съемники; 1 – Г – образные лапы;
2 – болты; 3 – трубки; 4, 5, 7 – съемные плиты; 6, 8, 10 – пружины;
9 – стержни толкающие

Стойкость режущих кромок матриц и пуансонов и качество обрезки поковки в значительной мере зависит от их конструктивного исполнения (рис. 2.16).

Зазор δ между пуансоном и матрицей целесообразно выбирать в соответствии с данными, приведенными в таблице 2.1. Съем облоя облегчается при использовании увеличенного зазора, который рассчитывается по формуле

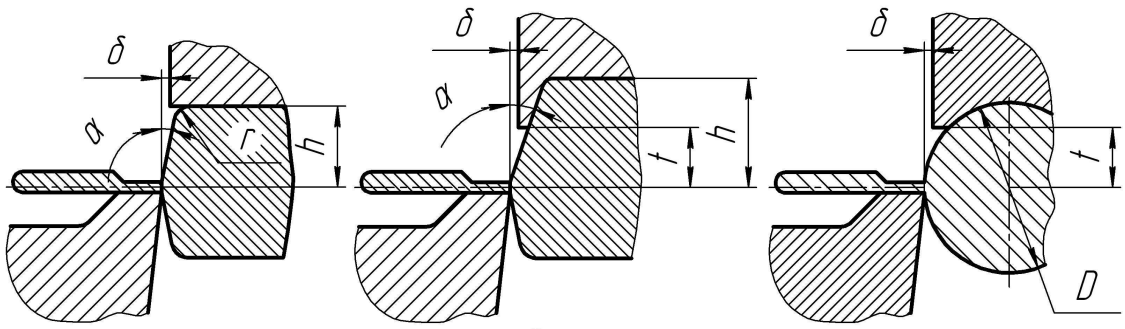
$$\delta = htg\alpha + (0,5 \div 0,8)r, \text{ мм} \qquad (2.1)$$

Величина притупления острых кромок пуансонов, охватывающих поковку (рис. 2.16) определяется по формуле:

$$t = \frac{2+\delta}{tg\alpha}, \text{ мм} \qquad (2.2)$$

Конструктивное исполнение и размеры отрезных матриц приведены на рис. 2.17 и в таблице 2.2.

Витебский государственный технологический университет



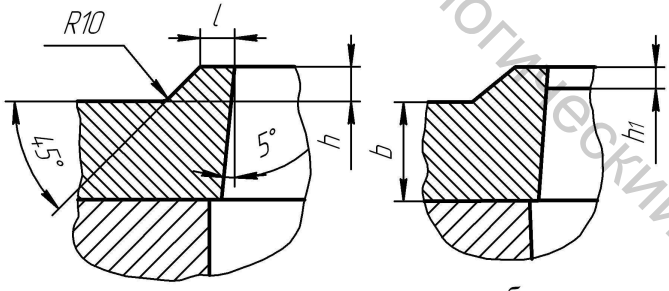
а б в

Рис. 2.16. Конструктивные элементы обрезных пуансонов:
а – плоских толкающих; б – плоских охватывающих;
в – сферических охватывающих.

Таблица 2.1

Зазоры между пуансоном и матрицей при обрезке облоя, мм (рис. 2.16).

Обрезка пуансоном без охвата поковки				Обрезка пуансоном с охватом поковки		Обрезка пуансоном со сферической поверхностью	
h	Зазор, δ			h	δ	D	δ
	α = 3°	α = 5°	α = 7 – 15°				
До 5	0,3	0,3	0,5	До 10	0,3	До 20	0,3
5 – 10	0,5	0,6	0,8	10 – 20	0,5	20 – 30	0,5
10 – 20	0,8	1,2	1,6	20 – 30	0,8	30 – 45	0,8
20 – 25	1,0	1,5	2,0	Свыше 30	1,0	45 – 60	1,0
25 – 30	1,2	1,8	2,6	–	–	60 – 70	1,2
Свыше 30	1,5	2,4	3,0	–	–	Свыше 70	1,5



а б

Рис. 2.17. Конструктивные элементы обрезных матриц с острой (а)
и тупой (б) режущими кромками.

Таблица 2.2

Размеры обрезных матриц, мм (рис. 2.17).

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

Витебский государственный технологический университет

2.4. Штампы горизонтально-ковочных машин

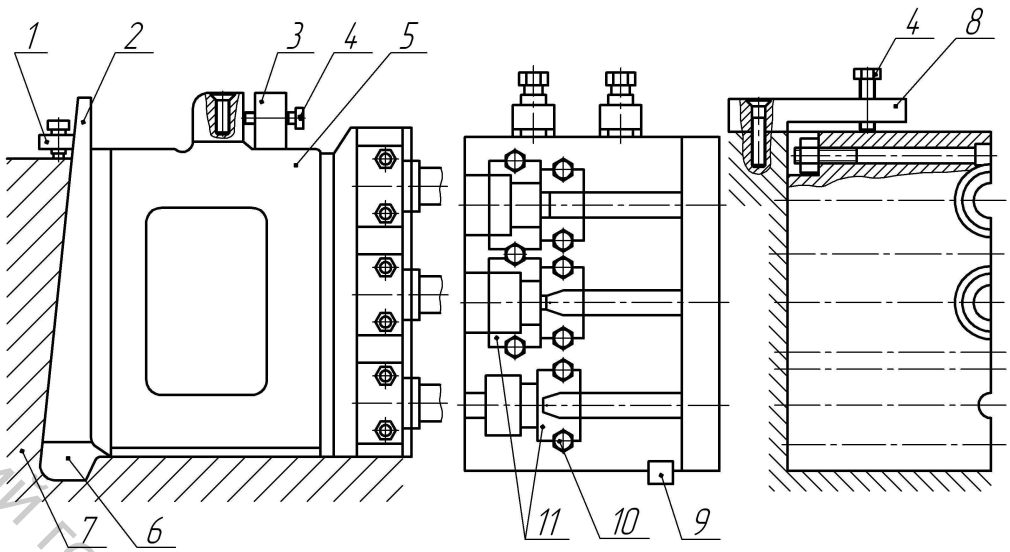
На горизонтально-ковочных машинах (ГКМ) осуществляется штамповка в открытых и закрытых штампах. Наличие двух ползунов – главного и бокового обеспечивает разъём штампов в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Ось деформирования (направление движения пуансонов) горизонтальна; плоскость разъёма матриц вертикальна или горизонтальна и определяется конструкцией ГКМ. Инструмент, предназначенный для горячей штамповки на горизонтально-ковочных машинах, состоит из блока пуансонов и блока матриц.

Блок пуансонов. Наиболее распространен сплошной блок пуансонов (рис. 2.18, а). В правой части блок 5 имеет пазы для фланцевого крепления хвостовиков пуансонов. Блок крепится в седле 6 главного ползуна 7 планкой 3. Болт 4, упираясь в выступ блока, прижимает его к клину 2, который регулирует положение блока и соответственно положение пуансонов. При ввертывании болта 1, упирающегося в ползун, клин поднимается и блок передвигается вправо и наоборот. Для уменьшения массы литой блок в средней части имеет выемку прямоугольной формы. Блоки рассмотренной конструкции надежны в работе и при наладке штампов обеспечивают необходимую точность установки.

Распространены конструкции сборных пуансонов (рис. 2.19). Сменные вставки крепят винтами, штифтами, клиньями или накидными гайками. Основное преимущество сборных пуансонов – экономное использование высоколегированной стали.

Блок матриц. Блоки, в которых закреплены неподвижная и подвижная части матриц, изготовляются сплошными из конструкционных сталей (рис. 2.18, б). Правый неподвижный блок находится в гнезде станины; левый подвижный – в боковом ползуне. Так как в рабочем (сомкнутом) положении блоки матриц с трех сторон ограничены опорными поверхностями, то для их крепления достаточно накладок 8 с нажимными болтами 4 и направляющих шпонок 9. Вставки 11 имеют форму полуцилиндра или прямоугольного параллелепипеда с выемкой, соответствующей части рабочей полости ручья. При соприкосновении двух вставок в конце хода бокового ползуна образуется полость. Вставки закрепляются сквозными болтами 10 с гайками, навинчиваемыми с тыльной стороны блоков

Витебский государственный технологический университет



а б

Рис. 2.18. Схемы крепления пуансонов и матриц на горизонтально-ковочных машинах:
а – блок пуансонов; б – блок матриц: 1 – болт регулировочный; 2 – клин; 3 – планка; 4 – болт прижимной; 5 - блок; 6 – седло; 7 – ползун; 8 – накладка; 9 – шпонка; 10 – болты крепёжные; 11 – вставки.

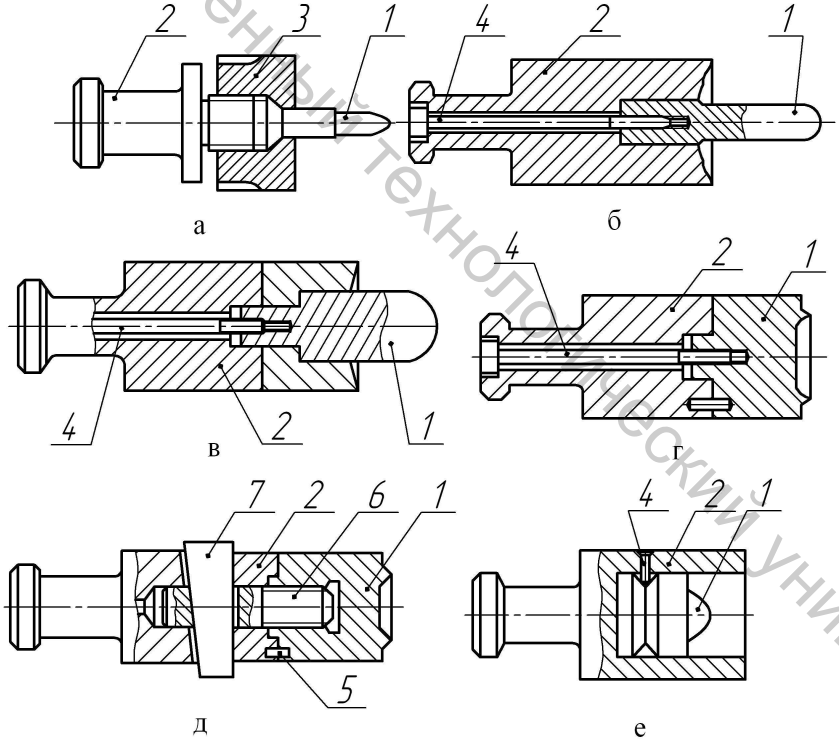


Рис. 2.19. Сборные пуансоны горизонтально-ковочных машин:
а – прошивной пуансон для прошивки отверстий диаметром менее 80 мм; б – прошивной и формующий пуансон при диаметре поковки менее 80 мм; в, г – соответственно прошивной и формующий пуансоны при диаметре поковки 80 – 160 мм; д – соответственно формующий пуансон при диаметре поковки более 160 мм; е – наборный или формующий пуансон с внутренним вкладышем: 1 – вкладыш; 2 – пуансон; 3 – накладная гайка; 4 – болт; 5 – штифт; 6 – штырь; 7 – клин.

Витебский государственный технологический университет

Ручьи штампов ГКМ. Основными формоизменяющими переходами при штамповке на ГКМ являются набор и формовка. Набор – заготовительный переход, необходимый для подготовки к формовке. При наборе высаживается относительно большая часть стержня $\ell_B \leq 2{,}5d$, где ℓ_B – высаживаемая часть стержня, а d – диаметр прутка. При проектировании наборных ручьев необходимо учитывать правила высадки, т.е. соблюдать оптимальные соотношения между длиной выступающей части прутка, его диаметром и размерами полостей в матрице и пуансоне (рис. 2.20).

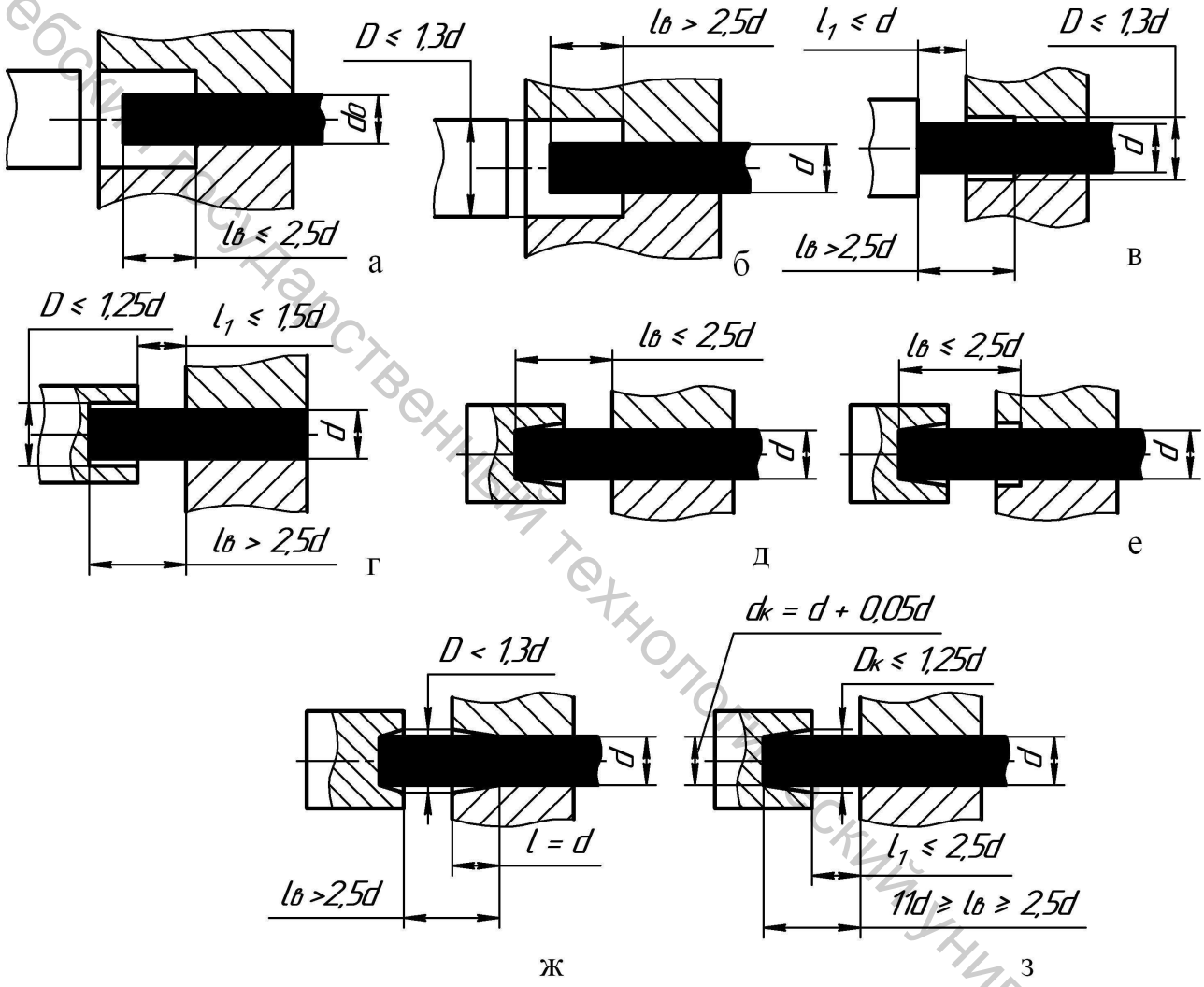


Рис. 2.20. Ограничения геометрических параметров заготовок и ручьёв штампов ГКМ:
ограничение размеров при высадке выступающей части прутка (а) и матрицы (б); ограничение размеров: выступающей части прутка за пределы цилиндрической матрицы (в), цилиндрического пуансона (г), конического пуансона (д), цилиндрической матрицы и конического пуансона (е), конических матрицы и пуансона (ж); ограничение размеров заготовки и конического пуансона (з).

Витебский государственный технологический университет

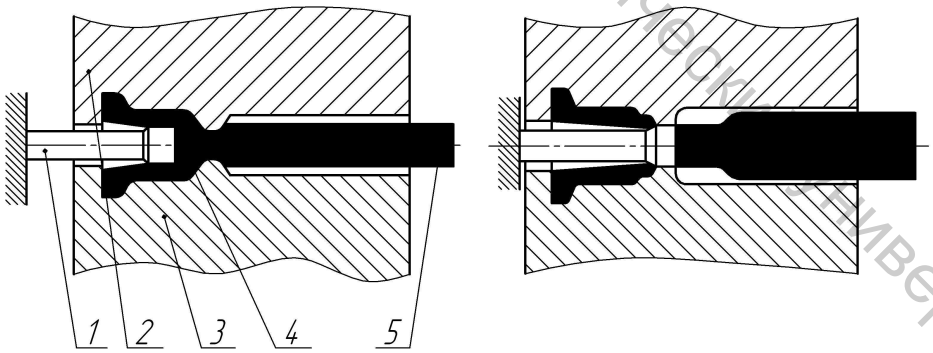
Чаще всего применяется набор материала в пуансоне. Набор в матрице и пуансоне производится в том случае, если необходимо получить двойной конус или конус, обращенный основанием к пуансону; такой же набор применяется и для получения бурта под последующую прошивку.

Формовка – получение окончательной конфигурации поковки. Ее можно производить в два перехода – предварительный и окончательный. При формовке осадка может сочетаться с выдавливанием и прошивкой заготовки.

При штамповке полых поковок (колец, втулок, фланцев и т.д.) заключительными операциями являются пробивка отверстий в поковке и отделение ее от прутка. Схема таких операциях приведена на рис. 2.21. При пробивке отверстия пуансоном 1 в поковке 4, зажатой полуматрицами 2 и 3, пруток 5, свободно размещенный в ручье с зазором, отделяется от поковки. Таким образом, пуансон пробивает отверстие в поковке и отделяет ее от прутка за один ход ползуна.

При штамповке поковок со стержнем заданной длины (болты, валы-шестерни и т.д.) заключительной операцией является отрезка поковки от прутка. Прутки диаметром более 30 мм целесообразно отрезать за два перехода (рис. 2.22, а). В первом ручье производят надрезку, а во втором окончательную отрезку. Прутки диаметром менее 30 мм отрезают за один переход (рис. 2.22, б).

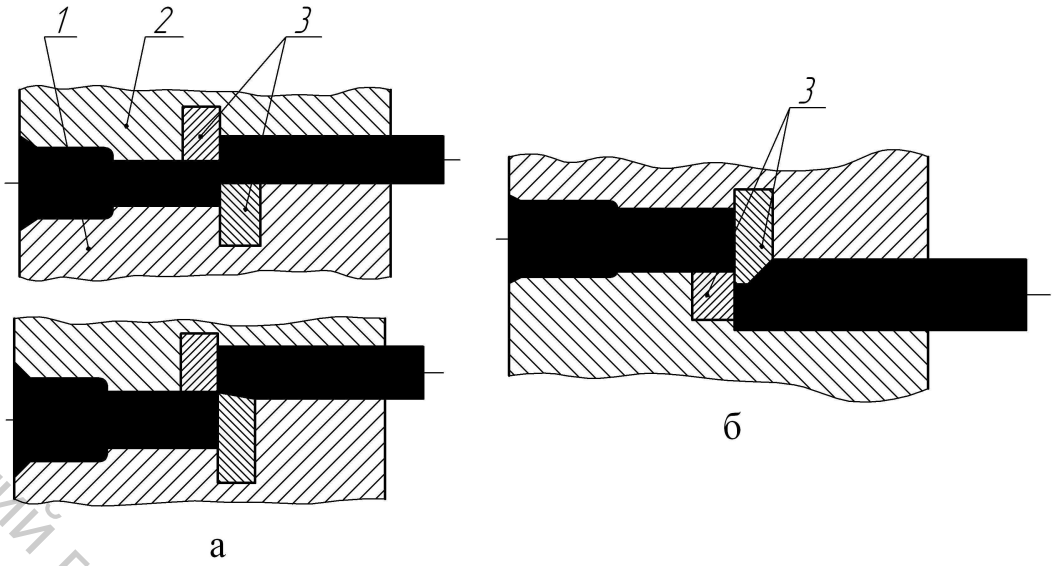
Кроме отрезки поковки от прутка на ГКМ обрезают облой, образуемый при высадке в открытых штампах. Применяются две схемы обрезки облоя: со сдвигом поковки и со сдвигом облоя (рис. 2.23). При обрезке со сдвигом поковки пуансон 2 изготавливается по контуру поковки 5. Пуансон сдвигает поковку, свободно лежащую в ручье штампа, а облой 1 остается на кромке обрезной вставки. При обрезке со сдвигом облоя пуансон изготавливают по конфигурации облоя. Поковка зажимается между полуматрицами. При движении пуансона облой отделяется от неподвижной поковки.



а б

Рис. 2.21. Схема отрезного ручья: для отделения поковки от прутка:
а – начало; б – конец операции;
1 – пуансон; 2, 3 – полуматрица; 4 – поковка; 5 – пруток.

Витебский государственный технологический университет



2.22. Схемы штампов для отрезки поковки от прутка:
а – отрезка за два перехода; б – отрезка за один переход;
1, 2 – полуматрицы; 3 – вставки.

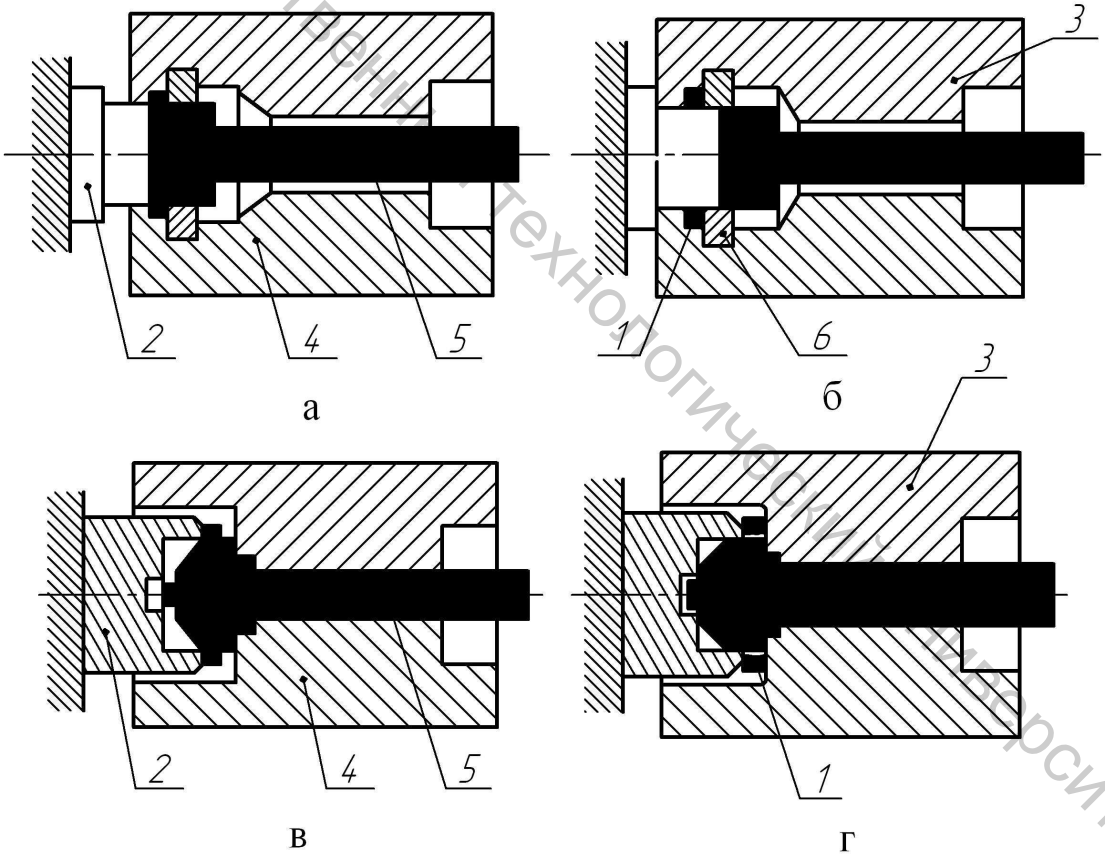


Рис. 2.23. Схемы штампов для обрезки облоя:
а, б – со сдвигом поковки; в, г – со сдвигом облоя; а, в – начало;
б, г – конец обрезки;
1 – облой; 2 – пуансон; 3, 4 – полуматрицы; 5 – поковка; 6 – обрезная вставка.

Витебский государственный технологический университет

2.5. Штампы для изотермического деформирования металлов

Общие сведения. Результат процесса горячего деформирования металлов зависит от правильного выбора и соблюдения термомеханического режима формоизменения, т.е. определённого сочетания температуры, скорости и деформации. В обычных условиях деформирования возможности поддерживания оптимального режима обработки ограничены из-за неизбежного остывания нагретой заготовки при переносе её от печи к деформирующему оборудованию, укладке в инструмент и последующей деформации. Интенсивность охлаждения заготовки тем больше, чем больше отношение её поверхности к объёму. Большие трудности возникают при штамповке деталей с тонким и широким полотном, узкими и высокими рёбрами.

Для компенсации остывания заготовка нагревается до температур, превышающих требуемые для деформации. При этом повышается интенсивность взаимодействия металла с окружающей средой, т.е. происходит окалинообразование, обеднение поверхностного слоя легирующими элементами.

Поддержание температуры заготовки частично решается путём подогрева штампов, применением стеклянных и металлических покрытий заготовок, использованием специальных кассет для переноса нагретой заготовки от печи к прессу, встраиванием нагревателей в деформирующий агрегат. Наиболее простым и эффективным средством уменьшения отвода теплоты от нагретой заготовки является нагрев инструмента. При штамповке титановых и жаропрочных сплавов нагрев инструмента обязателен.

Изотермическое деформирование осуществляется на гидравлических прессах. При этом скорость деформации может быть сколь угодно малой и нижний её предел ограничен только требованиями производительности процесса. С уменьшением скорости деформации можно штамповать при значительно меньшем, по сравнению с обычными условиями горячей штамповки, сопротивлении металла деформированию.

Уменьшение напряжений течения особенно заметно при переходе в зону скоростей сверхпластичной деформации. В зависимости от материала заготовки, её формы, размеров и условий деформации усилия при изотермических условиях в сравнении с обычными могут снижаться в 10 раз.

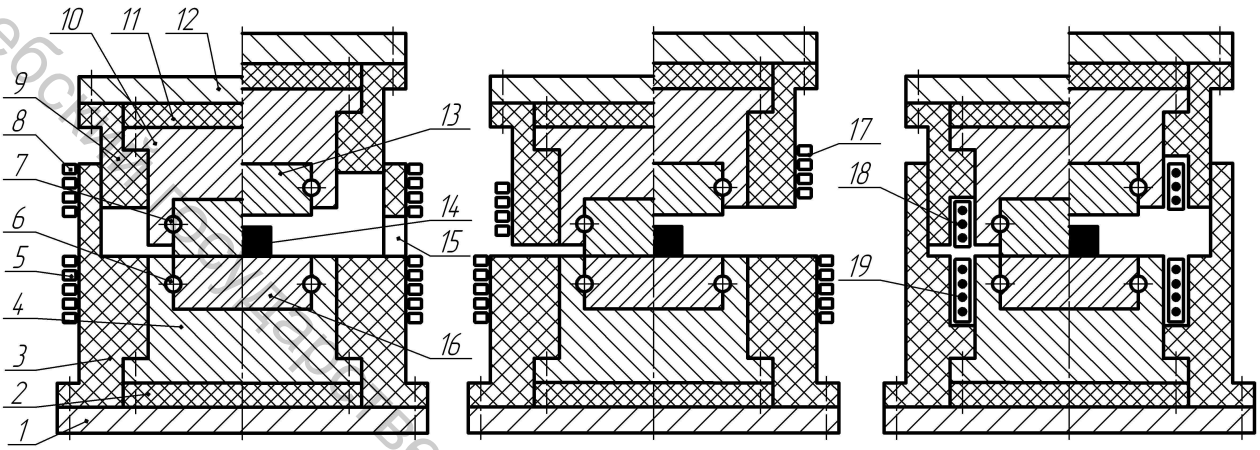
Уменьшение усилия деформирования позволяет использовать для изотермической штамповки менее мощное оборудование, экономить производственные площади и энергию. Это особенно важно при получении крупногабаритных и сложных поковок. Штамповка таких заготовок в обычных условиях сопровождается большим числом нагревов и переходов или требует использования уникального и дорогостоящего оборудования большой мощности. При изотермическом деформировании заготовки сложной конфигурации можно штамповать за меньшее число переходов.

С целью создания изотермических условий в рабочей зоне используются установки, имеющие: системы нагрева инструмента, теплоизоляции штампового пространства, автоматического терморегулирования для поддержания температуры инструмента на заданном уровне.

Витебский государственный технологический университет

На практике для осуществления изотермической штамповки необходимо: нагревать инструмент до высокой температуры (700 – 1100 °С) и поддерживать её постоянной в процессе штамповки; обеспечивать работоспособность штампового инструмента в условиях продолжительного пребывания при температуре деформации.

Штамповые блоки (рис. 2.24) являются основными элементами установок для изотермического деформирования. Инструмент нагревается с помощью индукторов, элементами сопротивления или газовыми горелками.



а б в

Рис. 2.24. Конструктивные схемы штамповых блоков для изотермического деформирования:
а – с индукционным нагревом и рабочим окном; б – с индукционным нагревом и открытом разъёмом; в – с нагревом элементами сопротивления;
1, 12 – опорные плиты, 2, 11 – теплоизолирующие прокладки; 3, 9 – кожухи;
4, 10 – штамподержатели; 5, 8 – индукторы; 6, 7 – шпильки; 13, 16 – соответственно верхняя и нижняя части штампа; 14 – заготовка; 15 – окно; 17 – подвижный индуктор;
18, 19 – нагреватели сопротивления.

Принципиальная схема штампового блока с индукционным нагревом представлена на рис. 2.24, а. Нижняя часть штампа 16 и верхняя 13 крепятся с помощью шпилек 6, 7 соответственно к штамподержателям 4 и 10, связанным через теплоизолирующие прокладки 2, 11 с опорными плитами 1, 12. Теплоизоляция штампового блока состоит из прокладок 2, 11 и нижнего неподвижного 3 и верхнего подвижного 9 кожухов. При перемещении ползуна пресса вверх кожух 9 не выходит из кожуха 3, что предотвращает нарушение теплоизоляции рабочей зоны. Штампы нагреваются индукторами 5, 8. Заготовки 14 загружаются, а штампованные поковки удаляются через специальное окно 15 в кожухе 3. Размеры поковок ограничиваются размерами окна 15.

Теплоизоляция 3, 9 рабочего пространства выполнена из кремнезёмного волокна, заключённого во внутренний и наружный листовые сварные кожухи, изготовленные соответственно из жаропрочного сплава и коррозионно-стойкой стали.

Водоохлаждаемые индукторы 5, 8 изготовлены из медной трубки, имеют межвитковую изоляцию. В системе водяного охлаждения индукторов устанавливается сигнализатор падения давления.

Витебский государственный технологический университет

Для штамповки крупногабаритных поковок применяются блоки с открытым разъёмом и с подвижным индуктором 17, поднимающимся вместе с верхней частью штампа (рис. 2.24, б).

Конструктивная схема штампового блока с нагревом рабочей зоны элементами сопротивления представлена на рис. 2.24, в. В отличии от вышеприведенных схем нагреватели расположены внутри теплоизолирующей системы. В качестве элементов сопротивления применяются проволочные нагреватели, карбидокремниевые стержни, пластины из жаропрочного никелевого сплава. Проволочные нагреватели выполняются из сплава, обладающего высоким омическим сопротивлением.

Технические характеристики некоторых установок для изотермической штамповки приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3.

Характеристики установок для низкотемпературного и высокотемпературного изотермического деформирования.

Параметры	Модель			
	УНВ – 300М	УНВ – 630	УИДИН – 500А	УИС – 280Н
Габаритные размеры штампового блока, мм: длина ширина высота	 900 900 800	 1390 1240 1000	 1200 1200 1210	 1000 900 1060
Максимальная температура нагрева, °С	475	500	950	1100
Время нагрева, ч	2	3	18 – 20	4 – 5
Мощность нагревателей, кВт	200	120	260	30

Инструмент. Условия работы штампового инструмента при изотермической штамповке принципиально отличны от условий эксплуатации штампов молотов, прессов, горяче-ковочных машин. Основное отличие состоит в высокой , достигающей 1000 °С и более, рабочей температуре нагрева штампа. Небольшие скорости деформирования (как правило, до 2 мм/с) и часто применяемые выдержки под усилием деформирования в конце рабочего хода на 2 – 3 порядка увеличивают время нагружения штампа, что в сочетании с высокой температурой нагрева может приводить к пластической деформации инструмента. В то же время отсутствуют резкие тепловые колебания поверхностных слоёв, что предотвращает появление разгарных трещин и позволяет многократно восстанавливать ручей штампа.

Габаритные размеры штампов должны соответствовать посадочным местам нагревательного блока установки для изотермического деформирования.

Специфика процесса изотермического деформирования сказывается на конструкции штампов. Нагрев штамповых вставок и примыкающих к ним деталей до высокой температуры затрудняет жёсткое закрепление инструмента в

Витебский государственный технологический университет

штамповом блоке. Поэтому направляющие элементы целесообразно выполнять непосредственно в штамповых вставках.

Для изготовления штампов, применяемых при изотермическом деформировании, используются литейные и деформируемые жаропрочные сплавы, а также теплостойкие инструментальные стали (таблица 2.4).

Таблица 2.4.

Штамповые материалы для изотермического деформирования.

Обрабатываемые материалы	Температура инструмента, °С	Материалы штампов
Алюминиевые и магниевые сплавы	320 – 470	5ХНВ, 5ХНМ, 4Х5В2ФС
Медь, нелегированные латуни и бронзы	400 – 500	5ХНВ, 5ХНМ, 4Х5В2ФС
Легированные латуни и бронзы	650 – 700	5Х3В3МФС, ХН77ТЮР, ХН73МБТЮ
Титановые сплавы	850 – 1000	ЖС6К, ЖС6У, ХН73МБТЮ
Стали инструментальные быстрорежущие	800 – 900	ЖС6К, ХН73МБТЮ
Стали коррозионно-стойкие и жаростойкие	980 – 1050	ЖС6К, ЖС6У
Жаропрочные сплавы на никелевой основе	1000 – 1100	ЖС6У, молибденовые сплавы, керамика

При конструировании штампового инструмента для изотермической штамповки необходимо учитывать усадку, т.е. изменение размеров ручья штампа, компенсирующее уменьшение размеров поковки при её остывании.

2.6. Инструмент для полугорячей штамповки

Общие сведения. Перспективной технологией производства поковок для изготовления деталей машин является полугорячая (тёплая, неполная горячая) объёмная штамповка. Температурный интервал полугорячей штамповки принимается 600 – 800 °С. В области этих температур ещё не происходит интенсивное окисление и окалинообразование на поверхности заготовки, а внутри заготовки процесс рекристаллизации протекает не полностью, т.е. наблюдается частичное разупрочнение. Интервал температур полугорячей объёмной штамповки определяется в зависимости от марки стали, скорости деформирования и допускаемых усилий на инструмент.

Полугорячая деформация по сравнению с горячей позволяет: изготавливать поковки повышенной геометрической точности; исключить поверхностное окисление и структурные изменения в материале; увеличить прочностные

Витебский государственный технологический университет

характеристики из-за наличия деформационного упрочнения материала; уменьшить массу заготовки за счёт её приближения к массе детали; сократить или полностью ликвидировать операции обработки резанием.

Наиболее распространённой операцией полугорячей штамповки является выдавливание. Поковки, получаемые полугорячим выдавливанием имеют шероховатость поверхности Ra 1,5 – 2,5 мкм, а точность размеров соответствует 8 – 10 квалитетам. Коэффициент использования металла повышается до 0,8 – 0,95.

Штампы для полугорячего выдавливания. На рис. 2.25 приведены технологические схемы штампов для прямого и обратного выдавливания.

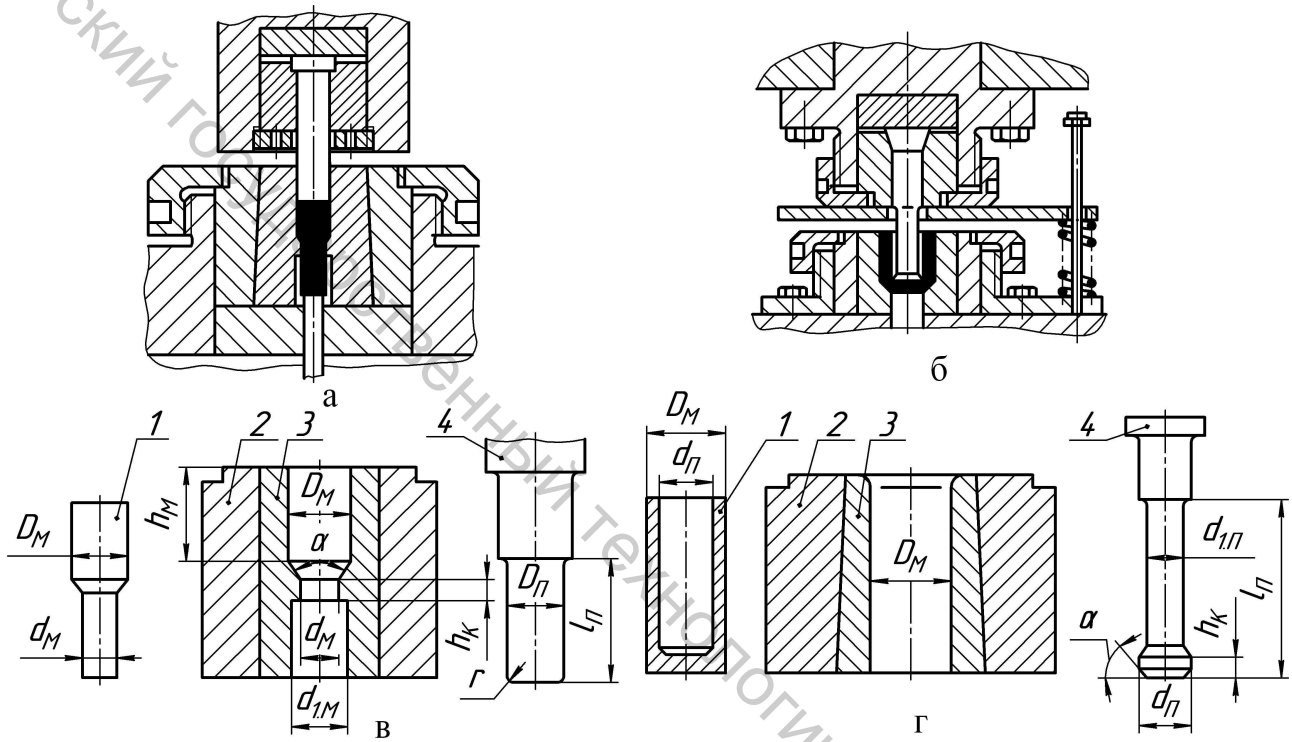


Рис. 2.25. Технологические схемы штампов для полугорячего прямого (а) и обратного (б) выдавливания; в, г – формообразующие части штампов соответственно для прямого и обратного выдавливания;
1 – заготовки; 2 – бандажи; 3 – матрицы; 4 – пуансоны.

Для прямого выдавливания (рис. 2.25, в) высота рабочей части приёмника матрицы h_M назначается на 3 – 5 мм, больше высоты заготовки; угол конуса рабочей поверхности матрицы α = 120 – 160°. Высота калибрующего пояска матрицы $h_K = 0{,}5d_M$. Диаметры приёмника матрицы D_M и калибрующего пояска матрицы d_M выполняются в соответствии с диаметрами заготовки по минимальному размеру. Диаметр выходного отверстия матрицы $d_{1.M}$ должен быть на 0,1 – 0,2 мм больше диаметра калибрующего пояска. Пуансоны выполняются с плоскими торцами и закруглёнными кромками радиусом r = 0,5 – 1 мм. Для предотвращения образования торцевого заусенца зазор между матрицей и пуансоном не должен превышать 1 – 2% диаметра матрицы, т.е. $D_П = (0{,}98 \div 0{,}99)D_M$. Длина рабочей незакреплённой части пуансона $l_П \leq (2{,}5 \div 3)D_П$.

Витебский государственный технологический университет

Для обратного выдавливания размеры формообразующих частей пуансона и матрицы (рис. 2.25, г) определяются по следующим соотношениям.

Высота h_K калибрующего пояска составляет $h_K \leq (0{,}2 \div 0{,}3)d_n$; диаметр $d_{1.П}$ принимается на 1 – 2% меньше диаметра d_n; длина незакреплённой части пуансона составляет $l_П \leq (3{,}5 \div 4)d_{1.П}$. Деформирующие части пуансона выполняются без резких уступов с закруглением радиусом r = $(0{,}08 \div 1)d_П$, угол конуса α = 10 – 12°. Шероховатость рабочих поверхностей пуансона и матрицы Ra = 0,16 – 0,32 мкм. Матрица изготавливается однобандажной. Высота приёмника матрицы больше высоты исходной заготовки на 5 ÷ 10 мм.

Деформирующий инструмент (пуансоны и матрицы) при полугорячем выдавливании работает в тяжелых условиях. Особенно в тяжелых условиях работает пуансон, испытывающий неравномерный нагрев и охлаждение, в результате чего в нем возникают термические напряжения и снижается усталостная прочность. При полугорячем выдавливании давление достигает 900 – 1000 МПа, поэтому матрицы в обязательном порядке выполняются бандажированными. Для изготовления сменного инструмента рекомендуется применять следующие стали и сплавы: для матриц ВК15, Р18, 3Х2В8; для пуансонов Р18, ЭИ945; для выталкивателей Р18, 9ХС; для бандажей 40Х, 30ХГСА.

2.7. Инструмент для холодной объёмной штамповки

Общие сведения. Холодной объёмной штамповкой называются технологические операции обработки давлением, в процессе которых происходит оформление штампованной поковки в результате заполнения полости штампа деформируемым металлом при полном отсутствии явлений *возврата* и *рекристаллизации*. В процессе холодной деформации повышаются механические характеристики металла: предел текучести возрастает в 1,5 – 2 раза и более. Увеличивается прочность, износостойкость и надёжность изделий.

Холодная объёмная штамповка – один из наиболее эффективных малоотходных процессов получения заготовок. Реализация этого процесса в ряде случаев позволяет изготовлять детали, которые без последующей механической обработки могут быть использованы для сборки машиностроительных узлов. Точность размеров поковок, изготавливаемых холодной объёмной штамповкой достигает 10 – 12 квалитета, а шероховатость поверхности Ra 0,04 – 0,16. Коэффициент использования материала в процессе холодной штамповки достигает 0,98.

Холодной штамповкой изготавливают заготовки, масса которых не превышает 5 кг, а размеры в плане не превышают 100 мм. Ограничение вызвано необходимостью создавать высокие удельные деформирующие силы, допустимые значения которых в зависимости от прочности инструмента не должны превышать 1000 – 1500 МПа.

Холодная штамповка в плавающих матрицах или с использованием активных сил трения позволяет на 10 – 15% снизить удельную деформирующую силу, что существенно повышает стойкость рабочего инструмента. Успех

Витебский государственный технологический университет

промышленной реализации процессов холодной объёмной штамповки в значительной степени зависит от стойкости штампового инструмента.

Использование твёрдых сплавов для изготовления рабочих деталей штампов, а также последующая их обработка в условиях сверхвысоких гидростатических давлений позволяет повысить стойкость рабочего инструмента на порядок (до 200 – 400 тыс. циклов нагружения).

Блоки штампов могут быть двух основных типов: без колонок (рис. 2.26, а) и с колонками (рис. 2.26, б, в). Блоки без колонок используются на прессах для холодного выдавливания, обладающих повышенной точностью и жёсткостью. Блоки с колонками используются на универсальном оборудовании. Кроме того, применение колонок обеспечивает преимуществ при хранении, транспортировке и установке штампов.

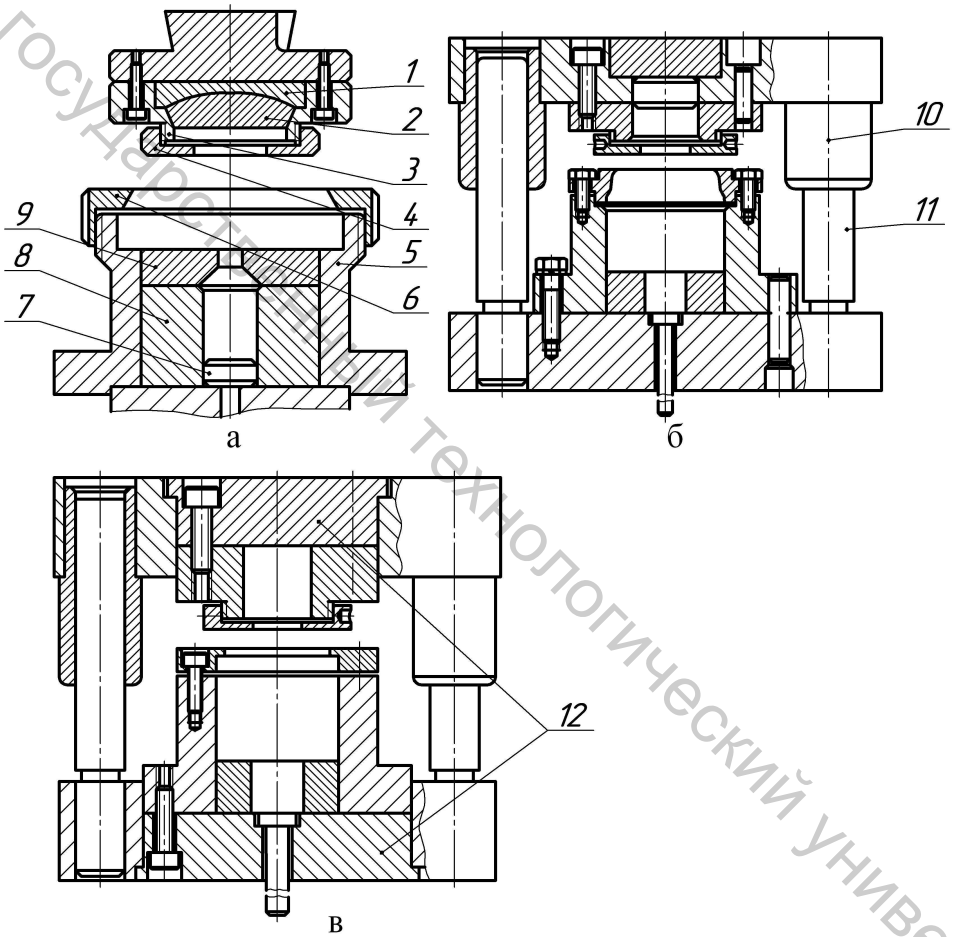


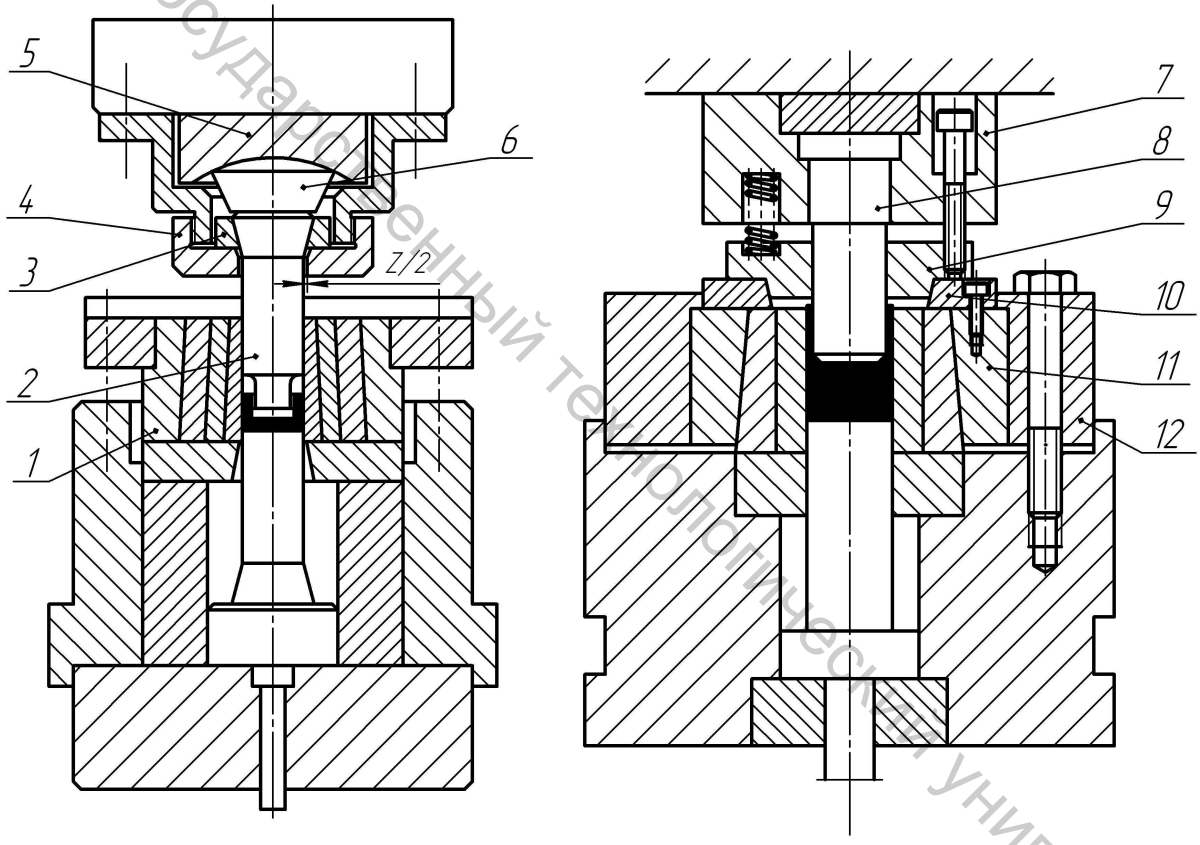
Рис. 2.26. Конструкция блоков штампов для холодной объёмной штамповки: а – без колонок; б – с колонками; в – с колонками и закалёнными вставками в плитах; 1, 2 – сферические опоры; 3 – пуансонодержатель; 4 – гайка крепления пуансонодержателя; 5 – матрицедержатель; 6 – гайка крепления матрицедержателя; 7 – выталкиватель; 8 – опорное кольцо; 9 – опорная шайба; 10 – втулка направляющая; 11 – колонка направляющая; 12 – вставки.

Для обеспечения стабильность работы штампа в плитах устанавливаются массивные закаленные вставки из инструментальной стали (рис. 2.26, в). Благодаря высокой прочности и твёрдости вставки гарантируют более длительную эксплуатацию штампа вследствие увеличения жёсткости блока.

Витебский государственный технологический университет

Центрирование пуансонов и матриц. Соосность пуансонов и матриц существенно влияет на качество заготовок и стойкость инструмента. Нарушение соосности сопровождается появлением поперечных изгибающих моментов, приводящих к повышению нагрузки на пуансоны и их разрушению. Особенно чувствительны к эксцентричным нагрузкам пуансоны для обратного выдавливания.

Широкое распространение получили штампы с направлением пуансона по матрице (рис. 2.27, а). Штампы этого типа просты по конструкции и технологичны. С целью устранения отклонения от перпендикулярности оси пуансона относительно плиты штампа, используются сферические опоры. Погрешности установки верхней части штампа относительно нижней компенсируется зазором Z. Благодаря таким мерам пуансон работает в условиях, близких к одноосному сжатию – растяжению.



а б

Рис. 2.27. Штампы для холодного выдавливания с направлением пуансона по матрице (а) и по съёмнику (б):

1, 11 – бандажированные матрицы; 2, 8 – пуансоны; 3, 7 – пуансонодержатели; 4 – гайка крепления; 5, 6 – сферические опоры; 9 – направляющий съёмник; 10 – направляющее кольцо; 12 – матрицедержатель.

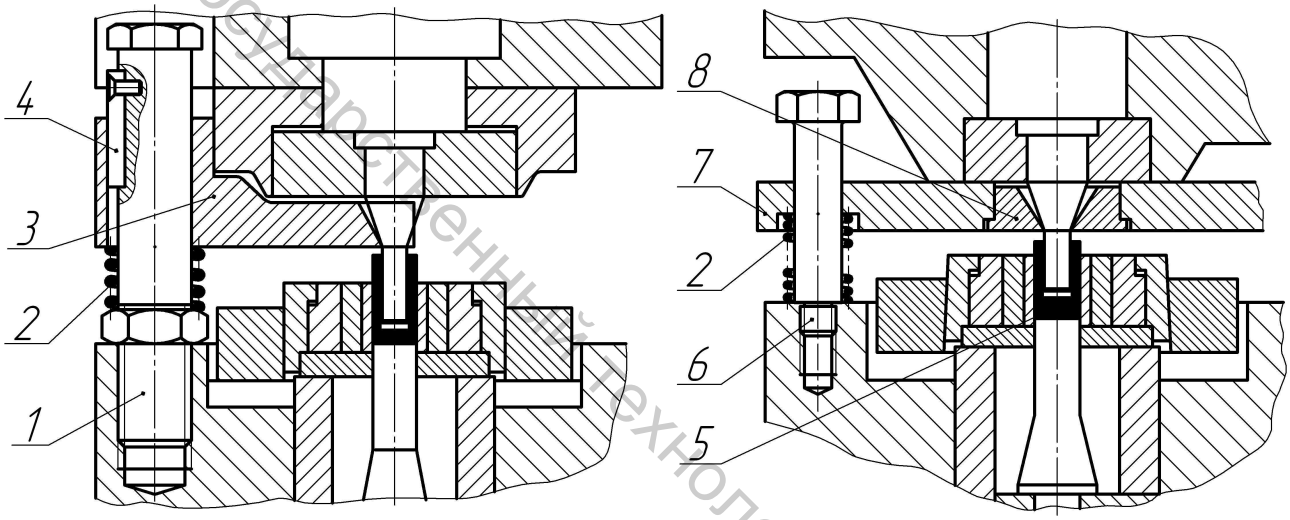
Однако, направление пуансона по матрице приводит к значительному увеличению длины пуансона, высоты матрицы; хода ползуна и выталкивателя, а некоторых случаях усложняет загрузку заготовки. Штампы с направлением пуансона по матрице целесообразно использовать для выдавливания заготовок

Витебский государственный технологический университет

типа стаканов с относительно неглубокой полостью $h_B / d_B \leq 1{,}5$, где h_B и d_B – соответственно глубина и диаметр выдавливаемого отверстия.

Штампы с направлением пуансона по съёмнику (рис. 2.27, б) не требуют высокой матрицы и большого хода выталкивателя. Укороченные размеры матрицы значительно облегчают загрузку заготовки. Однако необходимы пуансоны большой длины. Кроме того, во многих случаях усложняется применение пуансона с калибрующим пояском, что может приводить к значительному повышению усилия выдавливания. Штампы с направлением пуансона по съёмнику применяются преимущественно при выдавливании заготовок из алюминиевых сплавов.

Съёмники применяются преимущественно при обратном или комбинированном выдавливании для съёма заготовки с пуансона. Наиболее распространены два типа конструкций съёмников (рис. 2.28).



а б

Рис. 2.28. Конструкции съёмников:
а – типа консольной вилки; б – типа поперечины;
1 – колонна; 2 – пружина; 3 – консольная вилка; 4 – шпонка; 5 – заготовка;
6 – винт; 7 – поперечина; 8 – сменная втулка.

Первый тип съёмника имеет вид вилки, консольно установленной на мощной колонне 1, ввёрнутой в плиту штампа (рис. 2.28, а). Вилка перемещается вниз под действием верхней плиты штампа и возвращается в исходное положение пружиной 2. Положение вилки в горизонтальной плоскости фиксируется шпонкой 4. Съём заготовки осуществляется при обратном ходе ползуна пресса.

Второй тип съёмника представляет собой подпружиненную поперечину 7 установленную на винтах 6 (рис. 2.28, б). Рабочую часть съёмника выполняют в виде сменной втулки из более твёрдого материала.

Выталкиватели предназначены для удаления заготовок из полости матрицы. При использовании прессов, имеющих собственную систему выталкивания, удаление заготовок не вызывает сложностей. При отсутствии на прессах специального нижнего выталкивателя система выталкивания

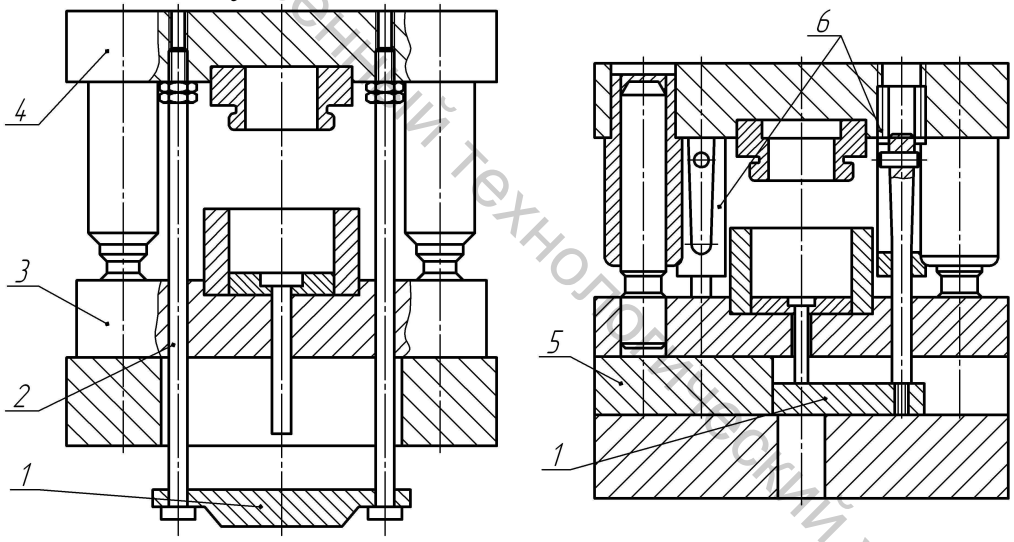
Витебский государственный технологический университет

встраивается непосредственно в штамп. В зависимости от конструкции стола пресса эта задача может быть решена двумя путями.

При наличии в столе и подштамповой плите пресса достаточно большого отверстия вся система в виде тяг, связанных с верхней плитой, и траверсы может быть пропущена через это отверстие и расположена под столом пресса (рис. 2.29, а). Достоинство такой системы выталкивания заключается в том, что рабочий ход системы равен ходу ползуна пресса. Это позволяет выдавливать довольно длинные заготовки.

Основной недостаток этой системы – необходимость увеличения толщины нижней плиты, так как при больших нагрузках, характерных для холодного выдавливания, плита будет подвергаться циклическому изгибу. Увеличение толщины плиты повлечёт за собой ограничение габаритной длины сменного рабочего инструмента.

При отсутствии в столе пресса отверстия, поперечная траверса, соединённая с верхней плитой телескопическими тягами, устанавливается непосредственно под нижней плитой штампа (рис. 2.29, б). Пространство для размещения траверсы образовано башмаками, привинченными к плите снизу. Основным недостатком такой конструкции является малый ход выталкивателя, ограничивающий длину заготовок.



а б

Рис. 2.29. Конструкция выталкивающих систем с расположением траверсы в отверстии стола пресса (а) или под нижней плитой штампа (б):
1 – траверса; 2 – тяга; 3 – плита нижняя; 4 – плита верхняя;
5 – башмак; 6 – тяга телескопическая.

ФОРМООБРАЗУЮЩИЕ ДЕТАЛИ ШТАМПОВ.

Пуансоны и оправки. Типовые конструкции пуансонов представлены на рис. 2.30.

Витебский государственный технологический университет

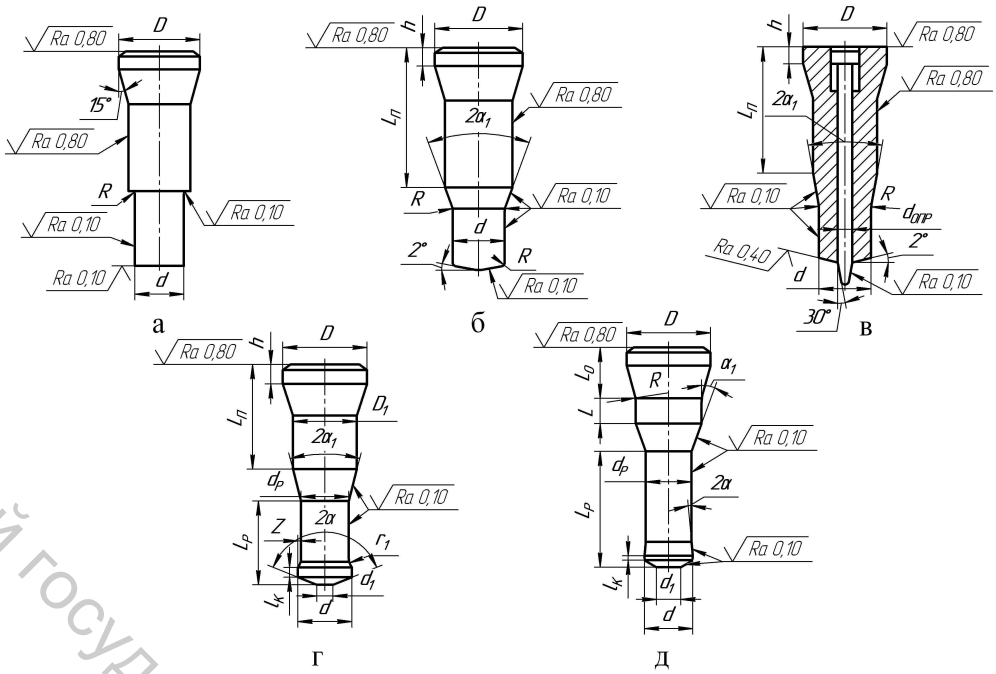


Рис. 2.30. Типовые конструкции пуансонов для прямого выдавливания (а – в) и обратного (г, д).

Пуансоны для прямого выдавливания можно разделить на пуансоны без оправок (рис. 2.30, а, б) и пуансоны с оправками (рис. 2.30, в). Пуансоны без оправок рекомендуется выполнять со скошенным торцем под углом 1 – 2° (рис. 2.30, б). 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:

$$D = (1{,}1 \div 1{,}5)d;\ R = 0{,}1d;\ h = 5 \div 15 \text{ мм};$$
$$L_П = (1{,}5 \div 2{,}5)d;\ 2\alpha_1 = 60°. \qquad (2.3)$$

Оправки применяются для ограничения радиального течения металла и получения полости заданных поперечных размеров (рис. 2.30, в). Применять сплошные пуансоны с оправкой нецелесообразно, так как во время выдавливания оправка под действием изгибающих и растягивающих напряжений отрывается. Торцы пуансона и поверхность оправки шлифуются и полируются. Для облегчения извлечения оправки из поковки рабочая часть выполняется конической с углом 30º.

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 головке и др.

В типовой конструкции пуансона для обратного выдавливания (рис. 2.30, г) размер пояска d назначается по максимально допустимому размеру полости заготовки; остальные размеры назначаются из соотношений:

Витебский государственный технологический университет

$2\alpha \le 150°$; $2\alpha_1 = 40 \div 60°$; $d_1 = (0{,}2 \div 0{,}5)d$; $D_1 = 1{,}5d$; $D \approx 2d$;
$l_K = (2 \div 3)$ мм; $R = 0{,}2d$; $h = 5 \div 15$ мм; (2.4)
$L_П = (1{,}5 \div 2{,}5)d$; z = (0,05 ÷ 0,15) мм.

Конструкция пуансона (рис. 2.30, д) также обеспечивает высокую стойкость. Основные размеры пуансона определяются соотношениями:

$$d_1 = d - \left[2R + (0{,}2 \div 0{,}3)d\right];\ l_K = \left(0{,}3\sqrt{d} \div 0{,}7\sqrt{d}\right); \quad (2.5)$$
$$2\alpha = 160 - 170°;\ R = (0{,}05 \div 0{,}1)d.$$

Твёрдосплавный пуансон для обратного выдавливания представлен на рис. 2.31. 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.

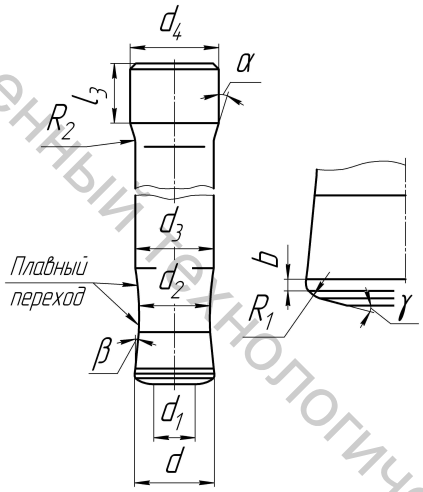


Рис. 2.31. Твёрдосплавный пуансон для обратного выдавливания.

Геометрические размеры твёрдосплавных пуансонов определяются из соотношений:

$$R_1 = 0{,}05d;\ d_1 = d - (2R_1 + 0{,}2d);\ d_2 = d - (0{,}1 \div 0{,}2)\,мм;$$
$$d_4 = 1{,}3d_1;\ R_2 = (0{,}2 \div 0{,}4)d_1;\ b = \frac{\sqrt{d}}{4}; \quad (2.6)$$
$$\alpha = 5 \div 7°;\ \beta = 4 \div 5°;\ \gamma = 15 \div 30°.$$

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. 2.32, 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

Витебский государственный технологический университет

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°).

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. 2.32, 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.

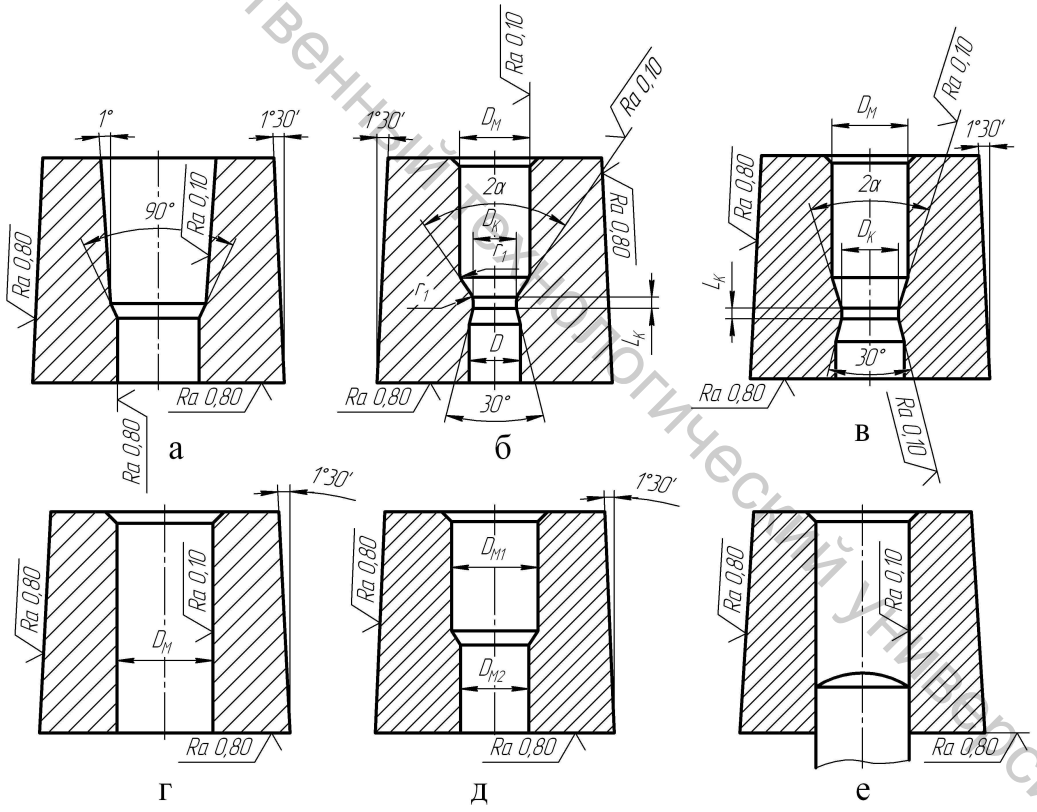


Рис. 2.32. Конструкции матриц для холодной объемной штамповки:
а – для калибровки; б – для прямого выдавливания; в – для редуцирования;
г – е для обратного выдавливания.

Для получения сплошных деталей обычно применяются матрицы, имеющие коническую переходную часть с углом при вершине 2α = 70 – 90°, что обеспечивает технологичность изготовления, достаточно равномерное и плавное распределение нагрузки в процессе выдавливания, необходимое для увеличения

Витебский государственный технологический университет

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. 2.32, 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. 2.32, 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. 2.32, 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. 2.32, 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. 2.32, г), а если предусматривается, то матрица имеет ступенчатую форму (рис. 2.32, 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. 2.32, 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.

При использовании твёрдосплавных матриц необходимо соблюдать те же соотношения размеров рабочих поверхностей, что и для стальных.

Витебский государственный технологический университет

Материалы деталей штампов выбираются исходя из условий их работы и технологичности изготовления.

Пуансоны, матрицы, выталкиватели – Х6ВФ, 9Х5ВФ, 9Х5Ф, Х12Ф1, Х12М, Х6В3ФМ, 6Х4В7ФМ;

Опорные подкладки – Х12Ф1, Х12М, ШХ15;

Бандажи – ШХ15, 5ХНВ, 40ХН, 30ХГСА.

2.8. 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. 2.33.

Обычно 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.

Витебский государственный технологический университет

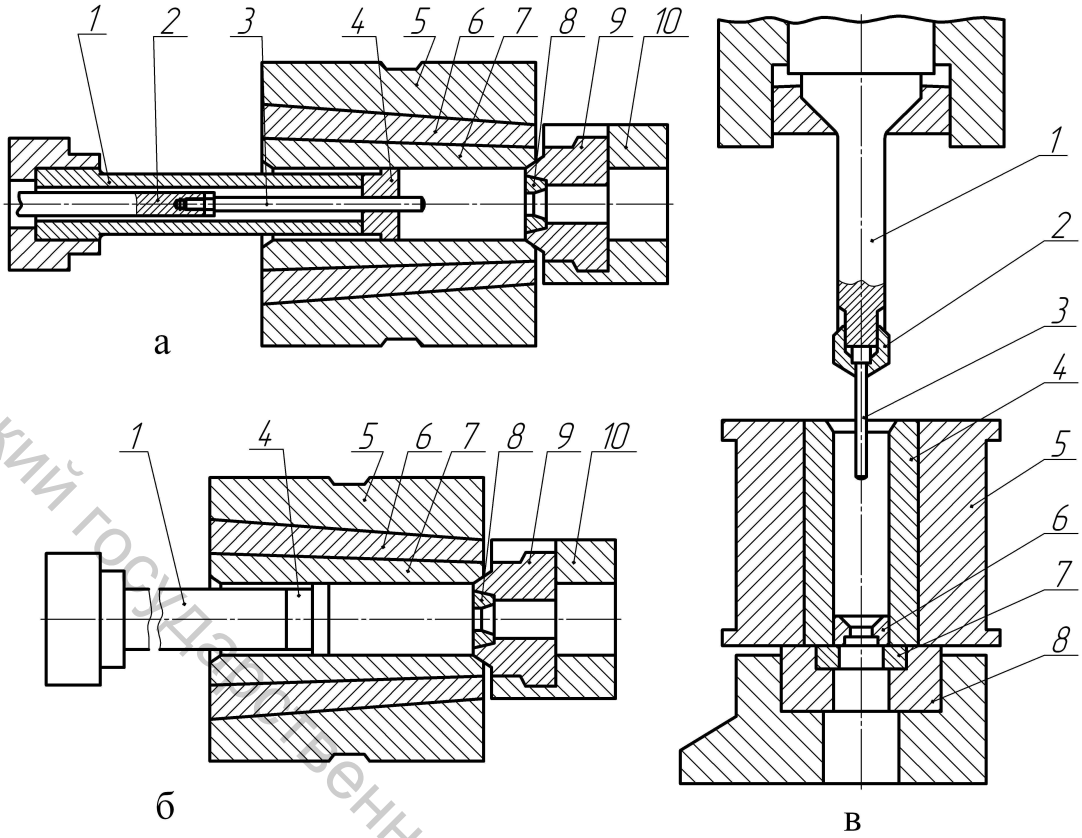


Рис. 2.33. Сборка инструмента типовых прессов: горизонтального трубопрофильного (а); прутковопрофильного (б) и вертикального (в):
а, б: 1 – пресс-штемпель; 2 – иглодержатель; 3 – игла; 4 – пресс-шайба; 5 – корпус контейнера; 6 – промежуточная втулка; 7 – рабочая втулка; 8 – матрица;
9 – матрицедержатель; 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.

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.

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

Витебский государственный технологический университет

нагруженного инструмента предопределяет разнообразие его конструктивного исполнения.

Характеристики температурно-силового воздействия на различные виды инструмента приведена в таблице 2.5.

Таблица 2.5.

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

Матрицедержатели предназначены для установки матриц и запирания выходной стороны контейнера, с которым он, как правило, сочленяется по конусной поверхности (рис. 2.34). Качество сочленения контейнера и матрицедержателя определяет точность размеров изделий при прессовании труб и полых профилей.

Витебский государственный технологический университет

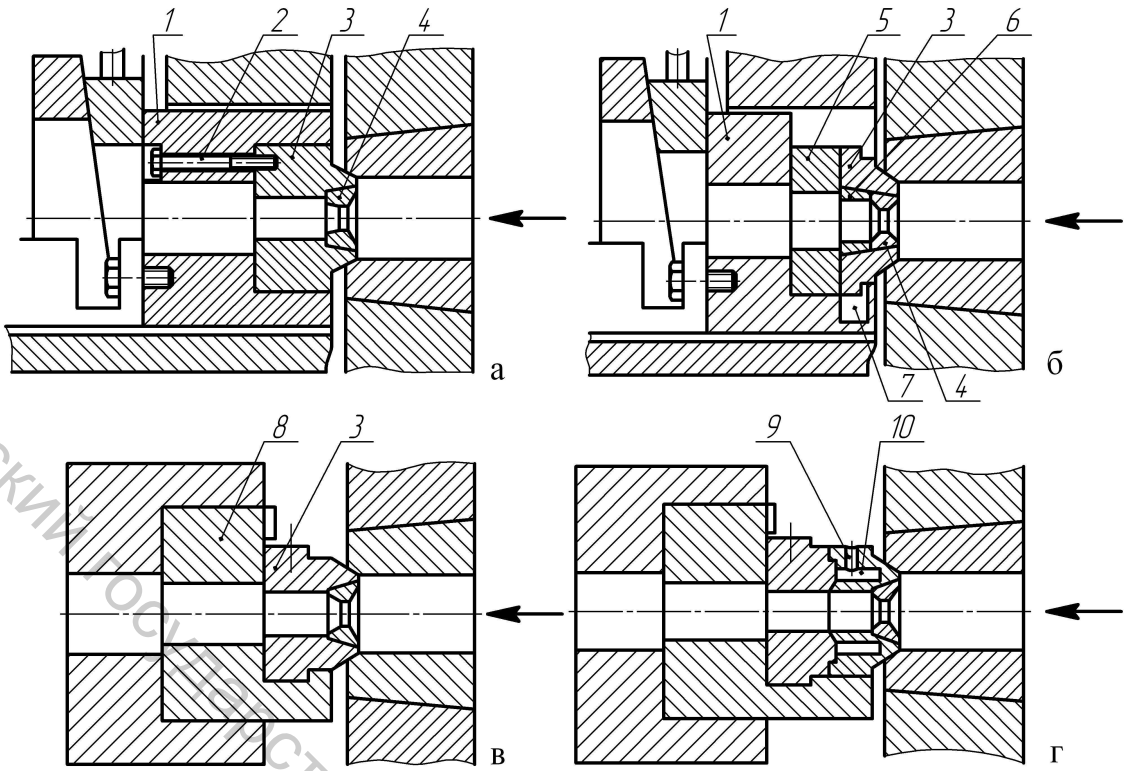


Рис. 2.34. Матрицедержатели горизонтальных прессов:
а – мундштучный; б – мундштучный с опорным кольцом;
в – поперечно-перемещающийся; г - водоохлаждаемый:
1 – подвижная головка; 2 – крепежные винты; 3 – матрицедержатель; 4 – матрица;
5 – опорное кольцо; 6 – подкладное кольцо; 7 – закрепляющее кольцо;
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. 2.34, а, в), либо с внутренней стороны (рис. 2.34, б). В последнем случае матрица прижимается к обратному конусу матрицедержателя подкладным кольцом. Конусность посадочного гнезда составляет 1º30’ – 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 (σ_B = 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

Витебский государственный технологический университет

темпе прессования 50 – 60 прессовок в 1 ч целесообразно использовать матрицедержатели с внутренним водяным охлаждением (рис. 2.34, 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 изготовливаются из поковок легированных сталей, имеющих высокие прочностные характеристики ($\sigma_в$ = 1600 ÷ 1700 МПа).

Конструктивно пресс-штемпели изготавливаются цельными (рис. 2.35, а, б, д, е) и сборными, состоящими из двух элементов: головки и штанги (рис. 2.35, в, г, ж). Для увеличения сопротивления продольному изгибу в ряде случаев пресс-штемпель выполняется ступенчатым с утолщённой частью рабочего стержня. Такой пресс-штемпель можно изготавливать цельным (рис. 2.35, б) и сборным, состоящим из трёх элементов: головки, промежуточного утолщённого стержня и рабочего стержня (рис. 2.35, г). Применение ступенчатого пресс-штемпеля требует использования соответствующей внутренней втулки контейнера (рис. 2.35, в, г).

При прессовании труб на профильных прессах применяются пресс-штемпели с неподвижной иглой, которая ввинчивается в торец пресс-штемпеля (рис. 2.35, д).

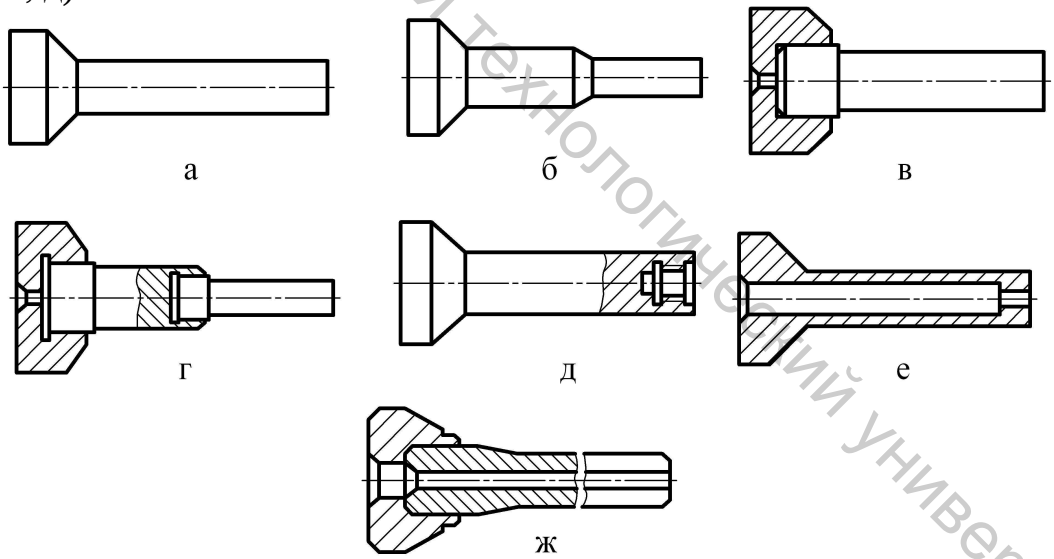


Рис. 2.35. Пресс-штемпели горизонтальных прутково-профильных прессов: а – цельный цилиндрический; б – цельный ступенчатый; в – сборный цилиндрический; г – сборный ступенчатый; д – цельный с ввинчиваемой иглой; е – полый с подвижной иглой; ж – полый, сборный.

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

Витебский государственный технологический университет

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. 2.36 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.

Для получения равнотолщинной рубашки и гарантированного удаления поверхностных дефектов используются пресс-шайбы с центрирующими выступами (рис. 2.36, 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.

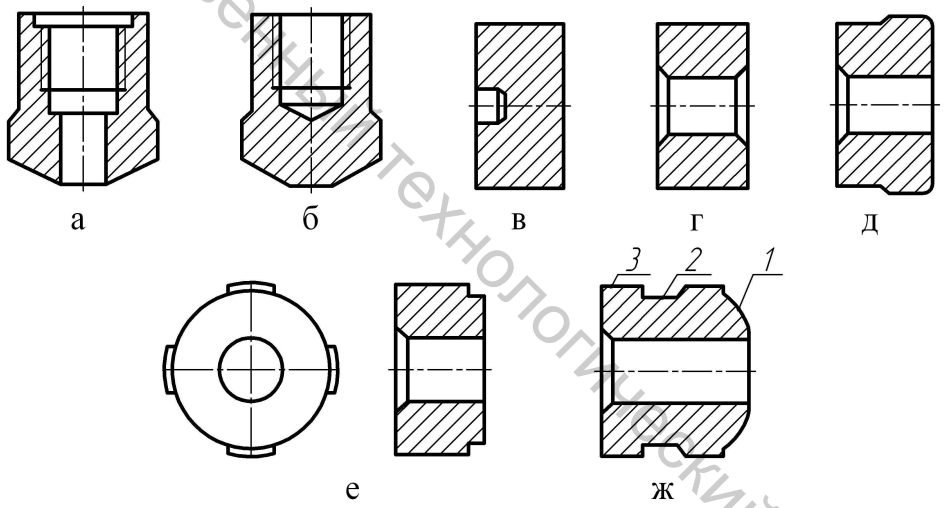


Рис. 2.36. Пресс-шайбы вертикальных (а, б) и горизонтальных (в – ж) прессов: а – трубная; б, в – прутковые; г – гладкая трубная; д – трубная с буртом; е – с центрирующими выступами; ж – с направляющим участком; 1 – рабочий участок; 2 – камера; 3 – направляющий участок.

Представляет интерес конструкция пресс-шайбы (рис. 2.36, 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. Направляющий участок, работающий в более легких температурных условиях, изнашивается медленнее, обеспечивает качественную центровку шайбы и более продолжительный срок работы по сравнению с обычными пресс-шайбами. В процессе рабочего хода направляющий участок

Витебский государственный технологический университет

очищает поверхность рабочей втулки от окалины и налипшего металла, которые попадают в камеру 2, а затем выводятся из контейнера при выталкивании пресс-пакета.

Эффективно применение пресс-шайб с внутренним водяным охлаждением. Стойкость охлаждаемых пресс-шайб превышает стойкость обычных пресс-шайб в 5 – 6 раз. Принципиальная схема трубной пресс-шайбы с водяным охлаждением приведена на рис. 2.37.

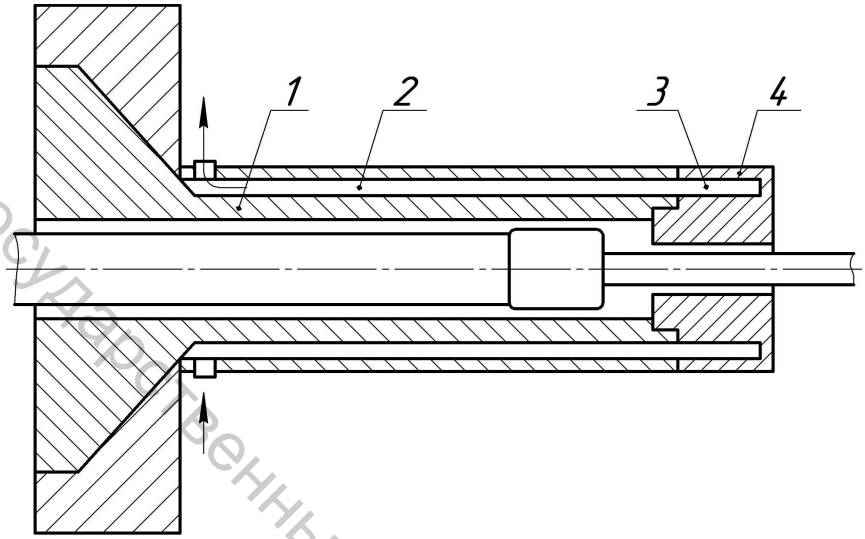


Рис. 2.37. Принципиальная схема водоохлаждаемой пресс-шайбы:
1 – пресс-штемпель; 2 – магистраль охлаждающей жидкости;
3 – подводящие каналы; 4 – охлаждаемая пресс-шайба.

Иглодержатель предназначен для закрепления иглы и передачи к ней усилия от подвижной траверсы прошивного устройства. При прессовании профилей сложного сечения необходимо фиксирование положение 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. 2.38. Для данной конструкции иглодержателя характерно наличие направляющего участка 4 длиной не менее длины прошиваемого слитка 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.

Витебский государственный технологический университет

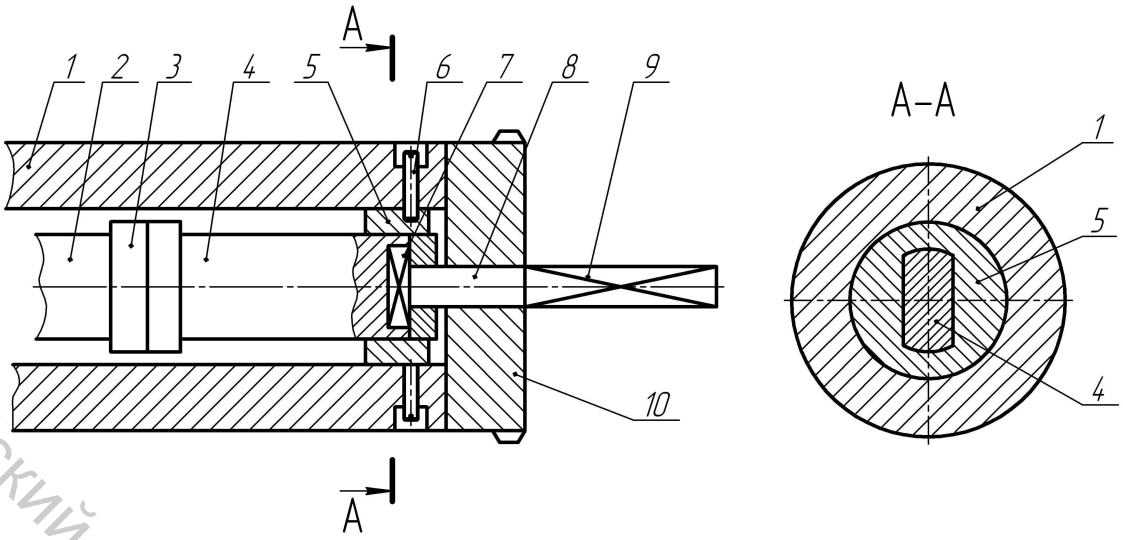


Рис. 2.38. Схема сборки прессового инструмента с фиксацией положения иглодержателя: 1 – пресс-штемпель; 2 – иглодержатель; 3 – центрирующий бурт; 4 – направляющий участок; 5 – фиксатор; 6 – винт; 7 – хвостовик иглы; 8 – цилиндрическая часть иглы; 9 – рабочая часть; 10 – пресс-шайба.

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 обуславливает большое разнообразие конструкций (рис. 2.39). В основном используются два типа игл – с конической рабочей частью (рис. 2.39, в) и бутылочные (рис. 2.39, и). Наиболее 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. 2.39, 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. 2.39, 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.

Витебский государственный технологический университет

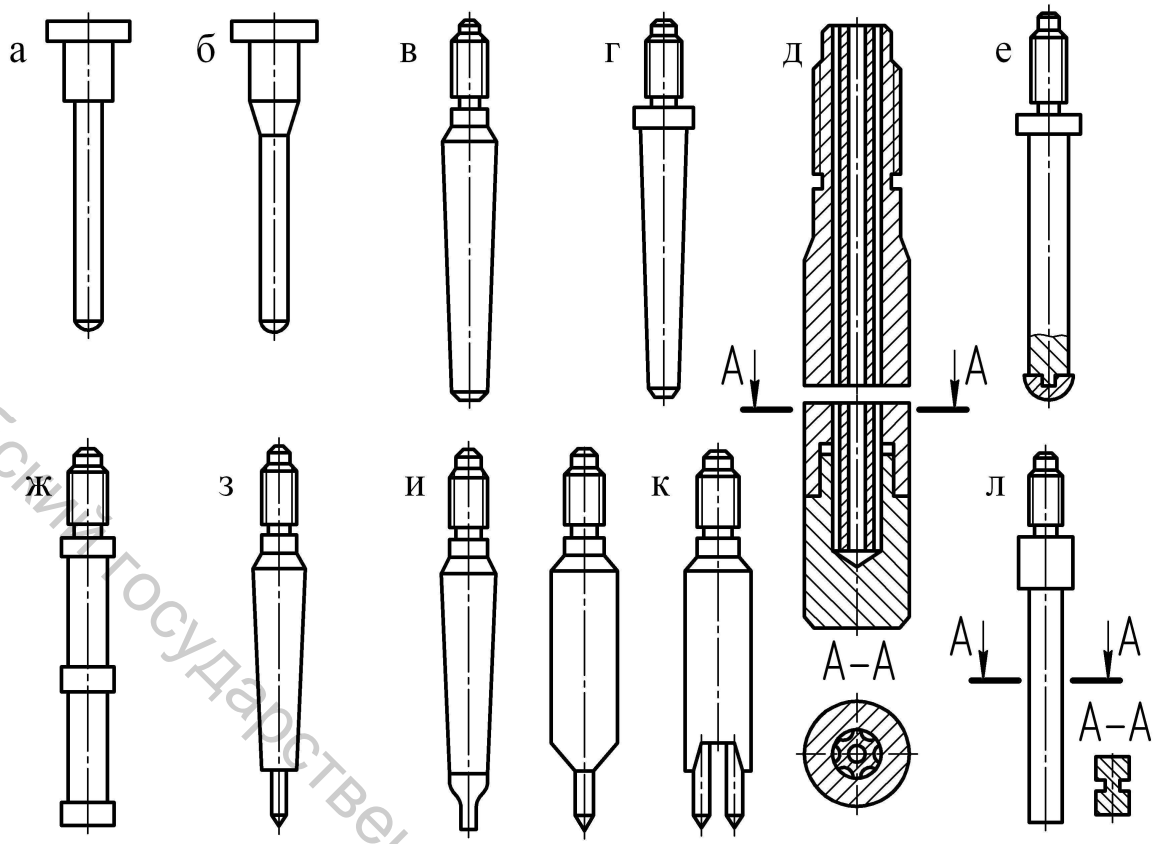


Рис. 2.39. Иглы вертикальных (а, б) и горизонтальных (в – л) прессов:
а – ступенчатая; б – ступенчатая с дополнительным конусом; в – с конической рабочей частью; г – ступенчатая с буртом для отделения пресс-остатка; д – водоохлаждаемая; е – со съемным наконечником; ж – цилиндрическая с проточками; з – с острым концом; и – бутылочная; к – бутылочная с двумя рабочими носиками; л – профильная.

Конструкция иглы с переменным диаметром по длине (рис. 2.33,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 нее передним концом прессуемой трубы.

Применение игл подобной конструкции наряду с повышением стойкости в следствие 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

Витебский государственный технологический университет

особенно сложно при безокислительном прессовании. Целесообразно применять цилиндрические иглы с проточками на рабочей поверхности для сохранения смазки (рис. 2.39, ж). Такие иглы имеют стойкость, примерно в 2 раза превышающую стойкость стандартных игл. Иглы с острым концом (рис. 2.39, з) применяются при прессовании толстостенных труб для уменьшения длины пробки.

Бутылочные иглы (рис. 2.39, 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. 2.39, 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. 2.39, 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. 2.40): плоские, конические, с двойным конусом, плоскоконические, радиально-конические, радиальные.

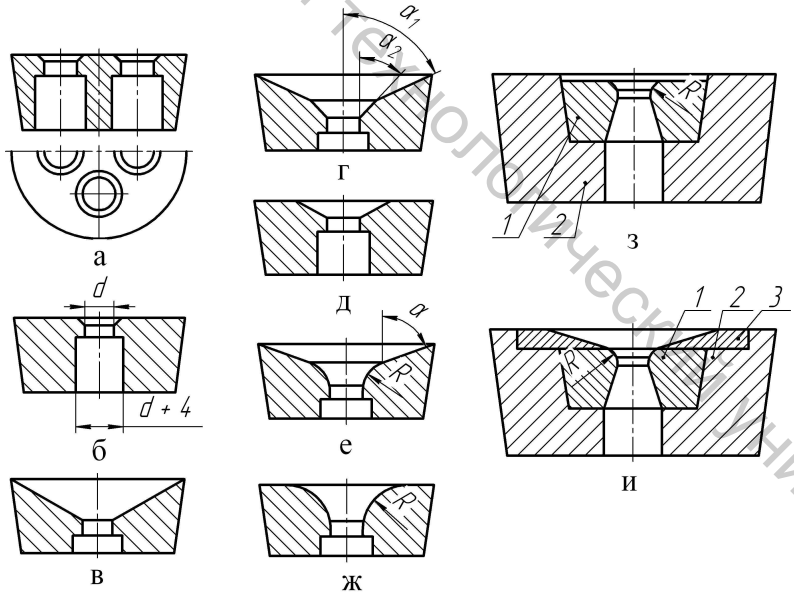


Рис. 2.40. Типовые матрицы для прессования труб и прутков из меди и ее сплавов:
а, б – плоские; в – конические; г – с двойным конусом; д – плоскоконические;
е – радиально- конические; ж – радиальные; з, и – сборные;
1 – вставка; 2 – обойма; 3 – экранирующее кольцо.

Матрицы изготовляются из штамповых сталей, жаропрочных и твердых сплавов. Высота калибрующего пояска у стальных матриц равна 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

Витебский государственный технологический университет

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. 2.40, з, и). Это позволяет наряду с экономией дорогостоящих материалов повысить стойкость матриц. Практика показывает, что применение сборных матриц с 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. 2.40, и).

Контейнер пресса испытывает высокие радиальные давления, величина которых может достигать 1000 МПа и выше. Чтобы противостоять таким давлениям, контейнеры изготавливаются сборными. На рис. 2.41 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.

Витебский государственный технологический университет

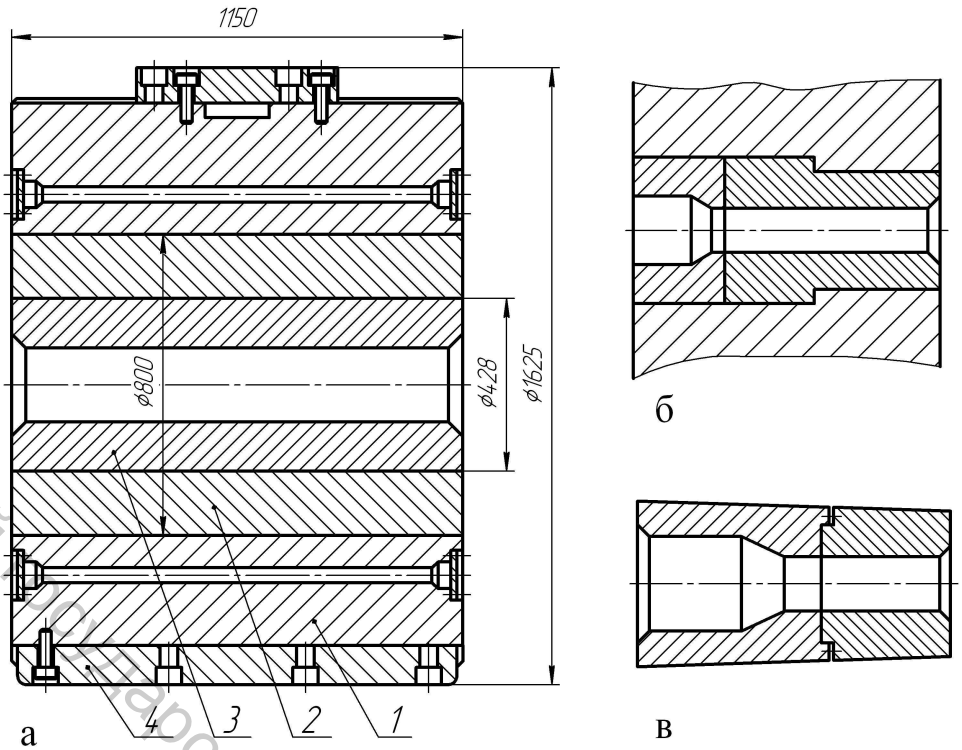


Рис. 2.41. Трёхслойный контейнер горизонтального гидравлического пресса 63 МН:
а – сборочный чертёж контейнера; б, в – сборные рабочие втулки;
1 – корпус; 2 – втулка промежуточная; 3 – втулка рабочая; 4 – кожух.

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. 2.41, б, в).

Материалы прессового инструмента. Специфические условия работы прессового инструмента обуславливают 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.

Витебский государственный технологический университет

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 2.6.

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, ЖС:К, 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

2.9. Инструмент для 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.

Витебский государственный технологический университет

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.

По сравнению с обычным прессованием 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.

Инструмент для гидропрессования включает контейнер, матрицу, плунжер (пуансон) и оправку (иглу). Инструмент для гидропрессования, в отличие от используемого при обычном горячем прессовании, 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 целесообразно 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 выдавливания 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. 2.42).

Витебский государственный технологический университет

Анализ основных типов конструкций контейнеров показывает, что наиболее простой является однослойная (рис. 2.42, 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.

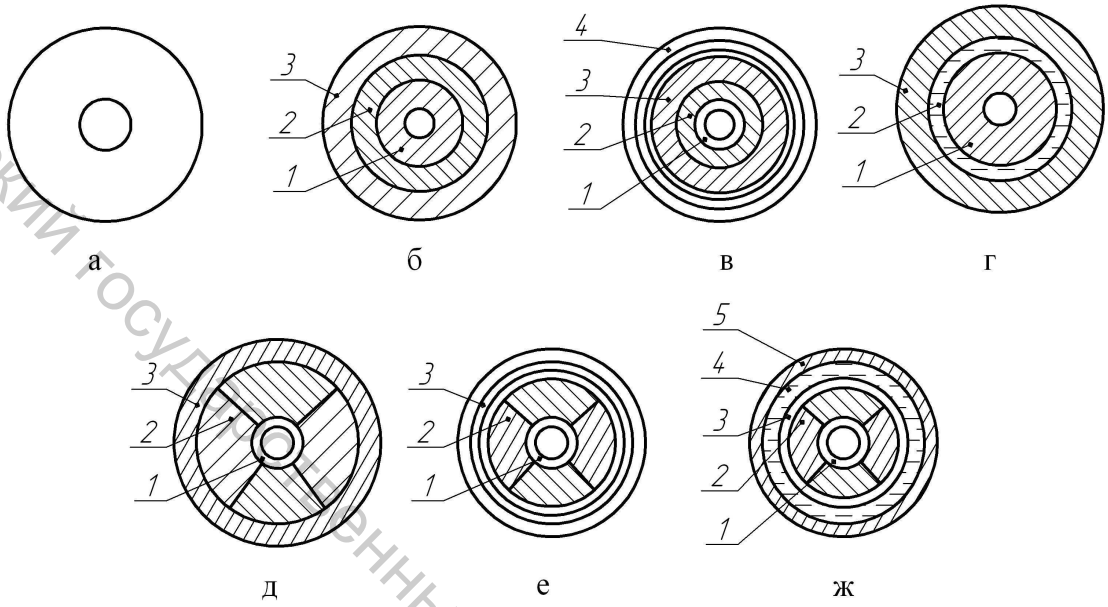


Рис. 2.42. Принципиальные схемы конструкции контейнеров:
а – однослойный; б – многослойный: 1 – 3 – соответственно: внутренняя, средняя и наружная втулки; в – многослойный с обмоткой стальной лентой: 1 – 3 – соответственно внутренняя, средняя и наружная втулки; 4 – наружный слой из шайб или обмотки лентой; 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 втулка; 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.

При давлении 0,8 – 1 МПа и выше наиболее эффективным является применение многослойных и сегментных контейнеров. Многослойные контейнеры (рис. 2.42, б) могут иметь две и более втулки, однако их количество не должно превышать пяти.

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. 2.42, в).

При конструировании контейнеров для работы в условиях сверхвысоких давлений необходимо стремиться к тому, что бы материал контейнеров работал в

Витебский государственный технологический университет

условиях сжатия. В этом плане перспективны конструкции предусматривающие подпор жидкостью, которая позволяет регулировать напряжение (рис. 2.42, г, ж).

Сегментные контейнеры (рис. 2.42, д, е) имеют наружную втулку, установленную по посадке с натягом, или сегменты обматываются стальной лентой.

Для изготовления однослойных контейнеров рекомендуются стали 45ХНМФА и 40ХН2СВА (ЭИ643) с термообработкой до твердости HRC 42 – 46. Внутренние втулки многослойных контейнеров рекомендуется изготовлять из твердых инструментальных сталей, способных выдерживать высокие сжимающие напряжения, к которым относятся 60С2А, 4Х5В2ФС (ЭИ 958), Х12Ф1, Х6ВФ с термообработкой до HRC 56 – 60.

Наружные втулки многослойных контейнеров обычно изготовляются из более мягких сталей: 5ХНВ, 5ХНМ, 35ХГСА, 30ХГСА, 45Х, 40Х с термообработкой до твердости HRC 37-52. В сегментных контейнерах сегменты, прилегающие к внутренней втулке, могут изготовляться из твердых сплавов ВК6 и ВК8.

Матрица предназначена для придания гидропрессуемой 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. 2.43), *составные* (рис. 2.44), *бандажированные* (рис. 2.45).

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. 2.43).

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

Для осуществления гидропрессования сложных профилей целесообразно использовать составные матрицы (рис. 2.44), 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 моноблочных повышенной технологичностью, меньшими трудоемкостью и эксплуатационными расходами.

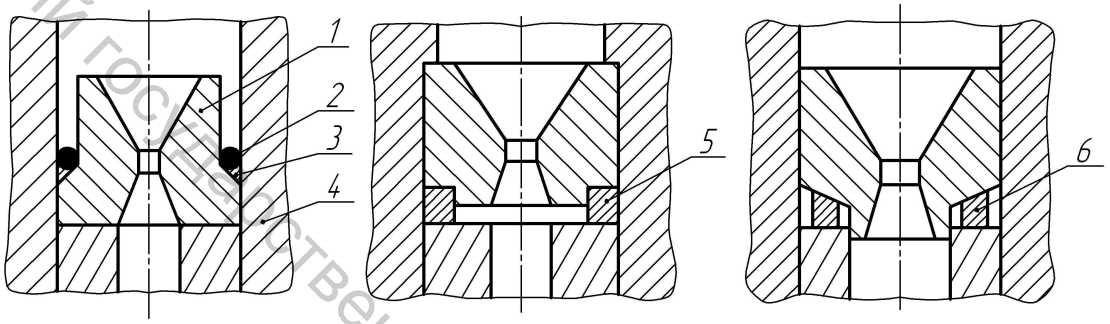
Существенным недостатком моноблочных и составных матриц является большой объем контейнера, занимаемый ими. Указанный недостаток устраняется применением бандажированных матриц, которые не входят в

Витебский государственный технологический университет

контейнер, а примыкают к нему (рис. 2.45). Герметизация бандажированных матриц осуществляется с помощью уплотнений конусного типа.

Матрицы для холодного гидропрессования изготовляются из высоколегированных сталей следующих марок: 40ХН2СВА с термообработкой до твердости HRC 53 – 55; Х6ВФ с термообработкой до твердости HRC 57 – 60; ШХ15 с термообработкой до твердости HRC 59 – 62. Для теплого гидропрессования (250ºС и выше) используются матрицы, изготовленные из стали 3Х2В8 с термообработкой до твердости HRC 49 – 53. Для изготовления матриц можно использовать также твердые сплавы ВК6, ВК8 и др.

Бандажные кольца и опорные детали матриц изготовляются из сталей 45ХНМФА, 40Х, 35ХГСА, 30ХГСА с термообработкой до твердости HRC 42 – 44.



а б в

Рис. 2.43. 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.

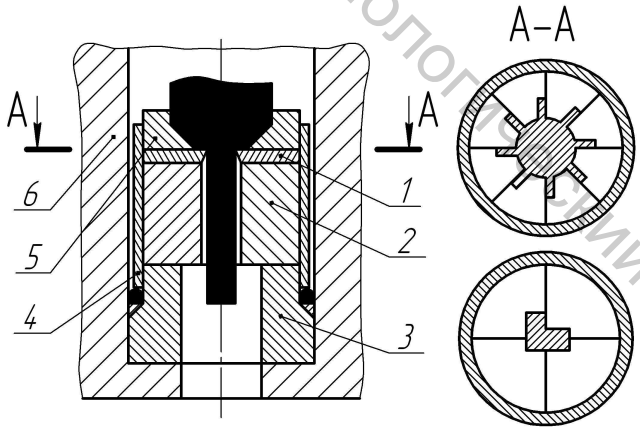
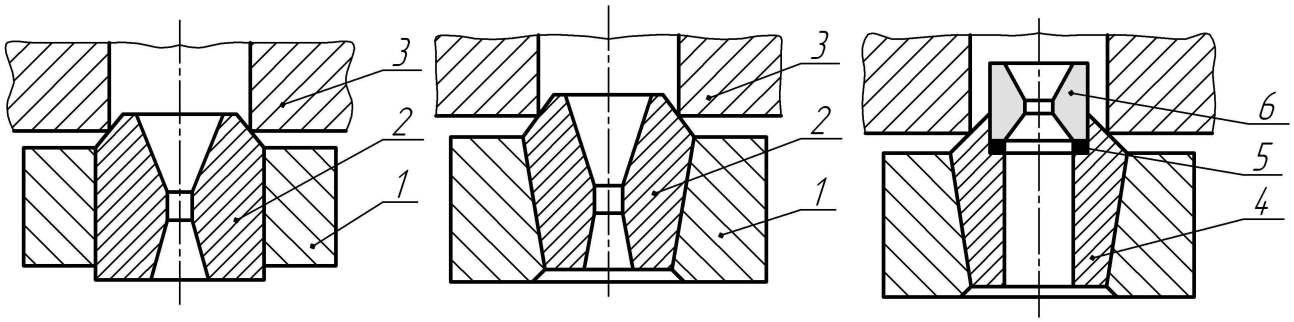


Рис. 2.44. Составная матрица:
1, 2 – сегменты рабочие и поддерживающие; 3 – опорная втулка; 4 – эластичная оболочка; 5 – входной конус; 6 – контейнер.

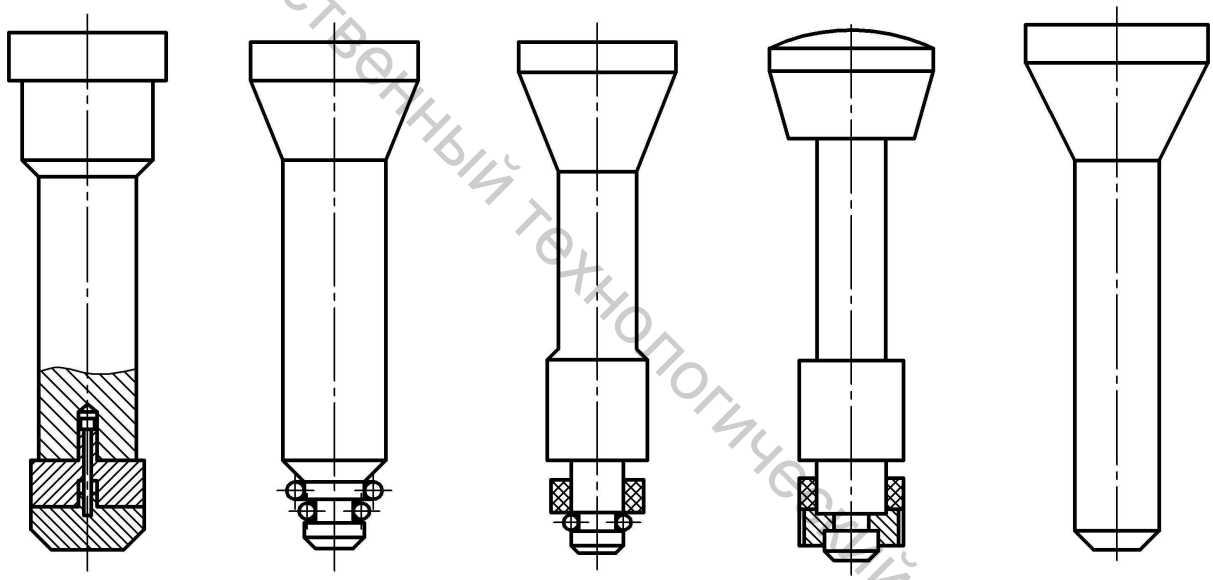
Витебский государственный технологический университет



а б в

Рис. 2.45. Бандажированные матрицы: а – с цилиндрическим бандажным кольцом; б – с коническим бандажным кольцом; в – 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. 2.46, а – г); гладкие – уплотнение размещается в контейнере (рис. 2.46, д).



а б в г д

Рис. 2.46. 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.

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

Основания плунжеров могут иметь цилиндрическую или коническую форму (угол конуса 30-60º). Наибольший диаметр основания плунжера принимается 1,2-1,5

Витебский государственный технологический университет

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. 2.46, а, б) может привести к заклиниванию, поэтому часто изготовляются плунжеры ступенчатые с центрирующим пояском (рис. 2.46, 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. 2.47, а – д). Неподвижные уплотнения устанавливаются в контейнерах и используются с гладкими плунжерами (рис. 2.47, е).

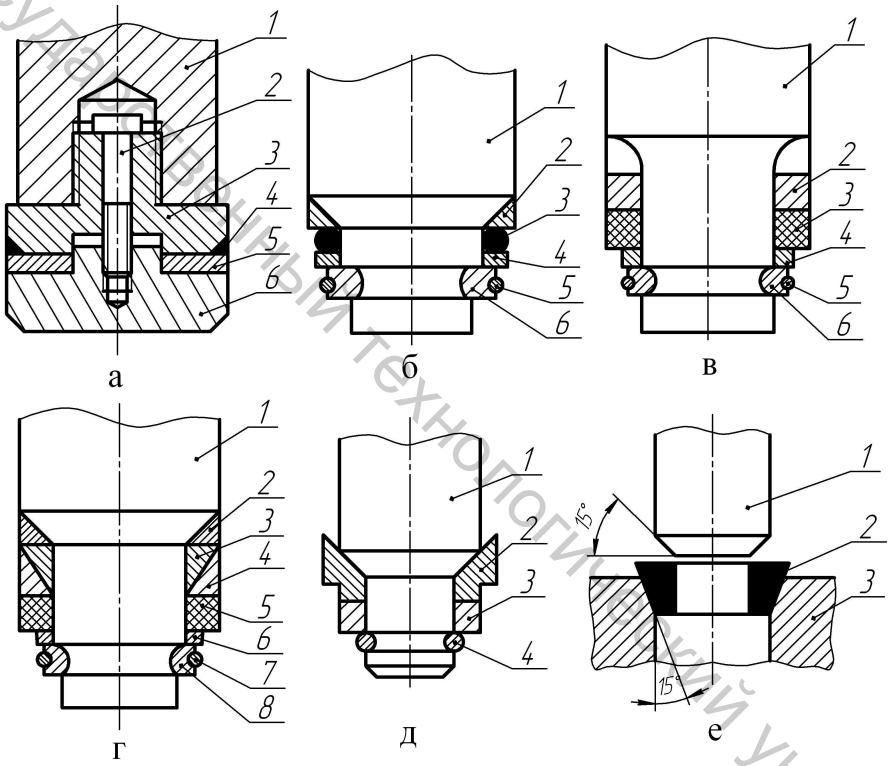


Рис. 2.47. Конструкции уплотнений плунжеров для гидропрессования:
а – подвижное типа пресс-шайбы: 1 – плунжер; 2 – винт; 3 – основание; 4 –коническое кольцо; 5 – медное кольцо; 6 – грибок; б – подвижное с двумя кольцами треугольного и круглого сечения: 1 – плунжер; 2 – стальное кольцо; 3 – резиновое 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 тоже время

Витебский государственный технологический университет

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.

Высокие давления (1,5-2 МПа), используемые при гидропрессовании металлов, предопределяют и соответственно высокие требования к материалам для изготовления плунжеров. Плунжеры изготовляют из высоколегированных инструментальных сталей с соответствующей термообработкой. К таким сталям для плунжеров относятся Р18, 45ХНМФА, 40ХН2СВА (ЭИ 643), 4Х5В2ФС, которые после термообработки имеют твердость HRC 58 – 62. В некоторых случаях для изготовления плунжеров используются твердые сплавы.

Оправки предназначены для формообразования отверстий в прессуемых трубах. В поперечном сечении оправки имеют форму отверстий. Конструкции оправок для гидропрессования приведены на рис. 2.48. Прочность оправок определяется расчётом на растяжение. Для изготовления оправок используются теже, что и для плунжеров, высоколегированные стали с термообработкой, обеспечивающей максимальную прочность.

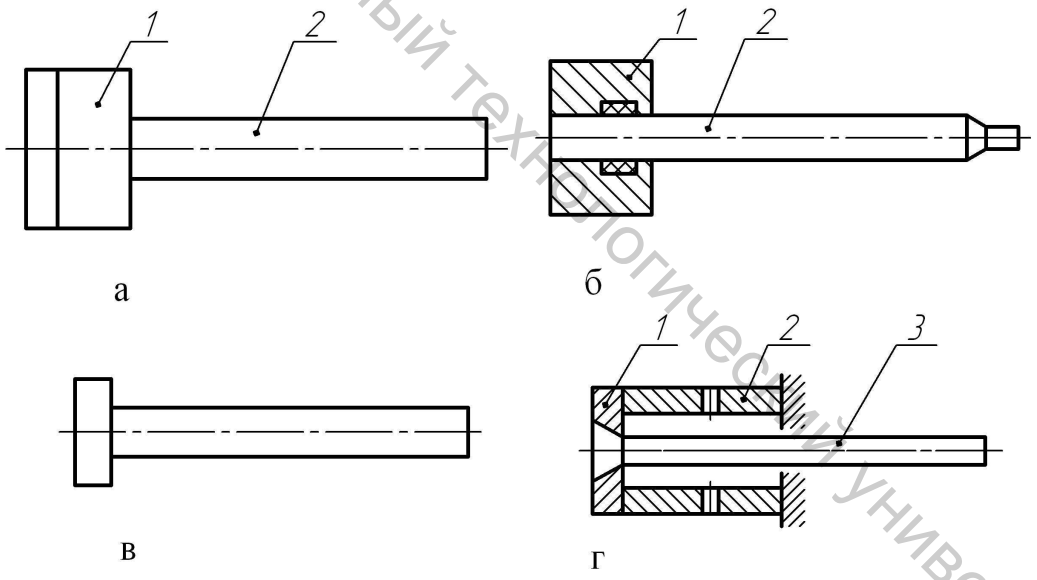


Рис. 2.48. Конструкции оправок для гидроэкструзии труб:
а – подвижная, закрепленная на плунжере: 1 – плунжер; 2 – оправка;
б – ступенчатая, закрепленная в оправкодержателе механизма для перемещения оправки: 1 – плунжер; 2 – оправка;
в – подвижная, перемещающаяся вместе с заготовкой;
г – неподвижная: 1 – шайба; 2 – втулка; 3 – оправка.

Витебский государственный технологический университет

2.10. Инструмент для горячего гидродинамического прессования

Общие сведения. Существующие способы холодного гидропрессования недостаточно эффективны для получения изделий сложного профиля из труднодеформируемых материалов. Такие изделия могут обрабатываться в горячем состоянии в условиях объёмного сжатия. Такие условия можно обеспечить созданием достаточно толстого слоя материала в контейнере и матрице способного в горячем состоянии передавать давление от пуансона к заготовке. Таким требованиям удовлетворяют материалы на основе графита.

Процесс горячего гидропрессования должен осуществляться с нагревом заготовки и в условиях близких к изотермическим. Такой процесс получил название горячего гидропрессования квазижидкими средами. Процесс реализуется в соответствии со схемой представленной на рис. 2.49.

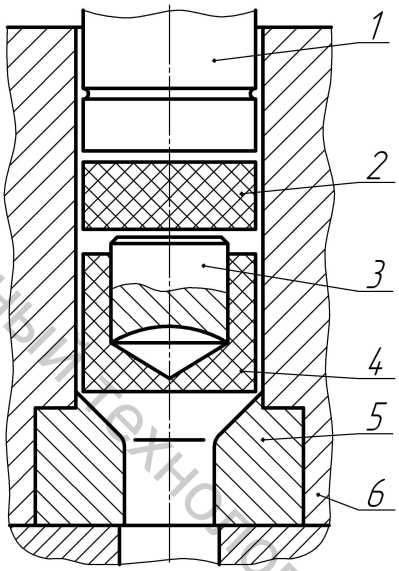


Рис. 2.49. Схема горячего гидропрессования квазижидкими средами:
1 – пуансон; 2 – графитовый вкладыш; 3 – заготовка; 4 – графитовый стакан;
5 – матрица; 6 – контейнер.

В начале процесса инструмент в сборе – контейнер, матрица и пуансон нагреваются до температуры 350 – 450°С, которая автоматически поддерживается в течении всего процесса прессования. Нагретая заготовка 3 прямо в печи помещается в графитовый стакан 4, переносится к установке и устанавливается совместно со стаканом в отверстии контейнера 6. Сверху на заготовку укладывается графитовый вкладыш 2. Давление от пуансона 1 в начальный момент воспринимается графитовым вкладышем, который по мере нарастания давления разрушается, заполняет пространство вокруг заготовки и затекает в зазор между контейнером и пуансоном.

В дальнейшее порошкообразная графитовая среда уплотняется до такой степени, что довольно равномерно распределяет давление пуансона по торцовой и боковой поверхностям заготовки. В итоге возникает схема гидравлического прессования, при которой заготовка подвергается всестороннему сжатию и начинает пластически выдавливаться в отверстие матрицы.

Витебский государственный технологический университет

На рис. 2.50 приведена конструктивная схема штампа для горячего гидропрессования. Штамп устроен следующим образом. В пуансонодержателе 1 штампа закреплён пуансон 3 посредством кольца 4 и болтов 2 (рис. 2.50, а). Пуансон входит в контейнер 6, в котором запрессована матрица 11 с бандажом 12. Для правки и калибровки заготовок в контейнер запрессована втулка 13, отверстие в которой выполнено с конусом 0,05х100 мм для облегчения выхода изделий. Втулка 13 входит в трубу 20, опущенную в закалочную ванну, расположенную под столом пресса. Контейнер запрессован в контейнеродержатель 7 по конической поверхности. Сохранение натяга обеспечивается с помощью болтов 15 и подкладной плиты 14. Пуансон с иглой, контейнер, матрица и калибрующая втулка выполняются сменными. Плита 14 центрирует штамп по плите 17, укрепленной болтами 16 к основанию штампа 19. Сверху контейнеродержатель 7 через компенсаторное кольцо 5, кольцо 26 и корпус 9 посредством болтов 8 прижат к плите 17. В результате образуется замкнутая магнитная цепь (сердечник) для водоохлаждаемого индуктора 10, который током промышленной частоты нагревает штамп до 420 – 450 °С. Для сокращения тепловых потерь между плитами 17 и 19 положена асбестовая прокладка 18. Контроль температуры и управление режимом нагрева производятся с помощью термопар 24 и 25, включенных в цепь управления. Штамп для выдавливания сплошных изделий отличается только тем, что в нем отсутствует игла пуансона.

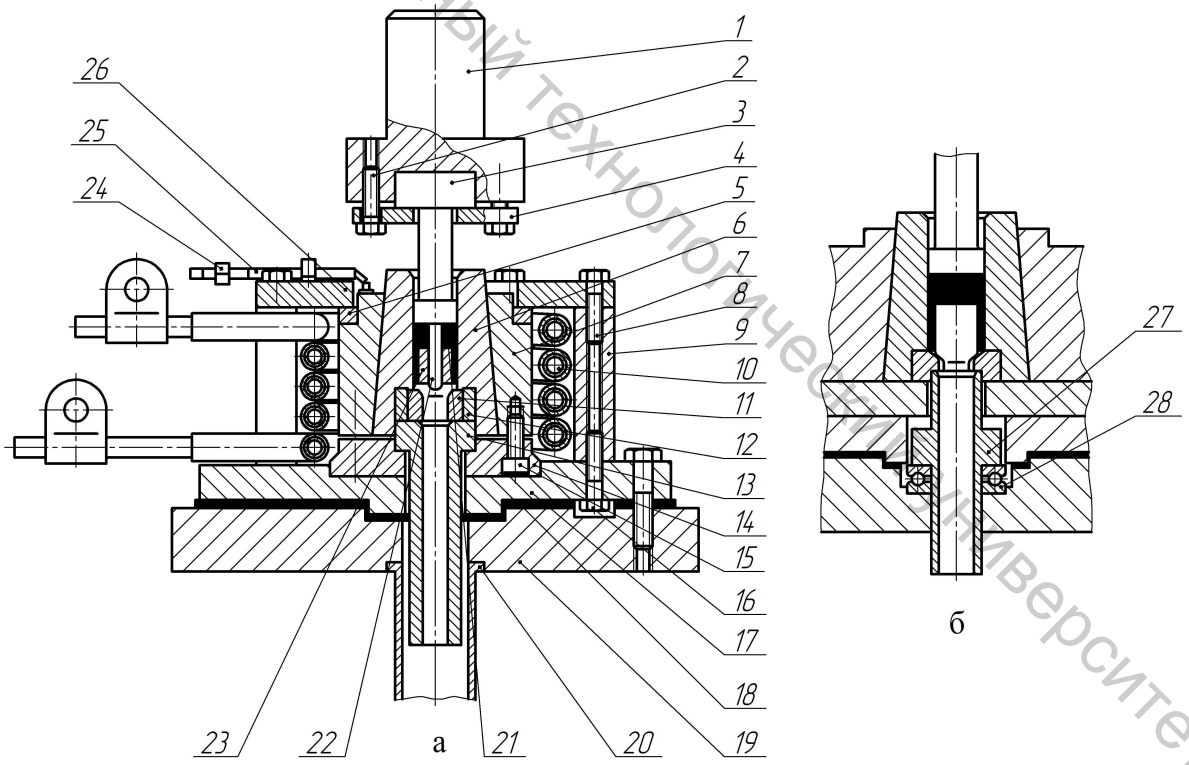


Рис. 2.50. Штамп горячего гидропрессования заготовок режущего инструмента: а – с прямым профилем; б – с винтовым профилем.

1 – пуансонодержатель; 2, 8, 15, 16 – болты; 3 – пуансон; 4, 5, 26 кольца; 6 – контейнер; 7 – контейнеродержатель; 9 – корпус; 10 – индуктор; 11 – матрица; 12 – бандаж; 13 – втулка; 14, 17, 19 – плиты; 18 – изоляционная прокладка; 20 – труба; 21 – графитовая втулка; 22 – игла; 23 – заготовка; 24, 25 – термопары; 27 – опорная втулка; 28 – подшипник упорный.

Витебский государственный технологический университет

При выдавливании сплошных и пустотелых изделий с винтовым профилем зубьев калибрующая втулка 27 (рис. 2.50, б) устанавливается на упорный шарикоподшипник 26 для того, чтобы обеспечить вращение ее во время калибровки.

Приведенная конструкция штампа (рис. 2.50, а, б) за один ход пресса позволяет осуществлять последовательно несколько операций: прошивку донной части заготовки 23 иглой пуансона 22, выдавливание заготовки через матрицу на проход без пресс-остатка и снятие выдавленной заготовки с иглы. Кроме того, изделие подвергается калибровке по диаметру и длине за счет дополнительного обжатия припуска на зубьях по всему периметру в специальной калибрующей втулке штампа, размещенной под матрицей. Скорость выхода выдавливаемого изделия из штампа обычно обеспечивает проход его через калибрующую втулку в закалочный бак.

Приведённая конструкция штампа разработана как типовая и может быть применена не только для получения режущего инструмента, но и для изготовления других изделий с наружными или внутренними, прямыми или винтовыми зубьями.

2.11. Инструмент для волочения

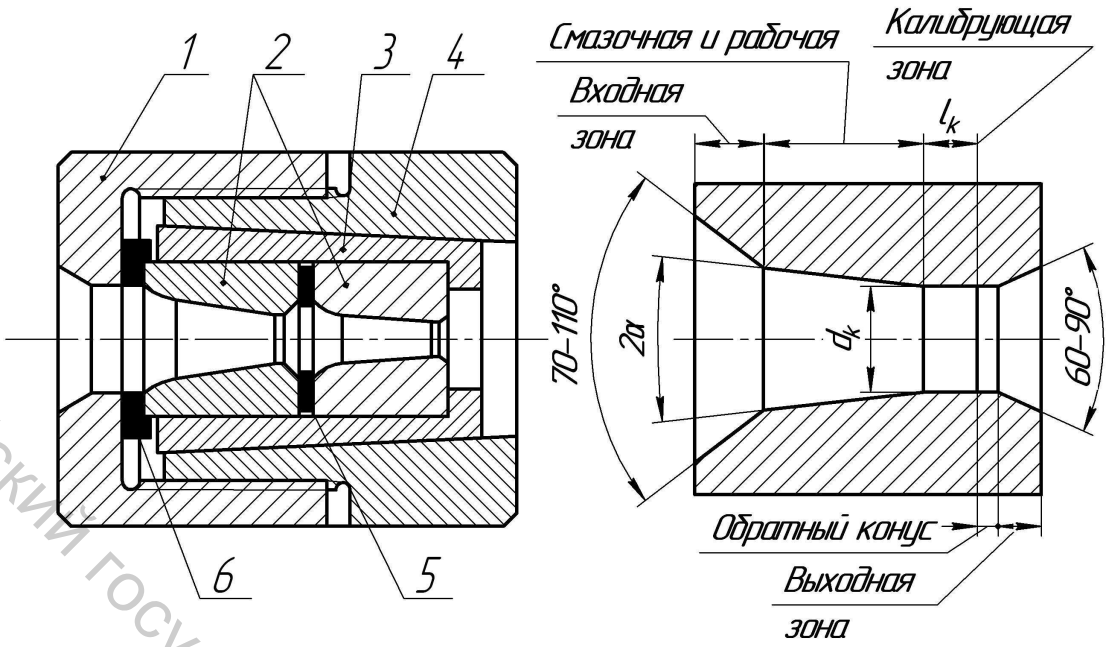
В обычных процессах волочения протягиваемое изделие перед входом в деформирующий канал проходит через слой смазки, находящийся под атмосферным давлением. При этом смазка вводится в деформирующую зону без дополнительного внешнего воздействия, только благодаря сцеплению с протягиваемым изделием. Вследствие значительного давления металла на стенки волочильного канала большая часть смазки отгоняется, смазочная пленка резко утоняется, а в некоторых местах разрывается, и трение становится граничным или даже полусухим.

Для обеспечения стабильного жидкостного трения необходимо, чтобы смазка в канал поступала под давлением. Это достигается гидродинамической подачей смазки. С этой целью используют сборные волоки (рис. 2.51, а), которые имеют уплотняющее кольцо 5, изготовленное из пластичного материала и установленное в прорези зажимной конусной разрезной втулки 3, обеспечивая герметичность уплотнения.

Перед рабочей вставкой устанавливается напорная вставка, в которую с зазором протягивается изделие. Вследствие малого зазора (0,2 – 0,3 мм) и большой вязкости смазки создается высокое давление перед входом в рабочую вставку.

Для волочения проволоки из тугоплавких металлов используют конические волоки с твердосплавными или алмазными вставками (рис. 2.51, б). Вставки из твердого сплава используются при грубом волочении до диаметра 0,3 мм. Калибрующая часть волоки в большинстве случаев выполняется цилиндрической, так как это упрощает ее обработку и контроль. Для калибрующей зоны рекомендуется следующая длина пояска:

Витебский государственный технологический университет



а б

Рис. 2.51. Сборная волока (а), сменная вставка (б):

1 – накидная гайка; 2 – сменные вставки (напорная и рабочая); 3 – коническая втулка;

4 – корпус; 5, 6 – уплотнительные кольца.

при волочении проволоки из меди, серебра и алюминия $l_K = (0,2...0,4)d_K$; из титановых, никелевых сплавов и высокоуглеродистой стали $l_K = (0,3...0,8)d_K$; из бронзы и низкоуглеродистой стали - $l_K = (0,2...0,5)d_K$, где d_K – диаметр калибрующей зоны.

Волоки-заготовки изготовляются из сплавов ВК3, ВК3-М; ВК4, ВК6-М, ВК8, ВК10.

По конструкции волоки могут быть *цельными* и *составными*. Составные волоки (рис. 2.52) образуются несколькими сопряженными частями и применяются в основном для волочения фасонных профилей. Волока состоит из корпуса, в котором установлены профильные вставки из твердого сплава. Вставки с помощью винтов 5 могут настраиваться на нужный размер. Рабочий профиль вставки имеет цилиндрическую поверхность и может быть легко обработан шлифованием.

Достоинства составных волок - универсальность, большая стойкость на износ и простота ремонта изношенных вкладышей; возможность волочения изделий крупных сечений относительно небольшими вкладышами из твердых сплавов. Этими преимуществами окупается более высокая стоимость составных волок по сравнению с монолитными волоками из стали. По сравнению с цельными волоками из твердых сплавов стоимость таких волок, в особенности больших размеров, несколько ниже.

К составным волокам относятся также роликовые и дисковые волоки. Роликовые волоки применяют для волочения круглой проволоки. Они состоят из двух пар вращающихся роликов, расположенных перпендикулярно одна к другой (рис. 2.53).

Витебский государственный технологический университет

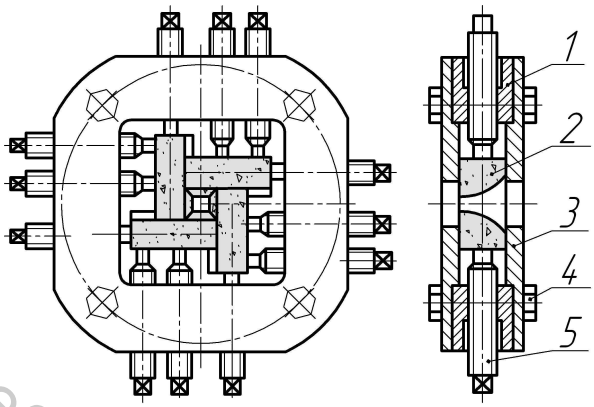


Рис. 2.52. Составная волока для волочения прямоугольных профилей:
1 – корпус; 2 – твердосплавные вставки;
3 – планка корпуса; 4 – стяжной винт;
5 – регулировочный винт.

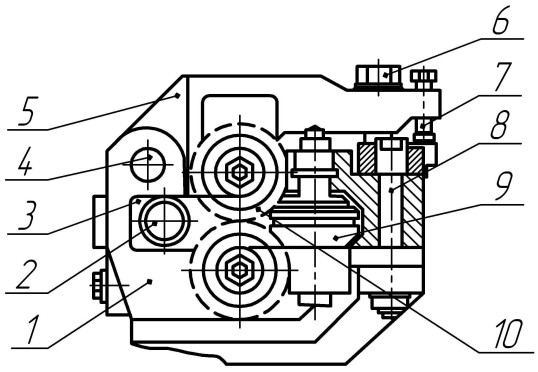


Рис. 2.53. Роликовая волока:
1 – основание; 2, 6 – стяжные болты;
3 – боковой рычаг; 4 – ось верхнего рычага;
5 – верхний рычаг; 7 – регулировочный болт; 8 – ось бокового рычага; 9 – вертикальный ролик; 10 – горизонтальный ролик.

Проволока, проходя через роликовые волоки, может деформироваться до 55%, причем сила волочения значительно меньше, чем при волочении в монолитных волоках. Это достигается заменой трения скольжения в монолитных волоках на трение качения в роликовых волоках.

К преимуществам роликовых волок также относятся меньшая потребляемая мощность; повышенная скорость при той же мощности; увеличение обжатия за один переход и увеличение количества переходов между отжигами; сокращение числа промежуточных отжигов и операций травления; возможность применения недефицитных смазок; улучшение физико-механических свойств проволоки. Эти преимущества особенно велики при волочении малопластичных и склонных к налипанию на инструмент металлов и сплавов.

В то же время роликовые волоки имеют недостатки, например, затруднена настройка роликов на размер, что вызывает необходимость проведения данной операции на специальном стенде и увеличивает количество отходов.

Дисковые волоки успешно применяют для изготовления прямоугольных, трапецеидальных и других фасонных профилей. Особенно выгодно и высокопроизводительно применение дисковых волок при волочении из катаной заготовки диаметром до 20 мм фасонных профилей в бухтах.

После износа ролика или диска их перешлифовывают на меньший диаметр и вновь устанавливают для дальнейшей работы. Ролики и диски изготавливают из стали Х12М или твердого сплава марок ВК8, ВК15.

Витебский государственный технологический университет

Витебский государственный технологический университет

3. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОРОШКОВ

Общие сведения о способах прессовании

Холодное прессование в закрытых пресс-формах с передачей давления одним или несколькими пуансонами (верхним или нижним) – наиболее распространённый способ получения порошковых изделий. В процессе прессования, находящаяся в полости пресс-формы, шихта стремится к растеканию в стороны, но удерживается боковыми стенками матрицы. Давление в процессе уплотнения порошка не только возрастает во времени, но и распределяется по объёму заготовки неравномерно. Часть нагрузки расходуется на преодоления трения частиц порошка о стенки пресс-формы и трения между частицами, что препятствует выравниванию напряжений.

Объём изделий при прессовании изменяется в результате смещения отдельных частиц, заполняющих пустоты между другими частицами, и деформации материала частиц. Наиболее интенсивно уплотнение происходит на первой стадии процесса, связанного с перераспределением частиц и более плотной упаковкой в результате поворота и перемещения частиц. При достижении максимально плотной упаковки частицы порошка оказывают определённое сопротивление сжатию; давление возрастает, начинается пластическое деформирование приконтактных участков. В ходе деформации частиц порошка контактная поверхность увеличивается и сглаживается; разрушается оксидная плёнка в зоне контакта; протекает механическое сцепление и холодная сварка.

Одностороннее прессование применяется при изготовлении изделий простой конфигурации типа пластин и дисков с небольшим отношением высоты к поперечному диаметру $h/d \leq 1$, а так же изделий типа гладких втулок с отношением высоты к минимальному значению толщины стенки $h/S_{min} \leq 3$. (рис. 3.1, а, б)

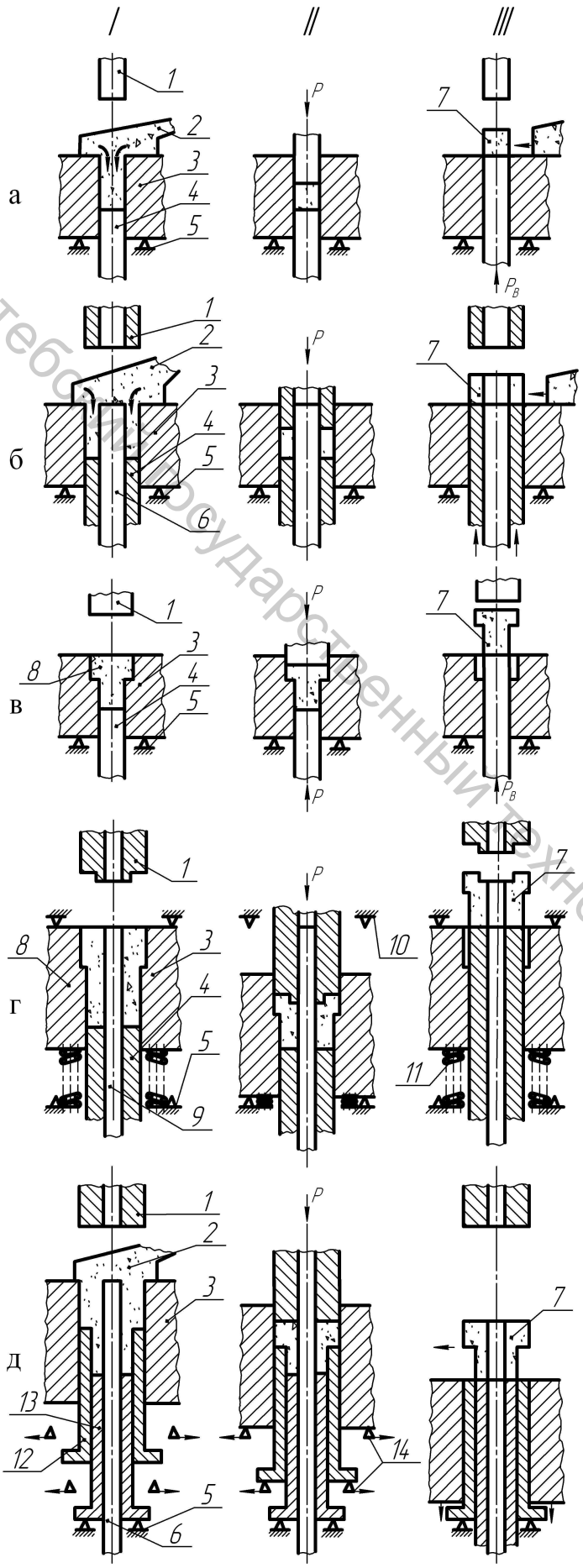


Рис. 3.1. Схемы: одностороннего прессования цельных (а) и полых (б) заготовок; двустороннего прессования с неподвижной (в) и подвижными пуансоном и матрицей (г); двухстороннего прессования с плавающей матрицей и подвижным пуансоном (д).

I – загрузка порошка;
II – прессование;
III – удаление заготовки.

1 – верхний пуансон;
2 – загрузочный бункер;
3 – матрица;
4 – нижний пуансон;
5 – упор; 6 – игла-стержень;
7 – прессовка (брикет);
8 – порошок; 9 – игла;
10 – верхняя опора;
11 – упругий элемент;
12 – наружный пуансон;
13 – внутренний пуансон;
14 – подвижные опоры.

Витебский государственный технологический университет

Распределение плотности по объёму прессовки при односторонним прессовании неоднородно. В горизонтальном направлении в верхнем слое под прессующим пуансоном плотность нарастает от центра к периферии, а в нижнем наоборот – от периферии к центру. Средняя плотность изделий снижается от верхней части к нижней. Наибольшее уплотнение происходит на краях заготовки под верхним пуансоном; минимальное – по краю нижней поверхности заготовки.

Двухсторонние прессование осуществляется приложением давление к порошковой шихте одновременно сверху и снизу. При этом более плотными оказываются верхняя и нижняя части прессовки; в середине прессовки сохраняется зона пониженной плотности.

Двухстороннее прессование обычно применяется для изделий с отношением высоты к диаметру в пределах $1 \le h/d < 5$, а так же деталей типа втулок при $3 \le h/S_{min} < 20$. Такое прессование осуществляется по трём основным схемам (рис. 3.1, в, г, д)

Первая схема (рис. 3.1, в) – прессование проводится двумя подвижными пуансонами при неподвижной матрице. Движение пуансонов может быть как одновременным так и поочерёдным. Такая схема применяется при производстве изделий простой конфигурации или одноступенчатых заготовок. Выталкивание заготовок происходит нижним пуансоном.

Вторая схема (рис. 3.1, г) – прессование осуществляется подвижным нижним пуансоном (он может быть выталкивателем) и подвижными верхним пуансоном и матрицей. Вначале перемещается верхний пуансон. При достижении определённой плотности в результате трения порошка о стенки матрицы, пуансон с матрицей перемещается до упора. Это обеспечивает уплотнение нижней области прессовки. После снятия нагрузки матрица под действием упругих элементов возвращается в исходное положение, а нижний пуансон выталкивает прессовку.

По третьей схеме (рис. 3.1, д) прессование производится при неподвижном нижним внутреннем пуансоне, а для изделий с отверстием неподвижной остаётся так же игла. Подвижная матрица, установленная на пружинах или гидро(пневмо)цилиндрах, перемещается до регулируемых упоров.

При прессовании матрица перемещается вниз и вместе с ней наружный пуансон до убираемых упоров. При достижения заданной плотности или размеров изделия матрица продолжает движение до неподвижных упоров. Нижний внутренний пуансон и игла при этом остаются неподвижными. По окончании прессования ползун с верхним пуансоном поднимаются, матрица освобождается от упоров и продолжает двигаться вниз, вместе с ней перемещается вниз и наружный пуансон. В результате матрица и пуансон стягиваются с прессовки. Игла перемещается вниз, прессовка освобождается и сталкивается с матрицы. Наружный пуансон, игла и матрица возвращаются в исходное положение вместе с плитами, на которых они зафиксированы.

Витебский государственный технологический университет

Каждый из рассмотренных способов двухстороннего прессования имеет свои преимущества и недостатки. Выбор их определяется формой и размерами изделий, технологическими характеристиками прессового оборудования, объемом производства, прессуемостью и формуемостью порошков.

Горячее прессование осуществляется при одновременном приложении давления и нагреве порошковой шихты до температуры 1200-1450 ºС. Нагрев и прессование производится в графитовых пресс-формах, имеющих хорошую электропроводность и высокую теплопроводность. Нагрев осуществляется электрическим током. Ограниченная прочность графита не позволяет проводить процесс прессования при давлении более 30 - 40 МПа. Кроме того, графит реагирует с оксидами (восстанавливает их), переходными металлами и их нитритами и силицидами. Реже, чем графит, для изготовления пресс-форм используются жаропрочные сплавы, позволяющие прилагать достаточно высокие давления при температурах 1100-1300 ºС.

Горячее прессование по сравнению с холодным позволяет снизить давление почти на порядок. В большинстве случаев применение горячего прессования ограничивается прочностью материала пресс-форм.

Холодная штамповка пористых заготовок – процесс, который применяется для получения деталей сложной формы с низкой остаточной пористостью (до 35%). При холодной штамповке соблюдаются следующие условия: форма и размеры исходной заготовки должны быть такими, чтобы расширяющиеся поверхности достигали боковых стенок штампа в процессах штамповки до момента образования поверхностных трещин; течение материала должно осуществляться в непрерывно уменьшающееся сечение полости инструмента.

Исходная плотность заготовок должна быть не менее 88-92%, после штамповки 97-99%. Холодная штамповка применяется для изготовления изделий сложной формы небольшой массы. Наиболее распространённой операцией холодной штамповки является калибровка.

Горячая штамповка пористых заготовок осуществляется преимущественно по трём основным схемам – свободная осадка, осадка в открытых и закрытых штампах. Лучшие условия уплотнения обеспечивает осадка в закрытых штампах, худшие – свободная.

Нагрев заготовок перед штамповкой обеспечивает: уменьшение сопротивление металла деформированию; интенсификацию диффузионных процессов и гомогенизацию материала; технологическую прочность для предотвращения разрушений.

Разновидности методов горячего прессования классифицируют по следующим признакам:

- по способу деформации заготовки в матрице (пуансоном, входящим в полость матрицы или плоскими пуансонами);

Витебский государственный технологический университет

- по количеству перемещающихся относительно матрицы пуансонов (одно – или двухстороннее прессование);

- по количеству и материалу используемых заготовок (порошковые цельные или составные; составные могут быть комбинированными из литой и порошковой заготовок);

- по среде в момент штамповки (без защиты, в защитной среде, в вакууме);

- по виду штампов (с облоем и без облоя, с подогревающими или охлаждающими устройствами и без них, со сплошной или составной матрицей).

Витебский государственный технологический университет

3.1 Пресс – формы и пресс – блоки для холодного прессования порошков

Пресс-формы для изделий из порошков классифицируют по следующим признакам формования:

- по эксплуатационным особенностям – съемные и стационарные;

- по принципу прессования – с односторонним и двусторонним прессованием;

- по количеству формующих гнезд – одногнездовые и многогнездовые;

- по роду применяемых прессов – специализированные и универсальные;

- по способу извлечения изделий – разборные и неразборные.

Съемные пресс-формы для универсальных прессов

Для изготовления небольших экспериментальных партий изделий из металлических порошков, а также при отработке технологии холодного формования и определении оптимальной формы изделия экономически целесообразно применять опытные пресс-формы и использовать при этом широко распространенные прессы для прессования пластмасс. Такие пресс-формы воспроизводят одностороннее и последовательное двустороннее формование.

Съемная пресс-форма для изготовления изделий типа «втулка» представлена на рис. 3.2.

Пресс-форма состоит из матрицы 3, расположенной в обойме 1; в рабочем отверстии матрицы установлен пуансон 2, а для уплотнения порошка используется пуансон 4. Для реализации схемы двустороннего формования, а также для выталкивания изделия 7 в конструкции пресс-формы предусмотрены проставка 5, опоры 8, 9 и стержень 6.

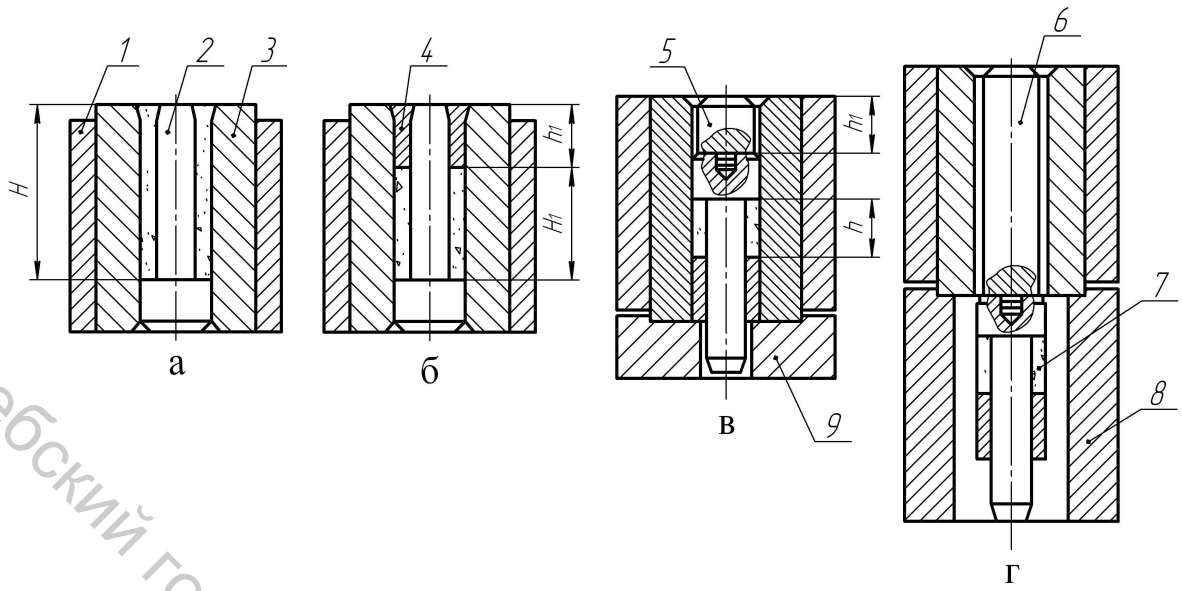


Рис. 3.2. Технологическая схема съемной пресс-формы для формования втулок: а – засыпка порошка; б – установка пуансона и прессование; в – переворот пресс-формы и установка ее на опоре; г – выталкивание изделия из пресс-формы:1 – обойма; 2 – пуансон; 3 – матрица; 4 – пуансон; 5 – проставка; 6 – стержень; 7 – изделие; 8,9 - опоры

Формование изделий выполняется в несколько приемов. Предварительно осуществляется засыпка порошка (рис. 3.2, а), после чего в матрицу 3 устанавливается пуансон 4 и производится одностороннее формование изделия (рис. 3.2, б). Затем пресс-форма переворачивается и размещается на опоре 9 (рис. 3.2, в), при этом на торце пуансона 2 устанавливается проставка 5, к которой прикладывается давление пресса и осуществляется формование изделия 7 с противоположной стороны. Такая последовательность приемов соответствует схеме двустороннего последовательного уплотнения.

Для выталкивания изделия 7 пресс-форма в таком положении устанавливается на опору 8 (рис. 3.2, г) ,а на место проставки 5 ставится стержень 6, который после приложения к нему усилия пресса выталкивает изделие 7 вместе с пуансоном 2. Затем изделие 7 отделяется от пуансона 2; пресс-форма приводится в исходное положение и цикл повторяется.

При проектировании опытных пресс-форм для определения размеров рабочих частей следует пользоваться следующими соотношениями (рис. 3.2):

- при двустороннем прессовании

$$h_1 = \frac{H - h}{2}; \qquad (3.1)$$

- при одностороннем формовании

$$h_1 = H - h, \qquad (3.2)$$

где H – высота загрузочной камеры матрицы, которая определяется по формуле

Витебский государственный технологический университет

$$H = kh, \qquad (3.3)$$

h – высота изделия; k – коэффициент высоты засыпки, зависящий от плотности изделия $\rho_П$ и от насыпной массы порошка $\rho_Н$, который определяется из соотношения

$$k = \rho_n / \rho_н, \qquad (3.4)$$

При осуществлении двустороннего формования (рис. 3.2) верхний пуансон 4 перемещается на уровень H_1, который определяется из соотношения

$$H_1 = H - h_1, \qquad (3.5)$$

В зависимости от выполняемых функций поверхности деталей пресс-форм разделяются на формообразующие; сопрягаемые подвижные; сопрягаемые неподвижные, в том числе опорные, свободные. Одним из наиболее ответственных моментов рабочего проектирования является выбор допусков на размеры сопрягаемых подвижных деталей. Этим выбором определяется величина зазора, оказывающая решающее влияние на долговечность пресс-формы и качество получаемых изделий.

Существуют два подхода к выбору допусков. В первом случае пресс-форму рассматривают как обычный объект машиностроительного производства. Величина зазора в подвижных сопряжениях определяется квалитетом точности изготовления сопрягаемых деталей, величиной их номинальных размеров, видом посадки и не зависит от дисперсности прессуемого порошка. В этом случае процесс изготовления пресс-формы может быть полностью унифицирован с точки зрения последовательности технологических операций, использования универсального металлорежущего и мерительного инструмента.

Во втором случае основным критерием для выбора зазора является требование в максимальной степени исключить возможность попадания в зазор частиц порошка. Величина зазора определяется крупностью самой мелкой фракции прессуемого порошка и в большинстве случаев выбирается равной 5—15 мкм независимо от номинальных размеров сопрягаемых деталей. Пресс-формы изготавливаются по индивидуальному технологическому процессу с использованием специального оборудования, инструмента, приспособлений. Эксплуатация пресс-форм с уменьшенными зазорами требует поддержания высокой точности прессового оборудования и высокой культуры производства.

При назначении допусков на отклонения геометрической формы и взаимного расположения элементов поверхности исходят из следующих норм: отклонение от плоскостности верхней торцевой поверхности матрицы ≤ 0,01/100 мм; отклонение от перпендикулярности образующей внутренней поверхности матрицы к верхней торцевой поверхности ≤ 0,02/100 мм; отклонение от параллельности опорных поверхностей верхнего и нижнего пуансонов и стержня относительно верхней торцевой поверхности матрицы ≤ 0,01/100 мм; отклонение от параллельности хода прессующего пуансона, стержня и выталкивателя относительно внутренней поверхности матрицы ≤ 0,02/100 мм; отклонение от перпендикулярности направляющих поверхностей

Витебский государственный технологический университет

колонок относительно верхней торцевой поверхности матрицы ≤ 0,02/100 мм; отклонение от параллельности плоскостей прилегания опорных плит, подставок и др. ≤ 0,01/100 мм; эксцентриситет, конусность, овальность в пределах допуска на диаметр.

Типовые требования к шероховатости поверхности деталей пресс-форм представлены на рис. 3.3. В условиях устойчивой номенклатуры порошковых изделий используют принцип нормализации деталей пресс-форм, который является базой автоматизации технологической подготовки производства.

Витебский государственный технологический университет

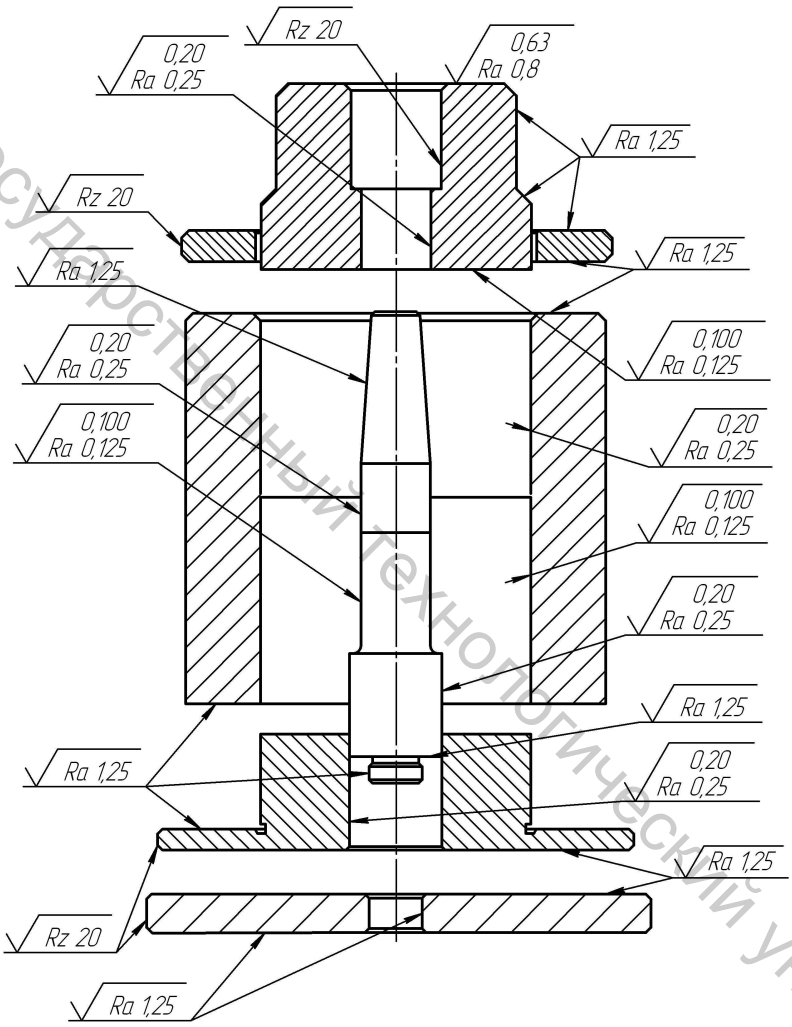


Рис. 3.3 Параметры шероховатости основных деталей съемных пресс-форм

Стационарные пресс-блоки для универсальных прессов

Основные требования к пресс-блокам следующие:

- оптимальное использование межштампового пространства пресса с целью формования изделия, максимального как по площади, так и по высоте. Данное требование не обязательно, если заранее намечена номенклатура изделий, которые будут изготовляться на этом пресс-блоке. Тогда пресс-блок с целью уменьшения его металлоемкости рассчитывают на изделие, максимальное в плане, и изделие, максимальное по высоте, выбранные из намеченной номенклатуры;

- максимальная жесткость пресс-блока, позволяющая формовать изделия при максимальном усилии пресса;

- возможность автоматизации процесса формования, для чего при проектировании пресс-блока необходимо предусмотреть места крепления дозирующего устройства и приемного столика или транспортера для прессуемых изделий;

- обеспечение быстрой смены пресс-формы или отдельных частей инструмента;

- возможность установки многогнездовых пресс-форм в случае необходимости.

Если номенклатура изделий все время расширяется и заранее не известно, какие из них будут прессоваться на данном пресс-блоке, в конструкции пресс-блока необходимо предусмотреть возможность установки пресс-форм с несколькими верхними и нижними пуансонами для изготовления изделий всех групп сложности.

Основными преимуществами инструментальных пресс-блоков являются: уменьшение металлоемкости пресс-формы; сокращение времени на их изготовление, проектирование и наладку.

На рис. 3.4 изображен инструментальный пресс-блок для прессования втулки с буртом, предназначенный для универсального гидравлического пресса. Блок состоит из следующих деталей: верхней плиты 1 с установленным на ней пуансоном 2 (можно установить и большее число верхних пуансонов); выталкивателя 3, передвигающегося по направляющим 4, и верхних направляющих колонок 5. Матрица 7 крепится крышкой 6 в плите 8, которая подвешена на пружинах 9, находящихся в комбинированных колонках-втулках 10. Наружный нижний пуансон 11 закреплен на подвижной подпружиненной плите 12 (ограничители для плиты 8, а также колонки, втулки для плиты 12 на чертеже не показаны). Нижний внутренний пуансон 20 закреплен на промежуточной плите 13. В нижней плите 14 размещена пробка для пружины 16 и центрального стержня 19. Вилка 17является упором в процессе прессования.

Пресс-блок работает следующим образом. Навеска порошка заполняет полость ограниченную стенками матрицы 7, пуансона 11 и стержня 19. При рабочем движении верхнего пуансона 2 происходит перемещение вниз и наружного нижнего пуансона 11 до упора на вилку 17. При обратном ходе пуансона спрессованная заготовка совместно с матрицей и наружным пуансоном 11 поднимается вверх.

Витебский государственный технологический университет

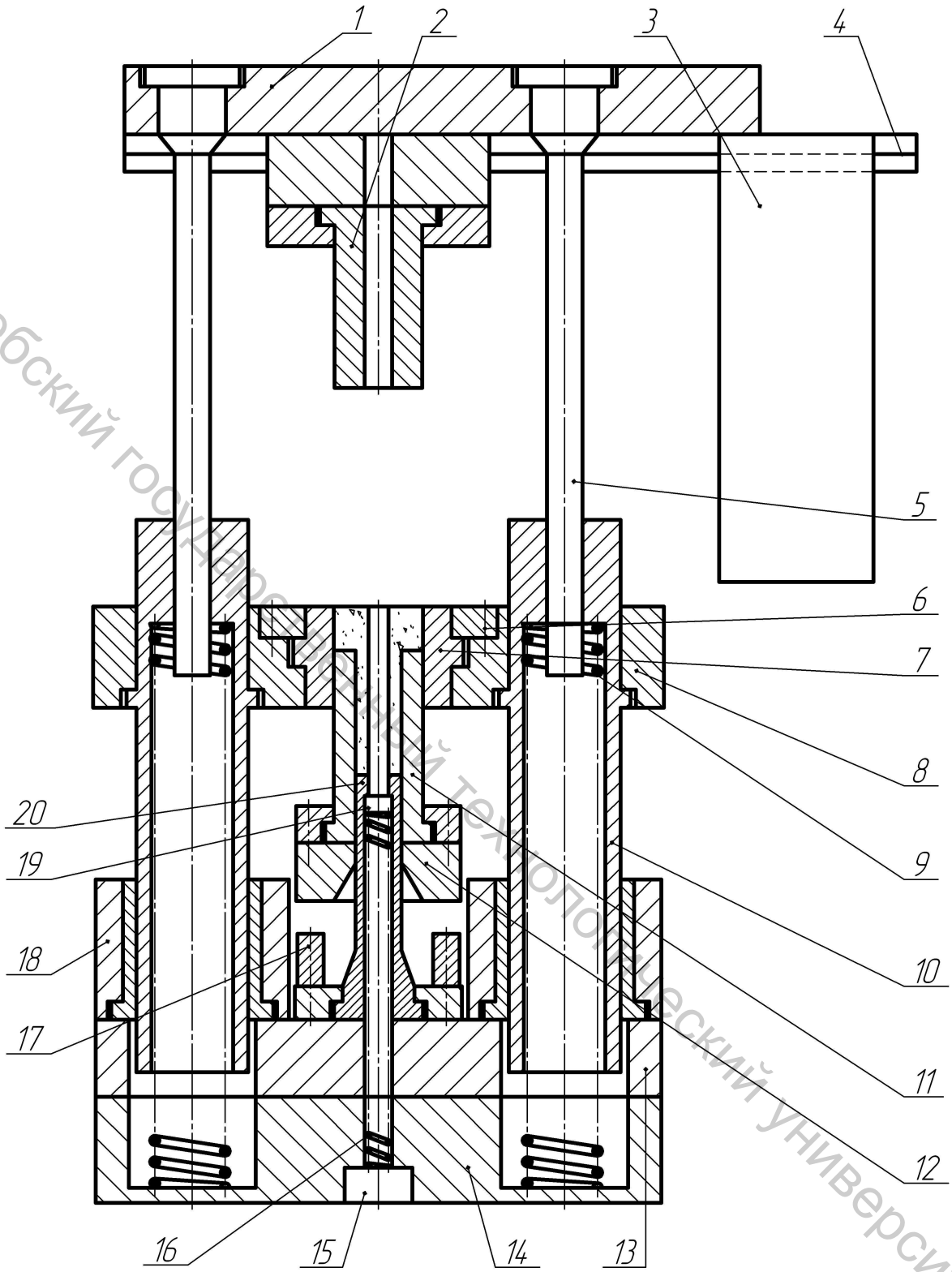


Рис. 3.4. Стационарный пресс-блок универсального пресса:
1 – плита верхняя; 2 – верхний пуансон; 3 – выталкиватель; 4 – направляющие;
5 – колонки; 6 – крышка; 7 – матрица; 8 – плита; 9 – пружина; 10 – колонка – втулка;
11 – нижний наружный пуансон; 12 – плита; 13 – плита промежуточная;
14 – плита нижняя;15 – пробка; 16 – пружина; 17 – вилка; 18 – плита;
19 – стержень центральный; 20 – нижний внутренний пуансон.

Удаление прессовки производится в следующей последовательности. В рабочую зону по направляющим 4 перемещается выталкиватель 3, предназначенный для передачи усилий от верхней плиты 1 на плиту 8. Опорная

Витебский государственный технологический университет

вилка 17 из блока убирается. При вторичном движении ползуна пресса спрессованная заготовка совместно с матрицей и наружным пуансоном 11 перемещаются относительно неподвижного внутреннего пуансона 20, который выполняет функции выталкивателя. Далее цикл повторяется. Удаление и установка вилки 17, а также перемещения выталкивателя 3 производится вручную.

Пресс-блоки и пресс-формы для специализированных пресс-автоматов.

Наиболее характерными заготовками, которые изготавливаются на прессах являются втулки и стаканы

Пресс-форма для формования детали типа «втулка» устанавливается на пресс-блок (рис. 3.5), поставляемый совместно с пресс-автоматом. В блок входят верхняя плита 1, плита матрицы 9, плита выталкивателя 6, гайка 3, шток пневматического цилиндра стержней 4, верхний пуансон 2, матрица 8, стержень 5 и выталкиватель 7.

Пресс-форма работает следующим образом. Металлический порошок питателем пресса подается в полость матрицы, ограниченную центральным стержнем 5 и выталкивателем 7, после чего пуансон 2 перемещается вниз, уплотняя металлический порошок в матрице 8. Одновременно с пуансоном 2 (по мере уплотнения порошка) вниз вместе с центральным стержнем перемещается матрица, обеспечивая двустороннее формование. Извлечение прессовки производится выталкивателем 7 при обратном ходе пресса.

Расчет высотных размеров элементов пресс-блока.

Цели расчета – определение в общем виде: высоты верхнего пуансона 2; высоты выталкивателя 7; длины стержня 5.

Данные пресса: $H_п$ – ход формующей головки, $H_в$ – ход выталкивателя (максимальный).

Данные штампового блока: H_1 – расстояние от нижнего торца верхней плиты до зеркала матрицы, H_2, H_{2max}, H_{2min} – соответственно номинальное, максимальное и минимальное расстояние от зеркала матрицы до нижнего торца плиты выталкивателя; H_3, H_{3max}, H_{3min} – соответственно номинальное, максимальное и минимальное расстояния от торца штока цилиндра стержней до нижней поверхности плиты выталкивателя; H_4 – толщина прокладки; H_5 – толщина набора плиты выталкивателя и прокладки; H_6 – высота пуансона; H_7 – высота выталкивателя; H_8 - расстояние от зеркала матрицы до торца штока цилиндра стержней.

Высотные размеры конструктивных и технологических элементов: насыпные высоты: h – высота изделия, $h_н$ – насыпная высота изделия. Ход выталкивателя равен

$$H_в = H_{2\max} - H_{2\min} = h_н; \qquad (3.6)$$

Витебский государственный технологический университет

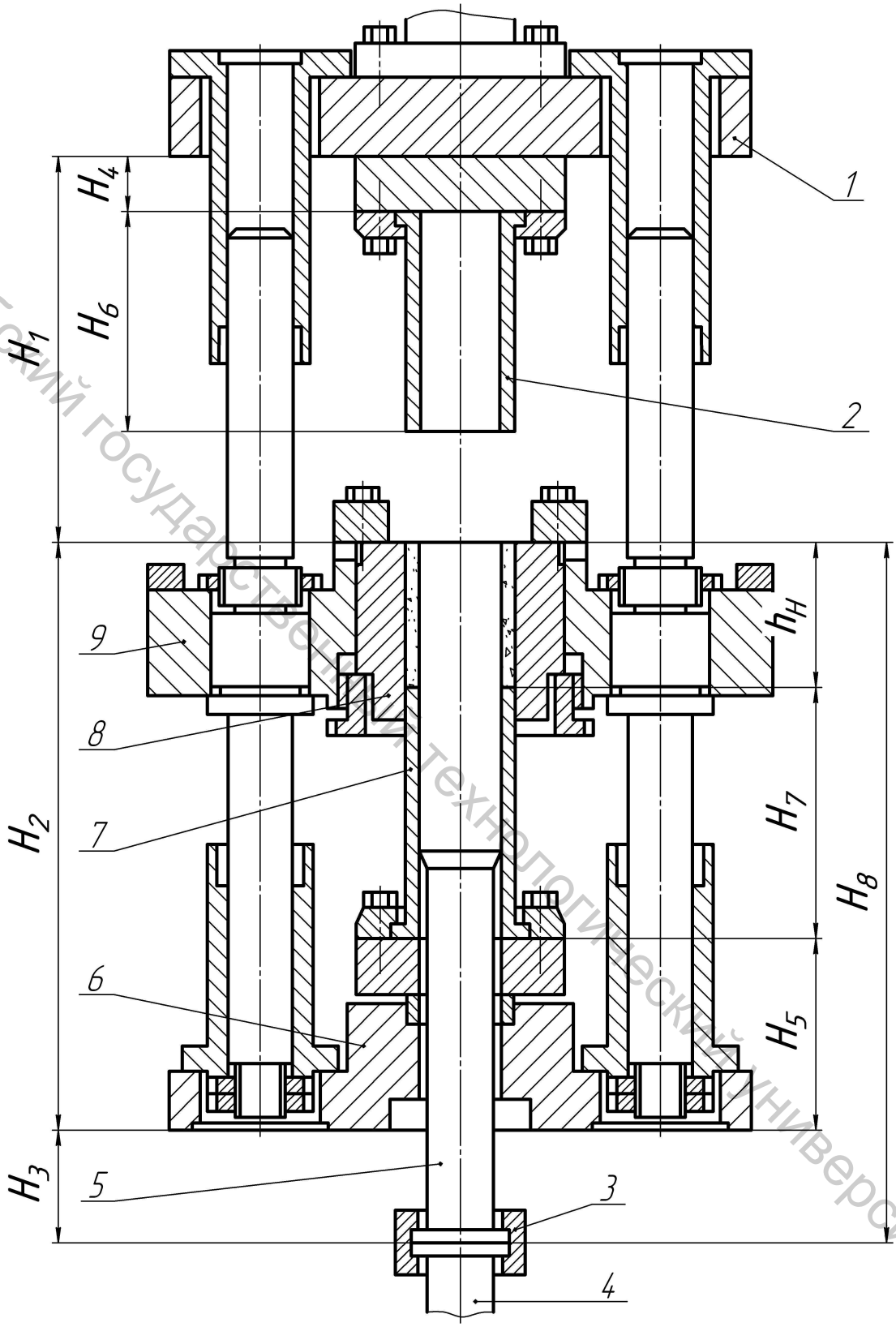


Рис. 3.5. Конструкционная схема пресс-блока автоматизированного пресса:
1 – плита верхняя; 2 – пуансон верхний; 3 – гайка; 4 – шток пневмоцилиндра;
5 – стержень; 6 – плита; 7 – выталкиватель; 8 – матрица; 9 – плита матрицы.

насыпная высота каждого элемента прессовки определяемого соотношением

Витебский государственный технологический университет

$$h_u = \rho_u / \rho_н, \qquad (3.7)$$

где ρ_u - плотность сформованного изделия; $\rho_н$ - насыпная плотность порошка; h_u – высота соответствующего участка изделия.

Высота H_6 пуансона 2 определяется из соотношений

$$H_1 + h_н = H_п + H_6 + h; \qquad (3.8)$$

$$H_6 = H_1 + h_н - (H_п + H_4 + h) \qquad (3.9)$$

Высота H_7 выталкивателя 7 определяется из соотношения

$$H_7 = H_{2\max} - (H_в + H_5). \qquad (3.10)$$

Максимальная длина H_8 стержня 5 определяется из соотношений

$$H_8 = (H_{2\max} + H_{3\max}) - (H_в - h_н - \frac{2}{3}h_н) \qquad (3.11)$$

$$H_8 = (H_{2\max} + H_{3\max}) - (\frac{2}{3}h_н + H_в) \qquad (3.12)$$

Сменная пресс-форма для изготовления прессовок типа «стакан» устанавливаемая на пресс-блок (рис 3.6) состоит из верхнего пуансона 1, матрицы 2,центрального пуансона 4 и выталкивателя 3.

Пресс-форма работает следующим образом. Полость матрицы, образованная центральным пуансоном и выталкивателем, из питателей пресса заполняется порошком. Пуансон 1 перемещается вниз, уплотняя при этом порошок. Одновременно вниз перемещается матрица 2 и центральный пуансон 4. Таким образом осуществляется двухсторонние прессование. Центральный пуансон опускается до тех пор, пока шток цилиндра стержней не придет во взаимодействие с регулируемым упором, смонтированным в прессе, после чего окончательно доуплотняются дно и боковые стенки прессовки. Высота H_6 пуансона 1 и высота H_7 пуансона 3 определяются по формулам (3.9)и (3.10).

Витебский государственный технологический университет

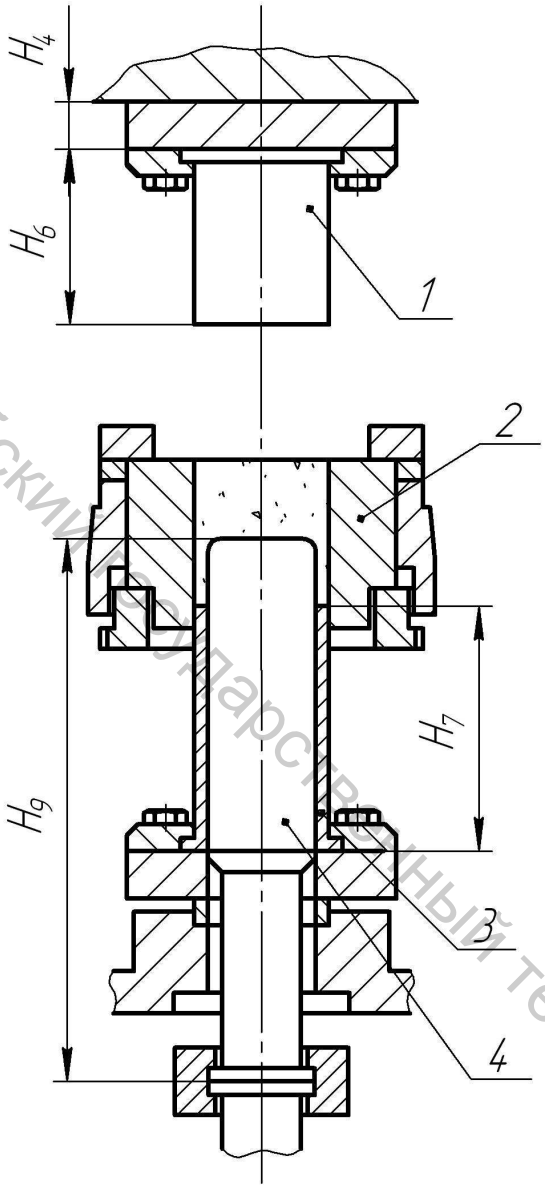


Рис. 3.6. Пресс-форма для формирования стакана на пресс-автомате: 1 – пуансон верхний; 2 – матрица; 3 – выталкиватель; 4 – центральный пуансон.

Центральный пуансон перемещается вниз до упора на величину *S* равную:

$$S = (h_н - h_{д.н}) - (h - h_д) \quad (3.13)$$

где $h_н$ - насыпная высота стенки прессовки; $h_{д.н}$ - насыпная высота дна;

h - конечная высота прессовки;

$h_д$ - конечная толщина дна.

Длина H_9 центрального пуансона определятся по формуле (рис. 3.5).

$$H_9 = H_3 + H_5 + H_7 \quad (3.14)$$

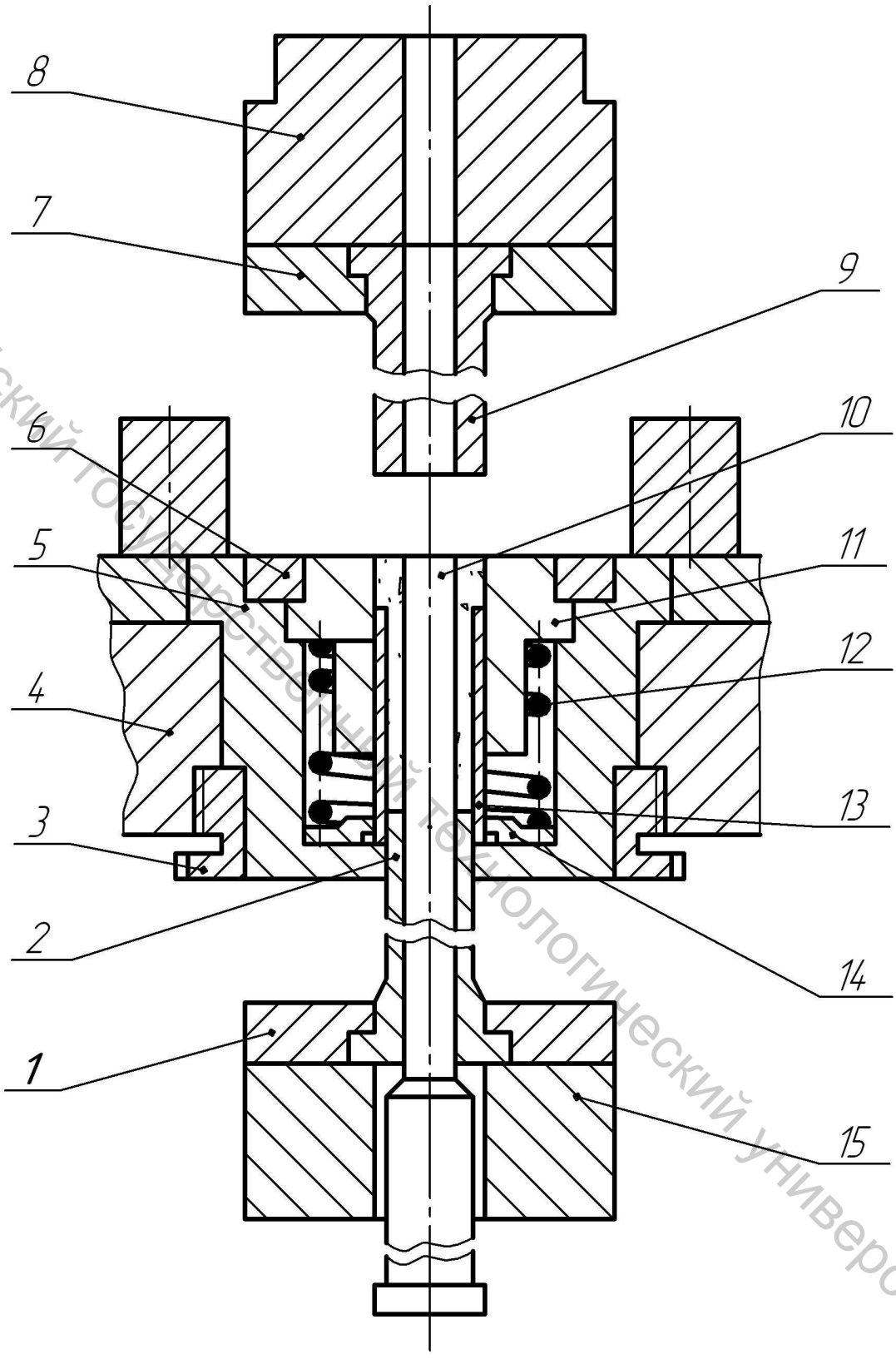
Типовые конструкции пресс-форм для изготовления прессовок повышенной сложности.

Всю номенклатуру прессовок, получаемых на пресс-автоматах условно можно разделить на две группы: прессовки с наружным буртом и прессовки, содержащие внутреннюю полость.

Характерный пример конструкции пресс-формы для изготовления прессовки с наружным буртом представлен на рис. 3.7.

Пресс-форма содержит матрицу 11, закрепленную крышкой 6 в корпусе 5. В держателе 14 расположен нижний пуансон 13, который через матрицу удерживается в исходном положении пружиной 12 и крышкой. Корпус в свою очередь крепится в матричной плите пресс-блока 4 гайкой 3. На выталкивателе пресса через прокладку 15 пуансонодержателем 1 крепится выталкиватель 2, в отверстии которого расположен стержень 10. К ползуну пресса на прокладке 8 пуансонодержателем 7 крепится верхний пуансон 9.

Витебский государственный технологический университет



Витебский государственный технологический университет

Рис. 3.7. Пресс-форма для формования втулки на автомате:
1,7 – пуансонодержатели; 2 – выталкиватель; 3 – гайка; 4 – пресс-блок; 5- корпус;
6 – крышка; 8 – подкладка; 9, 13 – пуансоны; 10 – стержень; 11 – матрица; 12 – пружина; 14 – держатель; 15 – прокладка.

Пресс-форма работает следующим образом. Порошок заполняет насыпную камеру, образованную стенками матрицы 11, пуансона 13,

выталкивателя 2 и стержнем 10. После заполнения камеры пуансон 9 осуществляет формование. Процесс формования протекает в два этапа. На первом этапе происходит перемещение вниз матрицы 11 и пуансона 13 относительно выталкивателя 2. При этом оформляется цилиндрическая часть прессовки. После чего матричная плита пресс-блока 4 садится на упоры, смонтированные в прессе. На втором этапе пуансоном 13 формуется наружный бурт детали. На этом процесс формообразования заканчивается; верхний пуансон 9 возвращается в исходное положение.

Извлечение прессовки из полости матрицы производится выталкивателем 2. В результате контактного трения на сопрягаемой поверхности пуансона 13 и прессовки, пуансон перемещается вверх совместно с прессовкой, сжимая при этом пружину. Совместно с пуансоном поднимается держатель 14, который по мере подъема упирается в нижний торец матрицы 11 и останавливается. При этом верхний торец пуансона 13 совпадает с плоскостью зеркала матрицы. После выталкивания прессовки на уровень зеркала матрицы пуансон 13 пружиной 12 возвращается в исходное положение. С помощью привода, встроенного в пресс, плита пресс-блока перемещается в положение, предшествующее засыпке порошка. Далее цикл повторяется.

Недостатки данной конструкции при ее очевидной простоте является недостаточная надежность возврата пуансона 13 пружиной 12 вследствие его заклинивания частицами порошка в матрице.

Примером конструкции пресс-формы, лишенной названного недостатка, является инструмент формования втулки с наружным бортом, выполненным в виде зубчатого венца (рис. 3.8)

Пресс-форма устроена следующим образом. Верхний пуансон 1 через подкладку 20 пуансонодержателем 19 крепится к ползуну пресса. В матричной плите пресс-блока на подкладке 3 установлен матричный блок, включающий сопрягаемые между собой разъемную матрицу18, обойму 17 и фланец 2.Матричный блок крепится в пресс-блоке гайкой 14.

Выталкиватель 16, установленный в пуансонодержателе 15, закреплен на плите 13. Пуансонодержатель 10 и пуансон 11, зафиксированы на подвижной плите 5,перемещающейся по колоннам 12.

К штоку цилиндра стержней гайкой 7 через хвостовик 8 крепится опора 6, соединенная колонками 12 с плитой 13.

Пресс-форма работает следующим образом. Порошок из бункера-дозатора пресса поступает в полость матрицы. После заполнения верхний пуансон 1 перемещается вниз и осуществляет уплотнение порошка. Одновременно опускается вниз пуансон 11, формообразующий зубчатый венец. Выталкиватель 16 остается неподвижным. Перемещение пуансона 11 продолжается до нижнего упора, расположенного на прессе. На этом процесс формования заканчивается.

Витебский государственный технологический университет

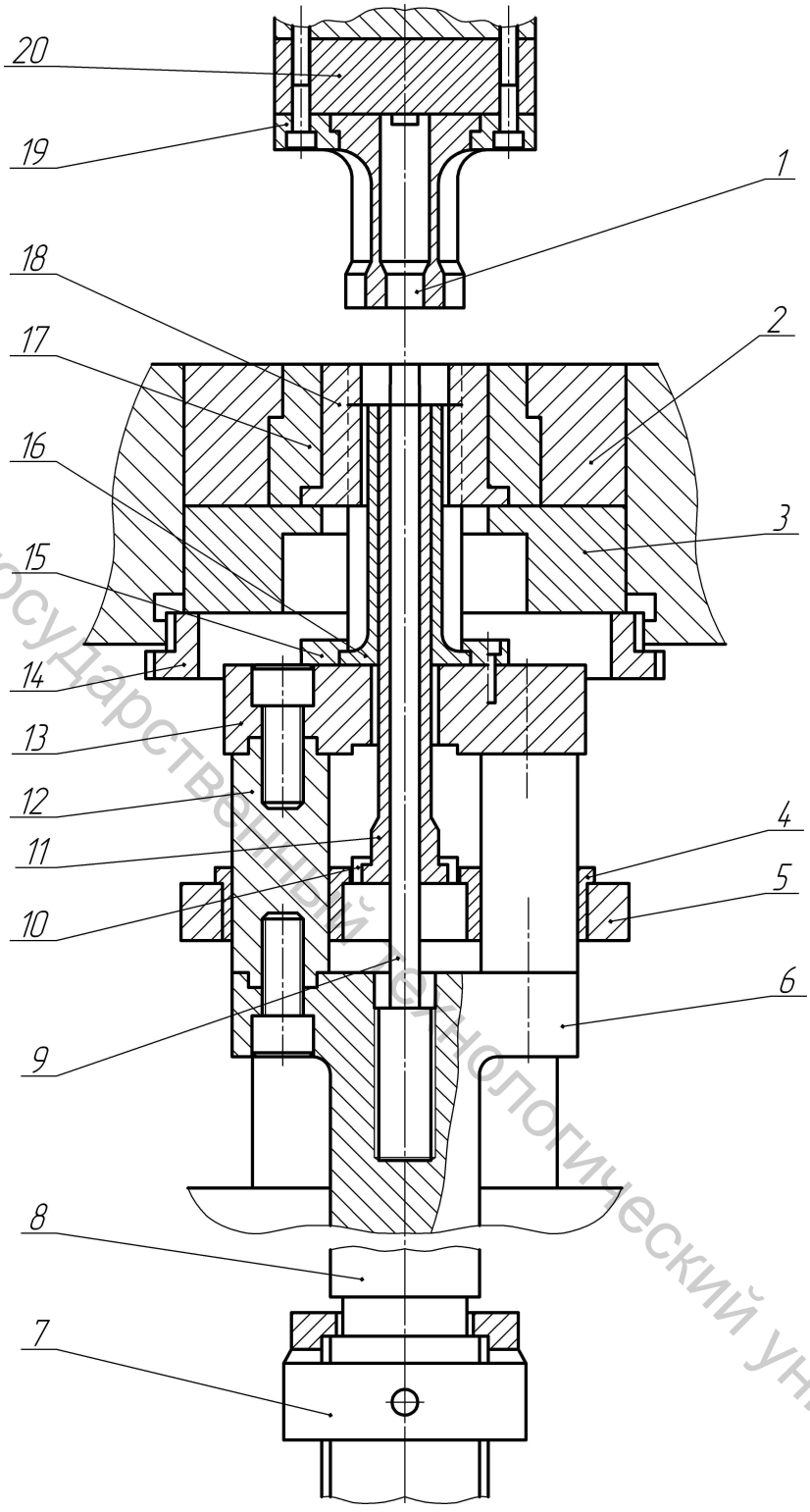


Рис. 3.8. Пресс-форма для формования втулки с зубчатым фланцем:
1 – верхний пуансон; 2 – фланец; 3 – подкладка; 4 – втулка; 5 – плита; 6 – опора;
7, 14 – гайки; 8 –хвостовик; 9 – стержень; 10, 15, 19 – пуансонодержатели;
11 – пуансон; 12 – колонка; 13 – плита; 16 – выталкиватель; 17 – обойма;
18 – матрица разъёмная; 20 – подкладка.

Витебский государственный технологический университет

Пуансон 1 возвращается в исходное положение и одновременно происходит выталкивание прессовки. Оно осуществляется перемещением вверх выталкиватели 16, совместно с которым под действием сил трения поднимается пуансон 11. Подъем пуансона ограничивается верхним упором установленным на прессе. В этом положении верхний торец пуансона 11 расположен в плоскости зеркала матрицы 18, а выталкиватель 16 продолжает движение, окончательно удаляя прессовку из матрицы. Затем цикл повторяется.

3.2. Расчет геометрических параметров элементов порошковых изделий и формообразующих деталей пресс-форм.

Исходными данными для расчета являются: плотность изделия ρ_u; насыпная плотность порошка $\rho_н$. Упругие последействия по линейным размерам при прессовании (калибровании) в процентах a_n, $a_к$, или в абсолютной величине l_n, $l_к$; усадка при спекании (рост) по линейным размерам в процентах β или в абсолютной величине ε; уменьшение массы изделия при спекании за счет выгорания смазки, восстановления оксидов и других факторов в процентах ξ; прирост плотности при калибровании (или допрессовке) изделия в процентах τ; величина припуска под калибрование или механическую обработку спеченной заготовки $П_к$.

При проектировании пресс-форм для холодного прессования изделий из металлических порошков или из шихт на их основе необходимо обеспечить получение прессовок заданной формы, размеров, плотности и равномерного ее распределения по сечению. Для обеспечения равномерной плотности по сечению изделия необходимо применять составные пуансоны с независимо перемещающимися элементами или проводить формование выступающих элементов изделия на неподвижных деталях пресс-формы.

Условие достижения равномерной плотности в данном сечении изделия определяется соотношениями:

$$\frac{H}{h} = \frac{H_1}{h_1} = \frac{\rho_u}{\rho_н}, \qquad (3.15)$$

где H, H_1 – высота слоя порошка в пресс-форме в соответствующих сечениях; h, h_1 – высота прессовки в этих же сечениях.

Объем изделия определяется по формуле

$$V_u = V_д\left(1 + \xi/100\right), \qquad (3.16)$$

где $V_д$ – объем спеченной заготовки.

Масса изделия определяется по формуле

$$G_u = \rho_u V_u. \qquad (3.17)$$

Витебский государственный технологический университет

Масса навески порошковой шихты определяется по формуле

$$G_н = (1{,}02 \div 1{,}05) G_и, \qquad (3.18)$$

где коэффициент 1,02—1,05 учитывает потери массы при засыпке шихты в матрицу и прессовании.

Высота изделия зависит от номинального размера готовой детали H и его изменения в результате упругих последействий, роста или усадки при спекании и припуска на дополнительную обработку

$$H_и = H - l_п \pm \varepsilon + П_к. \qquad (3.19)$$

При прессовании изделий, имеющих переходы по высоте, необходимо определять высоту каждого участка изделия.

Расчет размеров матрицы.

Высота загрузочной камеры, т. е. высота части формующей камеры, заполняемой порошком $H_З$ (рис. 3.9), определяется по формуле

$$H_з = kH_и, \qquad (3.20)$$

где k — коэффициент уплотнения.

Величина k определяется по формуле

$$k = \rho_и / \rho_н. \qquad (3.21)$$

Общая высота матрицы $H_м$ определяется с учетом высоты загрузочной камеры и величин захода в матрицу верхнего $h_в$ и нижнего $h_н$ пуансонов (рис. 3.9).

$$H_м = H_з + h_в + h_Н. \qquad (3.22)$$

Размеры рабочей полости матрицы зависят от наружных размеров изделия, а также их изменения после прессования, спекания и калибрования и допускаемой величины износа.

В общем виде минимальный начальный размер рабочей полости матрицы ($D_М$) определяется по формуле

$$D_{м\min} = D_{\min} - l_п \pm \varepsilon \pm П_к - l_к, \qquad (3.23)$$

где Dmin — минимально допустимый размер готовой детали, мм.

ВИтебский государственный технологический университет

Максимально допустимый (конечный) размер рабочей полости матрицы

$$D_{м\max}^{`} = D_{\max} - l_n \pm \varepsilon \pm П_к, \quad (3.24)$$

где Dmax – максимально допустимый размер готовой детали, мм.

Припуск на износ матрицы определяется по формуле

$$\Delta D = D_{м\max} - D_{м\min} - A_м, \quad (3.25)$$

где $A_м$ - действительный допуск начального размера рабочей полости матрицы при ее изготовлении.

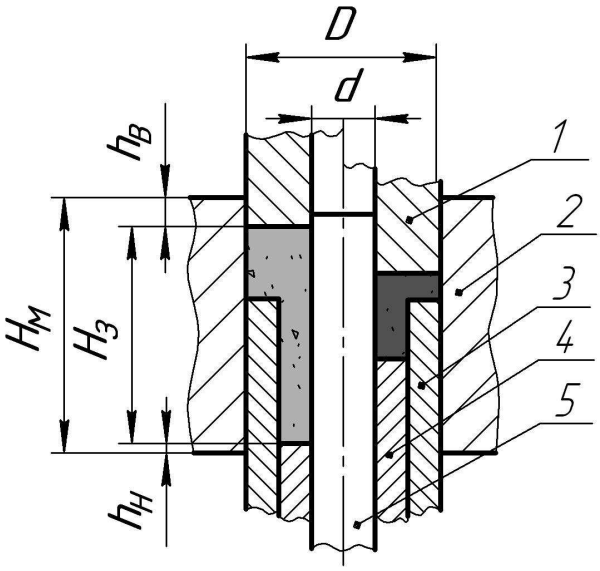


Рис. 3.9. Схема для расчета геометрических параметров пресс-формы:
1 – верхний пуансон; 2 – матрица;
3, 4 – соответственно наружная и внутренняя втулки нижнего пуансона; 5 – стержень.

Размеры формующих полостей матрицы для изделий, подвергающихся калиброванию, целесообразно определять в следующей последовательности.

Минимальный размер рабочей полости калибрующей матрицы

$$D_{к\min} = D_{\min} - l_к. \quad (3.26)$$

Максимально допустимый размер рабочей полости калибрующей матрицы

$$D_{к\max} = D_{\max} - l_к. \quad (3.27)$$

Размеры изделий после спекания

$$D_{сп} = D_{\min} \pm П_к. \quad (3.28)$$

Знак «плюс» ставится при калибровке с положительным припуском, «минус» — с отрицательным.

Размеры изделий после прессования

$$D_{пр} = D_{сп} \pm \varepsilon. \quad (3.29)$$

Знак «плюс» ставится при усадке в процессе спекания, «минус» — при росте.

Номинальный размер рабочей полости матрицы для холодного прессования

Витебский государственный технологический университет

$$D_м = D_{пр} - l_п. \qquad (3.\ 30)$$

Расчет стержней заключается в определении конструкторских размеров, которые зависят от размеров формуемого изделия, изменения размеров в процессе изготовления, упругих последействий, роста или усадки при спекании.

Максимально допустимый размер рабочей части стержня

$$d_{cm\max} = d_{\max} \pm l_п \pm \varepsilon \pm П_к \pm l_к, \qquad (3.\ 31)$$

где d_{max} — максимально допустимый размер отверстия детали.

Минимально допустимый размер стержня

$$d_{cm\min} = d_{\min} \pm l_п \pm \varepsilon \pm П_к \pm l_к, \qquad (3.\ 32)$$

где d_{min} — минимально допустимый размер отверстия детали.

Если деталь с отверстием подвергается калиброванию, то определение размеров стержня проводится в следующей последовательности. Определяется диаметр стержня при калибровании

$$d_к = d_{\max} \pm l_к. \qquad (3.\ 33)$$

Знак «плюс» ставится в случае уменьшения отверстия в результате упругих последействий, «минус» — при увеличении.

Размер отверстия после спекания

$$d_{сп} = d_к \pm П_к. \qquad (3.\ 34)$$

Знак «плюс» ставится при калибровании с отрицательным припуском, «минус» — с положительным.

Размер отверстия после прессования

$$d_{пр} = d_{сп} \pm \varepsilon. \qquad (3.\ 35)$$

Знак «плюс» ставится в случае уменьшения размера при спекании, «минус» — в случае увеличения.

Размер рабочей части стержня

$$d_{ст.р} = d_{пр} \pm l_п. \qquad (3.\ 36)$$

Знак «плюс» ставится в случае уменьшения отверстия в результате упругих последействий, «минус» — при увеличении.

Витебский государственный технологический университет

3.3 Детали пресс-форм

Матрицы в пресс-формах применяются трех видов: сплошные, составные и сборные. Составные и сборные матрицы могут быть как цельные, так и разрезные. Разрезные в свою очередь бывают разъемными и неразъемными (рис. 3.10). Конструкция матрицы определяется формой изделия и давлением прессования.

Сплошные матрицы (рис. 3.10, а) применяются при небольших нагрузках; составные цельные (рис. 3.10, б) – при больших и при необходимости обеспечить жесткость конструкции. Матрицы, у которых отдельные части собираются по подвижным посадкам и скрепляются крепежными деталями (винтами), называются сборными (рис. 3.10, в, г). Применение сборных матриц обуславливается сложной формой прессуемого изделия. Преимуществом составных и сборных матриц является возможность восстановления путем перешлифовки каждой секции, причем многократной. На рис. 3.10, д, е, ж приведены конструкции составных неразъемных матриц.

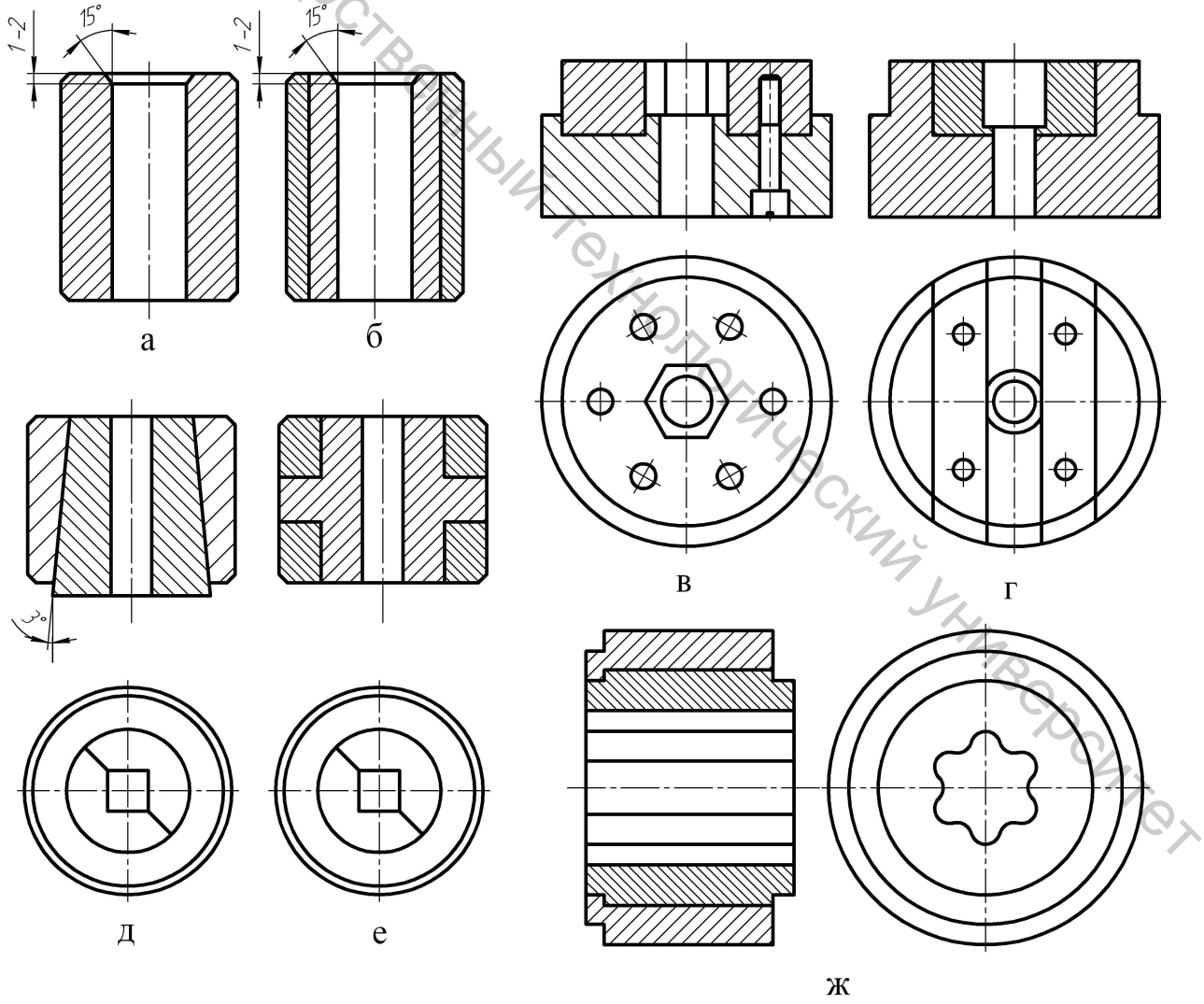


Рис. 3.10. Матрицы для холодного прессования: а – сплошные; б – составные цельные; в, г – сборные; д, е, ж – разрезные неразъёмные.

Витебский государственный технологический университет

При проектировании разрезных матриц необходимо выбирать количество разрезов и их расположение, руководствуясь следующими принципами:

- плоскости разреза должны быть расположены так, чтобы обеспечить свободную разборку секций разрезной матрицы для извлечения прессовки, которая может заклиниваться в результате действия сил упругого последействия (рис. 3.11, а, б);

- плоскости разреза в матрицах, из которых извлечение прессовки производится выталкиванием, должны быть расположены так, чтобы предотвратить образование рисок на боковых поверхностях прессовки (рис. 3.11, б);

- следует избегать в сечении одной секции параллельных плоскостей, что обеспечит возможность восстановления размеров износившейся матрицы с помощью перешлифовки плоскостей разреза (рис. 3.11, б, в);

- при симметричном сечении полости матрицы сечения каждой секций должны быть одинаковыми (рис. 3.11, б, в, г);

- плоскости разреза должны быть по возможности радиальными: при этом упрощается технологический процесс изготовления разрезной матрицы и обеспечивается удобная подгонка секций (рис. 3.11, а, б, в, д);

- плоскости разреза матриц, состоящих из трех и более секций, должны быть расположены таким образом, чтобы при совместной обработки наружных поверхностей секции не могли смещаться друг относительно друга в радиальном направлении (рис. 3.11, д, е, ж);

- плоскости разреза должны располагаться так, чтобы ни одна секция не имела узких глубоких пазов, труднодоступных для обработки (рис. 3.11, ж).

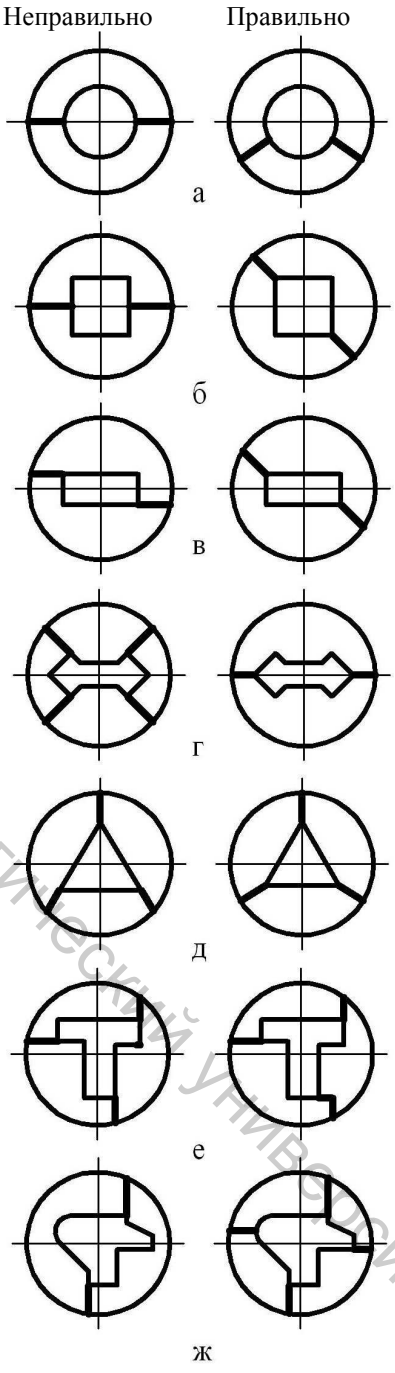


Рис. 3.11. Расположение плоскостей разъема разрезных матриц

Витебский государственный технологический университет

Входная кромка рабочей поверхности матрицы выполняется скошенной под углом 15^0 на длине 1-2 мм (такие входные кромки рекомендуется делать для всех матриц) или скругляется радиусом 1 мм.

Для получения качественных прессовок большое значение имеют конусы на матрицах и стержнях. Если их нет, упругое последействие часто приводит к образованию поперечных трещин на прессовке во время извлечения ее из матрицы. Конусы на матрице и стержне также несколько снижают усилие выпрессовки заготовки, нагрузку на стержни, предохраняя от разрушения тонкостенные пуансоны и тонкие стержни.

Высоту конусной части матрицы следует выбирать исходя из высоты прессовки и схемы прессования. Максимальный диаметр конусной части матрицы не должен превышать диаметра прессовки. Для железных порошков величина упругого последействия составляет 0,5% от диаметра прессовки:

$$D_1 = 1{,}005 D_M, \qquad (3.37)$$

где D_1 – максимальный диаметр прессовки; D_M – диаметр матрицы.

$$\alpha = arctg[(D_1 - D_M)/2h], \qquad (3.38)$$

где h – высота конуса; α – угол конуса.

Значение угла α в зависимости от диаметра и высоты конуса приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Зависимость угла конуса от высоты конусной части матрицы

Высота конуса	Значения α, град-мин, при диаметрах матрицы D_M					
	6 – 10	10 – 14	14 – 18	18 – 24	24 – 30	30 – 40
3 – 5	0 – 13	0 – 18	0 – 24	0 – 31	0 – 39	0 – 52
5 – 8	0 – 8	0 – 11	0 – 16	0 – 20	0 – 25	0 – 33
8 – 12	0 – 5	0 – 3	0 – 10	0 – 14	0 – 16	0 – 21
12 – 18	0 – 4	0 – 5	0 – 8	0 – 9	0 – 11	0 – 15
18 – 26	--	0 – 4	0 – 5	0 – 6	0 – 8	0 – 10
26 – 36	--	0 – 3	0 – 4	0 – 5	0 – 6	0 – 8
36 – 50	--	0 – 3	0 – 3	0 – 3	0 – 5	0 – 5
50 – 68	--	--	--	0 – 3	0 – 3	0 – 4
68 – 90	--	--	--	--	0 – 3	0 – 3
90 – 110	--	--	--	--	0 – 3	0 – 3

Конструкцию матрицы с цилиндрической полостью рекомендуется выполнять в соответствии с рис 3.12, а размеры назначать по таблице 3.2

Витебский государственный технологический университет

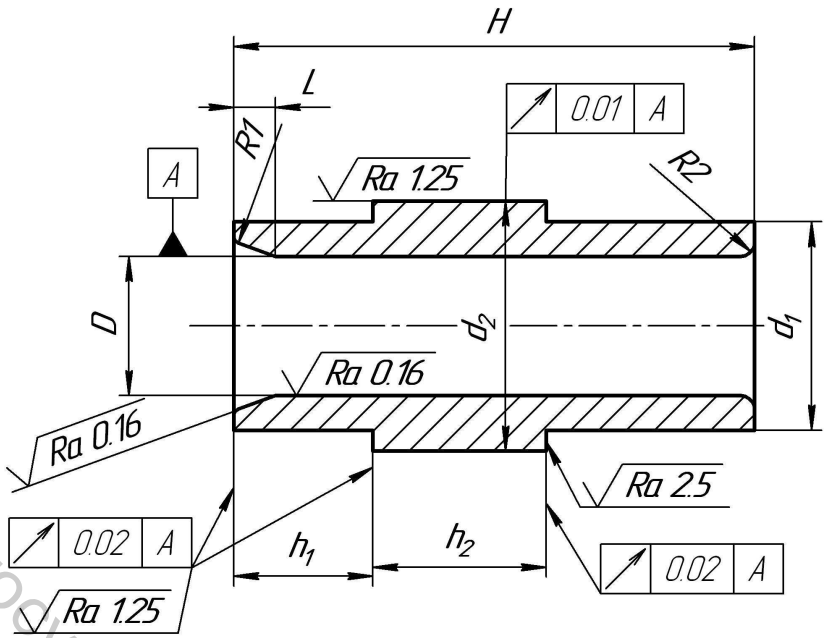


Рис. 3.12. Чертеж цельной матрицы.

Таблица 3.2.

Размеры круглых матриц (рис. 3.12)

D,мм	d_1, мм	d_2, мм	h_1, мм	h_2, мм
20	35	$42_{-0,017}$	$10^{+0,03}$	$30,5_{-0,10}$
20,1…30	55	$62_{-0,02}$	$10^{+0,03}$	$30,5_{-0,10}$
39,1…50	85	$92_{-0,023}$	$10^{+0,03}$	$30,5_{-0,10}$
40	70	$82_{-0,023}$	$15^{+0,035}$	$50,5_{-0,12}$
40,1…60	100	$112_{-0,023}$	$15^{+0,35}$	$50,5_{-0,12}$
60,1…90	145	$157_{-0,027}$	$15^{+0,35}$	$50,5_{-0,12}$
90,1…110	170	$182_{-0,030}$	$15^{+0,35}$	$50,5_{-0,12}$
Примечание. Для всех размеров D значение H, мм, выбирается из ряда: 40, 50, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 165.				

Пуансоны подвергаются действию сжимающей нагрузки. При конструировании пуансонов следует максимально сокращать их длину, что обеспечит технологичность их изготовления, устойчивость и жесткость. Площадь опорной поверхности пуансонов необходимо в 1,5 – 2 раза увеличивать по сравнению с площадью рабочего торца. Это обусловлено невысокой твердостью подкладных плит, изготавливаемых из малоуглеродистых сталей. Посадочная часть пуансонов сложного профиля выполняется простой формы. Максимальные размеры посадочной части должны быть близки к габаритным размерам рабочего контура пуансона.

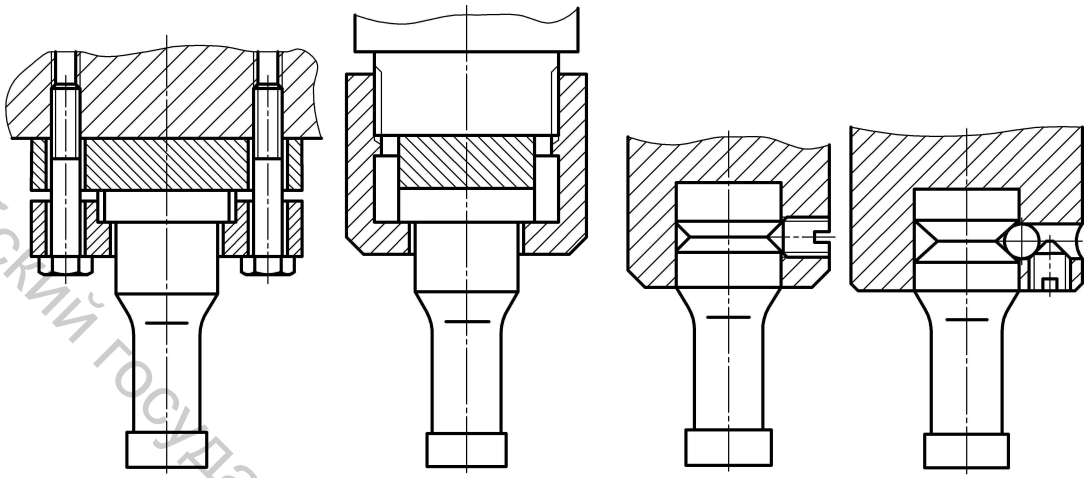
Верхние пуансоны

Рабочие пояски верхних пуансонов выполняются достаточно большими (15 – 20 мм) как снаружи, так и изнутри. Это делается для подшлифовки торцев при их закруглении в процессе эксплуатации.

На рис 3.13 приведены схемы крепления верхних пуансонов. Крепление фланцем (рис .3.13, а) или гайкой (рис. 3.13, б)позволяет центрировать их

Витебский государственный технологический университет

относительно матрицы и стержня независимо от того, обеспечивает или нет пресс-форма их соосность. Если соосность верхнего ползуна, матрицы и выталкивателя обеспечивается конструкцией пресса, то крепление пуансонов осуществляется винтом (рис. 3.13, в) или шариком (рис. 3.13, г)



а б в г

Рис. 3.13. Схемы крепления верхних пуансонов: а – фланцем; б – гайкой; в – винтом; г – шариком.

Твердосплавные пуансоны состоят из двух частей: твердосплавной рабочей части и стального основания. Крепление такого пуансона показано на рис. 3.14, а. Профильная часть пуансона изготавливается на 15÷20 мм больше глубины захода в матрицу, то есть с учетом перешлифовок торца. Крепление пуансона к съемному основанию осуществляется болтами, штифтами. В некоторых случаях толщина стенки пуансона недостаточна для того, чтобы в нем выполнить отверстие под болты. На рис. 3.14 показаны варианты крепления тонкостенного пуансона к фланцу посредствам разъемного кольца (рис. 3.14, б) или при помощи легкоплавкого сплава (рис. 3.14, в).

Нижние пуансоны

С целью максимального уменьшения трения о стенки матрицы рабочие пояски нижних пуансонов выполняют минимально допустимыми. Профильная часть пуансона на 5 – 10 мм превышает длину матрицы. Пуансоны самоцентрируются по матрице, поэтому закрепляются в пуансонодержателе с возможностью некоторого смещения. На рис. 3.15 представлена конструкция опорной части нижних пуансонов. Наружный 1, внутренний 2 и промежуточный 3 пуансоны в зоне матрицы сопрягаются друг с другом. Конфигурации пуансонов обусловлены необходимостью минимизации высот рабочих частей; крепление пуансонов – фланцевое.

Витебский государственный технологический университет

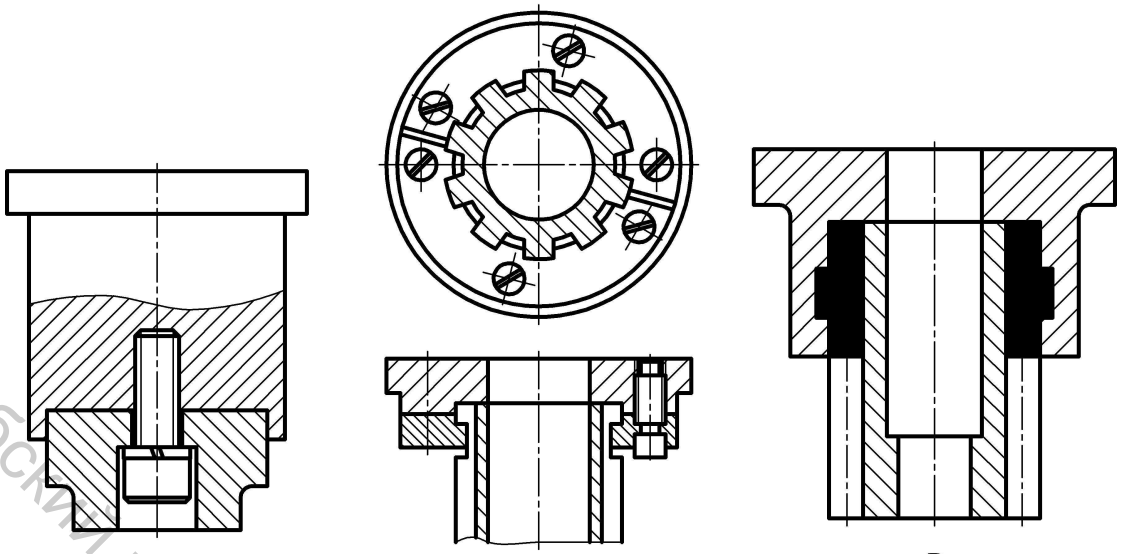


Рис. 3.14. Схемы крепления профильной части твердосплавных пуансонов сложного профиля: а – болтами; б – разъёмным кольцом; в – лёгкоплавким сплавом.

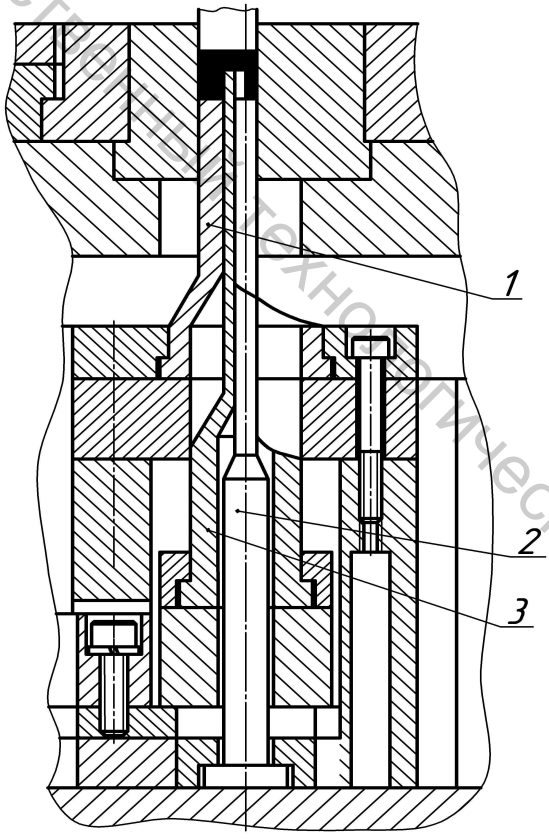


Рис. 3.15 Конструкция нижней части пресс-формы:
1, 2, 3 – соответственно наружный внутренний и промежуточный пуансоны

Конструкции нижних пуансонов можно назначать в соответствии с рис. 3.16, а размеры в соответствии с табл. 3.3.

Витебский государственный технологический университет

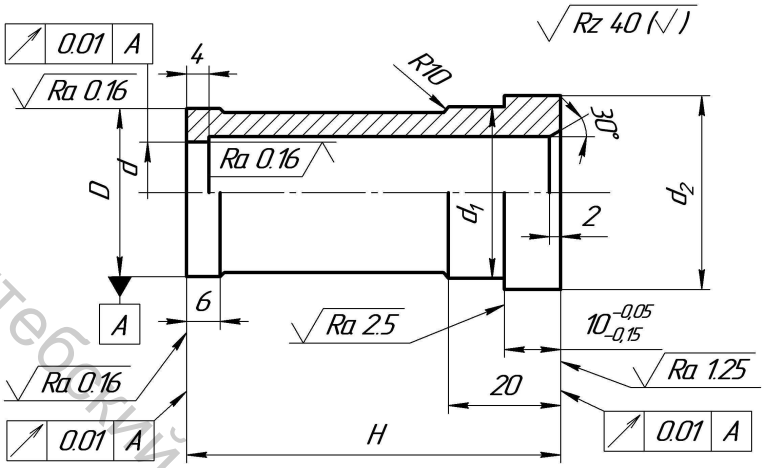


Рис. 3.16. Чертеж нижнего пуансона.

Таблица 3.3.

Размеры нижних круглых пуансонов (рис. 3.16)

D,мм	d_1, мм	d_2,мм
20	20	28
20,1…30	30	38
30,1…40	40	48
40,1…50	50	58
50,1…60	60	68
60,1…70	70	78
70,1…80	80	88
80,1…90	90	98
90,1…110	110	118
119,1…125	125	133

Стержни

Типовые конструкции и методы крепления стержней представлены на рис. 3.17.

Заходная кромка стержней, как и в матрице, оформляется фаской под углом 15^0 на длине 1 – 2 мм или радиусом 1 мм. При прессовании высоких втулок толщиной стенок 1,5 – 2 мм стержни часто делают заостренными, так как при движении стержня вверх через заполненную порошком матрицу тупой стержень увлекает за собой порошок, разрыхляя его, а острый стержень прошивает порошок, отжимая его к стенкам матрицы, и уплотняет его. Точность дозирования порошка в пресс-форме при остром стержне выше, чем при тупом. Размер сечения стержня за рабочей частью занижается по диаметру на 0,3 – 1,0 мм по отношению к размеру сечения рабочей части.

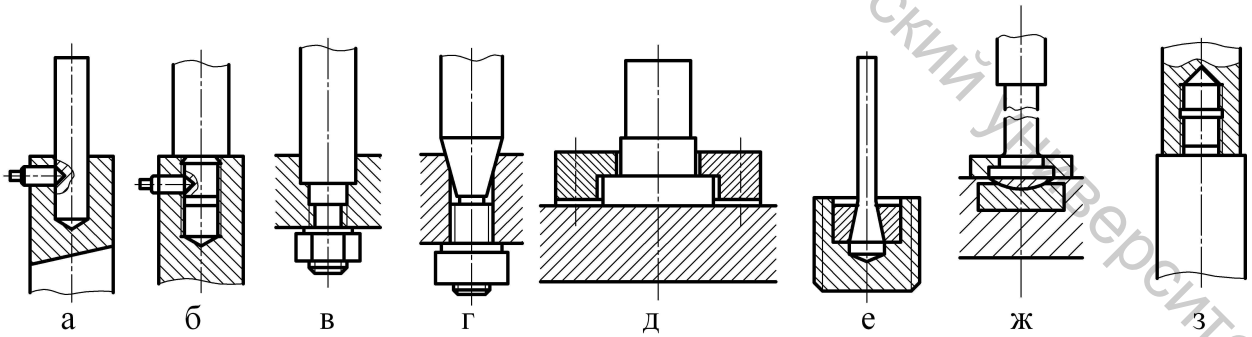


Рис. 3.17 Схемы крепления тонких стержней: для малых нагрузок (а – г), для больших нагрузок (д – ж) и стержней больших размеров (з).

Конструкция крепления (рис. 3.17.а) применяется при невысоких изделий малого диаметра. Широко распространена конструкция для крепления стержней разного диаметра (рис. 3.17, б). Крепление стержней в гнезде (рис. 3.17, в, г) применяются большей частью в стационарных пресс-формах. Крепление разрезным кольцом (рис. 3.17, д) обеспечивает быструю и удобную замену, часто без разборки пресс-формы. Тонкие стержни можно крепить с помощью

Витебский государственный технологический университет

державки с наружной резьбой (рис. 3.17, е). Целесообразно использовать (где это возможно) шаровые опоры (рис. 3.17, ж),исключающие перекос стержня при центрировании. Крепление (рис. 3.17, з) применяется для стержней больших диаметров.

При проектировании стержней необходимо учитывать тонкую цилиндрическую форму стержней, на рабочую поверхность которых действуют силы трения, вызывающие напряжения растяжения и сжатия. Последние могут вызывать разрушения и деформацию стержней.

Конструкцию круглых стержней с диаметром рабочей части до 30 мм рекомендуется выполнять в соответствии с рис. 3.18, а размеры принимать по табл. 3.4; конструкцию стержней с диаметром больше 30 мм рекомендуется выполнять в соответствии с рис. 3.19, а размеры принимать согласно табл. 3.5.

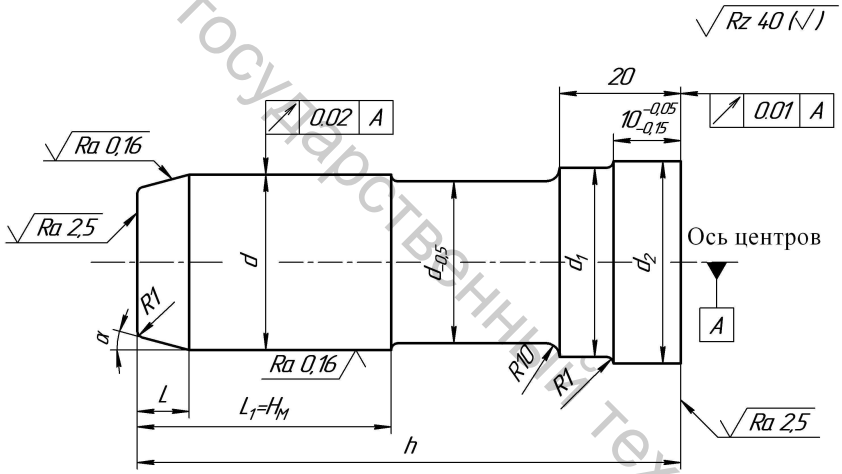


Рис. 3.18 Чертеж стержня диаметром до 30 мм.

Таблица 3.4.
Размеры круглых стержней с диаметром рабочей части до 30 мм

d,мм	d_1,мм	d_2,мм
1…16	10	16
16…30	18	25

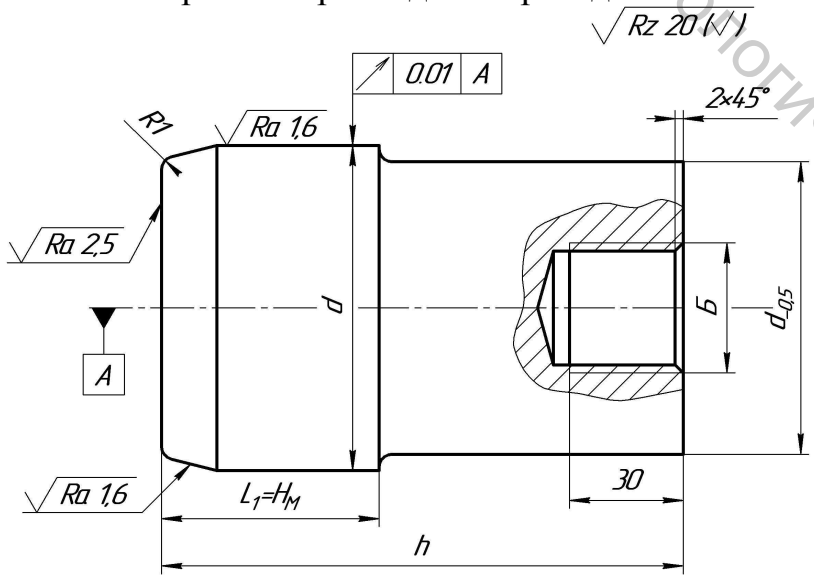


Рис. 3.19 Чертеж стержня диаметром более 30 мм.

Таблица 3.5.
Размеры круглых стержней с диаметром рабочей части свыше 30 мм

d,мм	Б,мм
30…40	М24х2
40…50	М30х2
свыше 50	М36х2

Вкладыши – это части матриц, пуансонов или стержней, составляющие формообразующие полости. При изготовлении изделий сложной конфигурации форма матриц, стержней, пуансонов часто бывает нетехнологичной с позиции

Витебский государственный технологический университет

механической обработки. В этом случае сложные формообразующие элементы целесообразно расчленить на геометрически простые детали (вкладыши).

На рис. 3.20, а представлена матрица и три вкладыша, которые образуют формующую полость. Такая конструкция составной матрицы по сравнению с цельной значительно упрощает изготовление.

На рис. 3.20, б показаны стержень и вкладыш, формообразующие отверстие и шпоночный паз. Обработка стержня и вкладыша по отдельности не вызывает сложности.

Приведенные на рис. 3.20, в четыре вкладыша, расположенных в пуансоне, оформляют глухие отверстия в изделии. Вкладыши устанавливаются в пуансоне по переходным посадкам. Такая конструкция обеспечивает возможность взаимозаменяемости вкладышей.

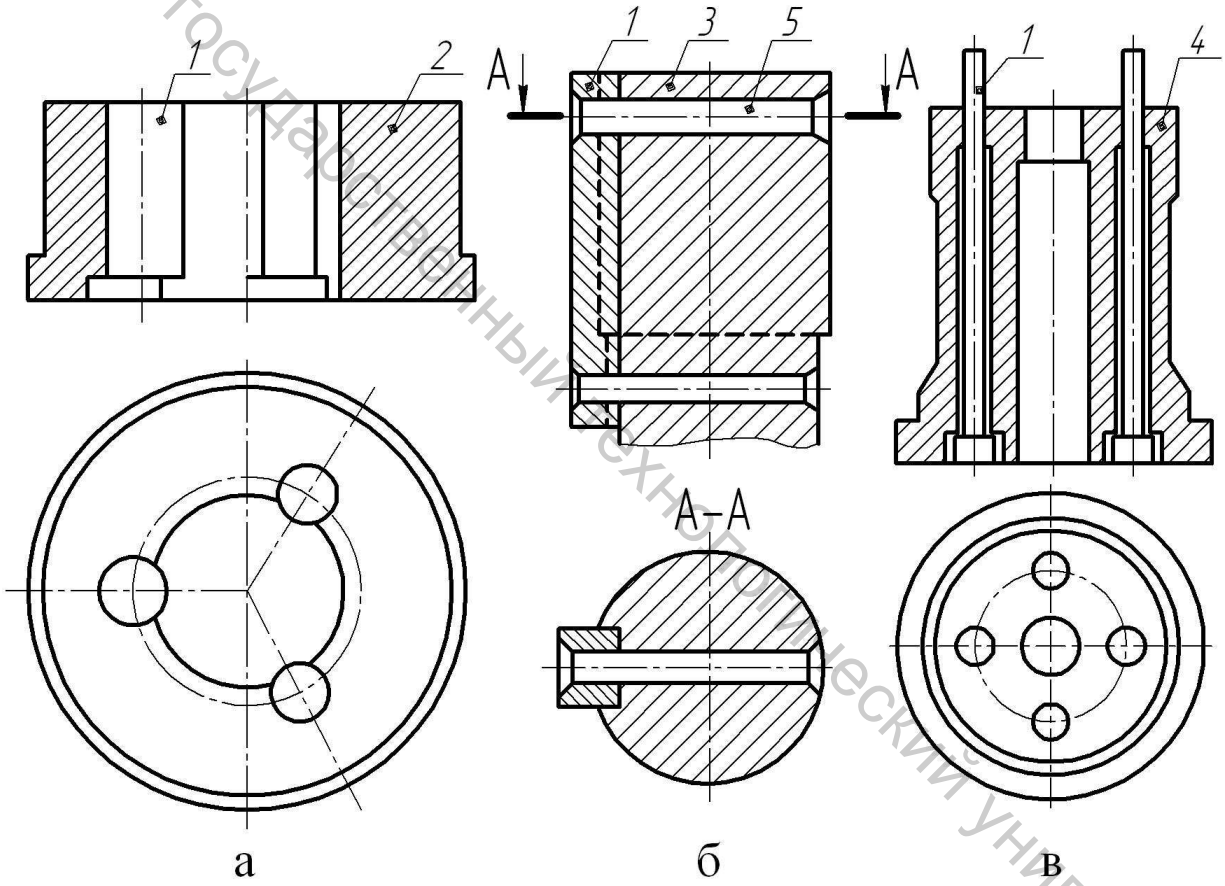


Рис. 3.20. Варианты применения вкладышей при изготовлении матрицы(а), стержня(б) и пуансона(в): 1 – вкладыш; 2 – матрица; 3 – стержень; 4 – пуансон; 5 – заклёпка.

Шероховатость поверхностей матриц пуансонов и стержней применяется в соответствии с рис. 3.21.

Витебский государственный технологический университет

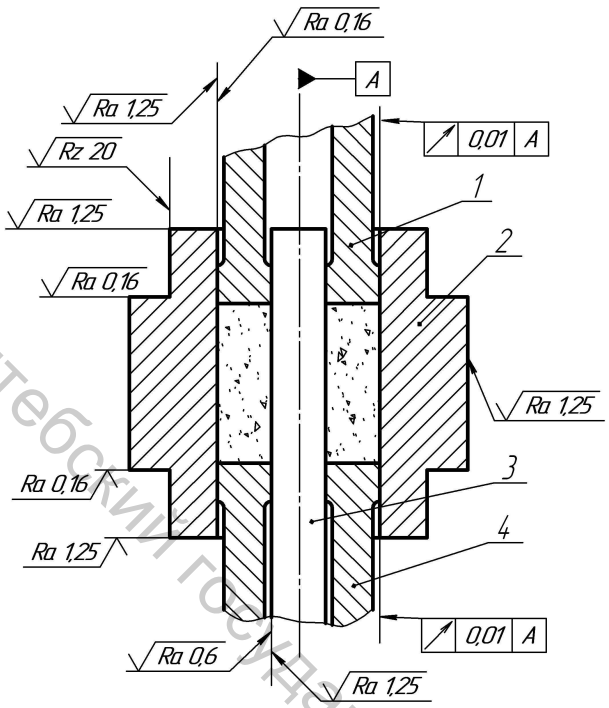


Рис. 3.21. Формующий инструмент: 1 – верхний пуансон; 2 – матрица; 3 – стержень; 4 – нижний пуансон.

Рекомендуемые посадки, предельные отклонения и зазоры для инструмента пресс-форм, обеспечивающие надежную работу без задиров и заклиниваний, приведена в таблице 3.6.

Таблица 3.6.

Диаметры, посадки, отклонения и зазоры (мм) инструмента, используемого для прессования заготовок диаметром 1-100 мм

Диаметр заготовки, мм	Посадки и предельные отклонения размеров деталей инструмента		Зазоры Z
	$D_M H6/D_П h5$	$D_П H6/D_C h5$	
	Предельные отклонения		
1 – 3	$\frac{D_M^{+0.006}}{(D_M-0.02)_{-0.006}}$	$\frac{(D_C+0.02)^{+0.006}}{D_{C-0.006}}$	0,032-0,02
3 – 6	$\frac{D_M^{+0.008}}{(D_M-0.02)_{-0.008}}$	$\frac{(D_C+0.02)^{+0.008}}{D_{C-0.008}}$	0,036-0,02
6 – 10	$\frac{D_M^{+0.009}}{(D_M-0.03)_{-0.009}}$	$\frac{(D_C+0.09)^{+0.009}}{D_{C-0.009}}$	0,048-0,03
10 – 18	$\frac{D_M^{+0.011}}{(D_M-0.03)_{-0.011}}$	$\frac{(D_C+0.03)^{+0.011}}{D_{C-0.011}}$	0,052-0,03
18 – 30	$\frac{D_M^{+0.013}}{(D_M-0.04)_{-0.013}}$	$\frac{(D_C+0.04)^{+0.013}}{D_{C-0.013}}$	0,066-0,04
30 – 50	$\frac{D_M^{+0.016}}{(D_M-0.04)_{-0.016}}$	$\frac{(D_C+0.04)^{+0.016}}{D_{C-0.016}}$	0,072-0,04
50 – 80	$\frac{D_M^{+0.022}}{(D_M-0.06)_{-0.022}}$	$\frac{(D_C+0.06)^{+0.022}}{D_{C-0.022}}$	0,088-0,05
80 – 100	$\frac{D_M^{+0.022}}{(D_M-0.06)_{-0.022}}$	$\frac{(D_C+0.06)^{+0.022}}{D_{C-0.022}}$	0,104-0,06
Примечание. D_M,$D_П$ и D_C – диаметры соответственно матрицы, пуансона и стержня			

Витебский государственный технологический университет

Плиты пресс-блоков и пресс-форм предназначены для крепления на них прессового инструмента, крепежных деталей (крышек, пуансонодержателей, стержнедержателей) и других вспомогательных деталей (толкателей, упоров, пружин и т.п.). Плиты пресс-блоков и пресс-форм связаны друг с другом направляющими колонками и втулками. Плиты имеют простую геометрическую форму - прямоугольную или круглую. Они воспринимают максимальные усилия пресса и должны при этом иметь минимальный прогиб. Опорные плоскости плит должны быть параллельными, а отверстия под направляющие колонки и втулки строго перпендикулярными к опорным плоскостям. Плита матрицы и плита стягивания, если таковая имеется, в процессе прессования испытывают меньшие нагрузки, чем плита нижнего пуансона, поэтому их выполняют менее массивными. Верхние плиты пресс-форм и пресс-блоков делают относительно тонкими, так как они опираются либо на плиту верхнего плунжера гидравлического пресса, либо на шпиндель прессующей головки механического пресса, которые и воспринимают нагрузку прессования. Плиты нижнего пуансона делают всегда массивными, так как они воспринимают максимальное усилие пресса.

Направляющие колонки и втулки пресс-форм и пресс-блоков должны иметь достаточную жесткость и прочность, так как в процессе прессования воспринимают изгибающие усилия, возникающие в пресс-блоках. Сопряжение колонок и втулок выполняют по посадкам H7/h7 H7/h8. Посадки в плитах выполняют по переходным или легкопрессовым посадкам H7/p7 H7/j7. Основными требованиями к колонкам и втулкам являются: соосность наружного и внутреннего диаметров у втулок; соосность диаметров рабочего и посадочного в плиту у колонок.

Материалы деталей пресс-форм

К материалам пресс-форм предъявляются разнообразные требования. Они должны быть:

- высокопрочными, так как процесс прессования порошков реализуется при высоких давлениях (300 – 1000 МПа); в металле инструмента и деталях пресс-форм возникают большие напряжения; поверхность инструмента нагревается до 150^0С;
- обладать высокой твердостью, ибо процесс прессования можно выполнить при условии, что твердость материала инструмента значительно больше микротвердости прессуемого порошка;
- износостойким, так как долговечность работы пресс-формы зависит от степени истирания инструмента, подвергающегося сильнейшему абразивному износу в процессе прессования;
- иметь высокую вязкость, поскольку в результате частых и сильных ударов при калибровке кромки пуансонов могут выкрашиваться;
- обладать хорошей закаливаемостью, высокой твердостью и иметь равномерную мелкокристаллическую структуру.

Перечисленным требованиям отвечают лишь определенные инструментальные материалы (табл. 3.7).

Витебский государственный технологический университет

Правильный выбор материала деталей пресс-форм и условий термической и химико-термической обработки является одним из важнейших факторов, влияющих на стойкость, работоспособность, а, следовательно, и качество прессуемых изделий. При небольших объемах производства изделий из порошка стойкость инструмента не играет определяющую роль; то при массовом производстве пресс-инструмент должен быть изготовлен из материалов, обеспечивающих наибольшую стойкость.

Таблица 3.7.

Материалы деталей пресс-форм

Деталь	Материал	
Матрица	Сталь	Твердый сплав ВК2
	3Х2В8	ВК10КС ВК4
	Х12Ф1	ВК15 ВК6
	Х12М	ВК15КС ВК8
	ХВГ	ВК20 ВК11
		ВК20КС
		ВК20К
Пуансон	Х12М	
	ХВГ	
	40Х	
	5ХНВ	
Стержень	Х12М	
	ХВГ	
	ШХ15	
	40Х	

Матрицы, работающие в тяжелых условиях абразивного износа, изготавливают из стали марок типа 3Х2В8ФА; закаливаются до твердости *HRC* 43-46 и подвергаются азотированию на глубину 0,2—0,3 мм, до твердости *HRA* 83-85.

При изготовлении матриц из сталей ШХ15, 9ХС, ХВГ, 9ХВГ, Х12, Х12М, Х12Ф1, Х12Ф твердость должна составлять *HRC* 62-64. Матрицы с твердостью менее *HRC* 62 быстро изнашиваются. Матрицы сложного профиля изготавливаются из сталей марок ХВГ, 9ХВГ, 9ХС, которые мало деформируются при термообработке.

Стержни изготавливаются из тех же сталей, что и матрицы. Они могут иметь больший диапазон твердости от *HRC* 52-54 до *HRC* 62-64, зависящей от конструкции и размеров стержня. Для предотвращения поломок длинномерных стержней диаметром 4-10 мм и длиной 300-500 мм применяют зонную закалку. Часть длины стержней, которая не подвергается абразивному износу, закаливаются до твердости *HRC* 45-50, а хвостовая часть и резьба не закаливается. Хорошо зарекомендовали в работе

Витебский государственный технологический университет

хромированные тонкие стержни диаметром 6-10 мм, изготовленные из стали марки ШХ15 твердостью *HRC* 52-54.

Пуансоны в меньшей степени подвергаются абразивному износу, чем матрицы и стержни, а износ не влияет, в большинстве случаев, на размер изделия, поэтому пуансоны закаливаются до меньшей твердости *(HRC* 54-58). Материал для изготовления пуансонов назначается в основном тот же, что и для матриц - 9ХС, ХВГ, ШХ15. Сталь марки 40Х, несмотря на низкую твердость *(HRC* 46-50), хорошо зарекомендовала себя при изготовлении пуансонов с тонкими выступами и фасками.

В условиях массового производства порошковых изделий с жесткими допусками целесообразность изготовления твердосплавного инструмента не вызывает сомнений, несмотря на высокую стоимость твердых сплавов и сложность обработки. Для изготовления твердосплавного инструмента применяют твердые сплавы марок ВК2, ВК4, ВК6, ВК8, ВК11, ВК15, ВК20. Первые три сплава обладают повышенной твердостью, а последние три – повышенной вязкостью. Выбор того или иного сплава зависит от конфигурации изделия и пресс-инструмента.

3.4 Пресс-формы для горячего прессования

При конструировании пресс-форм для горячего прессования определяющими факторами являются: геометрическая форма и размеры изделия; способ нагрева и условия для создания защитной атмосферы. Горячим прессованием получают изделия в основном простой формы и поэтому конструктивное оформление пресс-формы несложно. Основная трудность заключается в выборе материала пресс-формы, который должен иметь достаточную прочность при температурах прессования, не реагировать с прессуемым порошком, быть дешевым.

При температурах прессования 500—600^{0}С в качестве материала пресс-формы можно использовать жаропрочные стали на основе никеля. В данном случае можно применять высокие давления прессования (150—800 МПа). Для предотвращения соединения прессуемого порошка с внутренними стенками матрицы и уменьшения формообразующие поверхности покрывают высокотемпературной смазкой. Однако, выбор смазок ограничен, так как почти все улетучиваются в процессе горячего прессования. В качестве смазок используют в основном слюду и графит.

Витебский государственный технологический университет

Слюду применяют при невысоких температурах прессования; графит сохраняет высокие антифрикционные свойства при высоких температурах. Его применяют в виде суспензии чешуйчатого или серебристого графита в глицерине или жидком стекле. Применяют также комбинированные пресс-формы из графитовой матрицы, футерованной внутри малоуглеродистой сталью, причем стальной вкладыш хромируют во избежание взаимодействия с графитом матрицы. Для изготовления матриц и пуансонов, работающих при температурах прессования (800-900°С), можно применять твердые сплавы. В случае высоких температур горячего прессования (2500-2600 С°), единственным материалом для пресс-форм является графит. По сравнению с другими материалами графит имеет хорошие электрические характеристики, легко обрабатывается и создает одновременно защитную атмосферу на поверхности изделия, выгорая в процессе горячего прессования. Так как с повышением температуры процесса усилие прессования уменьшаются, то прочность графитовых матриц является в большинстве случаев вполне достаточной.

Для изготовления пресс-форм используется графит с мелкозернистой структурой и без остаточной пористости, в противном случае прессуемый порошок может проникать в поры, что ухудшает качество изделий вследствие увеличения трения между стенками пресс-формы и порошком.

Ввиду того, что срок службы графитовых пресс-форм довольно мал и полностью избежать науглероживания прессуемых изделий крайне затруднительно, разработан специальный многокомпонентный никелевый сплав для пресс-форм, в которых прессуются порошки титана, циркония, тория и других металлов. Прочность сплава при 950-1000°С примерно в 40-50 раз выше прочности чистого титана. Для изготовления пресс-форм применяются также оксиды и силикаты тугоплавких металлов, в частности оксид циркония.

Различают следующие способы электронагрева порошков при горячем прессовании:

- прямой нагрев путем пропускания электрического тока непосредственно через пресс-форму или прессуемый порошок;
- косвенный нагрев путем пропускания тока через различные элементы сопротивления, окружающие пресс-форму;
- прямой нагрев пресс-формы и порошка токами высокой частоты или индукционный;
- косвенный индукционный нагрев оболочки, в которую помещена пресс-форма.

Пресс-форму для горячего прессования разрабатывают в зависимости от способа нагрева. На рис. 3.22 показаны конструкции пресс-форм для двустороннего горячего прессования в сочетании с нагревом.

Витебский государственный технологический университет

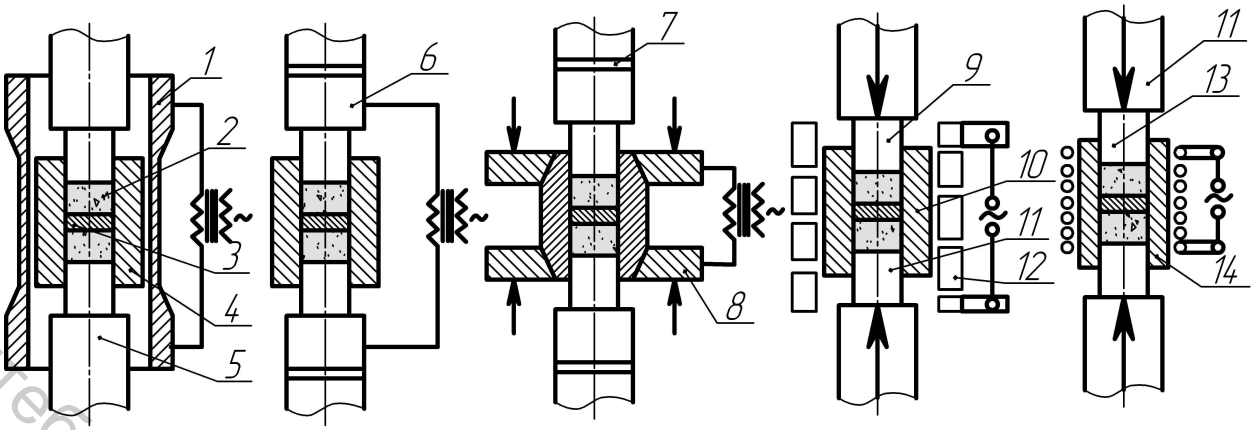


Рис. 3.22. Схемы конструкций пресс-форм для двухстороннего горячего прессования в сочетании с нагревом: а – косвенный нагрев; б – прямой нагрев при подводе тока к пуансонам; в – простой нагрев при подводе тока к матрице; г – индукционный нагрев графитовой матрицы; д – индукционный нагрев порошка в непроводящей пресс-форме: 1 – нагреватель; 2 – порошок; 3 – брикет; 4 – матрица; 5,6 – пуансоны; 7 – изоляция; 8 – графитовый контакт; 9 – графитовый пуансон; 10 – графитовая матрица; 11 – керамика; 12 – индуктор; 13 – керамический пуансон; 14 – керамическая матрица.

При косвенных нагреве (рис. 3.22, а) конструкция пресс-формы усложняется из-за необходимости применения дополнительных нагревателей. При прямом нагреве пуансонов проходящим током (рис. 3.22, б) возможен перегрев пуансонов и, как следствие, искривления. Подвод тока к матрице (рис. 3.22, в) обеспечивает более равномерное прогревание порошка, но конструктивно пресс-форма усложняется. Применяется индукционный нагрев графитовой матрицы (рис 3.22, г) и керамической матрицы (рис 3.22, д)

3.5. Пресс-формы для холодного калибрования и допрессовки спеченных изделий

Общими требованиями для проектирования, изготовления и эксплуатации калибровочных и допрессовочных пресс-форм являются:

- обеспечение максимально возможной жесткости пресс-формы, поскольку калибрование является заключительной операцией технологического процесса и жесткостью пресс-формы определяются размеры готового изделия;
- пресс-форма должна иметь минимальное число зазоров и разъемов;
- конструкция пресс-формы должна предусматривать элементы, обеспечивающие ориентировку и фиксацию калибруемых заготовок перед началом калибрования;
- наружные поверхности калибруют перед калибровкой поверхностей отверстий, что позволяет избежать трещин;

Витебский государственный технологический университет

- калиброванная поверхность должна оставаться в контакте с калибрующей поверхностью инструмента до окончания калибрования заготовки в целом;

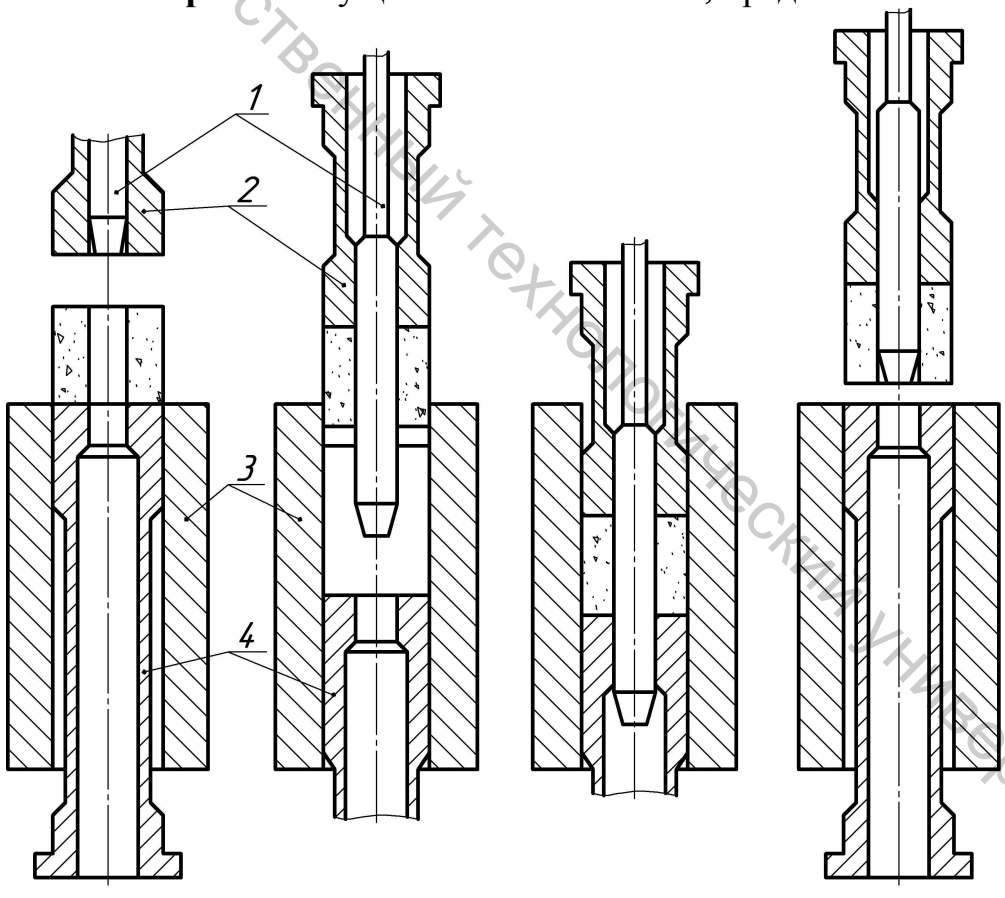
- для равномерного распределения плотности в разновысотных изделиях необходимо применять пресс-формы с независимым перемещением пуансонов и плавающей матрицы;

- конструкция пресс-формы должна обеспечивать последовательное калибрование поверхностей изделия, поскольку это способствует уменьшению усилия калибрования;

- шероховатость Rz калибрующих поверхностей пресс-формы не должна превышать 0,2 мкм;

- конструкция пресс-формы должна учитывать способ смазки заготовки перед калиброванием и сопрягаться с конструкцией смазывающего устройства при его установке на прессе.

Калибрование изделий типа гладких втулок на **автоматических калибровочных прессах** осуществляется по схеме, представленной на рис. 3.23.



а б в г

Рис. 3.23. Схема калибрования заготовок типа гладких втулок: а – исходное положение; б – калибрование по наружным и внутренним поверхностям; в – калибровка втулки по высоте; г – выталкивание втулки из матрицы:
1 – игла; 2 – пуансон; 3 – матрица; 4 – выталкиватель.

Витебский государственный технологический университет

Исходное положение движущихся частей инструмента перед началом калибрования (рис. 3.23, а): игла 1, пуансон 2 и выталкиватель 4 находятся в верхнем положении; матрица 3 в течении всего цикла неподвижна; калибруемая заготовка установлена на выталкиватель установочным органом робота (манипулятора).

После отвода установочного органа из рабочей зоны пресса выталкиватель 4 опускается в нижнее положение (рис. 3.23, б).

Ползун пресса опускается вниз; игла входит с зазором в отверстие заготовки. Верхний пуансон 2 упирается в торец заготовки и вводит ее в матрицу. Производится одновременно калибрование по наружному и внутреннему диаметрам. В конце хода втулка опирается на выталкиватель 4 и калибруется по высоте (рис. 3.23, в).

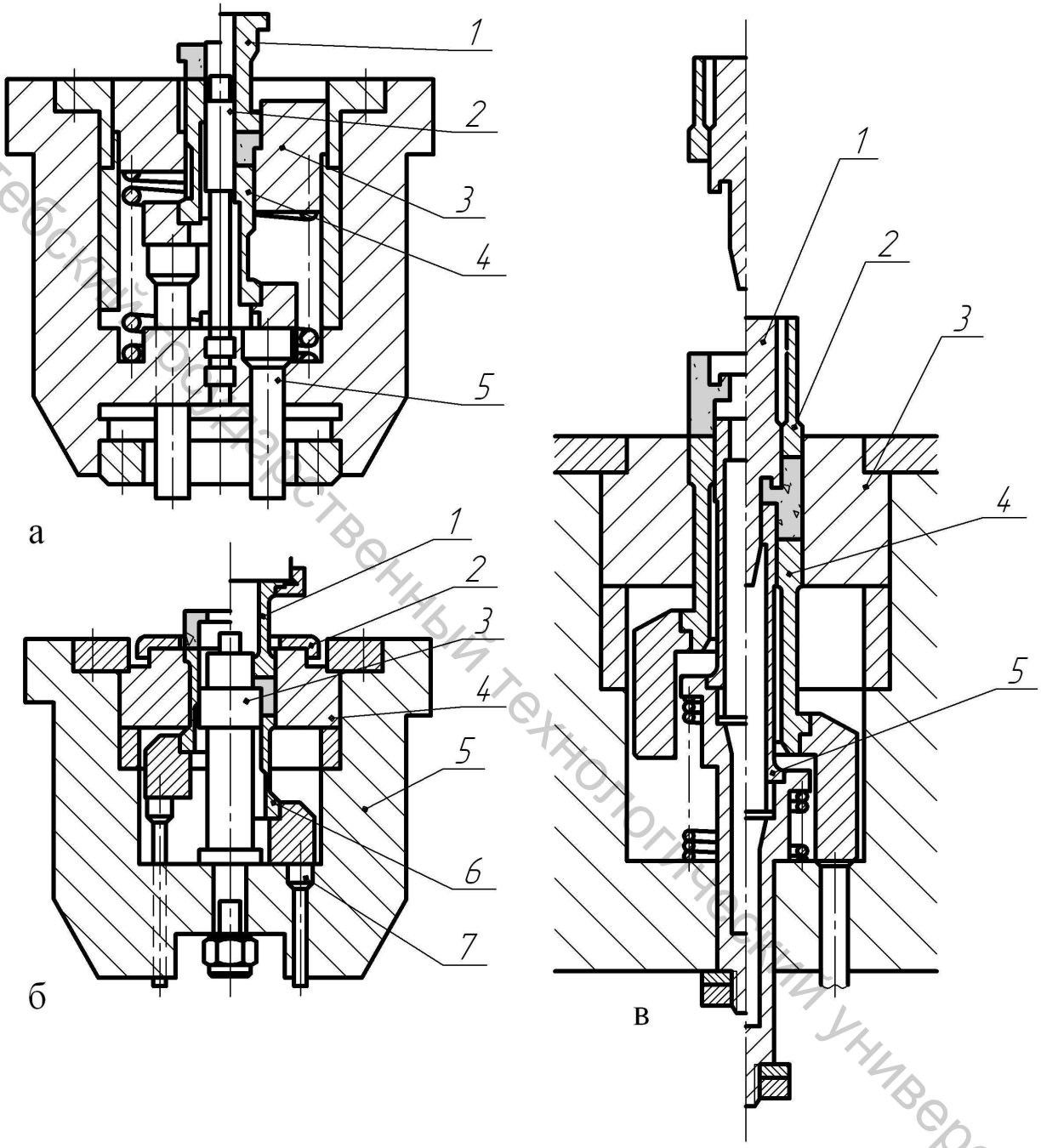
В процессе удаления движение выталкивателя 4 и пуансона 2 происходит с одинаковой скоростью. Игла при выталкивании относительно заготовки не перемещается. После выхода заготовки из матрицы (рис. 3.23, г) происходит ускоренный отвод верхнего ползуна с иглой вверх, пуансон остается неподвижным, облегчая выход иглы и втулки.Конструкции пресс-форм для калибрования втулок на **универсальных прессах** приведены на рис. 3.24. Применение плавающих матриц (рис. 3.24, а) позволяет выполнить калибровку по наружной, внутренней поверхностями и высоте за один переход. Калибруемая втулка с наружным буртом устанавливается на нижний пуансон 4 и центрируется по стержню 2. Верхним пуансоном 1 втулка вводится в матрицу с зазором по наружной и внутренней поверхностям. Бурт втулки упирается в соответствующий выступ матрицы. Между нижним торцем втулки и нижним пуансоном 4 имеется зазор, поскольку пуансон находится в крайнем нижним положении. При дальнейшим движении верхнего пуансона бурт втулки передает движение подпружиненной матрице. Между торцем втулки и нижним пуансоном выбирается зазор и начинается обжатие по высоте с одновременной радиальной раздачей. Удаление калиброванной втулки осуществляется тягой 5 при обратном ходе пресса.

На рис. 3.24, б представлена пресс-форма для калибрования втулки с внутренним буртом. Заготовка устанавливается на нижний пуансон 6, и центрируется по отверстию в установочной плите 2. Ступенчатый центральный стержень 3 жестко соединен со скобой 5. В процессе движения верхнего пуансона 1 сначала калибруется наружная поверхность втулки, а затем внутренняя. Удаление втулки из матрицы выполняется нижним пуансоном 6, приводимым в движение механизмом выталкивания через тяги 7.

Втулки с несколькими переходами по высоте (рис. 3.24, в) калибруются на двухходовом прессе с выталкивателем. Заготовка устанавливается на торец пуансона 4 и центрируется по плавающему пуансону 5. Верхний стержень 1 вводится в отверстие заготовки, а сам а заготовка верхним пуансоном 2 вводится в отверстие матрицы. Движения стержня и пуансона осуществляются синхронно. Заготовка перемещается вниз до упора в нижние пуансоны 4,5, после чего начинается обжатие по высоте с радиальной раздачей. Перед

Витебский ГУВО "Витебский государственный технологический университет"

выталкиванием стержень 1 и пуансон 2 отводятся вверх, а калиброванная втулка выталкивается пуансоном 4.



Витебский государственный технологический университет

Рис. 3.24. Пресс-формы для калибрования втулок на универсальных прессах:
а – с наружным буртом:1 – пуансон верхний; 2 – стержень; 3 – матрица; 4 – пуансон нижний; 5 – тяги; б – с внутренним буртом: 1 – верхний пуансон; 2 – установочная плита; 3 – центральный стержень; 4 матрица; 5 – скоба ; 6 – нижний пуансон; 7- тяги;
в – с несколькими переходами по высоте: 1 – верхний стержень; 2 – верхний пуансон;3 – матрица; 4,5 – нижние пуансоны.

3.6 Штампы для динамического горячего прессования спеченных порошковых заготовок.

При выполнении горячей допрессовки порошковых заготовок основным инструментом являются штампы. В основном применяются закрытые штампы различных конструкций, которые классифицируются по следующим признакам: степени автоматизации и механизации подачи и удаления заготовок; способу крепления на столе пресса (стационарные и подкладные); для специализированных и неспециализированных прессов; схеме приложения давления на заготовку (одно- и двухстороннее прессование); количеству деформирующих гнезд (одно- и многоместные); конструкции матриц (разъемные, цельные, составные); способу охлаждения и смазки штамповочного инструмента (охлаждаемые, подогреваемые, с принудительной смазкой); характеру деформирования заготовки в матрице (пуансонами, заходящими и незаходящими в полость матрицы).

Конструкции штампов должны содержать устройства загрузки, ориентации, удаления заготовок и обеспечивать равномерное уплотнение по всему объему.

Схема штампа для одностороннего прессования горячих заготовок приведена на рис. 3.25. Штамп состоит из плит 1, 2, к которым крепятся пуансон 3 и стакан 4. В корпусе 6 установлена матрица 13. На торце корпуса крепиться специальная плита 15, обеспечивающая позиционирование заготовки. Средняя часть корпуса имеет прорезь, в которой находится траверса 9 с установленным на ней выталкивателем 11.Для подъема и опускания траверсы предусмотрены тяги 8 и пружины 5.

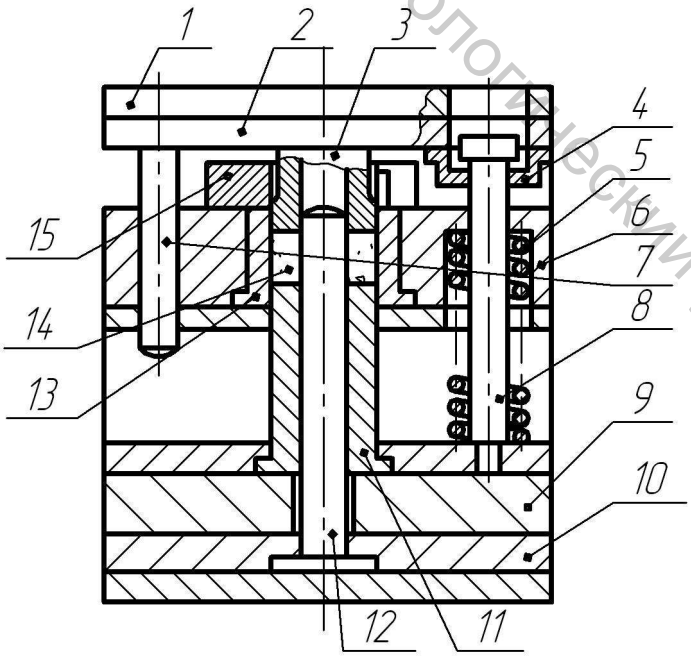


Рис. 3.25. Схема штампа для одностороннего горячего прессования толстостенных втулок: 1 – плита верхняя; 2 – плита специальная; 3 – пуансон; 4 – стакан; 5 – пружина; 6 – корпус; 7 – направляющая; 8 – тяга; 9 – траверса; 10 – плита нижняя; 11- выталкиватель; 12 – стержень; 13 – матрица; 14 – заготовка; 15 – плита специальная.

Витебский государственный технологический университет

Штамп работает следующим образом. В исходном положении пуансон 3 и выталкиватель 11 находятся в крайнем верхнем положении. При этом торец выталкивателя совпадает с зеркалом (торцем) матрицы. Заготовка укладывается в центрирующее отверстие специальной плиты 15. В процессе рабочего хода пуансона заготовка входит в полость матрицы и прошивается стержнем 12. При дальнейшем движении пуансона выталкиватель 11 через траверсу 9 упирается в нижнюю плиту 10 и происходит деформация заготовки между торцами неподвижного выталкивателя и движущегося пуансона. При обратном ходе пуансона движение от механизма выталкивания пресса через траверсу 9 сообщается выталкивателю 11, который осуществляет удаление заготовки из полости матрицы.

Штампы для двухстороннего прессования разработаны в двух вариантах – с матрицей подвижной в направлении движения ползуна пресса и с рычажным силовым устройством. Штамп с подвижной матрицей представлен на рис. 3.26, а. Штамп включает подвижную матрицу 2, установленную на упругих элементах 3, и пуансон (выталкиватель) 4, закрепленный на траверсе 6. Внутри пуансона расположен неподвижно стержень 9. Траверса соединяется с верхней плитой 10 подпружиненными тягами 5. Направление движения траверсы обеспечивается колонками 7.

Заготовка устанавливается в матрицу и центрируется по стержню 9 . В процессе прессования заготовки преодолевается усилие упругих элементов 3 и матрица 2 перемещается вниз относительно нижнего пуансона 4. При этом выбирается зазор между торцами заготовки и пуансона. В результате деформации заготовки по всей высоте между верхним 11 и нижним4 пуансонами происходит выравнивание полости по всему объему.

При обратном ходе ползуна пресса движение от верхней плиты 10 через тяги 5 и траверсу 6 передается пуансон-выталкивателю 4, который удаляет заготовку из полости матрицы.

Штамп с рычажным силовым устройством представлен на рис. 3.26, б. Рычажное устройство включает рычаг 4, ось 5 и толкатель 6, упирающийся в траверсу 3. Приводом рычажного устройства является толкающе-тянущая колонка 2. В процессе движения ползуна пресса вниз колонка нижним торцем нажимает на плечо рычага и поворачивают его вокруг оси. При этом толкатель 6 поднимает вверх траверсу 3. В результате пуансон 7 совершает движение навстречу верхнему пуансону 8 и происходит двухсторонние прессование.

При обратном ходе ползуна пресса колонка 2 заплечиками буртика поднимает вверх траверсу 3 и пуансон-выталкиватель 7 удаляет заготовку из матрицы.

Штампы с рычажным силовым устройством имеют сложную конструкцию и требуют тонкой регулировки.

Витебский государственный технологический университет

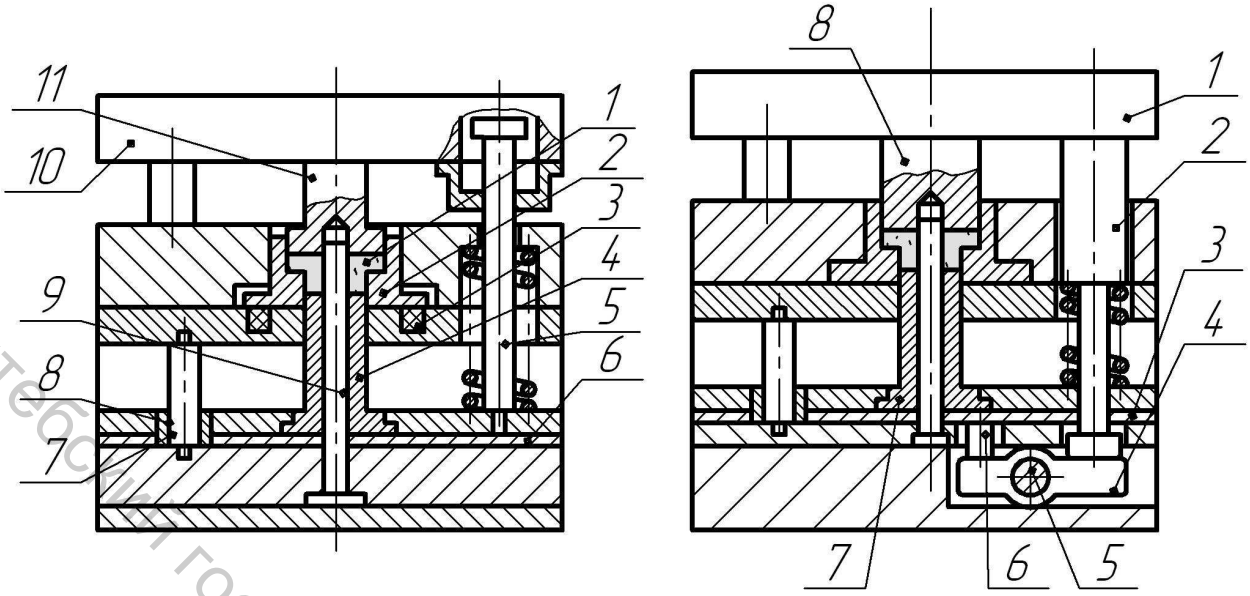


Рис. 3.26. Схемы штампов для горячего двухстороннего прессования толстостенных втулок :а – штамп с подвижной матрицей: 1 – заготовка; 2 – матрица; 3 – упругий элемент; 4 – выталкиватель; 5 – тяга; 6 – траверса; 7 – колонка направляющая; 8 – втулка; 9 – стержень; 10 – плита верхняя; 11 – пуансон верхний; б – штамп с силовым рычажным устройством: 1 – плита верхняя; 2 – колонка толкающее-тянущая; 3 – траверса; 4 – рычаг; 5 – ось; 6 – толкатель; 7 – пуансон-выталкиватель; 8 – пуансон верхний.

Горячая допрессовка тонкостенных втулок производится на штампах с подвижным верхним стержнем (рис. 3.27). Штамп устроен следующим образом. На верхней плите 8 снаружи закреплены копир 7 и пуансон 6, а внутри плиты размещен подпружиненный стержень 5.

На столе пресса крепится корпус 14, внутри которого размещены плавающая матрица 2 и нижний пуансон 3, опирающийся на выталкиватель 1. В верхней части корпуса расположены подвижные упоры 11, на которые установлены ролики 10.

Штамп работает следующим образом. Исходная заготовка 4 устанавливается на торец нижнего пуансона 3 и центрируется по отверстию матрицы 2. В процессе движения ползуна пресса вниз стержень 5 входит внутрь отверстия заготовки и упирается в торец нижнего пуансона 3. Верхний пуансон 6 перемещает заготовку внутрь матрицы, упирается в ее торец и продолжает дальнейшее движение совместно с матрицей и заготовкой. В результате заготовка деформируется между верхним и нижним пуансонами в условиях двухстороннего прессования. Одновременно копиры 7 перемещают упоры 11 к оси штампа.

При обратном ходе ползуна пресса отводится вверх плита 8 и стержень 5, освобождая спрессованную заготовку 12. Одновременно поднимается вверх до упоров подпружиненная матрица 2 и пуансон 6. При дальнейшем движении ползуна пресса копир отводит подвижные упоры, освобождая верхний пуансон. Одновременно выталкиватель 1 перемещает вверх нижний пуансон, который удаляет из матицы спрессованную заготовку.

Витебский государственный технологический университет

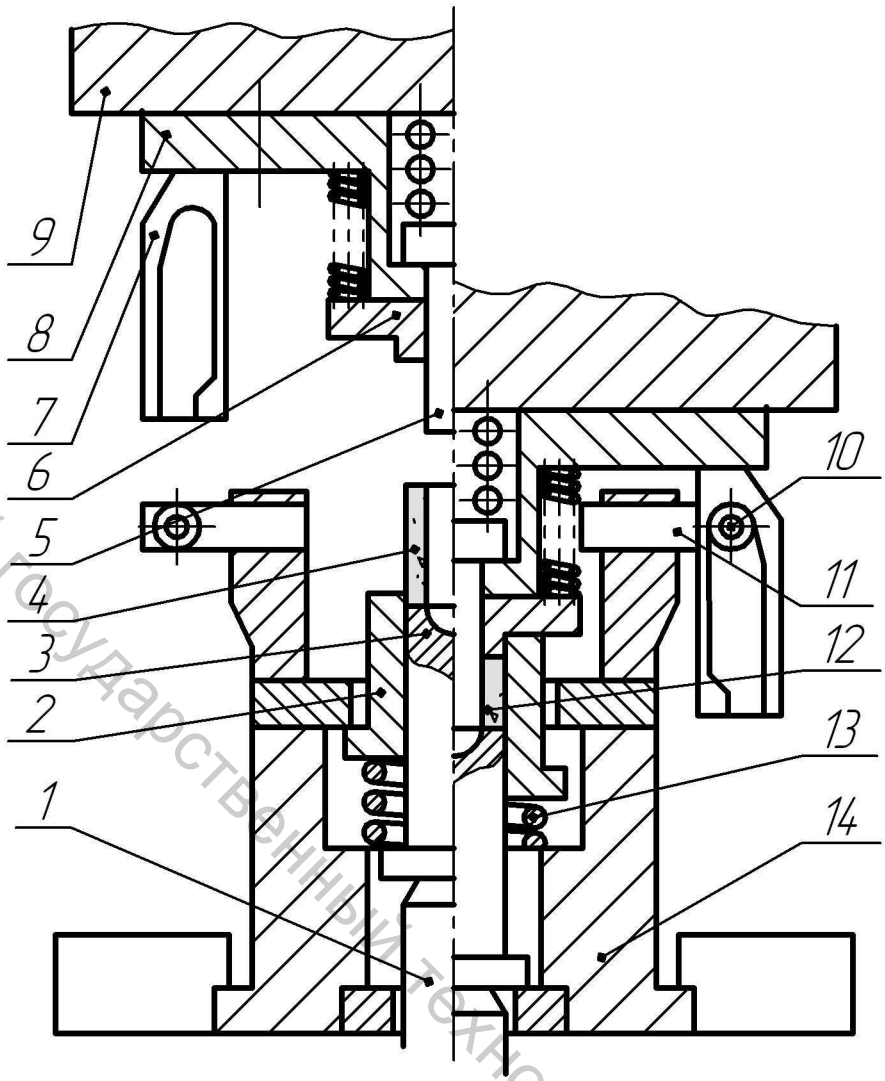


Рис. 3.27. Схема штампа для горячего двухстороннего прессования тонкостенных втулок: 1 – выталкиватель; 2 – матрица; 3 – пуансон нижний; 4 – исходная заготовка; 5 – подвижный стержень; 6 – пуансон верхний; 7 – копир; 8 – плита верхняя; 9 – ползун пресса; 10 – ролики; 11 – упор подвижный; 12 – конечная заготовка; 13 – пружина; 14 – корпус.

Универсальный штамповый блок (рис. 3.28) разработан для эксплуатации на специализированных пресс-автоматах. Установленный на блоке формообразующий инструмент предназначен для штамповки шлицевого конического зубчатого колеса. Блок состоит из плит: верхней 1, матричной 5, подвижной (плавающей) 6 и нижней 9. В нижнюю плиту запрессованы направляющие колонки 8 для перемещения плиты 6. В свою очередь, плита 6 связана с плитой 5 колонками 17. На плите 6 смонтированы шлицевой стакан 13 и охлаждающее устройство 7. На плите 5 размещены: охлаждающее устройство 16, верхняя полуматрица 14 поджимаемая кольцом 15, полый выталкиватель 21, внутри которого расположен стержень 18.

Витебский государственный технологический университет

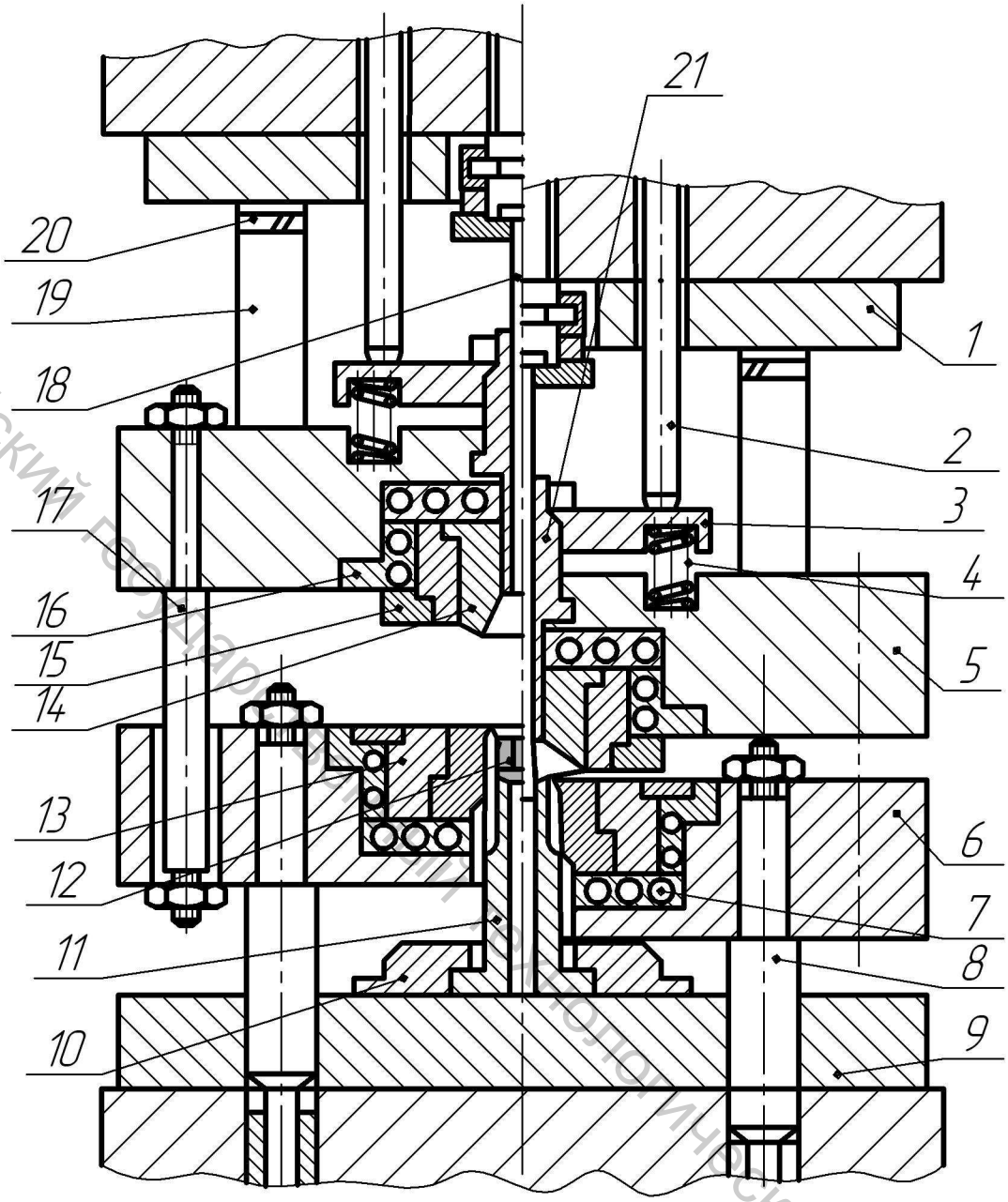


Рис. 3.28. Универсальный штамповый блок:

1 – плита верхняя; 2 – шток; 3 – планка; 4 – пружина; 5 – плита матричная; 6 – плита подвижная; 8 – колонка; 9 – плита нижняя; 10 – пуансонодержатель; 11 – пуансон нижний; 12 – порошковая заготовка; 13 – шлицевой стакан; 14 – верхняя полуматрица; 15 – кольцо прижимное; 7,16 - охлаждающие устройство; 17 – колонка; 18 – верхний центральный стержень; 19 – стойка; 20 – шайба регулировочная; 21 – пуансон-выталкиватель.

Штамповый блок работает следующим образом. Нагретая порошковая заготовка подается в шлицевой стакан 13 и устанавливается на пуансон 11. Движение от верхней плиты 1 передается матричной плите 5 через стойки 19. Матричная плита 5 осуществляет движение до соприкосновения торцев верхней полуматрицы 14 и шлицевого стакана 13. В отверстие заготовки 12 вводится стержень 18. Заготовка оказывается в закрытой полости, образованной верхней полуматрицей, шлицевым стаканом и стержнем. Усилие замыкание создается в результате сжатия колонками 8 тарельчатых пружин пресса (на схеме не

Витебский государственный технологический университет

показаны). Находящаяся в закрытой полости заготовка деформируется пуансонами 21 и 11.

При обратном ходе ползуна пресса происходит размыкание полуматриц. Заготовка оказывается в верхней полуматрице 18. В процессе дальнейшего движения ползуна пресса выталкиватель 21 совместно с заготовкой задерживаются планками 3, усилие на которые передается от упорной балки пресса штоками 2. Происходит съем заготовки с движущегося стержня. Возврат пуансоно-выталкивателя 21 в исходное положение производится пружинами 4.

Такого типа штамповые блоки предназначены доя использования на автоматизированных прессах или в автоматических линиях. Они позволяют изготовлять высокоплотные порошковые изделия широкой номенклатуры, в том числе зубчатые колёса.

Витебский государственный технологический университет

Витебский государственный технологический университет

4. ЛИТЬЕВОЙ ИНСТРУМЕНТ

Общие сведения о процессах литья под давлением. В процессе литья под давлением металлический сплав подаётся в камеру прессования специальной машины. Под давлением поршня сплав через литниковые каналы с высокой скоростью заполняет полость пресс-формы и затвердевает в ней под давлением. При раскрытии пресс-формы отливка извлекается.

Существуют три основные схемы процессов литья под давлением, позволяющие получать широкую номенклатуру отливок из различных сплавов.

Первая схема – литье под давлением на машинах с горячей камерой прессования (рис. 4.1, а). Камера прессования заполняется металлом из тигля 4 через заливное отверстие 3. Расплавленный металл под давлением поршня 1, приводимого в движение пневматическим или гидравлическим цилиндром, после перекрытия отверстия 6 вытесняется из камеры прессования 2 в полость пресс-формы 5. Металл затвердевает, образуя отливку 7, а прессующий поршень возвращается в исходное положение. Незатвердевающая часть металла сливается по каналу мундштука 8 и металлопроводу 9 в камеру прессования. После охлаждения до заданной температуры отливка удаляется из рабочей полости формы. Пресс-форма очищается, смазывается, и рабочий цикл повторяется.

Технологическими достоинствами этой схемы являются: стабильность технологических параметров; отсутствие потерь сплава в процессе заливки; широкие возможности автоматизации всего литейного цикла; высокая производительность. Существенные недостатки – быстрое изнашивание прессующей пары – поршня и камеры прессования, и образование зазора между ними, что приводит к снижению давления прессования. Это вызывает повышенную пористость, снижение качества поверхности и четкости оформления конфигурации отливки.

Литьем под давлением на машинах с горячей камерой прессования можно получать отливки из сплавов, не реагирующих с материалом прессующей пары и металлопровода.

Вторая схема – литье на машинах с холодной вертикальной камерой прессования (рис. 4.1, б). В исходном положении поршень 3 находится вне камеры прессования. Расплавленный металл заливается в камеру прессования 1, донной частью которой является подвижная пятка 2. Поршень опускается, производит давление на металл, перемещает пятку вниз и открывает отверстие в литниковой втулке 4. Пятка упирается в торец отверстия литниковой втулки и останавливается, а металл мод действием прессующего поршня заполняет полость пресс-формы 5 и затвердевает под давлением. После затвердевания поршень и пятка поднимаются вверх, при этом пятка отделяет пресс-остаток 6 от литника. После раскрытия пресс-формы из подвижной части выталкивателями удаляется отливка 7 вместе с литниковой системой.

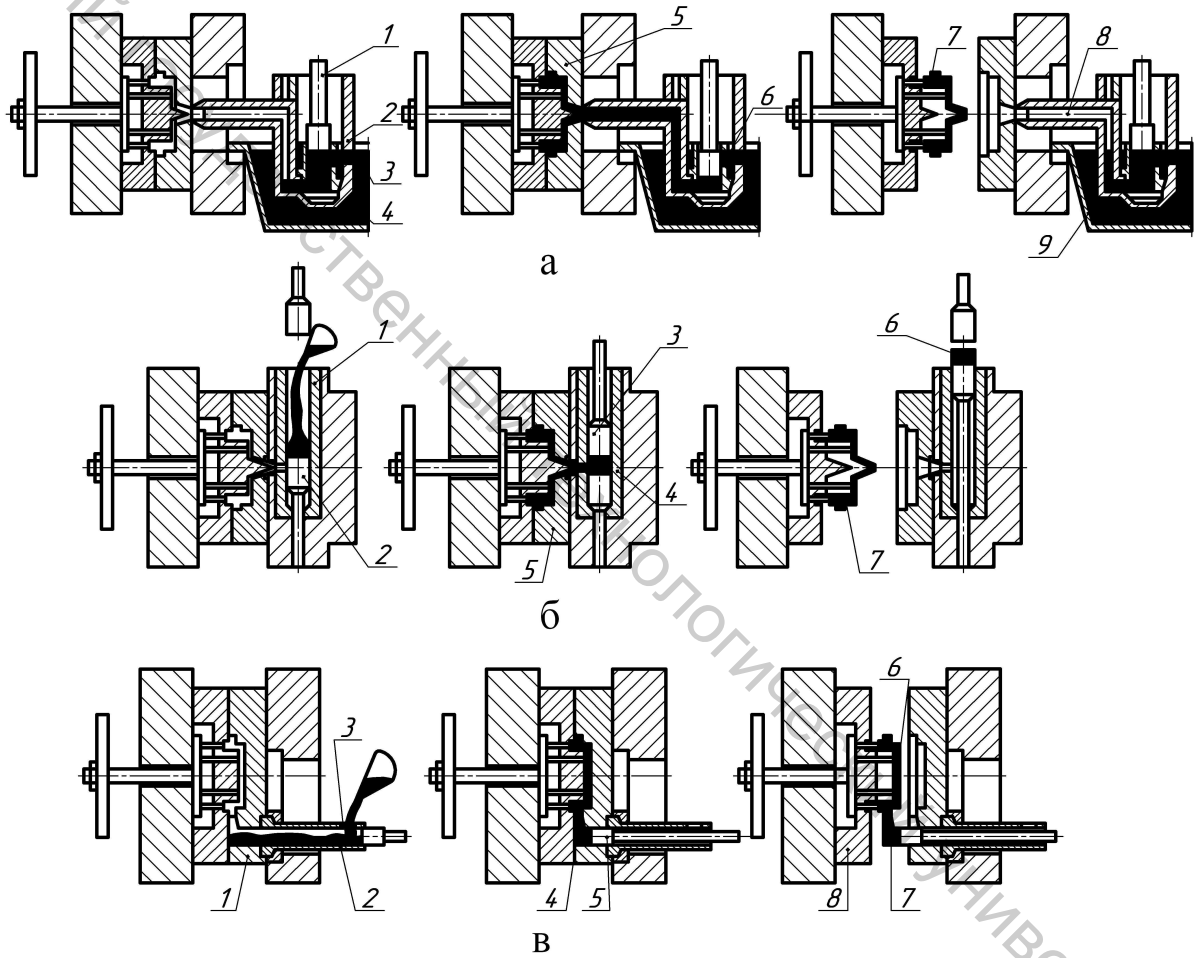


Рис. 4.1. Схемы литья под давлением:

а – на машинах с горячей камерой прессования: 1 – поршень; 2 – камера прессования; 3 – заливное отверстие; 4 – тигель; 5 – пресс-форма; 6 – отверстие; 7 – отливка; 8 – канал мундштука; 9 – металлопровод.

б – на машинах с холодной вертикальной камерой прессования:
1 – камера прессования; 2 – подвижная пятка; 3 – поршень; 4 – литниковая втулка; 5 – форма; 6 – пресс-остаток; 7 – отливка.

в – на машинах с холодной горизонтальной камерой прессования:
1 – неподвижная полуформа; 2 – камера прессования; 3 – окно; 4 – питатель; 5 – пресс-поршень; 6 – отливка; 7 – пресс-остаток; 8 – подвижная полуформа.

Витебский государственный технологический университет

Технологическую схему с вертикальной камерой прессования целесообразно применять в тех случаях, когда отливки имеют глубокие полости при относительно небольшом ходе подвижной плиты литьевой машины на раскрытие. При литье по этой схеме неметаллические включения, имеющиеся в расплаве, задерживаются в пресс-остатке, так как площадь литника значительно меньше площади камеры прессования.

Третья схема – литье на машинах с холодной горизонтальной камерой прессования (рис. 4.1, в). Расплавленный металл заливается в камеру прессования 2, расположенную горизонтально и перпендикулярно к плоскости разъема формы. В верхней части камеры имеется окно 3 для заливки металла. При движении пресс-поршня 5 металл через питатель 4 заполняет рабочую полость формы и затвердевает под давлением. После окончания кристаллизации металла форма раскрывается, а отливка 6 с пресс-остатком 7 выталкивается пресс-поршнем из неподвижной части формы 8. Как правило, отливка остается в подвижной половине пресс-формы, а затем выталкивается с помощью системы толкателей.

При литье по этой технологической схеме потери теплоты жидким металлом и гидравлическое сопротивление на пути его движения в полость пресс-формы меньше, чем при литье на машинах с вертикальной камерой прессования, в результате исключения одного из элементов литниковой системы – литникового тела. Это позволяет снизить температуру заливки сплава, уменьшить пористость отливки и осуществить ее эффективную подпрессовку после окончания заполнения. Возможность широкого диапазона изменения скорости прессования позволяет создавать наиболее благоприятные гидродинамические и тепловые условия формирования отливки, до минимума сокращать пористость отливок.

4.1. Конструкции пресс – форм

Пресс-формы для литья под давлением имеют одну или несколько формующих полостей, очертания которых являются негативным отпечатком отливки. Размеры оформляющей полости пресс-форм должны отличаться от размеров отливки на величину усадки заливаемого сплава. Типовая пресс-форма представляет собой прямоугольный параллелепипед, состоящий из двух основных частей – неподвижной и подвижной, в которых смонтированы все остальные детали (рис. 4.2).

Неподвижную часть двухгнездовой пресс-формы с помощью плиты 3 крепят к прессующему блоку литьевой машины с горизонтальной камерой прессования 25, а подвижную часть с помощью плиты 15 – к постаменту 23, установленному на подвижном запирающем блоке литьевой машины. Расплавленный металл поступает в пресс-форму через литниковую втулку 26, ударяется о рассекатель 18 и растекается по литниковым каналам в два гнезда, заполняя рабочую полость пресс-формы, образуя отливки 29. В плитах 2 и 11, называемых **обоймами**, смонтированы специальные вкладыши, в которых оформляется внешний контур отливки. Подвижный вкладыш 16 прижимается плитой 12 к обойме 11. Неподвижный вкладыш 6 крепится к обойме 2 винтами.

Витебский государственный технологический университет

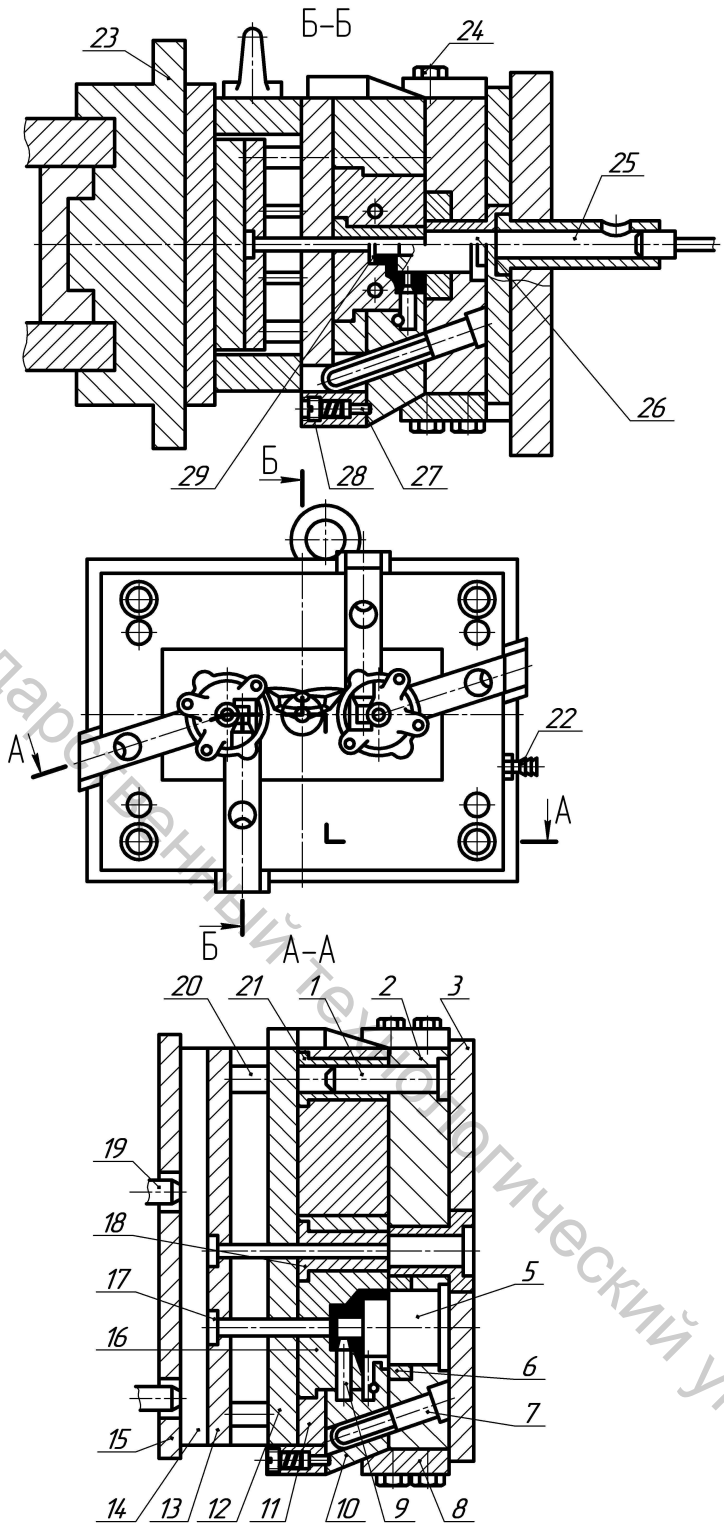


Рис. 4.2. Пресс-форма для литья под давлением корпуса датчика:
1 – колонка; 2, 11 – обоймы; 3, 15 – плиты; 5 – стержень неподвижный; 6 – вкладыш; 7 – клин; 8 – замок; 9 – стержень подвижный; 10 – ползун; 12, 14 – плиты; 13 – плита выталкивателей; 16 – вкладыш подвижный; 17 – выталкиватель; 18 – рассекатель; 9 – упор подвижный; 20 – толкатель обратный; 21 – втулка; 22 – штуцер; 23 – постамент; 24 – винт; 25 – камера прессования; 26 – втулка литниковая; 27 – фиксатор; 28 – винт;
29 – отливка

При раскрытии пресс-формы отливка остается в подвижной части. Стержни 9, закрепленные штифтами в ползунах 10, в первый момент после раскрытия пресс-формы снимают отливку с неподвижного стержня 5, а затем

Витебский государственный технологический университет

сами извлекаются из нее наклонными клин-пальцами 7. При перемещении подвижной полуформы плита 14, соединенная с плитой выталкивателей 13 упирается в неподвижные упоры 19 и останавливается. Выталкиватели 17 удаляют отливку. При закрытии пресс-формы обратные толкатели 20 упираются в неподвижную обойму 2 и возвращают выталкиватели в исходное положение.

Центрирование подвижной и неподвижной полуформ осуществляется направляющими втулками 21 и колонками 1. Привернутые болтами 28 замки 8 служат для предотвращения отхода ползунов 10 и стержней 9 под давлением жидкого металла. Для предотвращения перемещения и поломок ползунов 10 при раскрытой пресс-форме применяются фиксаторы 27. Во время работы пресс-форма охлаждается водой, которая поступает по резиновому шлангу к штуцерам 22.

Бóльшая часть стержней и выступов, оформляющих внутренние и наружные контуры отливки, располагаются в подвижной полуформе таким образом, чтобы отливка при раскрытии пресс-формы всегда оставалась в последней. Поэтому в подвижной полуформе располагаются устройства для выталкивания или сбрасывания отливок.

Конструкции пресс-форм определяются составом сплава, типом производства, схемой расположения камер, количеством гнёзд и степенью механизации (рис. 4.3).

Классификация пресс-форм по заливаемому сплаву. В зависимости от заливаемого сплава пресс-формы отличаются конструкцией и размерами литниковой системы; материалами формообразующих деталей, их термообработкой; конструкцией вкладышей и других сменных деталей. Пресс-формы для отливок из алюминиевых, медных и черных сплавов изготовляются с запасными формообразующими деталями при условии соблюдения строгой взаимозаменяемости. Замена запасных частей должна производиться без дополнительной механической или слесарной обработки, легко и быстро. Для отливок из сплавов на основе цинка, олова, свинца, а в некоторых случаях и магния, пресс-формы могут изготовляться без запасных частей.

На рис 4.4 представлена двухгнездовая пресс-форма для отливки корпуса поплавковой камеры карбюратора автомобиля из сплава ЦАМ4-1. Отливка оформляется вкладышами 6 и 13, а также подвижными щеками 1, 2. При раскрытии пресс-формы боковые стержни 12, наклонный стержень 14 и щеки 1, 2 выдвигаются с помощью подвижной рейки 9 и клин-пальцев 3, 7. При дальнейшем движении полуформы плиты 15, 16 и выталкиватели 18, 19 снимают отливку с неподвижных стержней 4, 5, 23 и выступающей части вкладыша 13. При закрытии пресс-формы колонками 20, проходящими через подвижную обойму 11 и упирающимися торцами в неподвижную обойму 10, выталкиватели возвращаются в исходное положение. Одновременно в исходное положение возвращаются стержни 12, 14, щеки 1, 2. Неподвижная и подвижная полуформы центрируются направляющими втулками 22 и колонками 21.

Витебский ГТУ Белорусско-Российский университет

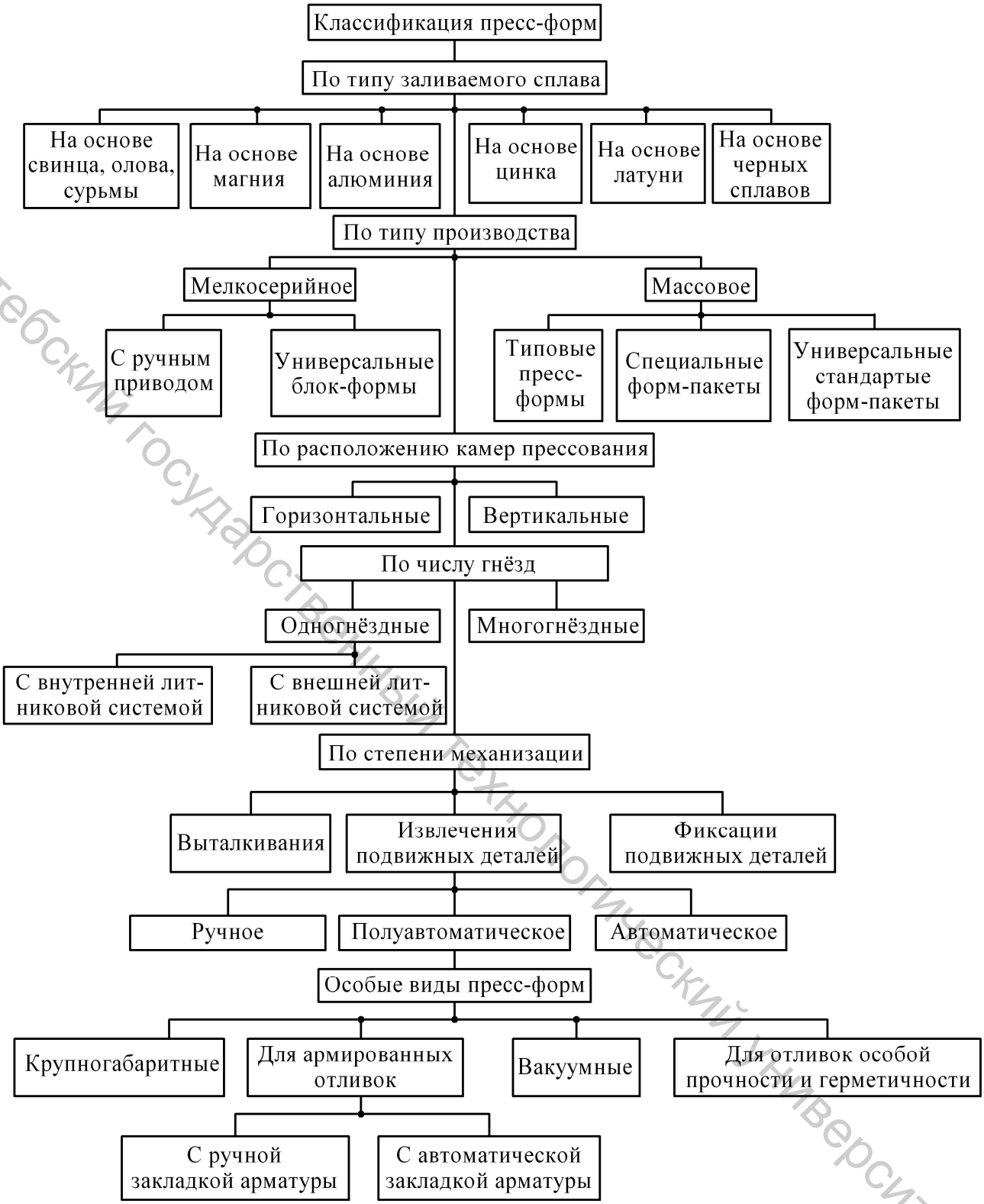


Рис. 4.3. Классификация пресс-форм для литья под давлением металлов и сплавов.

Витебский государственный технологический университет

Витебский государственный технологический университет

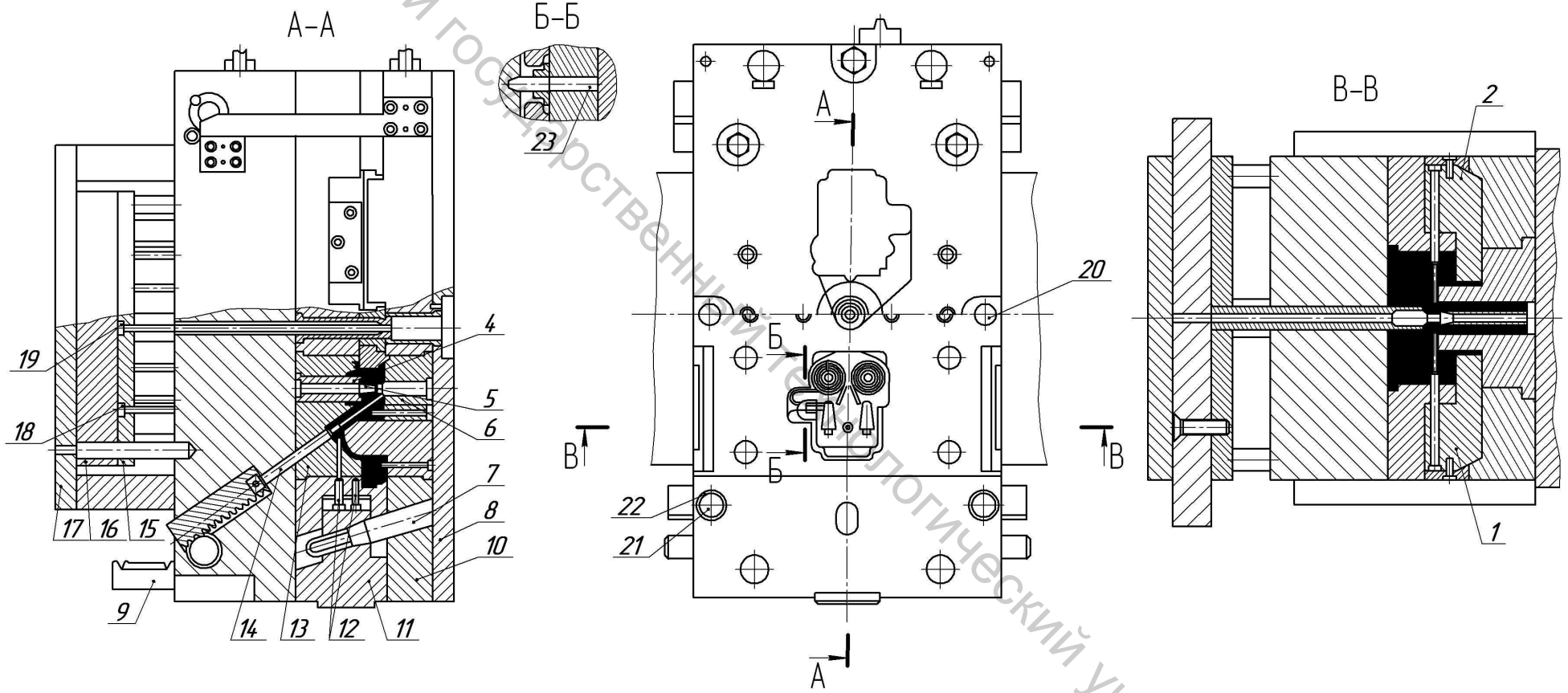


Рис. 4.4. Пресс-форма для литья под давлением поплавковой камеры карбюратора:
1, 2 – щёки; 3, 7 – клинья; 4, 5, 23 – неподвижные стержни; 6, 13 – вкладыши; 8,15, 16, 17 – плиты; 9 – подвижная рейка; 10 – обойма неподвижная; 11 – обойма подвижная; 12 – боковые стержни; 14 – стержень наклонный; 18, 19 – выталкиватели; 20, 21 – колонки; 22 – втулки.

Классификация пресс-форм по типу производства и числу гнезд. Литье под давлением чаще всего применяется в массовом и крупносерийном производстве. В отдельных случаях литье под давлением экономически выгодно для небольшого числа отливок. Пресс-формы для мелкосерийного производства отличаются от пресс-форм для массового производства упрощенной конструкцией, применением в ряде случаев ручных операций для извлечения стержней и выталкивания отливок. Такие пресс-формы обычно изготавливаются одногнездовыми. Для отливок небольших габаритов в мелкосерийном производстве часто применяются универсальные блок-формы со сменными вкладышами.

Пресс-формы для массового производства характеризуются полной автоматизацией всех операций по извлечению стержней и выталкиванию отливок. Иногда автоматизируются операции обрезки литников и облоя. Эти пресс-формы, как правило, имеют систему охлаждения, повышающую темп работы и стойкость вкладышей. Пресс-формы для массового производства небольших отливок чаще всего изготавливаются многогнездовыми. Вместе с пресс-формами изготовляются комплекты запасных частей формообразующих деталей. Для очень мелких деталей применяются пресс-формы с 50 – 75 гнездами. Это позволяет экономить инструментальный материал, так как на один литник и пресс-остаток приходится большое число отливок. В то же время необходимо учитывать, что стоимость многогнездовых пресс-форм значительно выше, чем одногнездовых. В массовом производстве для однотипных по конфигурации отливок проектируются типовые пресс-формы, а для ускорения изготовления широко применяются универсальные стандартные и специальные форм-пакеты.

Наиболее трудоемкими в обработке и дорогостоящими деталями пресс-формы являются вкладыши, оформляющие отливку. Стоимость их изготовления в 10 – 15 раз выше стоимости всех остальных деталей. Анализ экономической целесообразности использования многогнездовых пресс-форм показал, что для отливок средней сложности и массой до 0,15 кг из алюминиевых или магниевых сплавов оптимальное число гнезд – 6.

В массовом производстве крупногабаритных сложных отливок используются одногнездовые пресс-формы. Кроме того, одногнездовые пресс-формы применяются в тех случаях, когда из-за большого числа подвижных стержней изготовление многогнездовой пресс-формы невозможно.

Классификация пресс-форм по расположению камеры прессования. Машины для литья под давлением бывают с горячей, с горизонтальной холодной и с вертикальной холодной камерами прессования. Соответственно этому подразделяются и пресс-формы. Такое разделение вызвано тем, что в зависимости от устройства камеры прессования пресс-формы отличаются друг от друга конструкциями литниковых систем. В пресс-форме (рис. 4.5, а), устанавливаемой на машине с горизонтальной камерой прессования 2, расплавленный металл под действием поршня 1 из литниковой втулки 3 попадает в литниковый канал, расположенный сверху, чтобы металл до момента прессования не мог попасть в оформляющую полость самотеком. Затем металл

Витебский государственный технологический университет

поступает в общий распределительный литниковый канал 6 (коллектор), а оттуда через питатели 7 – в формообразующие полости 4. Для предотвращения быстрого износа вкладыша напротив литниковой втулки устанавливается сменная вставка 5.

В пресс-форме (рис. 4.5, б), устанавливаемой на машине с вертикальной камерой прессования 8, жидкий металл через мундштук 9 и литниковую втулку 10 обтекает рассекатель 11, а затем одновременно по литниковым каналам 7 поступает в формообразующие полости 4, формирующие отливку.

Классификация пресс-форм по степени механизации. Конструкции пресс-форм предусматривают использование специальных механизмов: фиксации подвижных стержней при открытом и закрытом положении пресс-формы; извлечения стержней из отливок при раскрытии пресс-формы; выталкивания отливок из подвижной части пресс-формы. Применение того или иного механизма в отдельности или их комбинаций влияет на общую конструкцию пресс-форм. Степень механизации пресс-формы определяется характером производства и конструкцией отливок. При этом необходимо применять наиболее простые и экономически целесообразные механизмы и устройства.

На рис. 4.6 приведена пресс-форма, в которой для освобождения отливки 2 необходимо только одно движение, т.е. достаточно перемещения подвижной части пресс-формы перпендикулярно плоскости разъема. В этой пресс-форме съем отливок производится подвижной плитой. Отливки 2 расположены во вкладыше 3 неподвижной полуформы. При раскрытии пресс-формы отливки остаются на стержнях 1 и вместе с подвижной полуформой перемещаются до тех пор, пока плита 10 не натолкнется на упоры литьевой машины. В плитах 9 и 10 находятся обратные толкатели 8, которые при дальнейшем перемещении полуформы упираются в плиту 7, снимающую отливки со стержней. Центрирование подвижной и неподвижной частей пресс-формы производится направляющими втулками 5 и колонками 4. Для предохранения плиты 7 от выпадения в нее ввернут ограничительный винт 6.

На рис. 4.7 представлена двухгнездовая пресс-форма, в которой для освобождения отливок требуется четыре движения. Внутренняя полость отливки оформляется подвижными стержнями 3, 11, 12, закрепленными штифтами 10 в ползунах 5, 9, 13, и неподвижными стержнями 2, 18, установленными в плите 17. Внешний контур отливки 6 оформляется вкладышами 1. Для удаления отливки из полости пресс-формы кроме основного движения, необходимого для разъема пресс-формы и выталкивания, требуется еще три дополнительных движения для извлечения подвижных стержней. При раскрытии пресс-формы ползуны 5 и 13 скользят по наклонным клин-пальцам 4, 14, закрепленными в неподвижной обойме 15, извлекая стержни из отливки 6. Ползун 9 перемещается реечным механизмом, включающим рейку 7, установленную в неподвижной обойме 15 и зубчатый валик 8, установленный в подвижной обойме 16. В процессе раскрытия пресс-формы валик перекатывается по неподвижной рейке, получает вращательное движение, которое преобразуется в поступательное движение ползуна 9.

Витебский государственный технологический университет

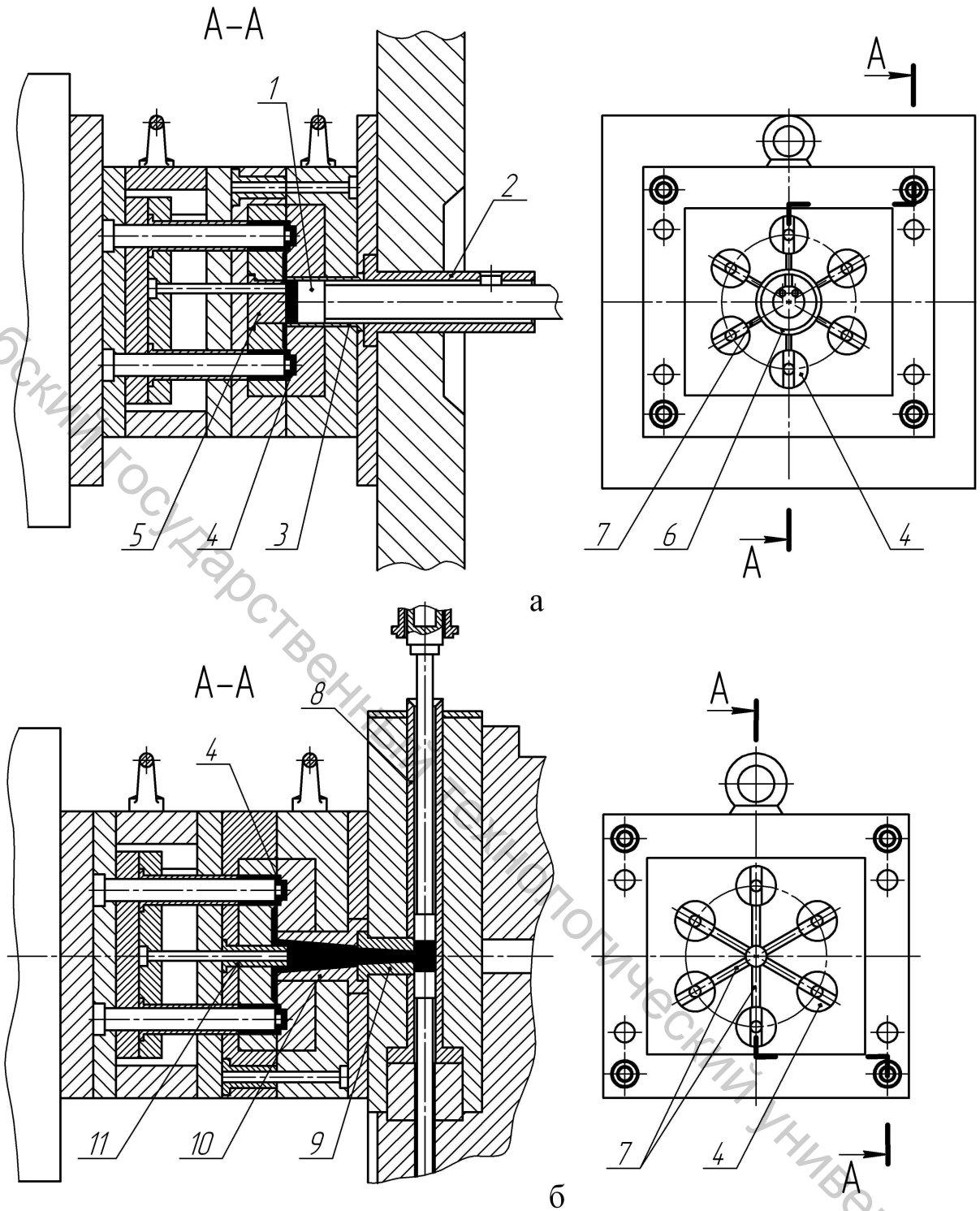


Рис. 4.5. Многогнёздовые пресс-формы для машин с холодной камерой прессования: а – горизонтальной; б – вертикальной:
1 – поршень; 2 – горизонтальная камера прессования; 3 – литниковая втулка; 4 – полость; 5 – сменная вставка; 6 – коллектор; 7 – питатели; 8 – вертикальная камера; 9 – мундштук;
10 – литниковая втулка; 11 – рассекатель

Витебский государственный технологический университет

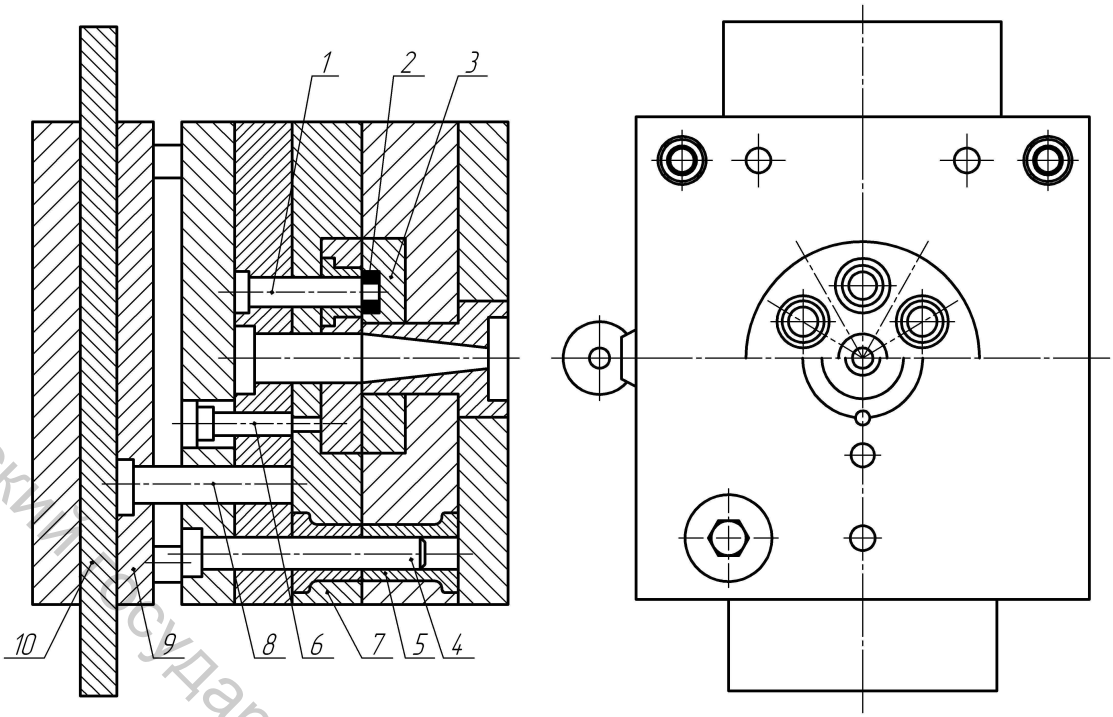


Рис. 4.6. Пресс-форма с выталкиванием отливок плитой:
1 – стержень; 2 – отливка; 3 – вкладыш; 4 – колонка; 5 – втулка;
6 – ограничительный винт; 7 – плита; 8 – обратный толкатель; 9, 10 – плиты

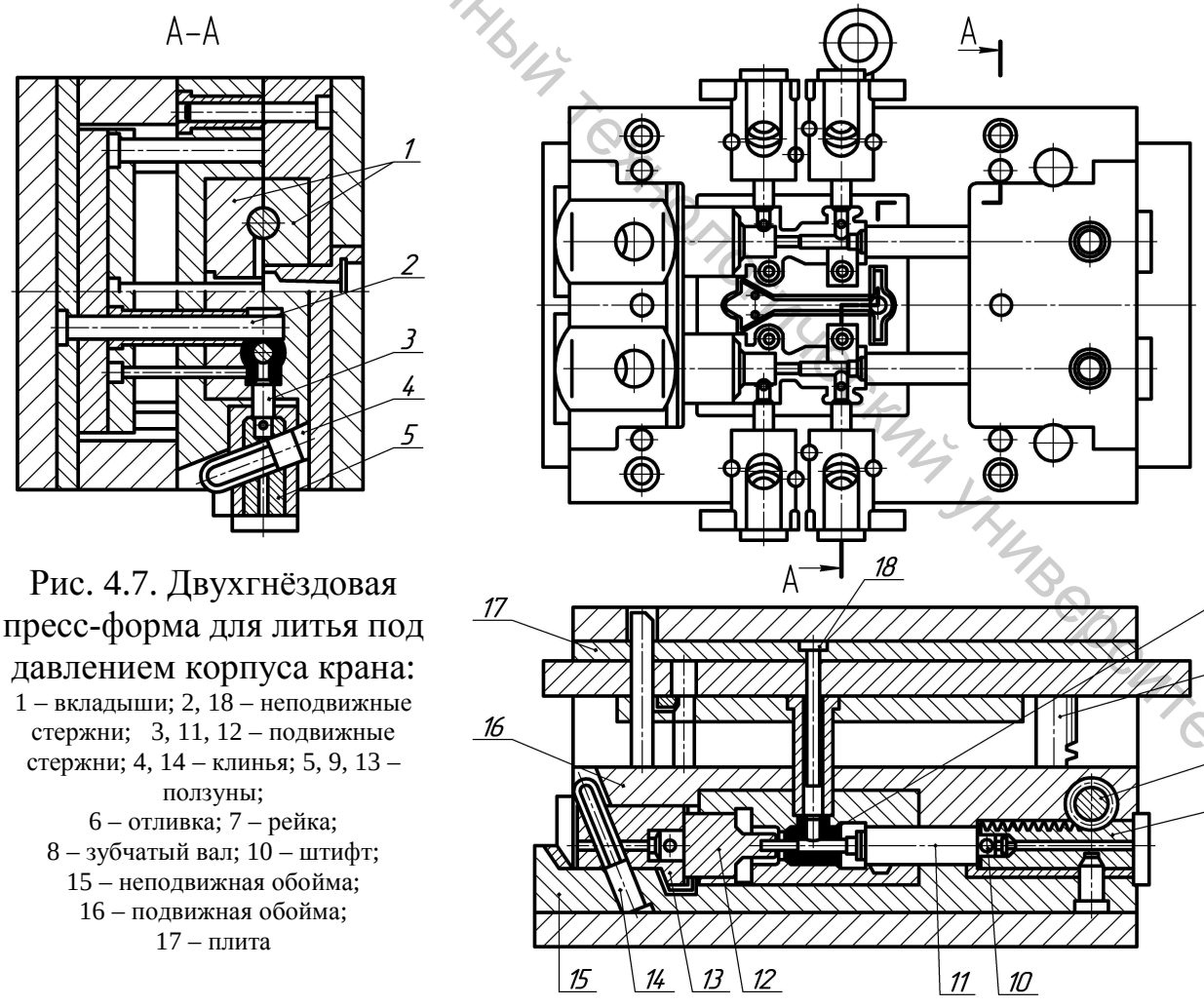


Рис. 4.7. Двухгнёздовая пресс-форма для литья под давлением корпуса крана:
1 – вкладыши; 2, 18 – неподвижные стержни; 3, 11, 12 – подвижные стержни; 4, 14 – клинья; 5, 9, 13 – ползуны;
6 – отливка; 7 – рейка;
8 – зубчатый вал; 10 – штифт;
15 – неподвижная обойма;
16 – подвижная обойма;
17 – плита

Витебский государственный технологический университет

В пресс-формах упрощённых конструкций извлечение подвижных стержней и выталкивание отливок осуществляется вручную (рис. 4.8). После раскрытия пресс-формы оператор поворотом рычага 1 вращает зубчатый валик 5 и перемещает ползун 3. В результате стержень 4 извлекается из отливки.

Выталкивание отливок осуществляется поворотом рычага 11. Зубчатый валик 10 приводит в движение рейку 9, закреплённую в плитах 7, 8. При движении плит 7, 8 выталкиватели 6 удаляют отливку.

Такие пресс-формы применяются в мелкосерийном производстве и, в некоторых случаях, при изготовлении отливок с арматурой, требующей ручной установки.

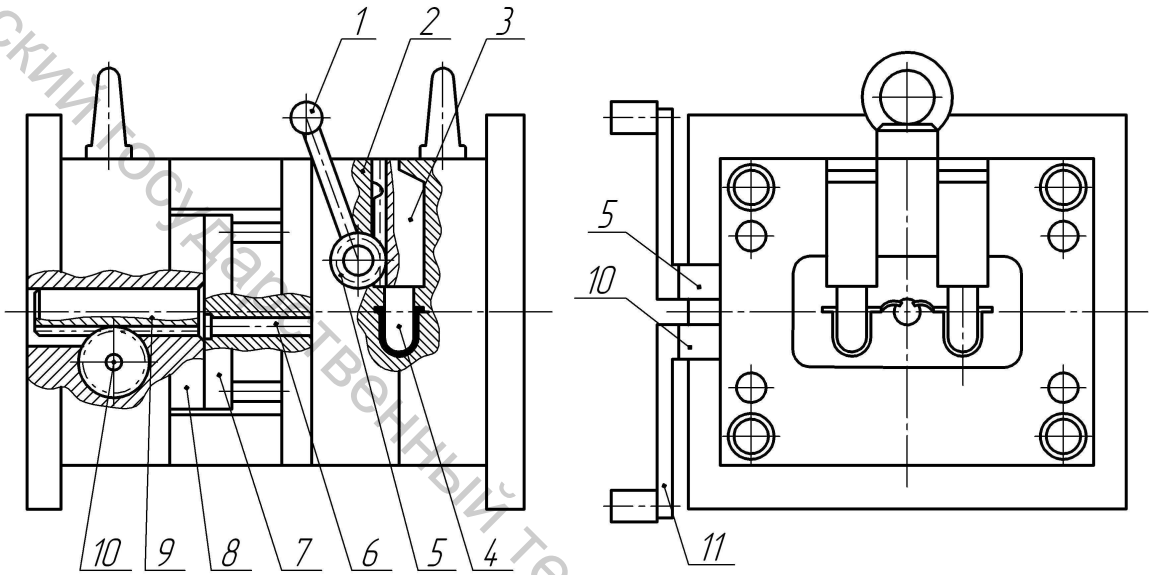


Рис. 4.8. Пресс-форма с ручным извлечением стержней и выталкиванием отливок:

1, 11 – рычаги; 2 – подвижная обойма; 3 – ползун; 4 – подвижный стержень; 5, 10 – зубчатый валик; 6 – выталкиватели; 7, 8 – плиты; 9 – рейка

В массовом производстве применяются автоматизированные пресс-формы (рис. 4.9), у которых извлечение подвижных стержней 4 осуществляется гидравлическими стержнеизвлекателями 1, 2, а удаление отливок гидравлическим постаментом 16. Во избежание столкновения выталкивателей со стержнями необходимо соблюдение определённой последовательности их движений, которая управляется специальной электрической системой.

Особые виды пресс-форм. Развитие технологий процессов литья под давлением и создание крупных литьевых машин позволяет изготовлять сложные по конфигурации крупногабаритные отливки. Масса пресс-форм для таких отливок достигает 25 т. Выдвижение стержней и выталкивание отливок осуществляется только автоматически. Съем тяжелых отливок, вытолкнутых из полости пресс-формы, производится специальным устройством – съемником, работающим в автоматическом или полуавтоматическом цикле машины.

Крупногабаритная пресс-форма для отливки шестицилиндрового блока автомобильного двигателя из алюминиевого сплава (рис. 4.10) состоит из двух частей, которые крепят к подвижной и неподвижной плитам машины.

Витебский государственный технологический университет

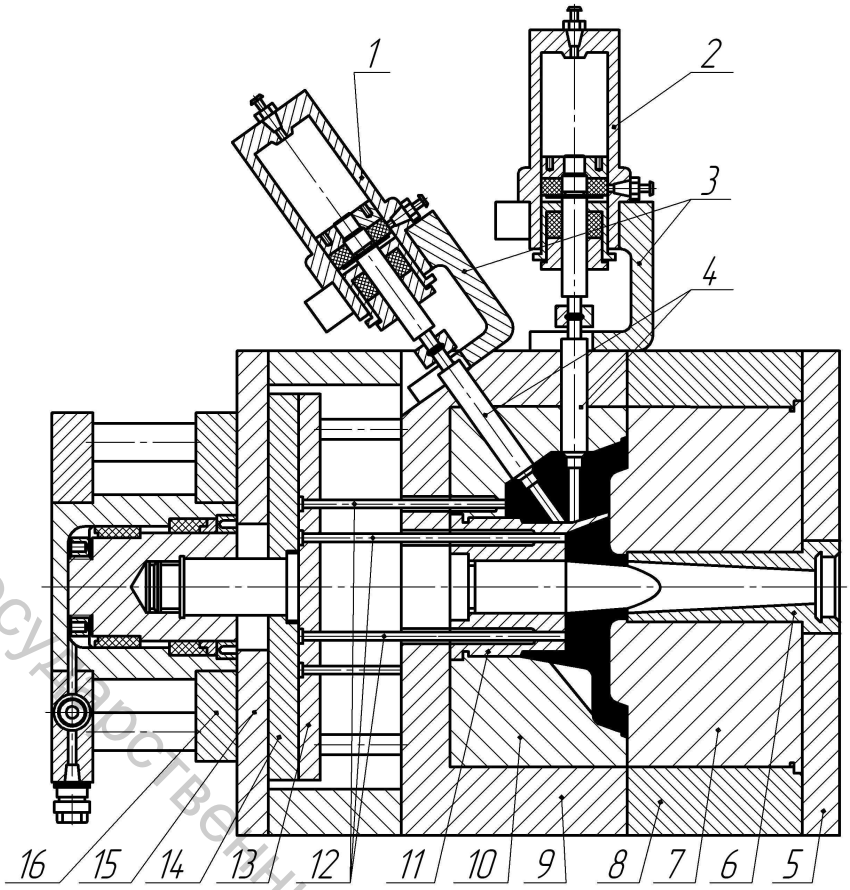


Рис. 4.9. Пресс-форма с гидравлическими стержнеизвлекателями:
1,2 – гидравлические стержнеизвлекатели; 3 – кронштейны; 4 – стержни подвижные; 5, 13, 14, 15 – плиты; 6 – втулка литниковая;
7, 10, 11 – вкладыши; 8, 9 – обоймы; 12 – выталкиватели; 16 – гидравлический постамент

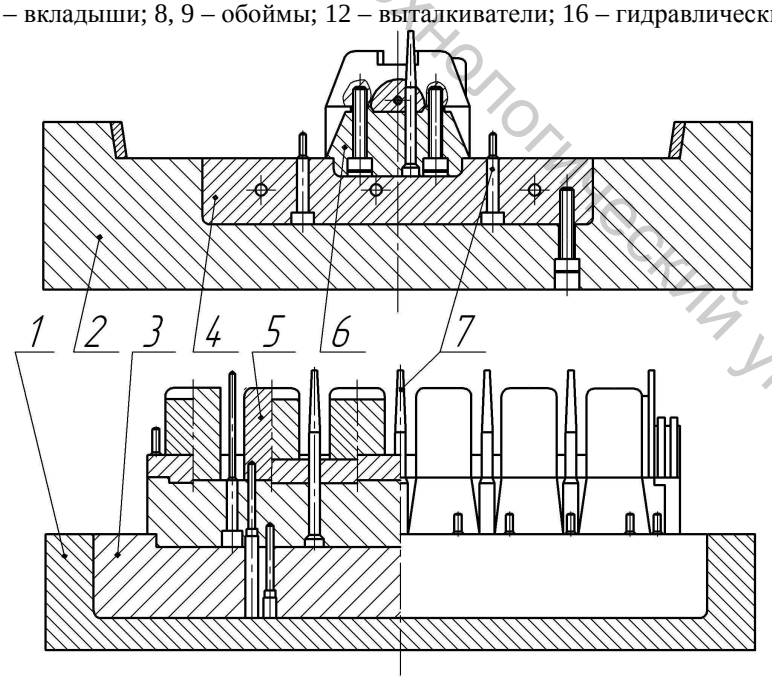


Рис. 4.10. Пресс-форма для литья под давлением шестицилиндрового блока цилиндров автомобильного двигателя:
1, 2 – подвижная и неподвижная обойма; 3, 4 – вкладыши; 5, 6 – вставки; 7 – стержни.

Отливка оформляется вкладышами 3, 4 и вставками 5, 6, смонтированными на неподвижной 2 и подвижной 1 обоймах. Свыше ста отверстий в отливке

Витебский государственный технологический университет

оформляются неподвижными стержнями 7. Камера прессования монтируется в неподвижной части пресс-формы. При раскрытии пресс-формы для извлечения подвижных стержней и освобождения отливки применяются гидравлические приводы, работа которых управляется распределителем, включенным в общую гидравлическую систему машины. После раскрытия пресс-формы и удаления подвижных стержней включается приспособление для извлечения отливки. Очень важно для обеспечения правильной работы подвижных деталей и сохранении высокого качества отливок – стабилизация температуры каждой части пресс-формы. В подвижной и неподвижной полуформах, а также во вкладышах находятся термопары и регуляторы расхода воды в системе охлаждения. Мелкие стержни охлаждаются в момент раскрытия пресс-формы струей сжатого воздуха.

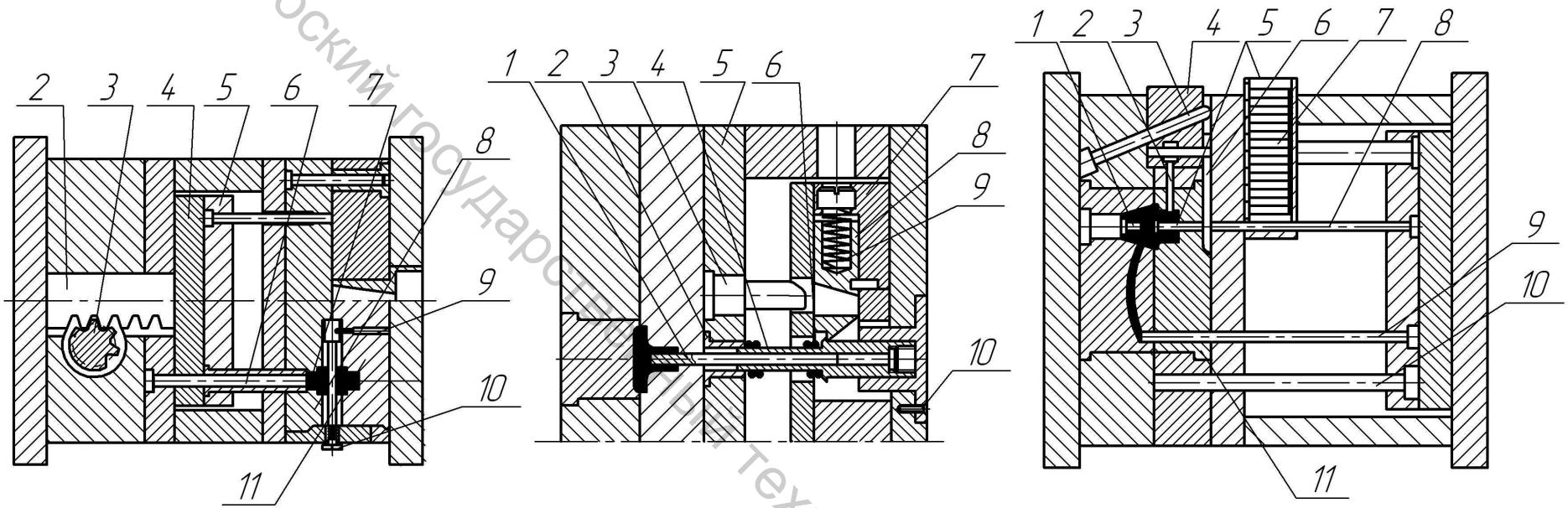
Пресс-формы для отливок с арматурой. Отливки с арматурой изготовляются в специальных пресс-формах, оснащённых устройствами для фиксации арматуры в том положении, в котором она должна находиться в отливке. Пресс-формы для армированных отливок могут быть ручные, полуавтоматические и автоматические.

В ручной пресс-форме (рис. 4.11, а) установку арматуры и выталкивание отливки производит оператор. Арматура 1 устанавливается в неподвижной части пресс-формы и удерживается в требуемом положении фиксаторами 9, 10. После раскрытия пресс-формы отливка 7 с залитой арматурой остаётся в подвижной полуформе. Выталкивание отливки осуществляется поворотом вручную зубчатого вала 3, находящегося в зацеплении с рейкой 2. Хвостовик рейки закреплён между плитами 4, 5, в которых смонтирован выталкиватель 6. Вращательное движение зубчатого вала преобразуют в поступательное движение толкателя 6.

В полуавтоматических пресс-формах (рис. 4.11, б) арматура устанавливается вручную, а выталкивание армированных отливок производится автоматически. Стержень-арматура 1 помещается до упора в выталкиватель 4, передвигающийся в направляющих втулках 2, 10. В процессе раскрытия пресс-формы плита 7натолкнётся на упорные штанги литьевой машины (на рисунке не показаны) и получит встречное движение. Ползун 8, находящийся в плите 7, захватывает за выступ выталкиватель 4 и производит удаление отливки вместе с арматурой. В паз ползуна 8 входит клин 3, который поднимает ползун 8 вверх, освобождая тем самым выталкиватель 4 от зацепления зубом. Освободившийся выталкиватель пружиной возвращается в исходное положение.

В автоматических формах (рис. 4.11, в) установка арматуры и выталкивание отливок полностью автоматизированы. Арматура 5 заранее закладывается в кассету 7, которая установлена напротив оформляющего гнезда. Арматура проталкивается в гнездо выталкивателем 8 при раскрытии пресс-формы. На боковом ползуне 4, приводимом в движение наклонным клин-пальцем 3, находится стержень 6 с заостренным краем. Этот стержень вклинивается между вкладышем 11 и арматурой, продвигаемой выталкивателем,

Витебский государственный технологический университет



а б в

Рис. 4.11. Пресс-форма для армированных отливок:
а – ручная: 1 – арматура; 2 – рейка; 3 – зубчатый вал; 4, 5 – плиты;
6 – выталкиватель; 7 – отливка; 8 – вставка; 9, 10 – фиксаторы;
б – полуавтоматическая: 1 – стержень-арматура; 2, 10 – направляющие втулки;
3 – клин; 4 – выталкиватель; 5 – плита; 6, 9 – пружины; 7 – плита; 8 – ползун;
в – автоматическая: 1, 2 – стержни; 3 – клин; 4 – ползун; 5 – арматура; 6 – стержень;
7 – кассета; 8, 9 – выталкиватель; 10 – толкатель.

Витебский государственный технологический университет

длина которого на 1,5 – 3 мм меньше длины основных выталкивателей. При закрытии пресс-формы, когда выталкиватели отводятся назад, стержень 6 фиксирует арматуру и предотвращает возможность выброса жидкого металла в полость, расположенную в полуформе, если по ошибке будет осуществлена запрессовка металла без арматуры. В боковом ползуне находится подвижный стержень 2, оформляющий внутреннее отверстие. Отливка удаляется выталкиватели 8 и 9. При закрытии пресс-формы выталкиватели возвращаются в исходное положение толкателем 10; при этом стержень 6 фиксирует положение арматуры.

Вакуумирование пресс-формы и камеры прессования. Литьё под давлением в вакууме имеет следующие особенности:

– отливки отличаются более плотной структурой и повышенными механическими свойствами;

– в отливках отсутствуют воздушные раковины, что позволяет производить термическую обработку без нарушения целостности;

– возможно получение крупных отливок при более низких на 10 – 15% давлениях прессования и с более тонкими стенками (на 25%).

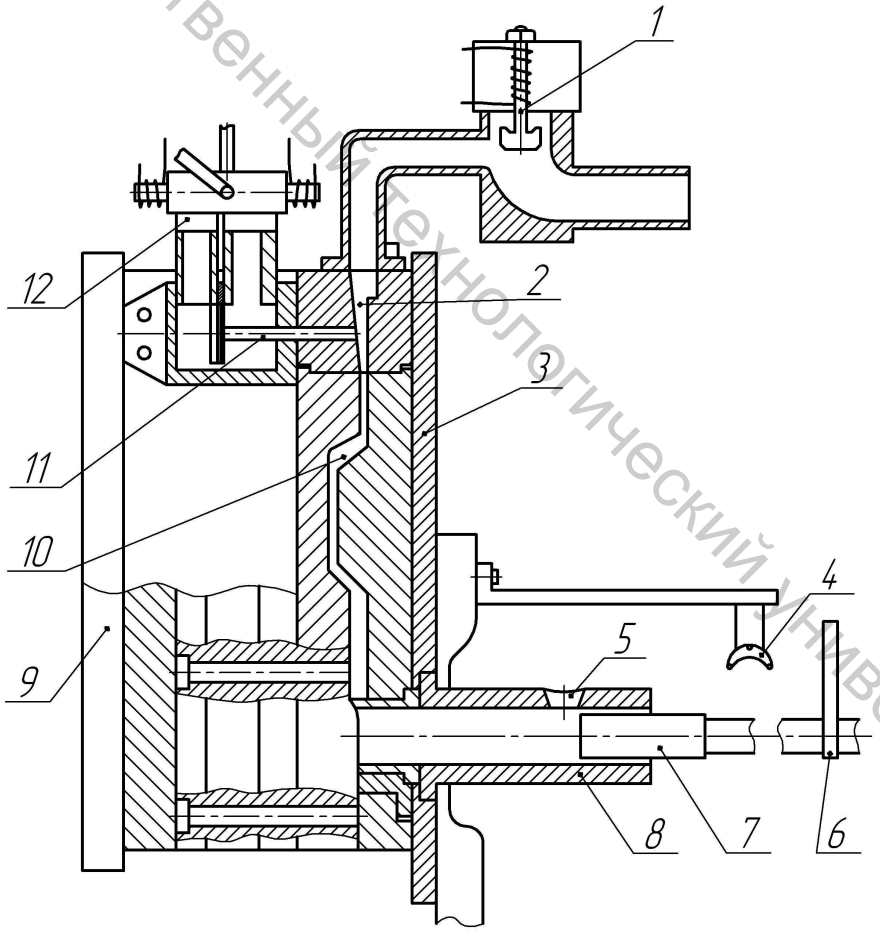


Рис. 4.12. Принципиальная схема пресс-формы для литья под давлением в вакууме:

1 – клапан; 2 – канал; 3, 9 – плиты; 4 – переключатель; 5 – окно; 6 – кулачок; 7 – поршень; 8 – камера; 10 – полость формы; 11 – выдвигающий стержень; 12 – соленоид

Витебский государственный технологический университет

Системы вакуумирования пресс-форм разделяют по следующим признакам: месту отсоса воздуха (плоскость разъёма формы, камеры прессования и т.д.); типу литьевой машины (с холодной или горячей камерами); степени автоматизации.

На рис. 4.12 показана пресс-форма с вакуумным устройством. В разъеме пресс-формы выполнен канал 2, который соединяет вакуумную систему с оформляющей полостью 10. Через канал 1 регулируется степень разряжения в полости пресс-формы и камере прессования. Специальное приспособление препятствует попаданию жидкого металла в вакуумную систему.

Жидкий металл заливается в камеру прессования 8 через окно 5, после чего поступает команда на прессование. Прессующий поршень 7 подается вперед и в момент перекрытия окна смонтированный на поршне кулачок 6 надавливает на переключатель 4 вакуумной сети. Мгновенно происходит открытие клапана 1 и полость 10 соединяется с работающей вакуумной системой. Полость вакуумируется прежде чем будет заполнена металлом. С некоторым опозданием включается соленоид 12, выдвигающий стержень 11 и перекрывающий канал 2. В остальном работа пресс-формы не отличается от работы обычных пресс-форм.

4.2. Стержнеизвлекающие механизмы пресс-форм

Клиновые механизмы предназначены для автоматического удаления стержней из тела отливки в процессе раскрытия пресс-формы (рис. 4.13).

На рис. 4.13, а приведен простейший клиновой механизм с наклонным цилиндрическим клином-пальцем. По клину-пальцу 1 при раскрытии пресс-формы скользит ползун 2 вместе со стержнем 6, который извлекается из отливки. Фиксация ползуна осуществляется замком 3. Угол α наклона клин-пальца 1 не должен превышать 25º. Длина рабочей части клин-пальца L зависит от максимального хода S ползуна:

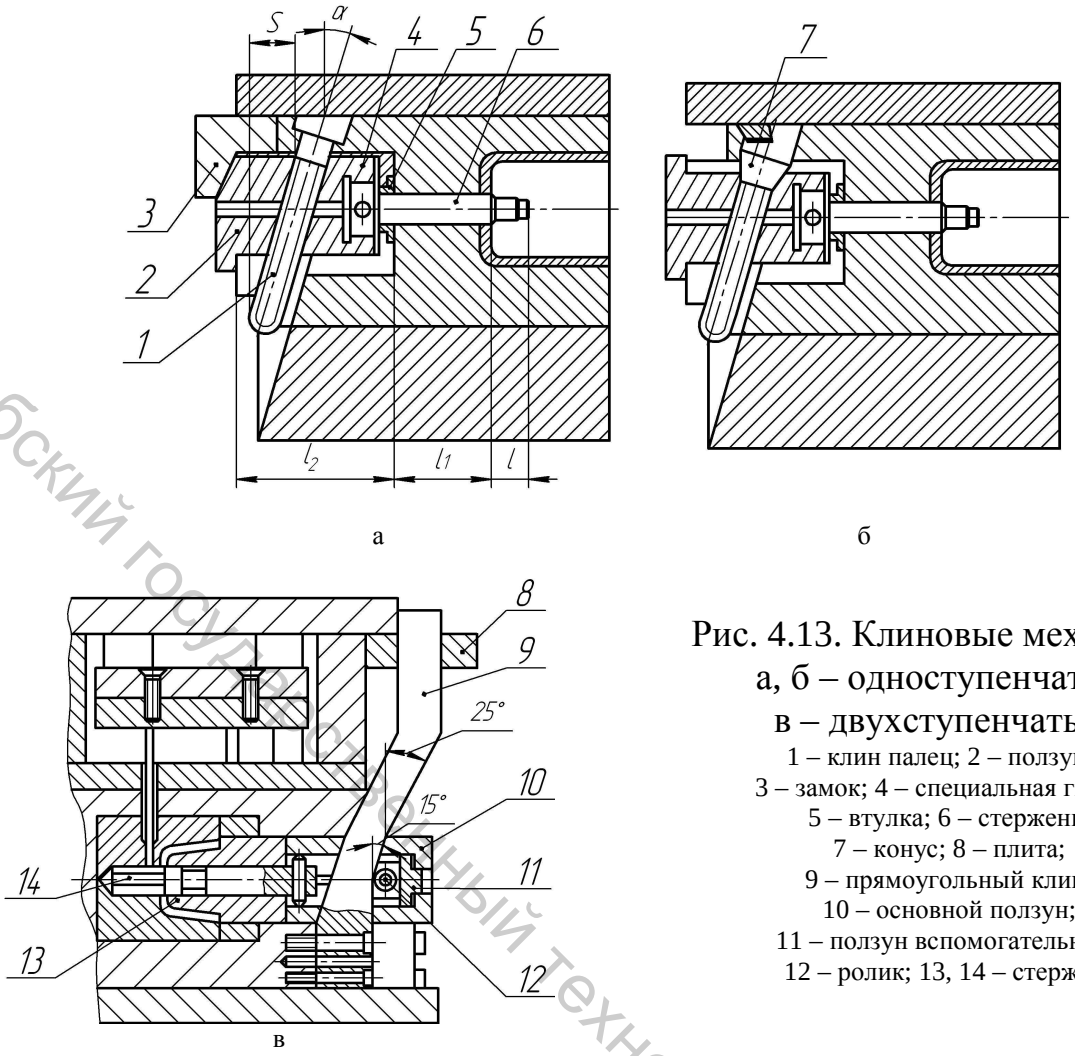
$$L = S/\sin\alpha = \left[l + \left(3 \div 5\right)\right]/\sin\alpha, \qquad (4.1)$$

где l – длина оформляющей части стержня. Длина направляющей части стержня $l_1 = l + \left(6 \div 10\right)$ мм; длина ползуна $l_2 = S + \left(2 \div 3\right)D$, где D – диаметр клин-пальца.

В целях предохранения от заедания ползун клинового механизма помещается в специальную гильзу 4. Втулка 5 предназначена для защиты трущихся частей ползуна от проникновения жидкого металла. Механизм с цилиндрическими клин-пальцами позволяет извлекать стержни на длину хода не более 90 мм.

Клин-палец с замком (рис. 4.13, б) используется для удаления стержней диаметром до 15 мм. Замковое устройство 7 выполняется на рабочей части клин-пальца в виде конуса с целью фиксации ползуна и стержня в процессе заполнения полости пресс-формы металлом под давлением.

Витебский государственный технологический университет



а б в

Рис. 4.13. Клиновые механизмы:
а, б – одноступенчатые;
в – двухступенчатый;
1 – клин палец; 2 – ползуны;
3 – замок; 4 – специальная гильза;
5 – втулка; 6 – стержень;
7 – конус; 8 – плита;
9 – прямоугольный клин;
10 – основной ползун;
11 – ползун вспомогательный;
12 – ролик; 13, 14 – стержни.

Двухступенчатые клиновые механизмы (рис. 4.13, в) осуществляют последовательное удаление боковых стержней. Один конец клина находится в неподвижной полуформе, а другой заходит в плиту 8, закреплённую на подвижной полуформе.

Центральное отверстие малого диаметра оформляется в отливке внутренним стержнем 14, проходящим через основной боковой наружный стержень большего диаметра. В основном ползуне 10 смонтирован ролик 12, соединённый с внутренним стержнем 14. Ролик установлен с возможностью перемещения относительно ползуна. В процессе раскрытия пресс-формы первоначально из отливки извлекается внутренний стержень 14 в результате перемещения ролика 12 участком клина, наклонённым под углом 15º к вертикальной оси. В процессе дальнейшего движения подвижной части пресс-формы начинается совместное вытягивание стержней 13, 14 основным ползуном 10, скользящим по второму участку клина, который имеет наклон 25º.

Клин-палец выполняется прямоугольного сечения и позволяет извлекать стержни больших поперечных размеров и длиной хода, превышающим 90 мм.

Реечные механизмы рекомендуется использовать при ходе стержней более 50 мм. На рис. 4.14 представлен реечный механизм для извлечения параллельно расположенных стержней. Механизм устроен следующим образом. Рейка 3 закреплена в неподвижной части пресс-формы, а зубчатый вал 5 и

Витебский государственный технологический университет

ползун 6 – в подвижной. При этом вал 5 находится в зубчатом зацеплении с неподвижной рейкой 3 и подвижным ползуном 6. В процессе раскрытия пресс-формы зубчатый вал поступательно перемещается вдоль неподвижной рейки и одновременно вращается вокруг свой оси (перекатывается по рейке). В результате реечному ползуну 6 сообщается поступательное движение и происходит извлечение стержня 1 из отливки. Для фиксации положения стержня в оформляющей полости предусмотрен замок 4.

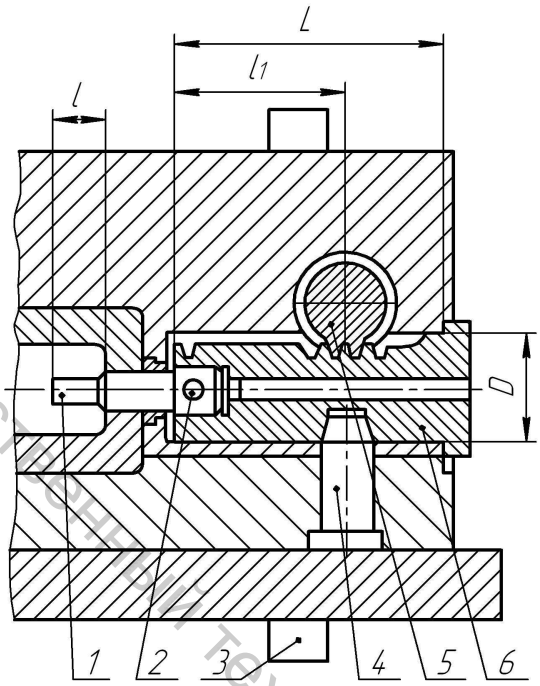


Рис. 4.14. Реечный механизм для извлечения стержней:
1 – стержень; 2 – штифт; 3 – рейка; 4 – замок; 5 – зубчатый вал; 6 – ползун.

В реечном механизме применяется зубчатая передача с модулем 3 – 4,5. При бóльшем модуле увеличиваются размеры пресс-формы. Полный ход S ползуна, который должен на несколько миллиметров превышать длину оформляющей части стержня *l*, определяется по формуле

$$S = nt + T, \qquad (4.2)$$

где n – число шагов на рейке ползуна; t – шаг зубьев рейки; T – добавочное расстояние на выход и вход зубчатого вала в зацеплении (таблица 4.1).

Таблица 4.1

Значения t и T для рабочего зацепления, мм

Модуль зуба	t	T
3	9,42	18,4
4	12,56	24,6
5	15,70	30,7

Длина ползуна $L = S + 2t$. Расстояние l_1 от торца ползуна до оси зубчатого валика определяется по эмпирической формуле: $l_1 = S + 1,2D$, где D – диаметр отверстия для ползуна.

Комбинированные (реечно-клиновые) механизмы применяются для

Витебский государственный технологический университет

устранения недостатков, присущих клиновым и реечным механизмам в отдельность каждому. На рис. 4.15 представлен комбинированный механизм, в котором сочетаются конструктивные элементы реечного механизма: зубчатый вал, рейки (подвижная, неподвижная) и элементы клинового механизма: клин-палец, ползун. Общим конструктивным элементом является реечный ползун, в которым выполнен наклонный паз.

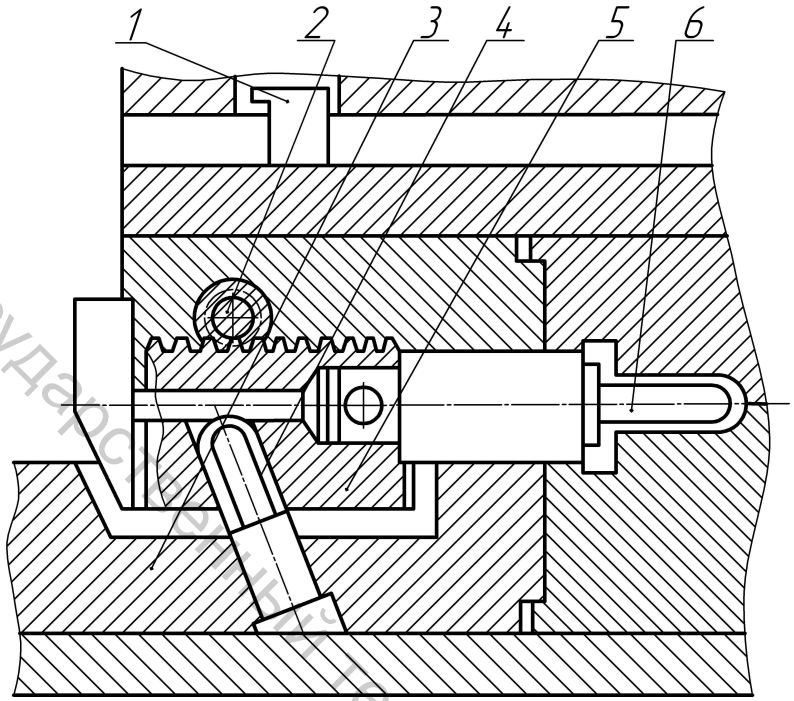


Рис. 4.15. Комбинированный механизм для извлечения стержней:
1 – рейка; 2 – зубчатый вал; 3 – обойма; 4 – клин; 5 – ползун; 6 – стержень.

Комбинированный механизм работает последовательно. Первоначально стержень из отливки извлекает клиновой механизм, а потом – реечный.

При раскрытии пресс-формы клин-палец 4 перемещает ползун 5 на небольшое расстояние, обеспечивающее отрыв стержня 6 от отливки. Ползун 5 упирается в ограничитель, а клин-палец 4 выходит из наклонного отверстия в ползуне 5. При дальнейшем раскрытии пресс-формы рейка 1 вступает в зацепление с валиком 2, который перемещает ползун 5 вместе со стержнем 6 до полного его выхода из отливки. Рассматриваемый механизм предназначен для пресс-форм, в которых при извлечении больших боковых стержней (диаметром более 300 мм и с длиной оформляющей части более 50 мм) приходится преодолевать значительную силу сцепления стержня с отливкой.

Гидравлический привод стержней используется в большинстве конструкций современный литьевых машин (рис. 4.16). Привод представляет собой гидроцилиндр двойного действия, который устанавливается на одной из полуформ, чаще всего на подвижной. Поршень 2 гидроцилиндра 1 закреплён на штоке 5, который посредством разрезной муфты 6 соединяется с хвостовиком стержня 8. Поршень под давлением рабочей жидкости вводит стержень 8 в зону пресс-формы, а при обратном ходе – выводит стержень 8. Управление

Витебский государственный технологический университет

гидроцилиндром осуществляется золотником литьевой машины или специальным распределительным устройством.

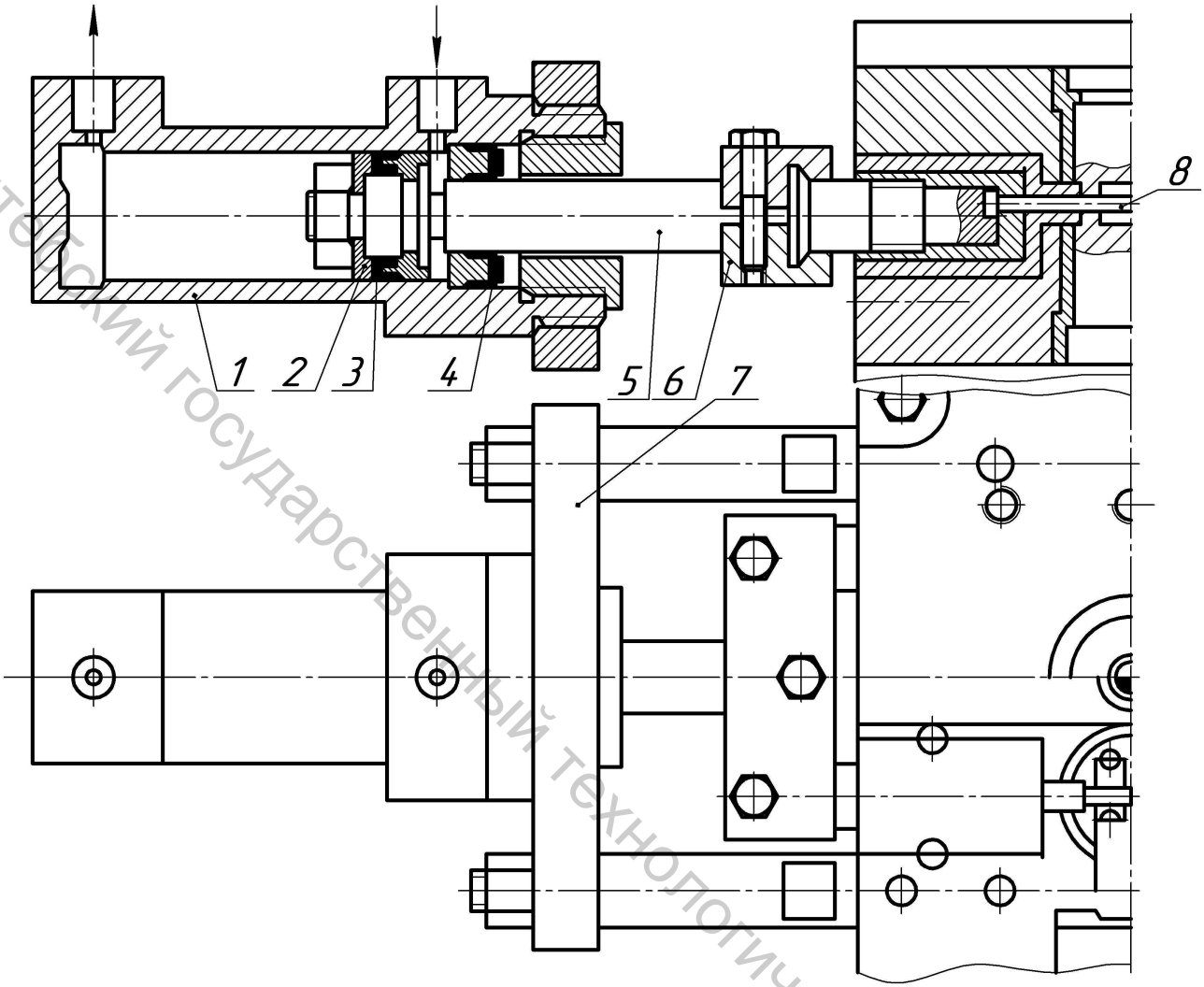


Рис. 4.16. Гидравлический привод:
1 – гидроцилиндр; 2 – поршень; 3 – манжета; 4 – сальник; 5 – шток; 6 – муфта;
7 – кронштейн; 8 – стержень.

Витебский государственный технологический университет

4.3. Механизмы фиксации стержней

Замковые механизмы применяются для надежной фиксации подвижных стержней в рабочем положении в процессе заполнения оформляющей полости металлом. В пресс-формах используется несколько конструкций замковых механизмов.

На рис. 4.17, а представлен клиновой замковый механизм, устанавливаемый снаружи пресс-формы, и крепящийся болтами и штифтами к пресс-форме. Такие замковые механизмы применяются при малых усилиях вытягивания стержней.

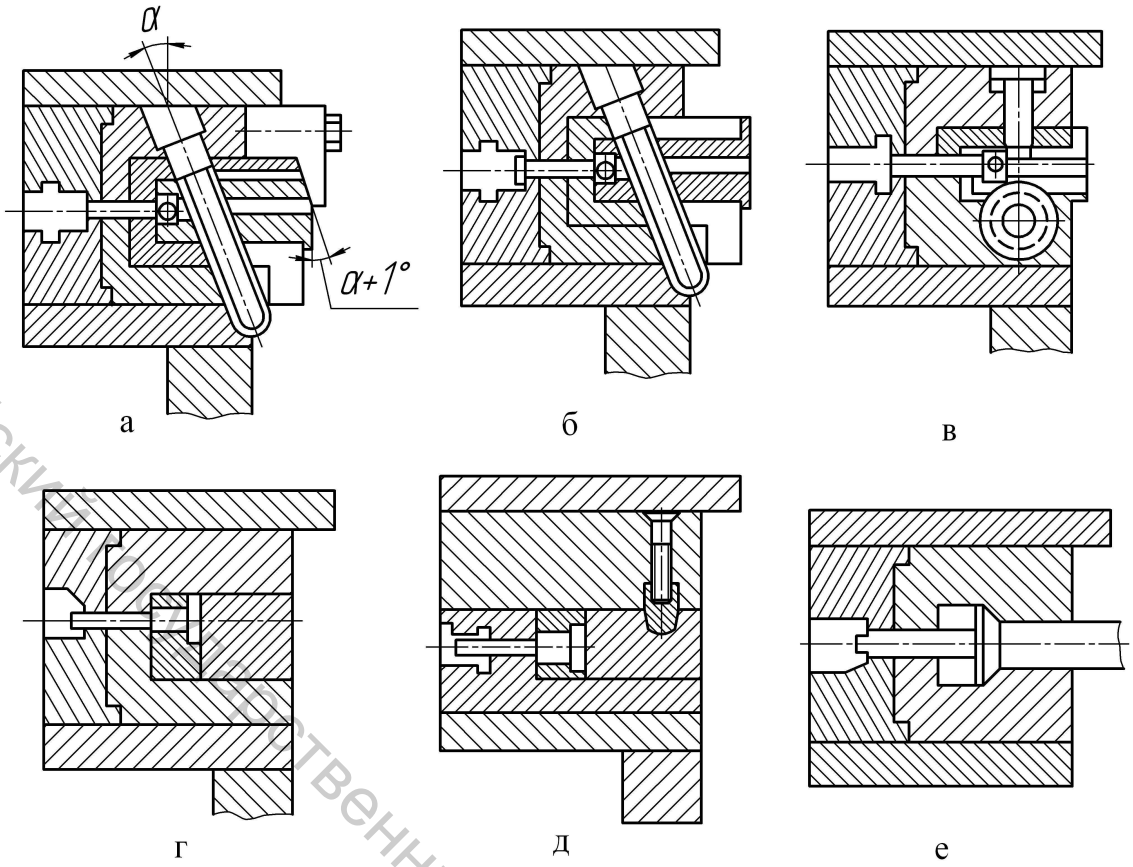


Рис. 4.17. Замковые механизмы для фиксации подвижных стержней в закрытой пресс-форме:
а – клиновой; б – конический; в – пальцевый; г – цельный с неподвижной обоймой; д – врезной; е – цельный с подвижной обоймой.

Конический замковый механизм на клин-пальце (рис. 4.17, б) используется при ограниченном конструктивном пространстве и близком расположении деталей. Рекомендуемый угол наклона клина 12 – 15^0. Конические замковые механизмы применяют в пресс-формах малых размеров и незначительных осевых усилиях.

Пальцевый замковый механизм (рис. 4.17, в) используется при наличии свободного места для размещения в неподвижной обойме, а также в случае применения реечного механизма извлечения стержня. Пальцевые замки рекомендуется применять при небольших усилиях вытягивания стержней.

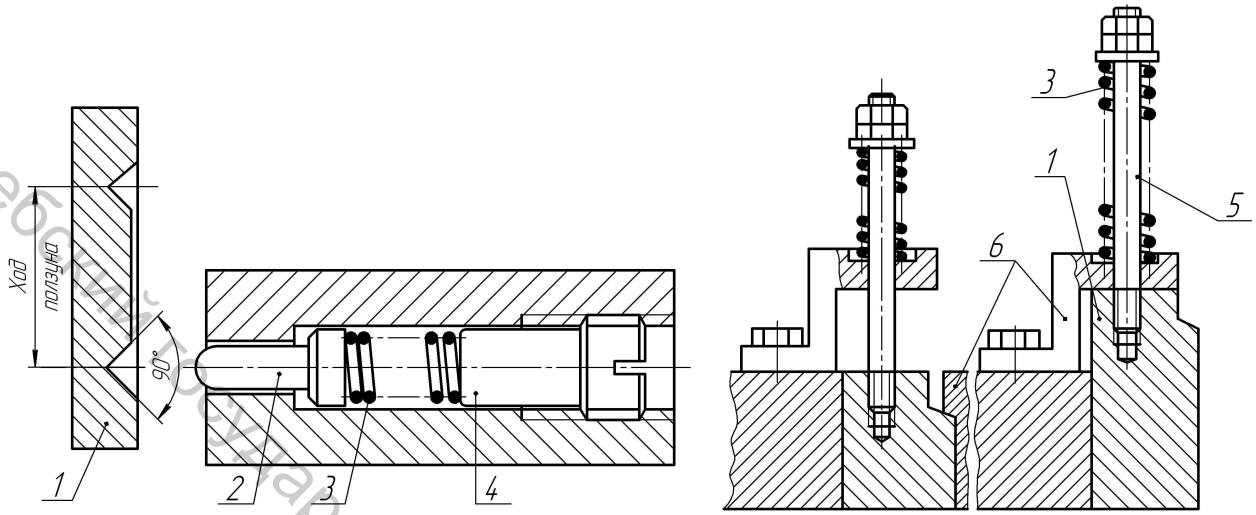
Замковый механизм выполняется как одно целое с неподвижной обоймой (рис. 4.17, г) и применяется при симметричном расположении боковых стержней и ползунов больших размеров по обеим сторонам пресс-формы. Для уменьшения износа наклонных поверхностей таких замков их армируют стальной пластиной.

Врезной замковый механизм (рис. 4.17, д) следует использовать для длинных плоских ползунов при больших усилиях извлечения стержней. В гидравлическом приводе при больших усилиях вытягивания замковый механизм рекомендуется выполнять за одно целое с подвижной обоймой (рис. 4.17, е).

Механизмы фиксации стержней в раскрытом положении. Рейка или клин-палец в процессе раскрытия пресс-формы могут выходить из зацепления. В

Витебский государственный технологический университет

процессе закрытия пресс-формы в результате смещения ползунов рейка или клин-палец могут не войти в зацепление. Для предотвращения неизбежной в этом случае поломки деталей пресс-формы применяются различные устройства для фиксации ползунов в крайнем выдвинутом положении (рис. 4.18).



а б

Рис. 4.18. Механизмы фиксации стержней ловителем (а) и упором (б):
1 – ползун; 2 – ловитель; 3 – пружина; 4 – пробка; 5 – штанга; 6 – неподвижный упор.

Фиксация ползунов осуществляется двумя способами. В одном случае фиксирование осуществляется ловителем 2 по специальным отверстиям, выполненным в ползуне 1 (рис. 4.18, а). Такие фиксаторы не всегда обеспечивают надёжное удержание ползунов во время работы. В процессе раскрытия пресс-формы ползун приобретает определённую скорость. Чем больше масса и скорость ползуна, тем большую кинетическую энергию он накопит после выхода из зацепления с рейкой или клин-пальцем. В результате ползун по инерции проскакивает положение фиксации.

Второй способ более надёжный. Ползун фиксируется в результате прижима подпружиненной штангой 5 к неподвижному упору 6 (рис. 4.18, б). Остановка движущегося ползуна сопровождается ударом, а при наличии большого количества ползунов работа пресс-формы сопровождается нежелательным шумовым эффектом.

4.4. Механизмы выталкивания отливок

Все механизмы выталкивания разделяются на ручные и механические. Ручные механизмы применяются крайне редко, например, в опытном производстве или при установке сложной арматуры. Ручные механизмы могут быть реечными, эксцентриковыми или шарнирными.

Сущность механического привода выталкивателей заключается в том, что в процессе раскрытия пресс-формы плиты выталкивателей упираются в

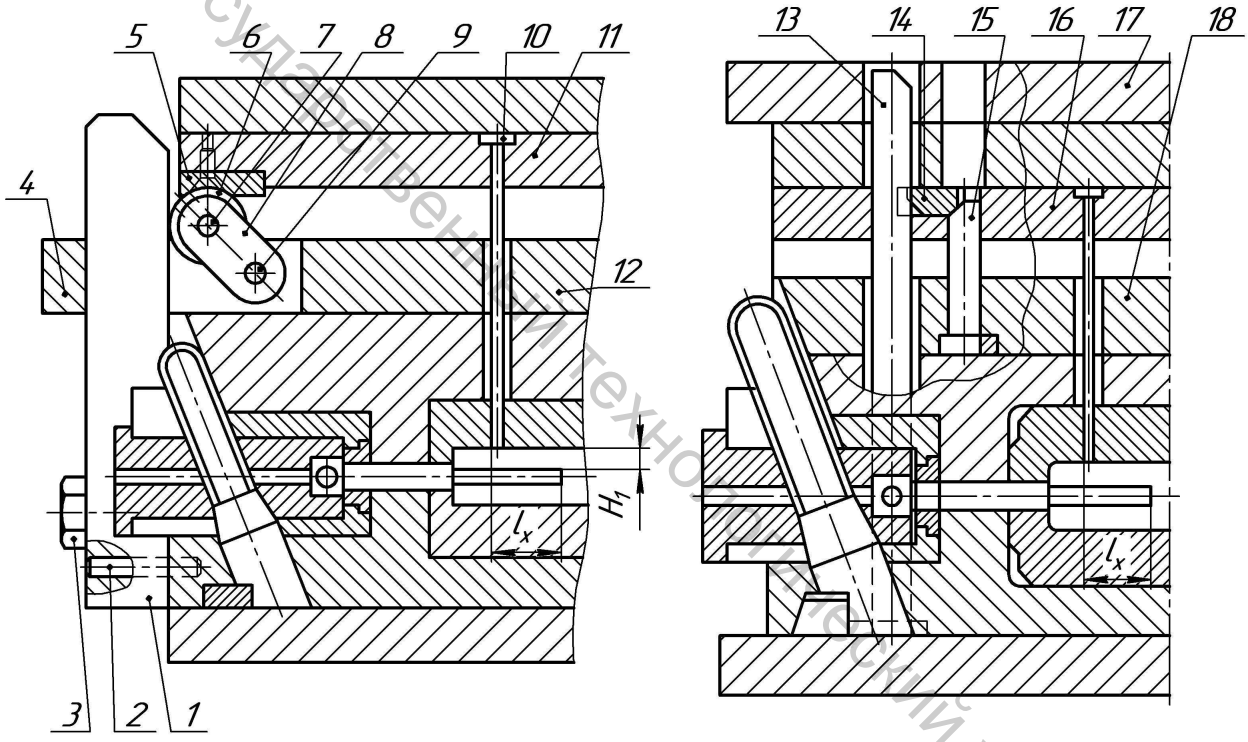
Витебский государственный технологический университет

неподвижные упоры литьевой машины, а вся пресс-форма продолжает движение (рис. 4.2) В результате происходит изменение положение выталкивателей относительно подвижного вкладыша и находящейся в нём отливки, которая выталкивается.

В рабочее положение выталкиватели возвращаются при смыкании пресс-формы обратными толкателями, находящимися в плитах выталкивателей и упирающимися в неподвижную часть пресс-формы.

В некоторых случаях боковые ползуны или стержни в момент закрытия пресс-формы пересекаются с толкателями. Для предотвращения столкновения и неизбежной поломки применяются специальные механизмы отвода плит выталкивателей.

Используются следующие конструкции таких механизмов (рис. 4.19).



а б

Рис. 4.19. Механизмы предварительного отвода плит выталкивателей:
а – серьгой; б – ползушкой;
1 – толкач; 2 – штифт; 3 – болт; 4 – скоба; 5 – планка; 6 – ролик; 7, 9 – оси; 8 – серьга;
10 – выталкиватель; 11, 12 – плиты; 13 – толкач; 14 – ползушка; 15 – замок;
16, 17, 18 – плиты

На рис. 4.19, а представлен механизм отвода плиты выталкивателей серьгой. К неподвижной половине пресс-формы крепиться болтами 3 и фиксируется штифтами 2 толкач 1 со скосом на конце. Один конец серьги 8 находится на оси 9. На другом конце серьги на оси 7 установлены два ролика,

Витебский государственный технологический университет

один из которых соприкасается с толкачом 1, а второй – с закаленной планкой 5, закреплённой на плите 11. Для предохранения отжима толкача 1 на подкладной плите 12 закреплена упорная скоба 4.

При закрытии пресс-формы один из роликов 6 обкатывает поверхность скоса неподвижного толкача 1 и поворачивает серьгу 8 вокруг оси 9. Второй ролик соприкасается с планкой 5 и сообщает плите толкателей 11 движение в обратном направлении, т.е. производит предварительный отвод. На пресс-форме устанавливается два таких механизма – один против другого. Они применяются в том случае, когда расстояние H_1 между стержнем и выталкивателем определяется неравенством

$$H_1 < l_x ctg\alpha,$$

где l_X – длина отрезка стержня, на котором он может столкнуться с выталкивателем;

α – угол наклона клин-пальца.

Механизм отвода выталкивателей с помощью ползушки работает следующим образом (рис. 4.19, б). В неподвижной части пресс-формы установлен толкач 13 со скосом на конце под углом 45^0. Длина толкача меньше на 2 – 8 мм длины всей пресс-формы. В подкладной плите 18 закреплен замок 15 со скосом на конце под углом 45º. Толкач и замок фиксируются шпонками. В гнезде плиты выталкивателей 16 находится ползушка 14 со скосом с двух сторон под углом 45^0. При закрытии пресс-формы толкач 13 упирается скосом в ползушку 14, скользящую по замку 15, и отводит плиту 16 на величину полного хода выталкивателей. При этом боковой стержень входит в полость пресс-формы, не сталкиваясь с выталкивателем. При дальнейшем закрытии пресс-формы плита 16 вместе с прижимной плитой доходит до плиты основания 17, а ползушка 14, соскользнув с замка 15, отодвигается скосом толкача в сторону. При раскрытии пресс-формы толкач 13, скользя по ползушке 14, заставляет ее упираться скосом в замок 15, что исключает возможность перемещения плиты 16. Происходит задержка выталкивания на длину раскрытия пресс-формы, необходимую для выхода стержня из опасной зоны. После того как стержень выйдет из оформляющей полости на расстояние, гарантирующее от столкновения с выталкивателем, толкач 13 освобождает ползушку 14. Под действием скоса замка 15 она отодвигается в сторону толкача и скользит по нему, а плита 16 вместе с выталкивателями осуществляет удаление отливки.

Механизм отвода выталкивателей ползушкой рекомендуется использовать в пресс-формах с клиновым или реечным механизмами извлечения стержней при ходе выталкивания до 50 мм. При большем ходе выталкивания увеличивается длина толкача, а в результате этого и размеры пресс-формы. Поэтому в указанных случаях применяются механизмы предварительного отвода выталкивателей серьгой с роликом.

Витебский государственный технологический университет

4.5. Системы термостабилизации пресс-форм

Предварительный нагрев пресс-форм позволяет избежать таких дефектов поверхности отливок, как неслитины, неспаи, узорчатость и др. Кроме того, предварительный нагрев предупреждает поверхностное трещинообразование, возможное при резком тепловом ударе. Перед началом работы пресс-формы должны быть подогреты до температуры, установленной при разработке технологических режимов и откорректированной в процессе освоения пресс-форм.

Предварительный нагрев пресс-форм осуществляется различными способами:

– заливкой горячего сплава в камеру прессования с последующей подачей в полость пресс-формы и некоторой выдержкой сплава в ней. В этом случае одновременно подогревается пресс-форма и стакан камеры прессования. Интенсивность такого нагрева во времени максимальная. Тем не менее, его нельзя рекомендовать, так как при заливке даже неполными порциями горячий сплав может привариться к стержням. К тому же, вследствие теплового удара на поверхности пресс-формы образуется сетка трещин;

– пламенем газовой горелки или паяльной лампы. Обогрев паяльной лампой допустим только при условии перекрытия железными или медными листами лицевых поверхностей пресс-формы с направлением пламени лампы на эти листы. Для уменьшения потерь теплоты пресс-форму снаружи защищают теплоизоляционными листами. Предпочтительным является нагрев пресс-формы специальной кассетой, на которую направляется пламя, или газовыми горелками, изогнутыми по конфигурации полости;

– электрокассетой, устанавливаемой в оформляющие гнезда при неполном раскрытии полуформ. Однако такой нагрев считается жестким и к тому же дорогостоящим;

– нагретой выше 100º С жидкостью (маслом или лучше невоспламеняющейся жидкостью), циркулирующей по каналам в теле пресс-формы.

Охлаждение пресс-форм в процессе работы. Перегрев пресс-форм снижает темп работы или вызывает необходимость остановки машины. Для повышения производительности труда, а также для улучшения качества отливок и повышения стойкости пресс-форм предусматриваются различные системы охлаждения. Эти системы предназначены не только для быстрого отвода теплоты от отливки, но и для создания направленного затвердевания отливки, выравнивания и регулирования температурного поля пресс-форм.

Наиболее распространен способ охлаждения пресс-форм водой, циркулирующей по каналам, расположенным в обоймах или вкладышах (рис. 4.20, а). Вода к пресс-форме подводится по резиновым трубкам 2 через штуцера 1, ввернутые в обоймы или вкладыши. Каналы изготовляются чаще всего сверлением. Поперечные каналы заглушаются пробками 4.

Витебский государственный технологический университет

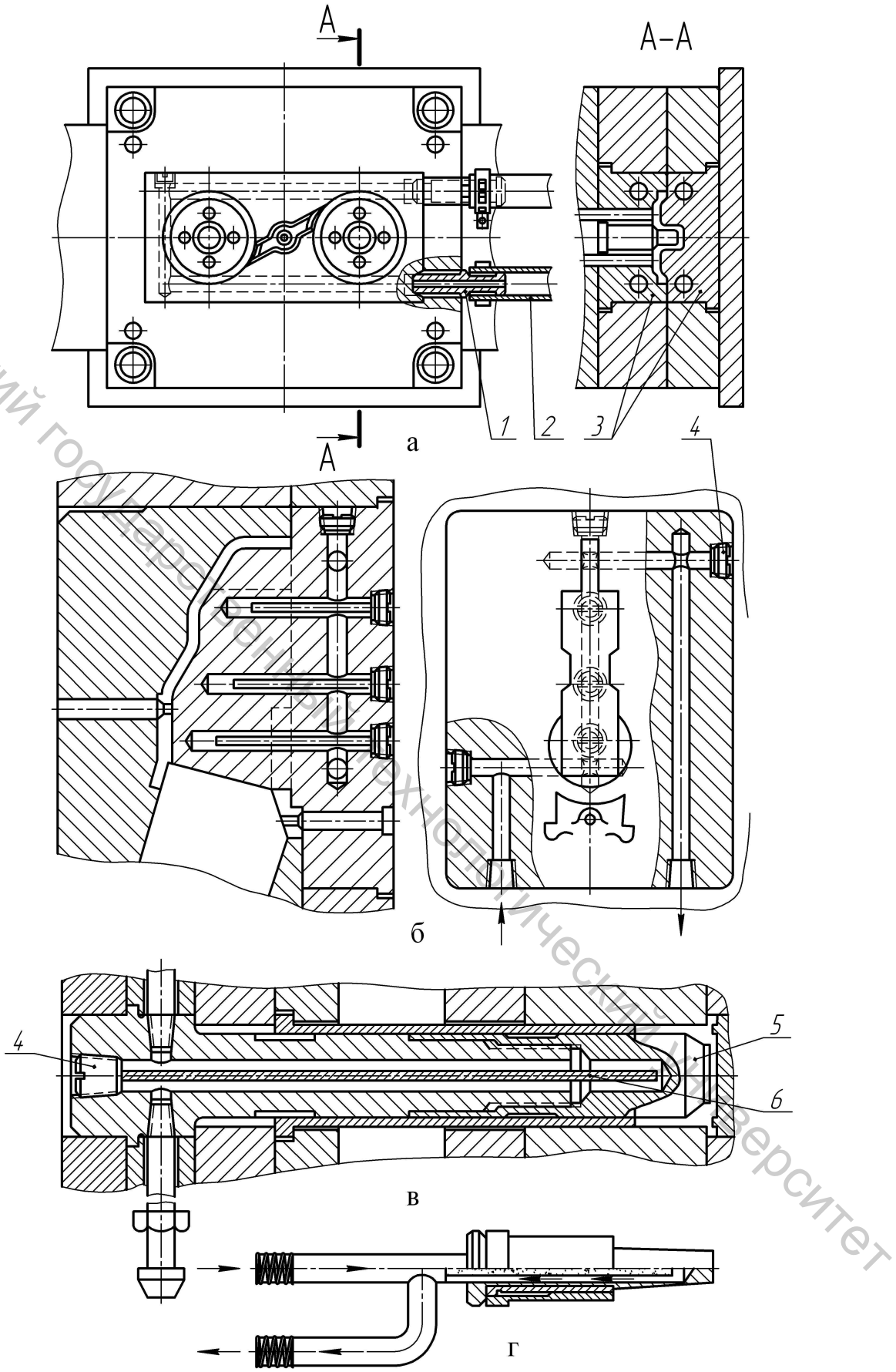


Рис. 4.20. Охлаждение вкладышей (а, б), неподвижных стержней (в) и подвижных (г):

1 – штуцер; 2 – подводящая трубка; 3 – вкладыши; 4 – пробка; 5 – стержень; 6 – перегородка.

Витебский государственный технологический университет

Охлаждение непосредственно вкладышей или вставок осуществляется через разветвленную систему каналов (рис. 4.20, б), число которых зависит от конфигурации отливки, интенсивности охлаждения и массы заливаемого металла. В крупногабаритных неподвижных стержнях, например, в пресс-форме для литья под давлением блока цилиндров автомобильного двигателя, вода подается автономно через отдельные штуцера в каждую.

Неподвижные центральные стержни охлаждаются через штуцера, ввернутые в их посадочную часть в крепежной плите подвижной полуформы (рис. 4.20, в). Циркуляция воды осуществляется с помощью перегородки, разделяющей охлаждающий канал. Для охлаждения подвижных стержней (рис. 4.20, г) значительной длины применяется система трубок, ввернутых в стержень и перемещающихся вместе с ним по клин-пальцу при раскрытии пресс-формы.

Водяное охлаждение наиболее эффективно в том случае, когда охлаждающие каналы расположены в непосредственной близости от отливки и литниковой втулки. Для быстрого охлаждения пресс-остатка и литников вокруг литниковой втулки рекомендуется выполнить отдельную полость, в которой циркулирует вода.

При необходимости интенсивного охлаждения, например при литье латунных фитингов, вместо умеренного охлаждения через обоймы (рис. 4.21, а) рекомендуется вводить дополнительные обоймы-холодильники вокруг вкладышей (рис. 4.21, б). Обоймы холодильники представляют собой рамку или плиту с множеством просверленных отверстий, образующих систему, которая позволяет осуществлять прямоточное движение охлаждающей воды. Холодильники позволяют снизить тепловую нагрузку, причем при выходе из строя обойм-холодильников их можно быстро заменить.

Кроме охлаждения водой осуществляется интенсивная обдувка поверхностей пресс-форм сжатым воздухом после каждой заливки.

Вентиляция пресс-форм. Во время заливки жидкого сплава необходимо удаление воздуха из оформляющей полости пресс-формы для того, чтобы улучшить качество отливки (уменьшить возможность образования газовых и воздушных раковин).

Одной из основных причин образования раковин является трудность вытеснения воздуха из оформляющей полости при заполнении ее расплавом. Поэтому литниковые системы и вентиляционные каналы в пресс-формах устраиваются таким образом, чтобы воздух постепенно вытеснялся из полости пресс-формы по мере ее заполнения.

Вентиляционные каналы должны быть такими, чтобы брызги расплава при распылении или струя расплава не могли бы закупорить их. Встречные движения расплава и воздуха не допускаются, так как в этом случае воздух не успевает уйти через каналы, и образуются раковины.

В пресс-формах также устраиваются сливные резервуары (промывники), куда вытесняется воздух при поступлении первой порции жидкого металла.

Витебский государственный технологический университет

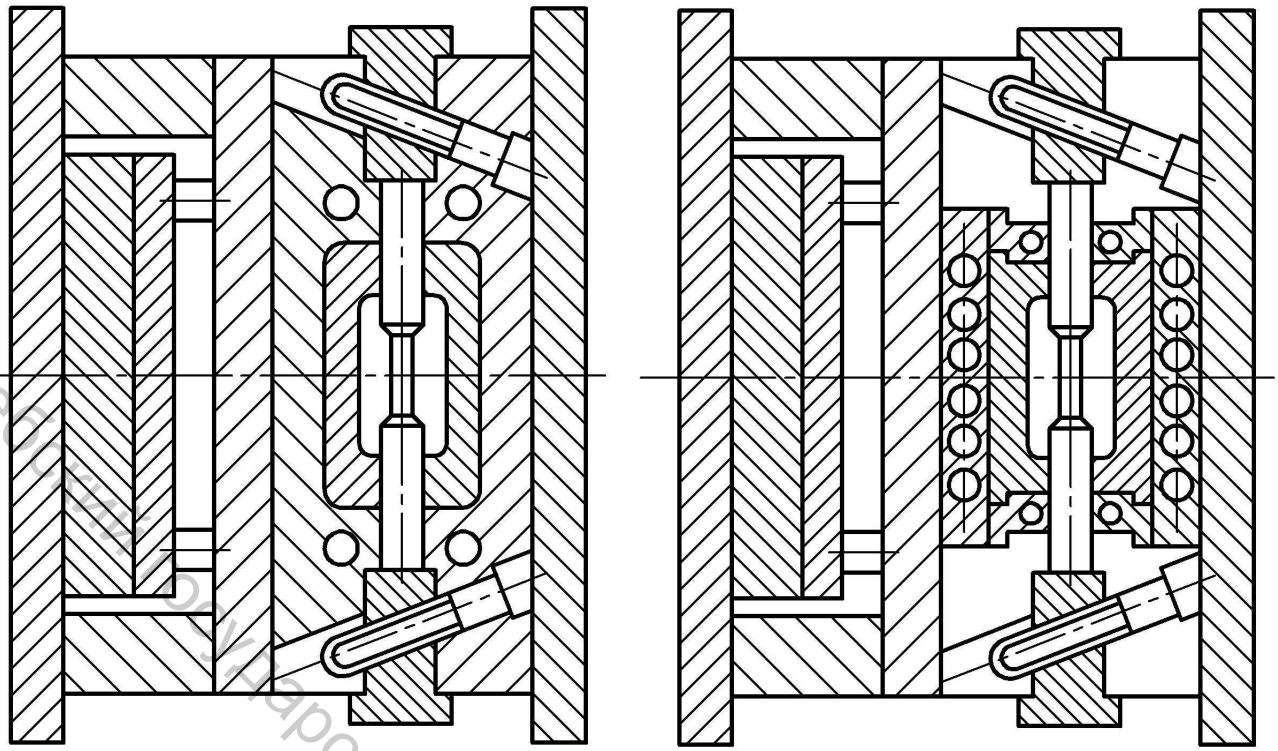


Рис. 4.21. Пресс-формы с умеренным охлаждением (а) и с интенсивным охлаждением (б) вкладышей.

Вентиляционные каналы 3 (рис. 4.22) обычно выполняются в разъеме пресс-формы, в той ее части, где расположена оформляющая полость, от которой отводится канал шириной (в зависимости от конфигурации и объема этой полости) 5 – 20 мм и глубиной 0,1 – 0, 2 мм (в зависимости от сплава отливки и ее габаритных размеров).

Особенно трудно осуществлять вентиляцию глубоких мест пресс-формы. Расплав, попадая в них сверху, отрезает находящийся в оформляющей полости воздух от разъема и вентиляционных каналов. В этих случаях применяются вставки 1, образующие дно полости. Для улучшения удаления воздуха из полости пресс-формы вентиляционные каналы устраиваются во вставках, подвижных и неподвижных стержнях, а также в выталкивателях 2.

Все эти меры даже при самых оптимальных технологических режимах, особенно при литье алюминиевых сплавов, не позволяют полностью устранить в отливках воздушные раковины. Это возможно только при вакуумировании полости пресс-формы. Для решения этой задачи успешно применяется система удаления воздуха непосредственно из пресс-формы (рис. 4.12).

Витебский государственный технологический университет

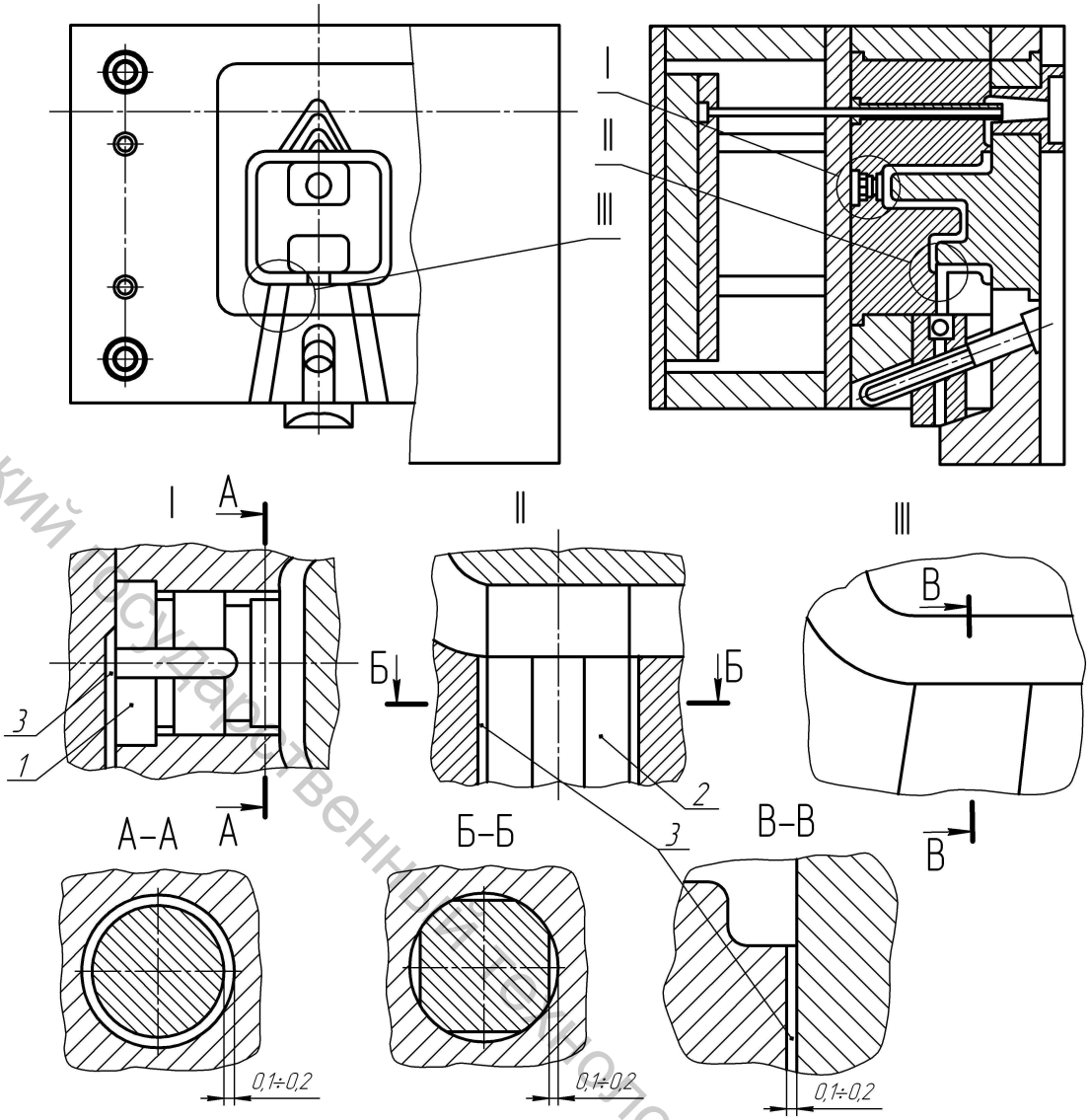


Рис. 4.22. Устройство вентиляционных каналов в пресс-формах:
1 – вставка; 2 – выталкиватель; 3 – вентиляционный канал.

4.6. Конструкции и расчет формообразующих деталей

Формообразующие детали являются наиболее ответственными. Они соприкасаются с жидким сплавом, сильно подвергаются термическому воздействию и механическим нагрузкам. Эти детали изготовляются из жаростойких сталей, обладающих высокими механическими свойствами. Для повышения износостойкости и уменьшения химического взаимодействия с заливаемым сплавом формообразующие детали подвергаются термообработке, а их рабочие поверхности – цианированию, азотированию, фосфатированию и другим методам упрочнения. Марка стали и режим термообработки зависят от температуры плавления заливаемого сплава. В целях уменьшения сопротивления выталкиванию отливок из пресс-формы и повышения качества поверхности отливок рекомендуется обрабатывать рабочие поверхности формообразующих деталей до шероховатости Ra 0,32.

Витебский государственный технологический университет

Вкладыши и вставки называются детали пресс-форм, имеющие полость, в которой оформляются наружные поверхности отливок. Конструкции вкладышей и расположение в них оформляющих полостей определяют размеры пресс-формы, а контур вкладышей определяется конфигурацией отливки. Чаще всего вкладыши имеют прямоугольную или цилиндрическую форму.

Габаритные размеры вкладышей устанавливаются исходя из условия, что расстояние от рабочей полости до края вкладыша (толщина стенки) должно быть не менее 20 мм. В мелкосерийном производстве, когда пресс-формы эксплуатируются периодически, допускается уменьшить это расстояние до 10 мм. При определении высоты вкладышей учитывается необходимость устойчивого положения вставок. С этой целью к размеру глубины оформляющей полости добавляется не менее 15 мм для посадки. При конструировании вкладышей рекомендуется соблюдать принцип равностенности сечений. Местные утолщения затрудняют термообработку и могут привести к короблению, появлению закалочных трещин и дополнительных внутренних напряжений, снижающих стойкость вкладышей.

Вкладыши крепятся в обоймах пресс-форм различными способами. Врезные вкладыши крепятся винтами (рис. 4.23, а). По мере износа резьбы и снижения усилия затягивания вкладыш может расшатываться в гнезде. Сквозные вкладыши закрепляются в обоймах с помощью опорного буртика (рис. 4.23, б), высота которого (6 – 12 мм) зависит от усилия выталкивания отливки. Этот способ крепления более надежен и прост. Круглые вкладыши фиксируются от проворота в обоймах штифтами (рис. 4.23, в) или шпонками (рис. 4.23, г). Оформляющая полость иногда изготовляется не в отдельных вкладышах, а непосредственно в обойме (рис. 4.23, д), которую часто называют матрицей. Использование таких конструкций пресс-форм экономически целесообразно только для литья сплавов с низкой температурой плавления. При литье сплавов с высокой температурой плавления применяются вкладыши, у которых оформляющая полость выполнена с двух сторон (рис. 4.23, е). Эти вкладыши фиксируются буртиками, расположенными симметрично относительно торцевых плоскостей вкладыша.

Если отливка имеет сложные по конфигурации углубления или отверстия, оформляемые стержнями большой длины или сложной формы, то вкладыши состоят из нескольких вставок. Применение вставок значительно сокращает затраты на механическую обработку пресс-формы. В некоторых случаях вставки предназначены для замены наиболее быстроизнашивающихся деталей оформляющей полости, подверженных непосредственно воздействию струи металла. Вставки должны тщательно подгоняться друг к другу. В противном случае образуются заливы металла, ухудшающие поверхность отливки. Вставки устанавливаются таким образом, чтобы облой, возникающий при попадании жидкого сплава в зазор между вставкой и вкладышем, располагался на отливке в направлении ее удаления.

Витебский государственный технологический университет

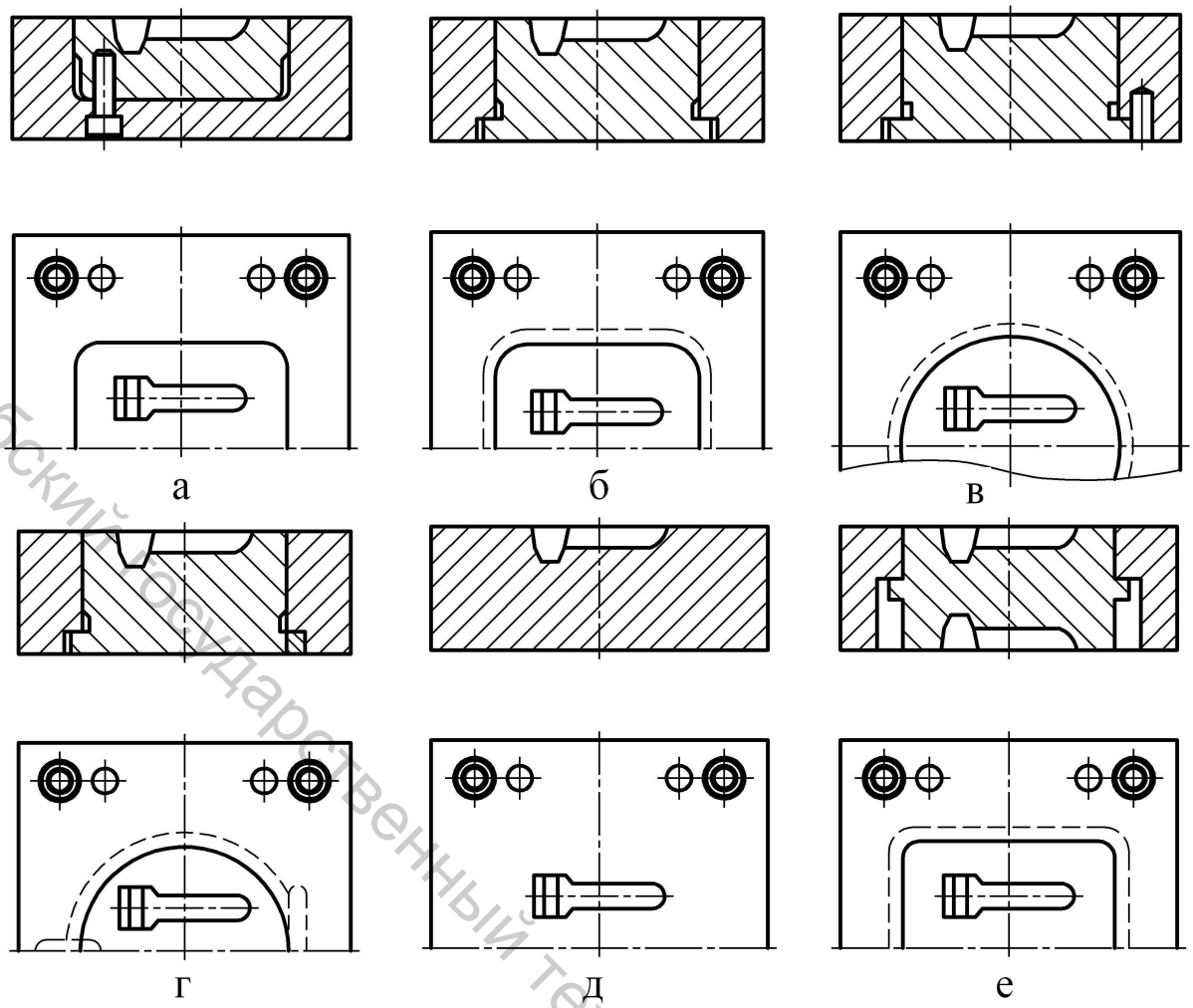


Рис. 4.23. Конструктивные варианты крепления вкладышей в обойме:
а – винтами; б – буртиком; в – штифтами; г – шпонками;
д – цельный вкладыш – матрица; е – двусторонний вкладыш.

Размеры оформляющих частей вкладышей и вставок выполняются с точностью на один кквалитет выше, чем допускаемые размеры отливок. Посадочные размеры выполняются с точностью по 7 – 8-му квалитету (рис. 4.24). Отверстия под цилиндрические и трубчатые выталкиватели выполняются по посадке H7/d8. Неподвижный стержень с трубчатым выталкивателем рекомендуется сопрягать по посадке H7/h8. Оформляющие поверхности вкладышей и вставок выполняются с шероховатостью поверхности Ra 0,32 мкм, а остальные поверхности – с шероховатостью поверхности Ra 2,5 мкм.

Стержни могут быть неподвижными, подвижными, гладкими, резьбовыми и другими (рис. 4.25).

Неподвижные стержни устанавливаются в пресс-форме перпендикулярно плоскости разъема. Для облегчения удаления отливки стержни выполняются конусными или с уклоном. Конусность стержней, установленных в неподвижной полуформе, должна быть больше конусности подвижной полуформы, чтобы при раскрытии пресс-формы отливка осталась на стержнях подвижной части. Для предотвращения коробления и поломки отливок при их удалении около стержней в подвижной полуформе устанавливаются дополнительные выталкиватели.

Витебский государственный технологический университет

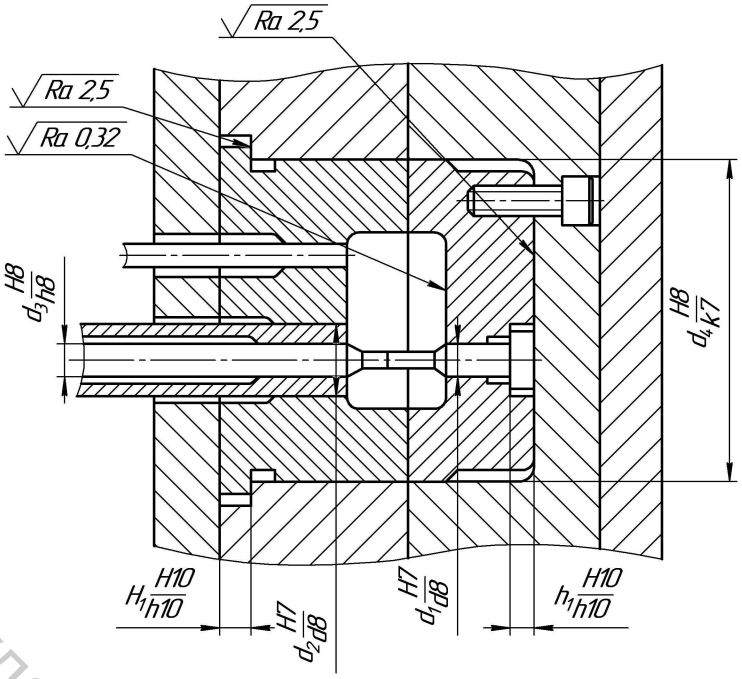


Рис. 4.24. Посадочные размеры и шероховатость поверхностей вкладышей.

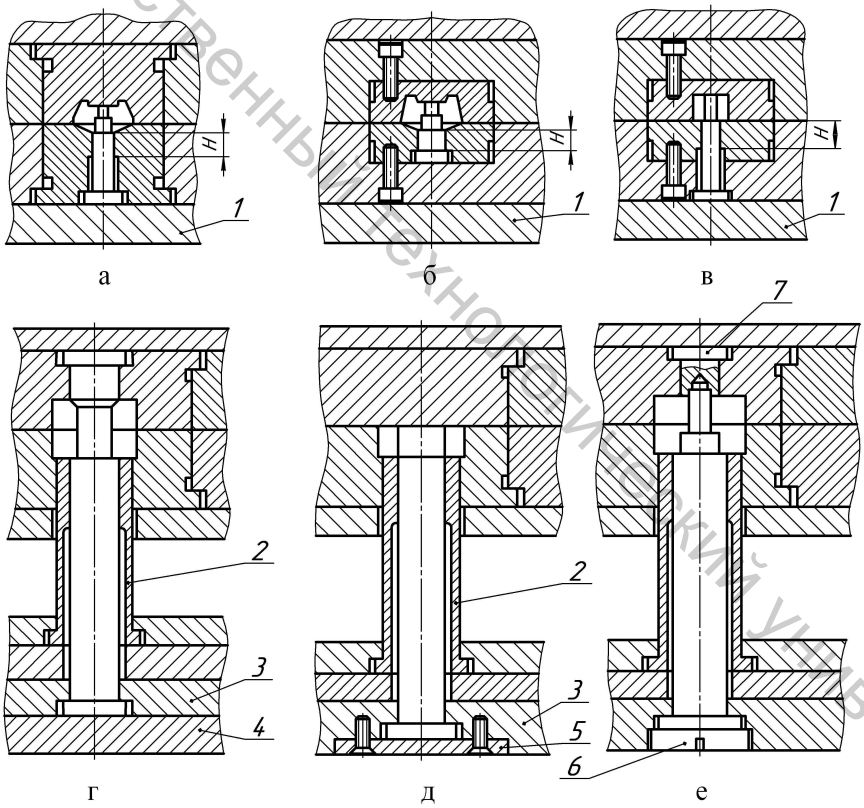


Рис. 4.25. Конструктивные варианты крепления неподвижных стержней в плитах пресс-формы:
а, в – буртиком с опорой на подкладную плиту; б – буртиком с опорой на обойму; г – буртиком в дополнительной плите; д – планкой; е – прижимной гайкой; 1 – подкладная плита; 2 – выталкиватель; 3 – дополнительная плита; 4 – плита основания; 5 – планка; 6 – прижимная гайка; 7 – замок.

Неподвижные стержни крепятся в пресс-форме различными способами. Наиболее распространен способ крепления стержней буртиком, опирающимся на подкладную плиту 1 (рис. 4.25, а). Высота Н посадочной части стержня зависит

Витебский государственный технологический университет

от размера оформляющей части. При наличии врезных вкладышей стержни опираются на дно обоймы (рис. 4.25, б). Стержни небольшого диаметра рекомендуется пропускать через обойму до упора в подкладную плиту (рис. 4.25, в). В многогнездовых пресс-формах, в которых центральный стержень является одновременно и рассекателем, крепление стержней осуществляется в дополнительной плите 3 (рис. 4.25, г). Иногда для крепления таких стержней применяется планка 5 (рис. 4.25, д) или прижимная гайка 6 (рис. 4.25, е). Для повышения устойчивости стержней и получения в отливках глубоких отверстий небольших диаметров устанавливается замок 7, что позволяет выполнять отверстия в отливках без облоя.

На рис. 4.26 показаны различные способы фиксации неподвижных стержней во вкладышах.

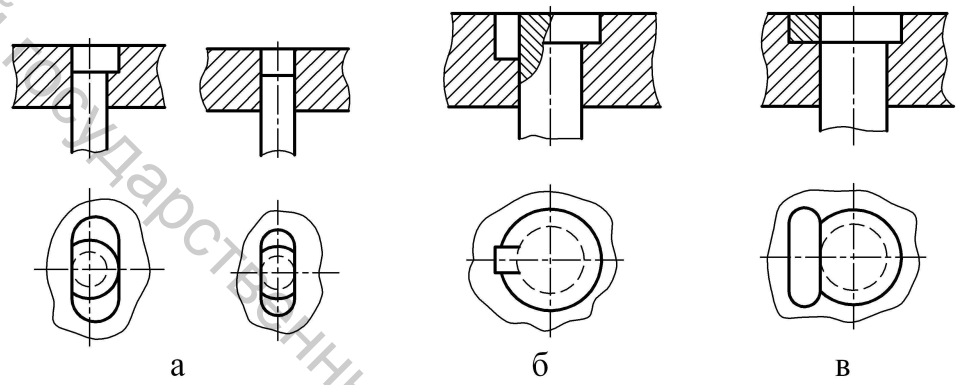


Рис. 4.26. Конструктивные варианты крепления неподвижных стержней во вкладышах:
а – одной или двумя лысками; б – продольной шпонкой (шпилькой);
в – поперечной шпонкой.

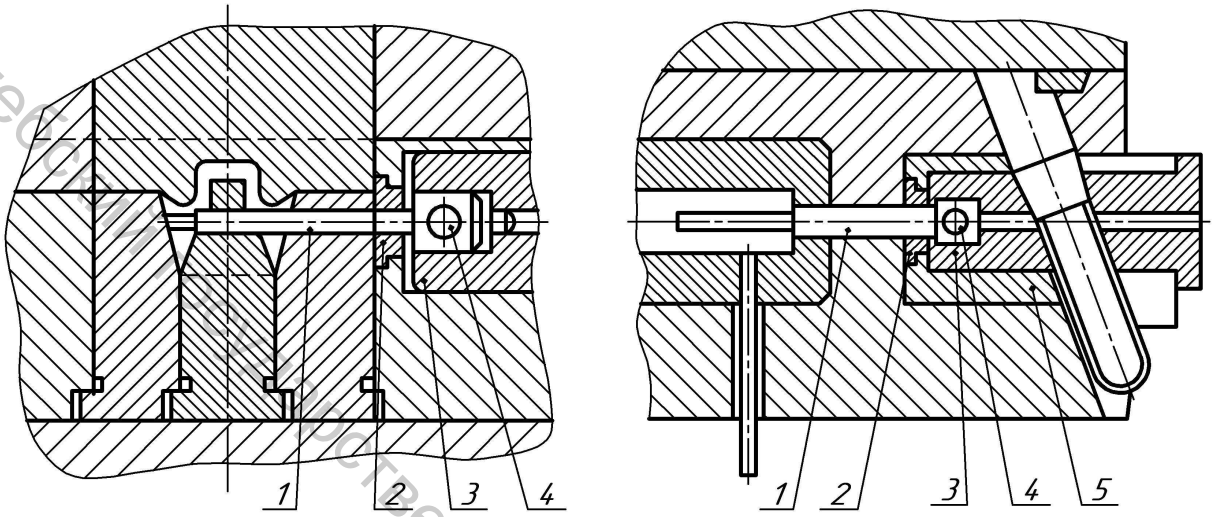
Неподвижные и подвижные стержни имеют посадочную, направляющую и оформляющую части. Посадочная часть стержня предназначена для закрепления в пресс-форме. Посадочная часть стержня чаще всего выполняется цилиндрической (кроме крупногабаритных стержней). Направляющая часть предназначена для фиксации стержня в оформляющей полости. Направляющая часть стержня изготавляется длиннее оформляющей части. Оформляющая часть служит для получения в отливках внутренних полостей с заданной точностью.

Подвижные стержни оформляют все полости и отверстия в отливке, расположенные параллельно плоскости разъема или под углом к ней. Подвижные стержни с помощью различных механизмов извлекаются до раскрытия или чаще всего во время раскрытия пресс-формы. Требования к оформляющей части этих стержней такие же, как и оформляющей части неподвижных стержней. Для обеспечения плавного возвратно-поступательного движения в пресс-форме подвижные стержни имеют увеличенную длину направляющей части. Это позволяет избегать перекосов, заливов жидкого металла и подтеков смазочного материала. Как правило, длина направляющей части подвижных стержней составляет не менее 1,25 их диаметра или высоты сечения.

Наиболее надежно без перекосов работают подвижные стержни 1, направляющая часть которых полностью расположена в обойме или вкладыше

Витебский государственный технологический университет

(рис. 4.27, а). На рис. 4.27, б показан стержень, расположенный в плоскости разъема пресс-формы. Для устранения перекосов ползун 3 устанавливается в специальной направляющей втулке 5, закрепленной в обойме подвижной полуформы. В неподвижной обойме выполнено углубление под выступающую часть втулки 5. Полость ползуна защищена от проникновения в нее грязи и жидкого металла шайбой 2.



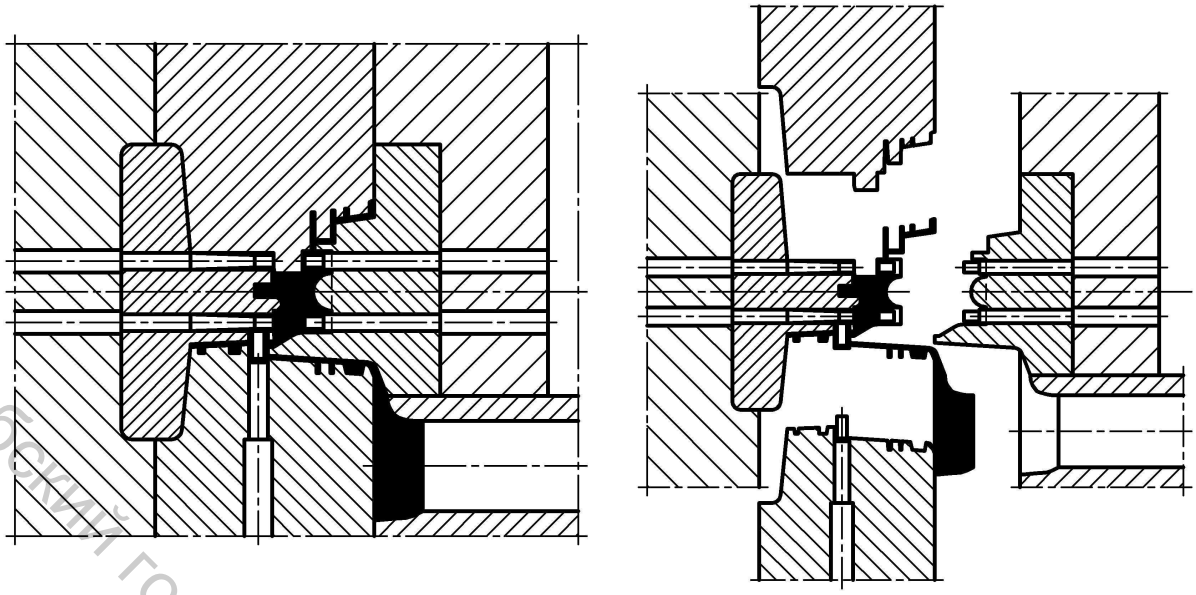
а б

Рис. 4.27. Конструктивные варианты крепления подвижных стержней:
а – направляющая часть стержня расположена в обойме или вкладыше;
б – стержень расположен в плоскости разъёма полуформ;
1 – стержень; 2 – защитная втулка; 3 – ползун; 4 – штифт;
5 – направляющая втулка ползуна.

При изготовлении отливок из алюминиевых и цинковых сплавов размеры направляющей части подвижных стержней в целях предохранения от попадания брызг и грязи, а также обеспечения плавного хода стержня выполняются по посадке с зазором с точностью по 7 квалитету. Поверхности посадочных соединений выполняют с шероховатостью Ra 1,25 мкм, а поверхности оформляющей части стержня – Ra 0, 63 – 0,16 мкм.

Щеки – это подвижные детали больших размеров, предназначенные для оформления наружных поверхностей отливок. На рис. 4.28 показан пример оформления подвижными щеками внешних поверхностей блока цилиндров двигателя автомобиля. К щекам предъявляются теже требования, что и к подвижным стержням. Щеки состоят из оформляющих и направляющих деталей, соединяемых между собой с помощью штифтов или хвостовика, входящего в Т – образный паз ползуна. В обойме движение щек также осуществляется по Т – образным пазам.

Витебский государственный технологический университет



а б

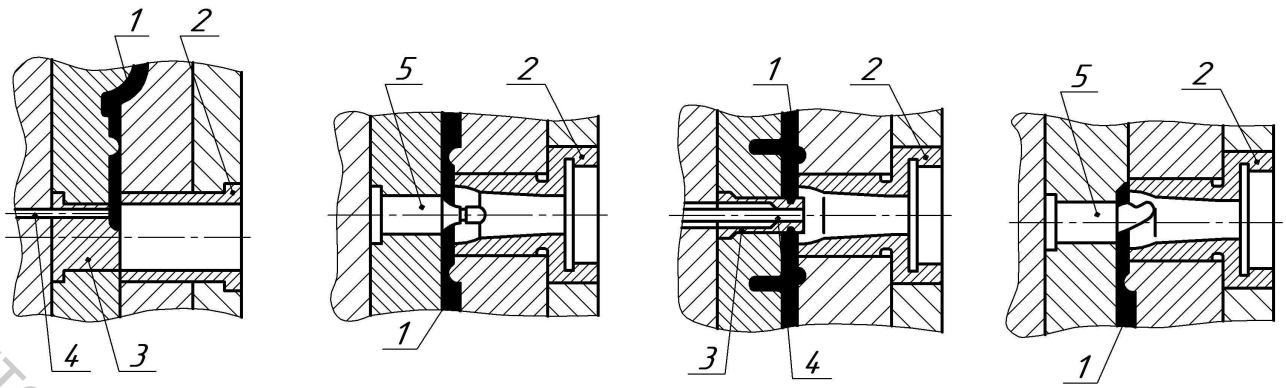
Рис. 4.28. Оформление подвижными щёками внешних поверхностей отливки блока цилиндров двигателя автомобиля:
а – закрытая пресс-форма; б – пресс-форма в момент раскрытия.

Литниковые втулки и рассекатели. Литниковые втулки предназначены для сопряжения пресс-формы с камерой прессования литьевой машины; рассекатели – для разделения и направления струи жидкого металла, поступающего через литниковые втулки, в каналы литниковой системы и далее в оформляющую полость. Литниковые втулки и рассекатели больше других деталей пресс-формы подвержены динамическому, химическому и термическому воздействию жидкого металла, поэтому они всегда изготавливаются сменными.

Диаметр отверстия литниковой втулки пресс-формы машины с горизонтальной камерой прессования равен диаметру отверстия камеры прессования, так как втулка является продолжением камеры и в нее входит прессующий поршень (рис. 4.29, а). Рассекатель служит не только для направления потока, но и для защиты подвижной обоймы от действия жидкого металла.

Диаметр отверстия литниковой втулки пресс-формы машин с вертикальной камерой прессования (рис. 4.29, б) на 1 мм больше диаметра выходного отверстия мундштука. Это необходимо для того, чтобы при недостаточно точной установке и смещении осей втулки и мундштука или в результате износа мундштука литник в момент раскрытия пресс-формы свободно проходил через канал литниковой втулки. Для облегчения удаления литника втулка имеет конусность 3 – 5º. Поверхность канала втулки полируется до шероховатости Ra 0,16 мкм. Чем лучше обработана поверхность литниковой втулки, тем ниже ее гидродинамическое сопротивление и меньше износ.

Витебский государственный технологический университет



а б в г

Рис. 4.29. Расположение в пресс-форме литниковых втулок (а, б) и рассекателей (в, г):
1 – отливка; 2 – литниковая втулка; 3 – защитная вставка-рассекатель; 4 – выталкиватель; 5 – рассекатель.

Рассекатель представляет цилиндрическую деталь, которая закрепляется во вкладыше подвижной полуформы. Для задерживания литника в подвижной части после раскрытия пресс-формы на боковой поверхности рассекателя выполняется канавка шириной 2 – 3 мм и глубиной 1 мм (рис. 4.29, а). Для снятия литника с рассекателя в некоторых случаях предусматривается центральный выталкиватель.

Если требуется одностороннее направление потока металла, то рекомендуется применять рассекатели со специальным центром (рис. 4.29, г).

Рассекатели могут быть одновременно неподвижными стержнями, оформляющими центральное отверстие или другие внутренние части отливки.

Выталкиватели предназначены для снятия отливки с выступающих элементов вкладышей и стержней, расположенных в подвижной полуформе. Конструкция выталкивателей зависит от конфигурации отливки и расположения ее в пресс-форме. Наиболее распространены цилиндрические выталкиватели (рис. 4.30, а), которые просты в изготовлении и эксплуатации. Диаметр цилиндрических выталкивателей изменяется 1,5 до 20 мм. Выталкиватели большой длины и малого диаметра d рекомендуется выполнять ступенчатыми с утолщенным основанием (рис. 4.30, б).

Для удаления тонкостенных отливок, глубоко расположенных в подвижном вкладыше, применяются выталкиватели прямоугольного сечения (рис. 4.30, в). Ширина выталкивателя *a* не должна превышать его толщину *b* более чем в 3 раза. Такие выталкиватели имеют, как правило, круглое основание. Для снятия отливки с неподвижных цилиндрических стержней диаметром d используются трубчатые выталкиватели наружным диаметром D (рис. 4.30, г), основным преимуществом которых является сосредоточенное приложение усилия сталкивания непосредственно по контуру стержня.

Если на торце кольцевой отливки имеются выступы, не позволяющие использовать трубчатый выталкиватель, применяется сегментный выталкиватель. Последний изготавливают в виде отдельных элементов втулки, у которой в выталкивающей части вырезаны сегментные выступы (рис. 4.30, д). Число выталкивающих сегментов зависит от размеров отливки.

Витебский государственный технологический университет

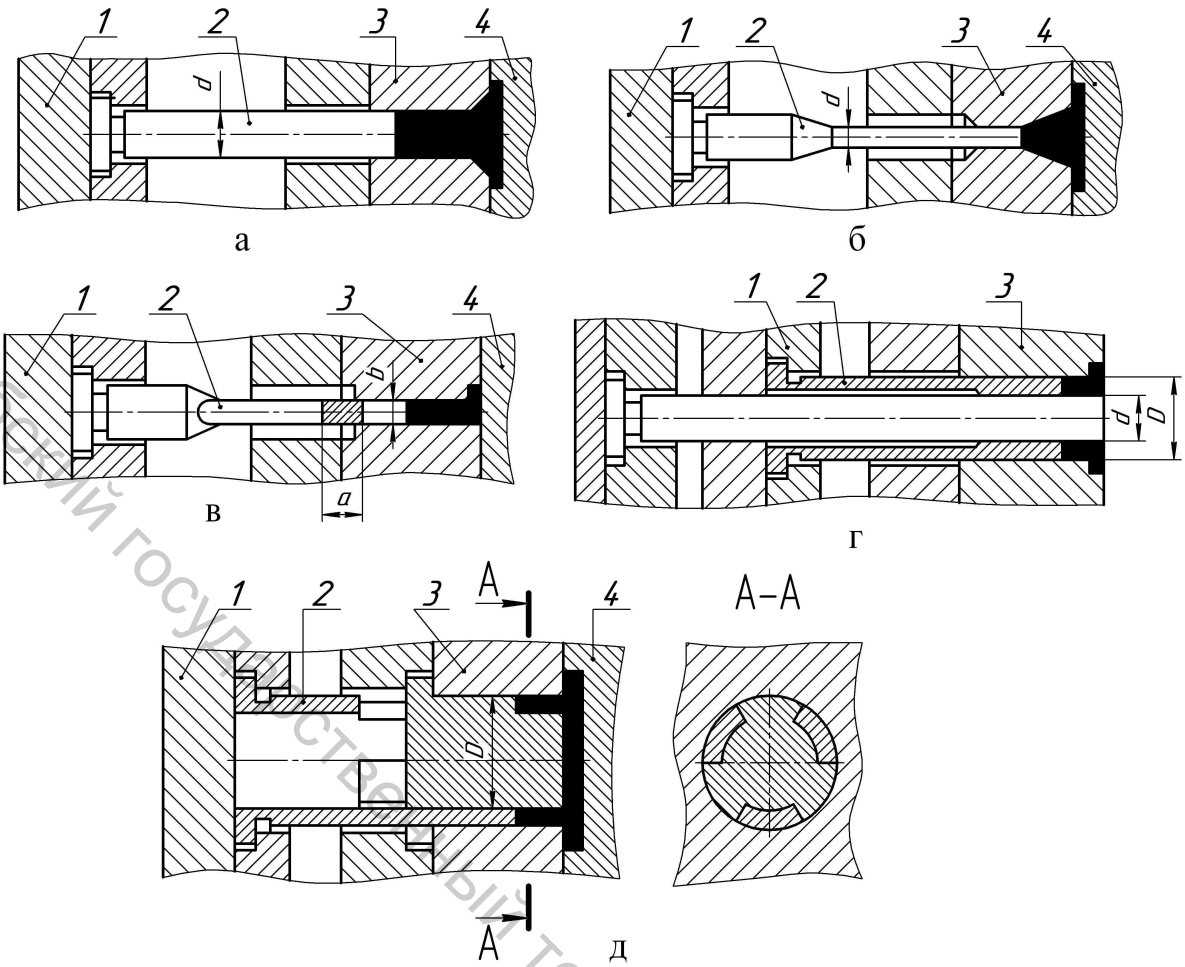


Рис. 4.30. Конструкции выталкивателей:
а – цилиндрический; б – ступенчатый; в – прямоугольный;
г – трубчатый; д – сегментный;
1 – плита; 2 – выталкиватель; 3 – подвижная половина пресс-формы;
4 – неподвижная половина пресс-формы.

Для надежной работы любого выталкивающего устройства необходимо, чтобы направляющая часть выталкивателей была достаточной длины (не менее 20 мм). Диаметр отверстий в плитах, через которые проходят выталкиватели, должен быть на 0,5 мм больше диаметра самого выталкивателя. Направляющая выталкивателей выполняется по 7-му квалитету и шероховатостью поверхности Ra 1,25 мкм. Выталкиватели крепятся в плите с помощью буртика. Для упрощения сборки пресс-формы диаметры отверстий в плите выталкивателей увеличиваются на 1 мм.

Расчет размеров оформляющей полосы пресс-формы. Расчет исполнительных размеров полости пресс-формы выполняется в следующей последовательности. По чертежу детали разрабатывается чертеж отливки, на котором указываются оптимальные плоскости разъема, места выталкивания, подвода питателей и отвода соединительных каналов к промывникам.

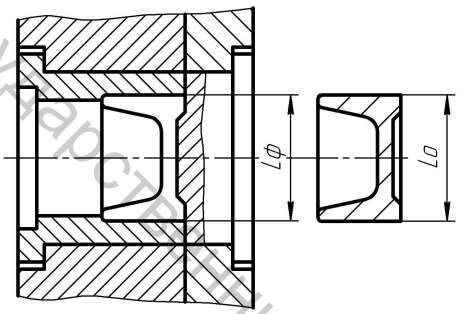
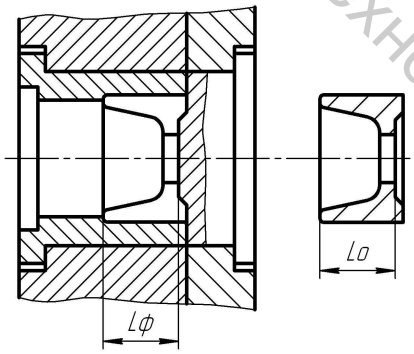
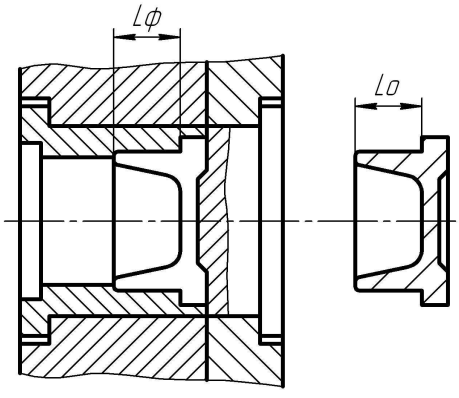
Сложные по конфигурации отливки имеют большое число размеров, выполняемых несколькими оформляющими элементами, вычерченными на

Витебский государственный технологический университет

разных листах чертежей. Для исключения ошибок, рекомендуется перед простановкой исполнительных размеров на оформляющих деталях выполнять по чертежу отливки условный литейный чертеж отливки, отображающий полость пресс-формы. Размеры для условного чертежа отливки рассчитываются по формулам, приведенным в таблице 4.1.

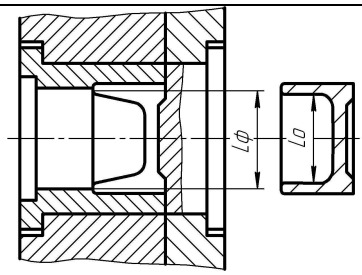
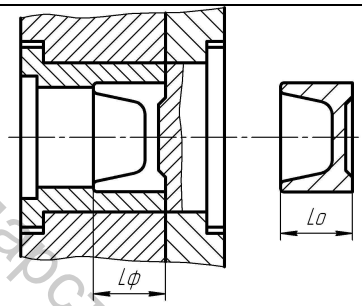
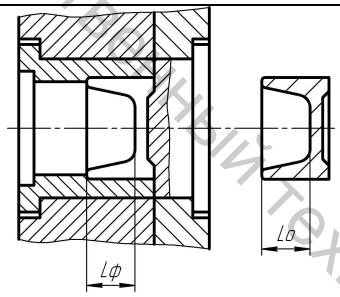
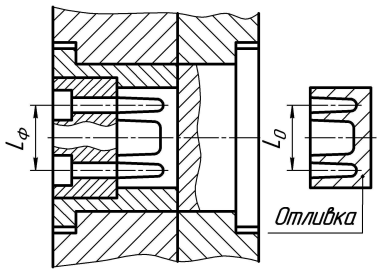
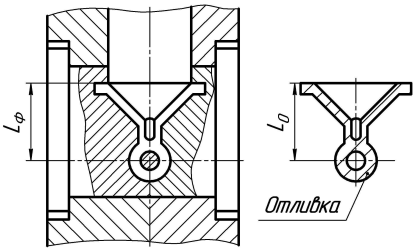
Таблица 4.1

Исполнительные размеры полостей пресс-форм

Наименование	Эскиз	Расчетные формулы
1	2	3
Наружный размер отливки $L_{0.ном}^{-\delta}$		$L_{ф}^{+\delta изг} = L_{о.ном}(1+\frac{k_p}{100}) - 0,7\delta$
Размер отливки, связанный с разъемом пресс-формы, $L_{0.ном}^{-\delta}$		$L_{ф}^{+\delta изг} = L_{о.ном}(1+\frac{k_p}{100}) - 0,7\delta - \delta_1$
Размер отливки, не связанный с разъемом пресс-формы, $L_{0.ном}^{\pm\delta}$		$L_{ф} \pm \delta_{изг} = L_{о.ном}(1+\frac{k_p}{100})$

Витебский государственный технологический университет

Продолжение табл. 4.1

1	2	3
Внутренний размер в отливке $L_{0.ном}^{\pm\delta}$		$L_{ф}^{+\delta изг} = L_{о.ном}(1+\frac{k_p}{100}) - 0,7\delta - \delta_1$
Размер сквозного отверстия в отливке $L_{о.ном}^{+\delta}$		$L_{ф}^{+\delta изг} = L_{о.ном}(1+\frac{k_p}{100}) + 0,7\delta - \delta_1$
Размер глухого отверстия в отливке $L_{о.ном}^{+\delta}$		$L_{ф}^{-\delta изг} = L_{о.ном}(1+\frac{k_p}{100}) + 0,7\delta$
Размер между осями отверстий в отливке $L_{о.ном}^{\pm\delta}$		$L_{ф}^{\pm\delta изг} = L_{о.ном}(1+\frac{k_p}{100})$
Размер между осью отверстия в отливке и торцовой частью стержня $L_{о.ном}^{\pm\delta}$		$L_{ф}^{\pm\delta изг} = (L_{о.ном} - \frac{\delta_{ст}}{2}) \times (1+\frac{k_p}{100})$

ПРИМЕЧАНИЕ: $L_Ф$ – номинальный исполнительный размер оформляющей полости пресс-формы, мм; $L_{О.НОМ}$ – номинальный размер отливки по чертежу; мм; $L_О$ – действительный размер отливки, мм; $k_Р$ – коэффициент усадки заливаемого сплава, %; δ – допуск на соответствующий номинальный размер элемента отливки, мм; δ_1 – дополнительный допуск на размеры отливок, связанный с разъемом пресс-формы, мм; $\delta_{ст}$ – дополнительный допуск на размеры отливок, связанный с подвижными стержнями, мм; $\delta_{изг}$ – допуски на исполнительный размер оформляющей полости пресс-формы, мм.

Витебский государственный технологический университет

4.7. Конструкционные детали пресс-форм для литья под давлением

Обоймы предназначены для крепления в пресс-форме вкладышей, вставок, щек и стержней. Между неподвижной и подвижной обоймами находится плоскость разъема пресс-формы. В зависимости от конструкции, габаритных размеров и конфигурации вкладышей обоймы бывают прямоугольные, квадратные и др. Отверстия под вкладыши в обоймах могут быть прямоугольными или круглыми, сквозными или глухими. При назначении габаритных размеров обойм необходимо предусматривать расстояние от края обоймы до вкладыша было не менее 50 мм.

В неподвижной обойме предусматриваются отверстия для монтажа направляющих втулок или колонок, а при наличии в пресс-форме подвижных стержней – для монтажа клин-пальцев стержневых механизмов. В подвижной обойме выполняются отверстия под направляющие колонки или втулки и пазы для ползунов механизмов удаления стержней. В неподвижной и подвижной обоймах просверливаются каналы водяного охлаждения пресс-формы. Минимальная толщина обойм составляет 40 мм.

Плита неподвижной обоймы предназначена для крепления неподвижной части пресс-формы к блоку прессования литьевой машины. В центре плиты находится отверстие, диаметр и глубина которого соответствуют диаметру и высоте фланца камеры прессования. По этому отверстию фиксируется неподвижная полуформа. В крепежных плитах пресс-форм машин с вертикальной камерой прессования выполняется отверстие под фланец литниковой втулки. Крепежная плита неподвижной обоймы является одновременно подкладной плитой, служащей опорой для вкладышей или стержней. Для крепления на плите выполнены отверстия под болты или пазы. В некоторых случаях плита изготовляется шире обоймы на 20 мм на сторону для крепления прихватами.

Плита подкладная подвижной обоймы предназначена для восприятия во время запрессовки металла усилия, передаваемого через опирающиеся на нее сквозные вкладыши, вставки и неподвижные стержни. Для устранения брака отливок по размерной точности подкладная плита должна обладать достаточной жесткостью. Для пресс-форм малых и средних размеров толщина подкладной плиты может составлять 30-50 мм, для крупногабаритных пресс-форм – до 70 мм. В крупногабаритных пресс-формах с большими оформляющими полостями рекомендуется вместо толстой подкладной плиты устанавливать дополнительные упоры или увеличивать толщину брусков таким образом, чтобы вкладыш частично опирался на них.

Плита выталкивателей и плита прижимная предназначены для монтажа и закрепления выталкивателей. Плиты соединяются винтами. Толщина плиты выталкивателей определяется высотой головок выталкивателей. Плита прижимная воспринимает усилие упоров машины при раскрытии пресс-формы и поэтому должна быть достаточно жесткой. В плитах монтируются направляющие втулки для колонок, фиксирующих положение плит

Витебский государственный технологический университет

выталкивателей. При установке гидровыталкивателя в прижимной плите предусматриваются резьбовые отверстия для выталкивающих стержней или отверстие под центральный шток гидровыталкивателя.

Плита для неподвижных стержней служит для их монтажа и фиксации при выталкивании отливок трубчатыми выталкивателями. Плита закрепляется между плитой основания и брусками. Толщина плиты зависит от размеров стержней и составляет 20 – 30 мм.

Плита основания предназначена для крепления подвижной части пресс-формы к подвижному блоку машины. В плите выполняются отверстия или пазы для крепления болтами подвижной полуформы на постаменте литьевой машины или плита изготавливается шире остальных плит на 20 мм на сторону для крепления полуформы прихватами. В плите основания предусматриваются отверстия под выталкивающие упоры.

Бруски (обычно два) монтируются между подкладной плитой и плитой основания. Толщина брусков должна обеспечивать необходимый ход плит выталкивателей. Бруски имеют сквозные отверстия под болты для фиксации и крепления плиты основания и подвижной обоймы. В одном из брусков выполняются резьбовые отверстия под грузовые винты, необходимые для транспортировки пресс-формы.

Упоры предназначены, во-первых, для восприятия усилия от подкладной плиты, и, во-вторых, для фиксации положения плит выталкивателей. В первом случае их размеры и число требуют специального расчета, так как усилия, которые они должны воспринимать, зависят от размеров отливки. Во втором случае размеры упоров определяются только конструктивными соображениями. Упоры устанавливаются в плите основания (или в плите для неподвижных стержней) и упираются торцами в подкладную плиту. Рекомендуемый ряд диаметров упоров: 20, 30, 40, 50 и 60 мм. Длина упоров определяется ходом выталкивателей.

Контртолкатели служат для возвращения плит выталкивателей в исходное положение. Контртолкатели монтируются в плите таким образом, чтобы в закрытой пресс-форме они торцами соприкасались с неподвижной обоймой или с вкладышем. При закрытии пресс-формы, выступающие над плоскостью разъема контртолкатели, упираясь торцами в неподвижную обойму, возвращают плиты выталкивателей и установленные в них выталкиватели в исходное положение. Обычно в пресс-форме монтируются четыре контртолкателя для равномерной работы всей выталкивающей системы.

Детали пресс-форм подвергаются воздействию температур, быстро нагреваются и охлаждаются, поэтому стали, применяемые для их изготовления, должны обладать следующими свойствами: высокими твердостью, ударной вязкостью, сопротивлением тепловому удару, малым коэффициентом расширения, хорошей ковкостью и обрабатываемостью; малой величиной деформации при термообработке, а также не взаимодействовать с заливаемым металлом. В наибольшей степени этим требованиям отвечают стали, содержащие вольфрам, хром, молибден, ванадий, кобальт и некоторые другие элементы (табл. 4.2).

Витебский ГТУ, Кафедра Технологии Машиностроения

Для повышения стойкости поверхности формообразующих деталей подвергаются химико-термической обработке. Для предохранения формообразующих деталей от прилипания жидкого металла их поверхность подвергается оксидированию. Образующаяся оксидная пленка служит прослойкой между деталью и сплавом.

Для увеличения поверхностной твердости одновременно с сохранением вязкой сердцевины применяется азотирование на глубину до 0,5 мм. Для этих же целей используется низкотемпературное цианирование, заключающееся в одновременном насыщении поверхностного слоя глубиной 0,15-0,20 мм азотом и углеродом. Цианирование придает стали высокую твердость, сопротивление усталости, устойчивость против отпуска при высоких температурах, высокую износостойкость, малую смачиваемость расплавом и повышенную стойкость против эрозии.

Таблица 4.2.

Стали для изготовления деталей пресс-форм

Детали	Стали	Термообработка
1	2	3
Матрицы, вкладыши, щеки для отливок из цинковых сплавов	5ХНМ 40ХН2МА	Низкотемпературное цианирование на глубину 0,02-0,05 мм HRC 51-56 на поверхности и HRC 43-47 в сердцевине
Матрицы, вкладыши, вставки, щеки, стержни особо сложной формы	5ХНМ 40ХН2МА	Низкотемпературное цианирование на глубину 0,15-0,20 мм HRC 51-56 на поверхности и HRC 34-37 в сердцевине
Стержни, выталкиватели для отливок из цинковых сплавов	Сталь Х	Закалка HRC 49-53
Литниковые втулки, рассекатели для отливок из цинковых сплавов	5ХНМ 40ХН2МА	Закалка HRC 43-47
Матрицы, вкладыши, щеки для отливок из алюминиевых сплавов	3Х3М3Ф 4Х5МФС	Низкотемпературное цианирование на глубину 0,02-0,05 мм HRC 59-63 на поверхности и HRC 46-49 в сердцевине; допускается азотирование на глубину 0,3-0,4 мм HRC 65-67 на поверхности и HRC 46-49 в сердцевине
Стержни, выталкиватели, литниковые втулки, рассекатели для отливок из алюминиевых сплавов	3Х3М3Ф, 4Х5МФС	Низкотемпературное цианирование на глубину 0,02-0,05 мм HRC 59-63 на поверхности и HRC 50-54 в сердцевине; допускается азотирование с параметрами, указанными выше
Матрицы, вкладыши, вставки щеки, стержни особо сложной формы для отливок из алюминиевых сплавов	3Х3М3Ф, 4Х5МФС	Низкотемпературное цианирование на глубину 0,15-0,20 мм HRC 59-63 на поверхности и HRC 32-37 в сердцевине; допускается азотирование с параметрами, указанными выше
Матрицы, вкладыши, вставки щеки для отливок из медных сплавов	3Х3М3Ф	Закалка HRC 43-47

Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
Колонки направляющие, втулки к колонкам, толкатели обратные, клинья, замки для отливок из любых сплавов	У8, У10А	Закалка HRC 51-56
Обоймы вкладышей, плиты подкладные, втулки к ползунам, втулки стержневые, рейки, валики зубчатые для отливок из любых сплавов	40Х	Закалка с высоким отпуском HRC 29-34
Ползуны для отливок из любых сплавов	40Х	Низкотемпературное цианирование на глубину 0,15-0,20 мм HRC 51-56 на поверхности и HRC 30-34 в сердцевине
Плиты для пакетов пресс-форм для отливок из любых сплавов	Сталь 35	-

4.8. Инструмент для штамповки жидкого металла

Общие сведения. Штамповка жидкого металла осуществляется на прессах и литейных машинах, позволяющих выдерживать расплав под давлением до окончания его затвердевания. Расплав заливается в матрицу пресс-формы, смонтированную на столе пресса или машины, а затем прессуется пуансоном, закреплённым на ползуне. Формообразование отливки осуществляется полностью во время заливки, либо частично во время заливки и окончательно после вытеснения части незатвердевшего расплава пуансоном. В зависимости от конфигурации отливки и условий её формообразования различают следующие схемы процессов жидкой штамповки: поршневое прессование; пуансонное прессование; пуансонно-поршневое прессование; прессование с выдавливанием расплава в закрытые полости.

Качественным критерием для оценки каждой схемы принят характер воздействия пуансона на образовавшуюся корку сплава. Количественным критерием принят – коэффициент формообразования $K_Ф$, определяющий относительное перемещение жидкого металла в процессе формообразования:

$$K_Ф = V_M / V_O, \qquad (4.3)$$

где V_M – объём вытесненного пуансоном металла; V_O – полный объём отливки.

Коэффициент $K_Ф$ при разных схемах процесса изменяется от 0 до 1.

Поршневое прессование. В момент соприкосновения поршня-пуансона с залитым в матрицу металлом на её стенках образуется затвердевшая корка, а вследствие объёмной усадки, уровень оставшегося расплава несколько понижается (рис. 4.31, а). Вначале процесса прессования пуансон оказывает давление на корку, после чего входит в соприкосновение с поверхностью расплава. В рассматриваемом случае $K_Ф$ = 0, так как при формировании

Витебский государственный технологический университет

отливки металл не перемещается, если не считать некоторого снижения уровня вследствие усадки.

Пуансонное прессование. Выступающая часть пуансона проникает в расплав и выдавливает его вверх, обеспечивая заполнение полости пресс-формы, ограниченной рабочими поверхностями матрицы и пуансона (рис. 4.31, б). Отливка частично формируется сразу после заливки порции расплава в матрицу и окончательно – после воздействия пуансона. В этом случае $K_Ф$ = 0,1 ÷ 0,7.

Пуансонно-поршневое прессование. Частичное формирование отливки начинается после заливки расплава в матрицу и окончательное – под действием пуансона, в котором выполнены полости, оформляющие верхнюю часть отливки (рис. 4.31, в). Характерны два варианта процесса: воздействие на залитый в матрицу металл может начинаться погружением выступающей части пуансона в расплав либо смятием корки затвердевшего в матрице металла перед перемещением незатвердевшей его части вверх, в полость пуансона. При пуансонно-поршневом прессовании $K_Ф$ = 0,1 ÷ 0,5.

Прессование **с выдавливанием расплава в закрытые полости.** Порция расплава заливается в металлоприёмник, из которого выдавливается в рабочие полости пресс-формы (рис. 4.31, г). При этом одновременно могут быть изготовлены как одна, так и несколько отливок. Для этой схемы процесса $K_Ф$ = = 1.

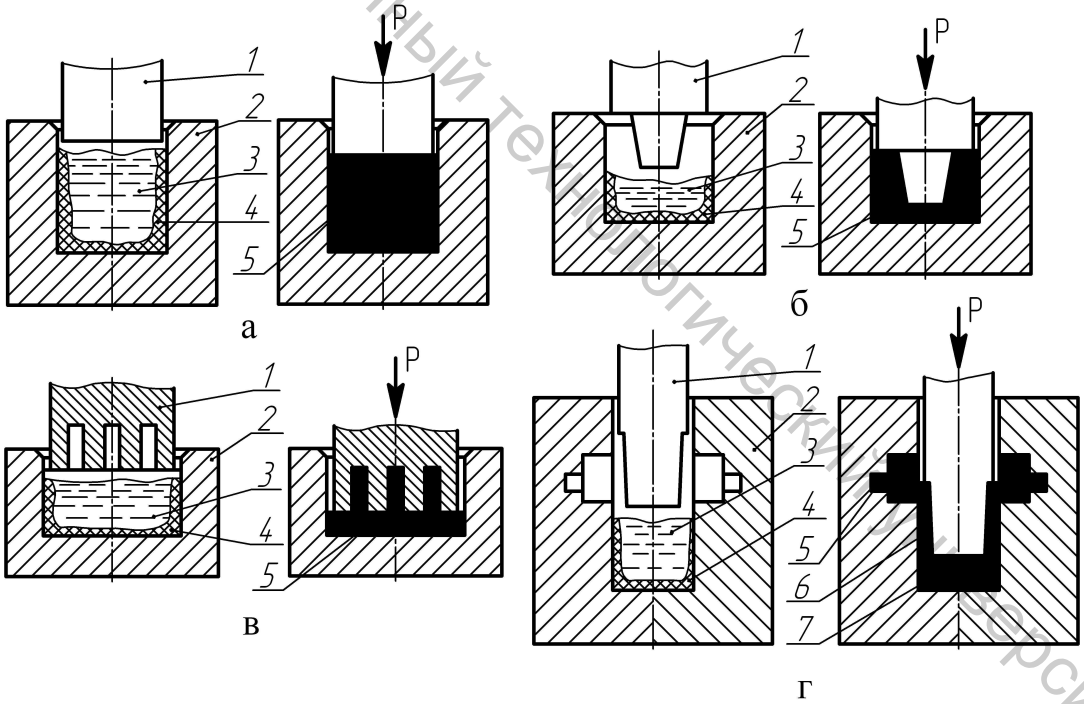


Рис. 4.31. Схемы штамповки жидкого металла:
а – поршневое прессование; б – пуансонное прессование;
в – пуансонно-поршневое прессование;
г – прессование с выдавливанием расплава в закрытые полости;
1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – расплав; 4 – затвердевшая корка; 5 – отливка;
6 – питатель; 7 – пресс-остаток.

Витебский государственный технологический университет

4.9. Конструкции пресс-форм для жидкой штамповки

Пресс-формы работают в тяжёлых температурно-силовых условиях. Чем выше температура заливаемого расплава и давление прессования, тем более жёсткими являются условия работы пресс-форм. Поэтому основное требование, предъявляемое к ним – это надёжная работоспособность.

Пресс-формы классифицируют по конструкции матриц, которые могут быть неразъёмными и разъёмными; подвижными или неподвижными.

Пресс-формы с неподвижной матрицей (металлоприёмником) используются для поршневого, пуансонного и пуансонно-поршневого прессования. Такие пресс-формы не используются для выдавливания расплава в закрытые полости.

Существенный недостаток этих пресс-форм – возможность проникновения расплава в зазор между матрицей и пуансоном во время окончательного формообразования отливки.

На рис. 4.32 представлен универсальный блок для поршневого прессования, который состоит из верхней 3 и нижней 8 плит, закрепляемых на ползуне и столе пресса соответственно. На верхней плите смонтирован пуансонодержатель 1, в котором с помощью штифта 2 фиксируется сменный пуансон 4. На нижней плите закреплён корпус блока со сменной матрицей 5, переходной вставкой 7, толкателем 9 и упором 10.

Рабочая полость матрицы в верхней части на высоте до 50 мм от торца выполняется цилиндрической для входа и перемещения пуансона, а нижняя часть – конусной (уклон 0,5º) для лучшего извлечения отливки.

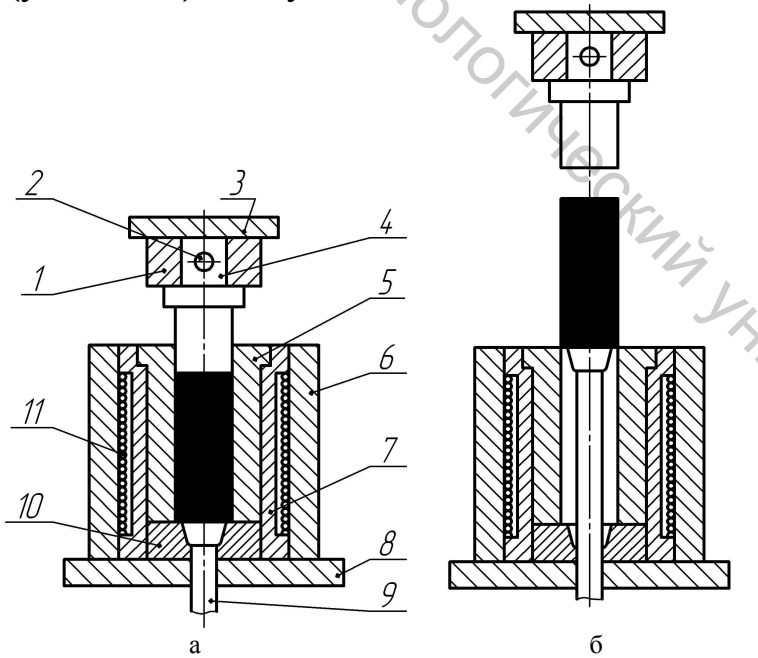


Рис. 4.32. Универсальный блок для поршневого прессования:
а – прессование; б – извлечение отливки;
1 – пуансонодержатель; 2 – штифт; 3, 8 – соответственно верхняя и нижняя плиты;
4 – пуансон; 5 – матрица; 6 – корпус блока; 7 – переходная вставка;
9 – толкатель; 10 – упор; 11 – нагреватели

Витебский государственный технологический университет

На рис. 4.33 представлен универсальный блок для пуансонного прессования, в котором втулка съёма 6, предназначенная для съёма отливки с пуансона, входит в прессующий узел и участвует в формировании отливки на всех стадиях. Втулка закреплена в плите съёма 5, удерживаемой в верхнем положении (исходном) рычагами 4. После заливки расплава в матрицу ползун пресса опускается вниз вместе с закреплёнными на нём деталями: верхней плитой 1, пуансонодержателем 2, пуансоном 3, рычагами 4, плитой съёма 5, втулкой 6. При движении рычаги отклоняют подпружиненные скобы 7 и вводят под них плиту съёма. При дальнейшем опускании ползуна плита съёма удерживается подпружиненными штифтами 8, расположенными на верхнем торце корпуса 9. При этом втулка съёма входит в рабочую полость матрицы 10, а скобы 7 пружинами возвращаются в исходное вертикальное положение.

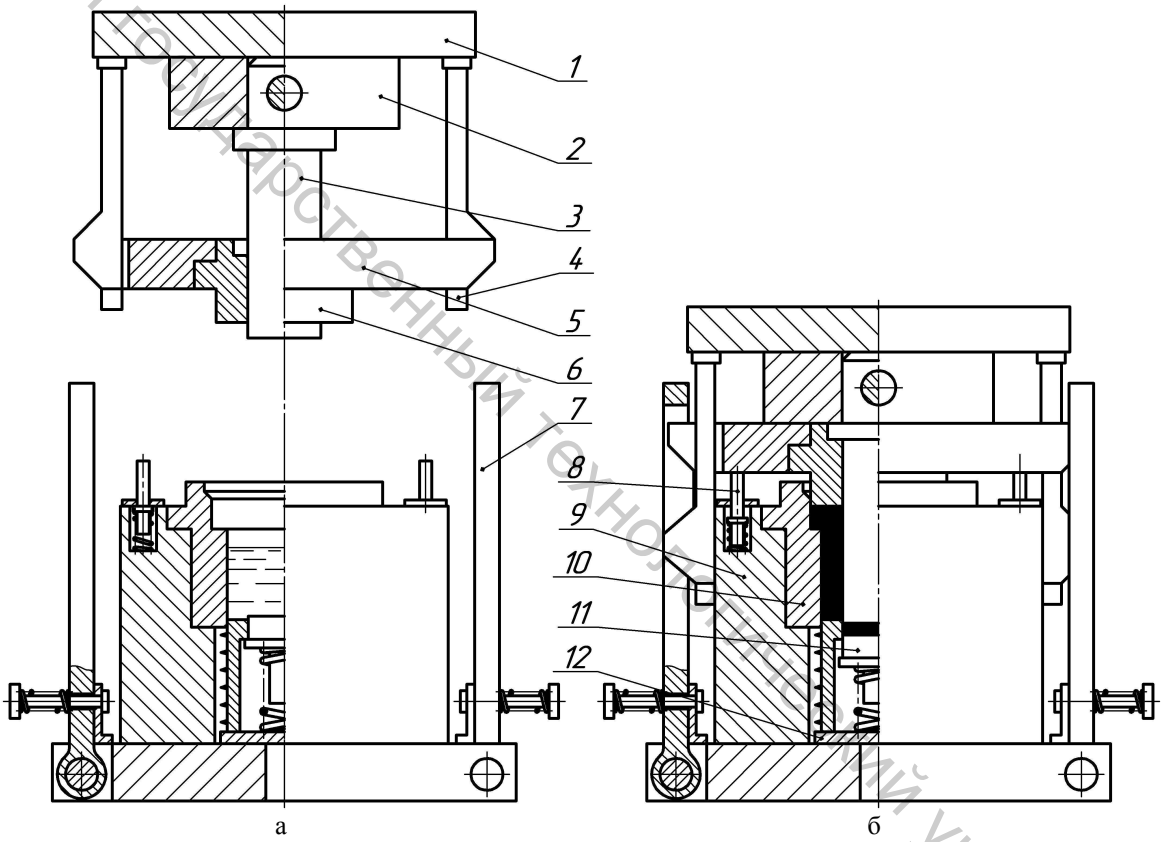


Рис. 4.33. Универсальный блок для пуансонного прессования:
1 – плита верхняя; 2 – пуансонодержатель; 3 – пуансон; 4 – рычаги; 5 – плита съёма; 6 – втулка съёма; 7 – скобы; 8 – штифты; 9 – корпус; 10 – матрица;
11 – упор подвижный; 12 – механизм выталкивания.

По мере движения ползуна пресса пуансон выступающей частью погружается в расплав и осуществляется окончательное формообразование отливки, которое заканчивается при соприкосновении бурта пуансона с верхним торцем втулки и плиты съёма. Далее пуансон, втулка и плита съёма опускаются вместе, сжимая пружины штифтов 8 и уплотняют затвердевшую отливку.

Нижний торец пуансона прошивает дно в отливке и перемещает вниз подпружиненный упор 11.

После окончания прессования ползун пресса поднимается вверх. Плита съёма упирается верхним торцем в скобы и задерживает движение втулки съёма,

Витебский государственный технологический университет

не препятствуя подъёму пуансона. В результате находящаяся на пуансоне отливка упирается торцем в неподвижную втулку и снимается с движущегося пуансона.

Отливка из матрицы извлекается механизмом выталкивания 12, приводимом в действие выталкивателем пресса.

Пресс-форма с подвижной матрицей (рис. 4.34) состоит из пуансона 8, металлоприёмного кольца 4, основания 2 и подпружиненных стоек 3, 6. Расплав заливается в полость, образуемую основанием и металлоприёмным кольцом, которое может передвигаться в вертикальном направлении. Стойки 3, 6 предназначены для направления движения и удержания в верхнем положении соответственно металлоприёмного кольца 4 и плиты съёмника 7. Пуансон 8 жёстко крепится к верхней плите и при движении вниз проходит сквозь отверстие в съёмнике 7. Торец пуансонодержателя упирается в съёмник 7 и дальнейшее движение осуществляется совместно с металлоприёмным кольцом 4. Пуансон погружается в расплав и осуществляет окончательное формообразование. После окончания уплотнения пуансон поднимается ползуном пресса, металлоприёмное кольцо пружинами возвращается в исходное положение. Отливка из металлоприёмного кольца извлекается пуансоном, а с пуансона срывается съёмником 7.

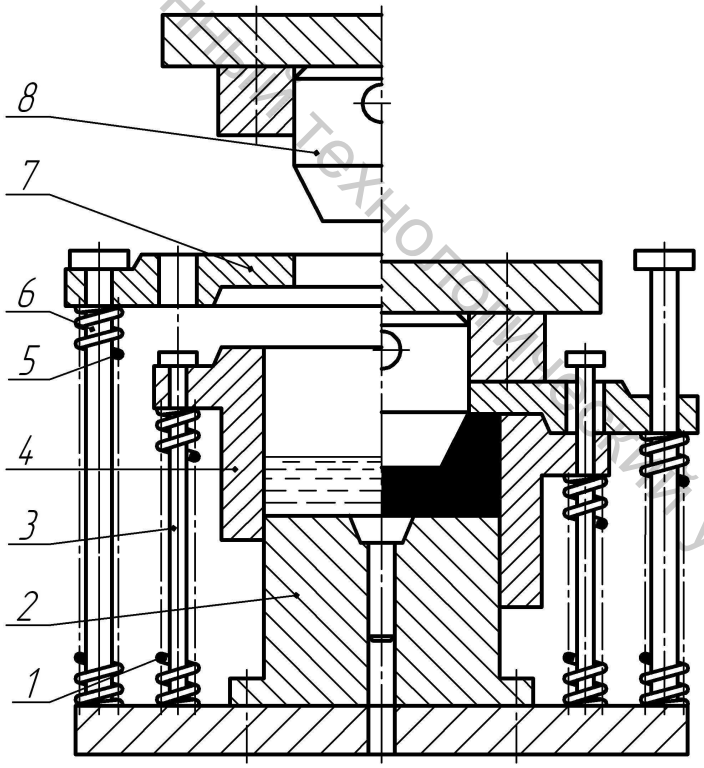


Рис. 4.34. Пресс-форма с подвижной матрицей:
1, 5 – пружины, 2 – основание, 3, 6 – стойки, 7 – съёмник; 8 – пуансон.

В пресс-формах с подвижной матрицей возможно проникновение металла в зазор между основанием и металлоприёмным кольцом, и как следствие – заклинивание сопрягаемой пары или образование задиров на поверхностях сопряжения металлоприёмного кольца и основания. При попадании брызг металла на верхнюю часть металлоприёмного кольца или возникновении на нём

Витебский государственный технологический университет

неровностей расплав может быть выдавлен по плоскости разъёма между металлоприёмным кольцом и пуансоном с образованием облоя. Поэтому необходимо создавать специальные конструкции металлоприёмного кольца для предотвращения указанных дефектов на отливках.

Пресс-формы с подвижной матрицей применяются реже, чем пресс-формы с неподвижной матрицей.

Пресс-форма с разъёмной матрицей предполагает наличие съёмных частей и вставок, образующих вертикальную и горизонтальную плоскости разъёма. Универсальная пресс-форма с разъёмной матрицей представлена на рис. 4.35.

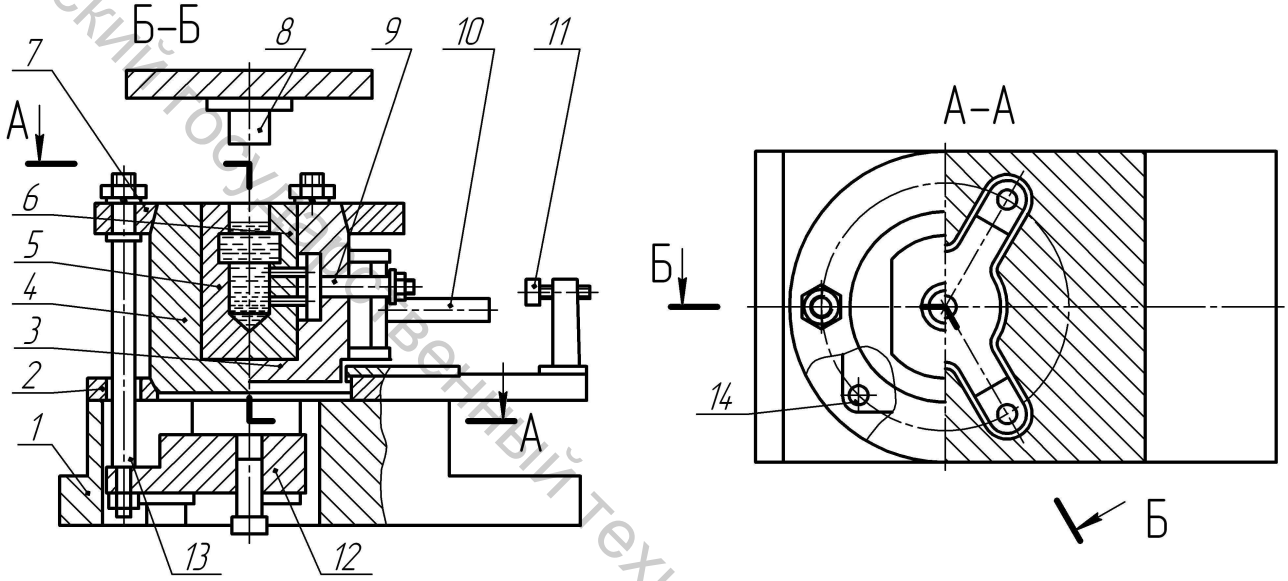


Рис. 4.35. Универсальная пресс-форма с разъёмной матрицей:
1, 2 – плиты; 3, 4 – подвижная и неподвижная обоймы; 5, 6 – вкладыши;
7 – кольцо прижимное; 8 – пуансон; 9 – толкатель; 10 – шток пневмоцилиндра;
11 – упор регулируемый; 12 – крестовина; 13 – тяги; 14 – колонки.

Пресс-форма устроена следующим образом. На нижней плите 1 неподвижно закреплена плита 2, в которой выполнено коническое отверстие. Подвижная 3 и неподвижная 4 обоймы в собранном положении сверху и снизу обработаны по конической поверхности. В обоймах закреплена разъёмная матрица, состоящая из вкладышей 5, 6. Обоймы нижней конической частью входят в коническое отверстие плиты 2, а верхней – в прижимное кольцо 7, которое тягами 13 жёстко соединено с крестовиной 12. Крестовина закреплена на штоке гидроцилиндра (на рис. 4.35 не показан). Неподвижная обойма 4 установлена на две колонки 14. На подвижной обойме 3 установлен толкатель 9, соединенный со штоком пневмоцилиндра (на рис. 4.35 не показан). На плите 2 закреплён регулируемый упор 11. Пред заливкой расплава подвижная и неподвижная обоймы заклиниваются в конических отверстиях плиты 2 и прижимного кольца 7.

После завершения формообразования отливки пуансон 8 возвращается в исходное положение и включается гидроцилиндр, который поднимает крестовину 12, а вместе с ней прижимное кольцо 7 поднимается и снимается с конусной части неподвижной и подвижной обойм. При дальнейшем движении

Витебский государственный технологический университет

крестовины обоймы выталкиваются из конического отверстия плиты 2. Включается пневмоцилиндр и подвижная обойма 3 перемещается штоком 10 вправо; толкатель 9 взаимодействует с регулируемым упором 11, в результате отливка удаляется из матрицы. Неподвижная обойма 4 удерживается на месте колонками 14.

Сборка пресс-формы производится следующим образом. Боковым пневмоцилиндром с помощью штока 10 подвижная обойма возвращается в исходное положение до соприкосновения с неподвижной. Гидроцилиндром крестовина 12 и обоймы в сборе нижним конусом входят в конусное отверстие плиты 2, а прижимное кольцо 7 конусной частью прижимает обоймы сверху. После этого производится заливка расплава в матрицу с последующим прессованием.

Пресс-формы с разборным пуансоном (рис. 4.36) часто используются при пуансонно-поршневом прессовании. На нижней плите 1 с помощью подпружиненных стоек 2 установлена металлоприёмная камера 3 и закреплено основание 4. К ползуну пресса крепится шток 9, на котором закреплена плита 7 с установленными на ней в специальных пазах пуансонами 10. Пуансоны, помещённые в прорези обоймы 6, образуют конфигурацию отливки. Обойма 6 плотно соединена с плитой 7 с помощью подпружиненных направляющих 8.

Процесс изготовления отливок осуществляется в следующей последовательности. Расплав заливается в предварительно нагретую металлоприёмную камеру 3. В процессе движения ползуна вниз обойма 6 выступающей частью входит в металлоприёмную камеру 2 и перекрывает её. Усилие пресса через обойму 6 передаётся металлоприёмной камере, которая начинает опускаться. При этом незатвердевший металл вытесняется из камеры в рабочие полости пресс-формы и производится формообразование отливки, после окончания которого, движение всех элементов пресс-формы прекращается, а металл выдерживается под давлением до полного затвердевания. Затем ползун пресса поднимается в исходное положение, а полученная отливка остаётся в металлоприёмной камере.

Обойма в процессе подъёма достигает буртиков на стойке 5 и останавливается. Плита 7 совместно с пуансонами 10 продолжает движение, сжимая пружины, надетые на направляющие 8. При этом пуансоны выходят из обоймы. Движение ползуна прекращается, а полученная отливка выталкивается из металлоприёмной камеры выталкивателем пресса.

Пресс-форма не требует точного дозирования расплава, так как это только повлияет на высоту пресс-остатка и не влияет на точность отливки. За один цикл можно изготовить несколько отливок; их число ограничивается усилием пресса.

Витебский государственный технологический университет

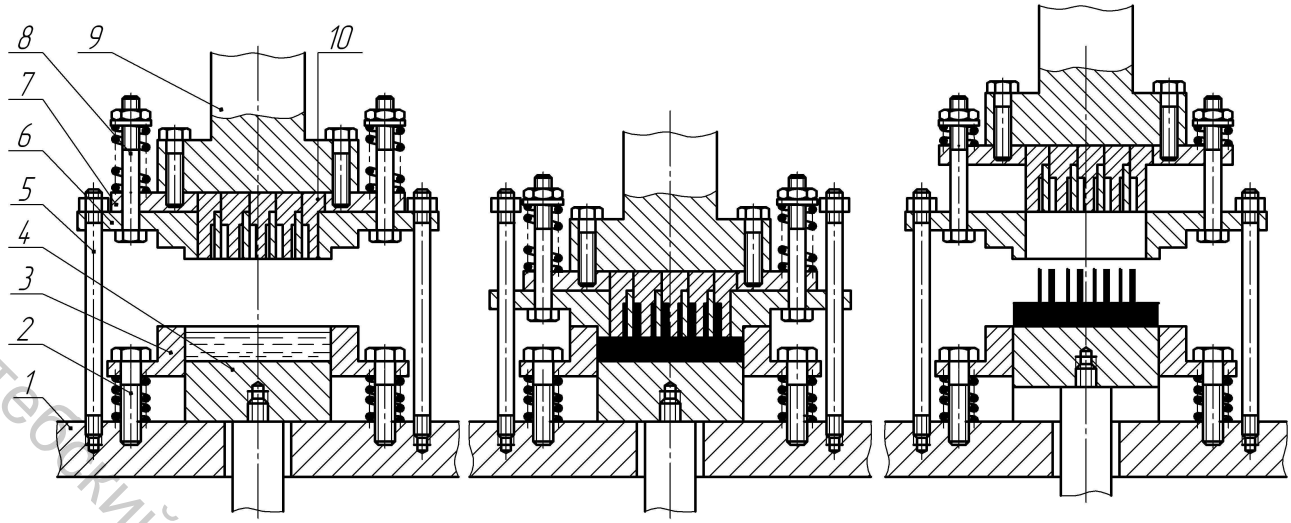


Рис. 4.36. Пресс-форма с разъёмным пуансоном:
а – заливка; б – прессование; в – выталкивание отливки;
1 – плиты; 2, 5 – стойки; 3 – металлоприёмная камера; 4 – основание; 6 – обойма;
8 – направляющая; 9 – шток; 10 – пуансоны.

4.10. Детали пресс-форм для жидкой штамповки

Матрица может быть оригинальной или стандартной и являться частью универсального блока. Если матрица является оригинальной, то её толщина должна быть достаточной, чтобы противостоять давлению прессования. Если матрица входит в состав универсального блока и устанавливается в обойму, то толщина её стенок не более 20 – 30 мм.

Оригинальные матрицы закрепляются на нижней или переходной плитах пресс-формы болтами. В стандартных блоках матрица устанавливается сверху в цилиндрическое или коническое гнездо обоймы и закрепляется в нём болтами или специальными прижимами, расположенными на верхнем торце обоймы (рис. 4.37, а, б).

Иногда матрица устанавливается в обойму снизу (рис. 4.37, в). Замена матрицы в этом случае сопровождается разборкой нижней полуформ и является более трудоёмкой.

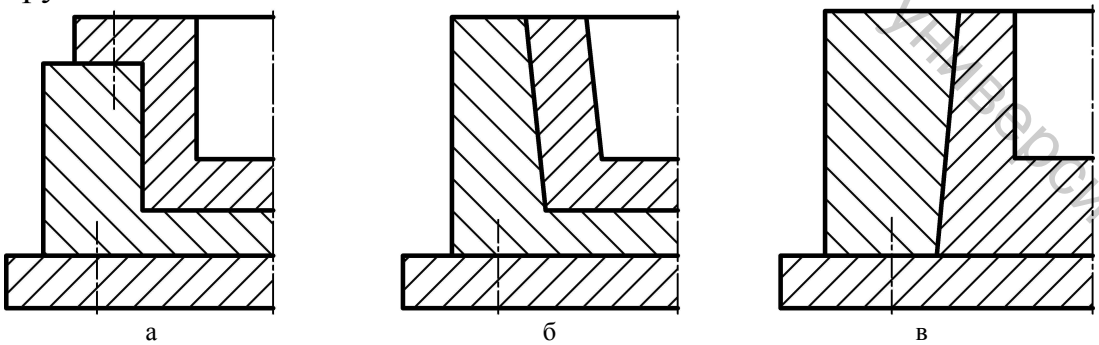


Рис. 4.37. Схемы установки матриц в обоймы:
а, б – установка сверху; в – снизу.

Витебский государственный технологический университет

Рабочая полость матриц выполняется цилиндрической на высоту захода пуансона и с уклоном (табл. 4.3) на оставшуюся часть (т.е. высоту отливки). Такая конфигурация полости с одной стороны обеспечивает направление движения цилиндрического пуансона, а с другой – благоприятное удаление отливки.

Таблица 4.3.

Уклоны на поверхности неразъёмной матрицы.

Размеры рабочей полости матрицы	Толщина стенки отливки, мм	Уклон полости матрицы, градусы
$H \leq 0{,}5\ D$	3 – 6 7 – 10	2 3
$H \leq 0{,}75\ D$	3 – 6 7 – 10	3 4
$H \leq 1{,}0\ D$	3 – 6 7 – 10	4 5
$H \leq 1{,}25\ D$	7 – 10	5

Пуансон закрепляется либо на верхней плите пресс-формы, либо в пуансонодержателе. Для точной фиксации в пуансоне предусматривается хвостовик, а закрепление в пуансонодержателе производится цилиндрическими или коническими штифтами.

При изготовлении отливок с глубокими полостями в прессующий узел пресс-формы входит съёмник и пуансон, которые участвуют в перекрытии рабочей полости матрицы.

Работоспособность пресс-форм в значительной степени зависит от правильного выбора технологического зазора между движущимися деталями в процессе формообразования и уплотнения отливки (табл. 4.4). При малых зазорах может произойти заклинивание пуансона или съёмника в матрице, а при больших – может образоваться кольцевой залив, затрудняющий извлечение пуансона из матрицы после окончания процесса прессования.

Таблица 4.4.

Технологические зазоры между подвижными частями пресс-формы.

Движущаяся пара	Зазор (мм) при габаритных размерах полости матрицы, мм			
	До 80	81 – 120	121 – 180	Свыше 180
Матрица – пуансон	0,03 – 0,05	0,05 – 0,08	0,08 – 0,12	До 0,15
Пуансон – съёмник	0,05 – 0,08	0,08 – 0,10	0,10 – 0,12	До 0,15
Съёмник – матрица	0,03 – 0,05	0,05 – 0,08	0,08 – 0,10	До 0,15

Витебский государственный технологический университет

Выступающая часть пуансона, оформляющая внутреннюю полость отливки, выполняется конусной: 5 – 7º (без съёмника) и 0,5 – 1º (со съёмником). Не рекомендуется допускать на образующей части пуансона участков без конусности, так как это приводит к тяжёлым условиям работы пуансона и съёмника, а иногда и их поломке.

Материалы деталей пресс-форм. Для изготовления формообразующих деталей рекомендуется применять следующие стали: 3Х2В8Ф – для литья медных сплавов, 4ХВ2С – для литья алюминиевых и магниевых сплавов, 4Х5В2ФС, 4Х5В4ФСМ, 4Х3В2Ф2М2 – для литья других сплавов (табл. 4.5).

Таблица 4.5.

Стали для деталей пресс-форм.

Детали пресс-формы	Марка стали	*HRC*
Матрица, пуансон, стержни	3Х2В8, 3Х238Ф, 3Х2М2Ф, 3Х10В2Ф, 5ХНМ, 3Х13	40 – 42
Толкатели	3Х10В2Ф, 3Х13, 3Х2В8Ф, 5ХНМ, 4Х5МФС	40 – 42
Обойма (матрицедержатель), пуансонодержатель	40, 45	28 – 30
Плиты	20, 40, 45	–

4.11. Конструкции кокилей

Общее устройство кокилей. Кокиль – металлическая форма, которая заполняется расплавом под действием гравитационных сил. Кокили также используются в процессах литья под низким давлением. Кокиль (рис. 4.38) обычно состоит из двух полуформ 1, 11, монтируемых на поддоне 8. Внутри полуформ устанавливаются металлический 5 и песчаные 10, 12 стержни. Охлаждение кокиля и металлического стержня осуществляется разбрызгиванием воды через трубки 3, 4, 6. Извлечение металлического стержня из отливки производится штоком 7 гидроцилиндра, а удаление отливки из кокиля выталкивателями 2, 9, приводимыми в действие пневмоцилиндром или гидроцилиндром.

Конструкции кокилей довольно разнообразны. Кокили можно разделить на несколько типов по их конструктивным и технологическим особенностям. Кокили могут быть неразъёмными и разъёмными. Конструктивное исполнение разъёмных кокилей в зависимости от габаритов и сложности отливок может быть различным: с одним или несколькими горизонтальными разъёмами; с одним или несколькими вертикальными разъёмами; с криволинейным, створчатым или комбинированным разъёмами.

Витебский государственный технологический университет

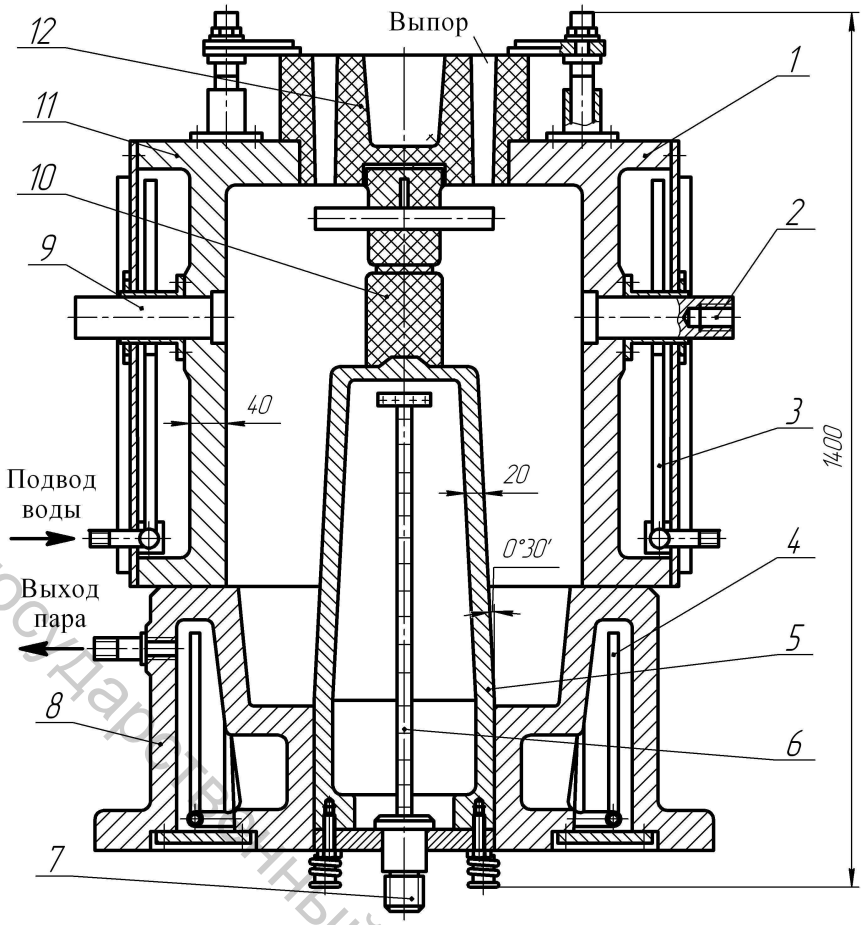


Рис. 4.38. Водоохлаждаемый кокиль для литья чугунных отливок:
1, 11 – полуформы, 2, 9 – выталкиватели; 3, 4, 6 – трубки; 5 – металлический стержень;
7 – шток гидроцилиндра; 8 – поддон; 10, 12 – песчаные стержни.

Неразъёмные кокили отличаются простотой конструкции (рис. 4.39, а). Формообразование отливки осуществляется песчаными стержнями 1, 3 в которых расположены элементы литниковой системы. Удаление отливки осуществляется поворотом кокиля на 180º, разрушением стержней и вытряхиванием формовочной смеси из кокиля. Применяются неразъёмные кокили для получения отливок со сложной наружной и внутренней конфигурацией.

Кокиль с одним горизонтальным разъёмом (рис. 4.39, б) состоит из двух полуформ 6, 7. Литниковая система расположена в песчаном стержне 2. В кокиле отливается одна или несколько заготовок.

Кокили с горизонтальным разъёмом и стопочной сборкой (рис. 4.39, в) предназначены преимущественно для получения множества отливок простой конфигурации. Литниковые системы обычно располагаются в песчаных стержнях. Заливка металла может проводиться сверху и снизу. В последнем случае металл может поступать через один стояк одновременно в несколько стопок.

Кокиль с вертикальным разъёмом (рис. 4.39, г) состоит из двух полуформ 6, 7. В кокиле установлены стержни 8, 9, 11. В центральном стержне выполнена литникованя система 2 и прибыль 10. Кокиль со створчатым разъёмом (рис. 4.39, д) состоит из двух полуформ 6, 7, рукоятки 16, предназначенной для установки

Витебский государственный технологический университет

вкладыша 15, образующего стояк 14. При повороте верхней полуформы 7 относительно оси 12 кокиль раскрывается. Выталкиватели 13 расположены в верхней части кокиля.

Комбинированный кокиль (рис. 4.39, е) собирается из частей 17, 19, 20 с горизонтальным разъёмом и трёх частей с вертикальным разъёмом. Направление их разъёма показана стрелками на рис. 4.39, е снизу. Литниковая система 2 располагается в плоскости вертикального разъёма. Металлический стержень 18 крепится и центрируется в верхней части кокиля.

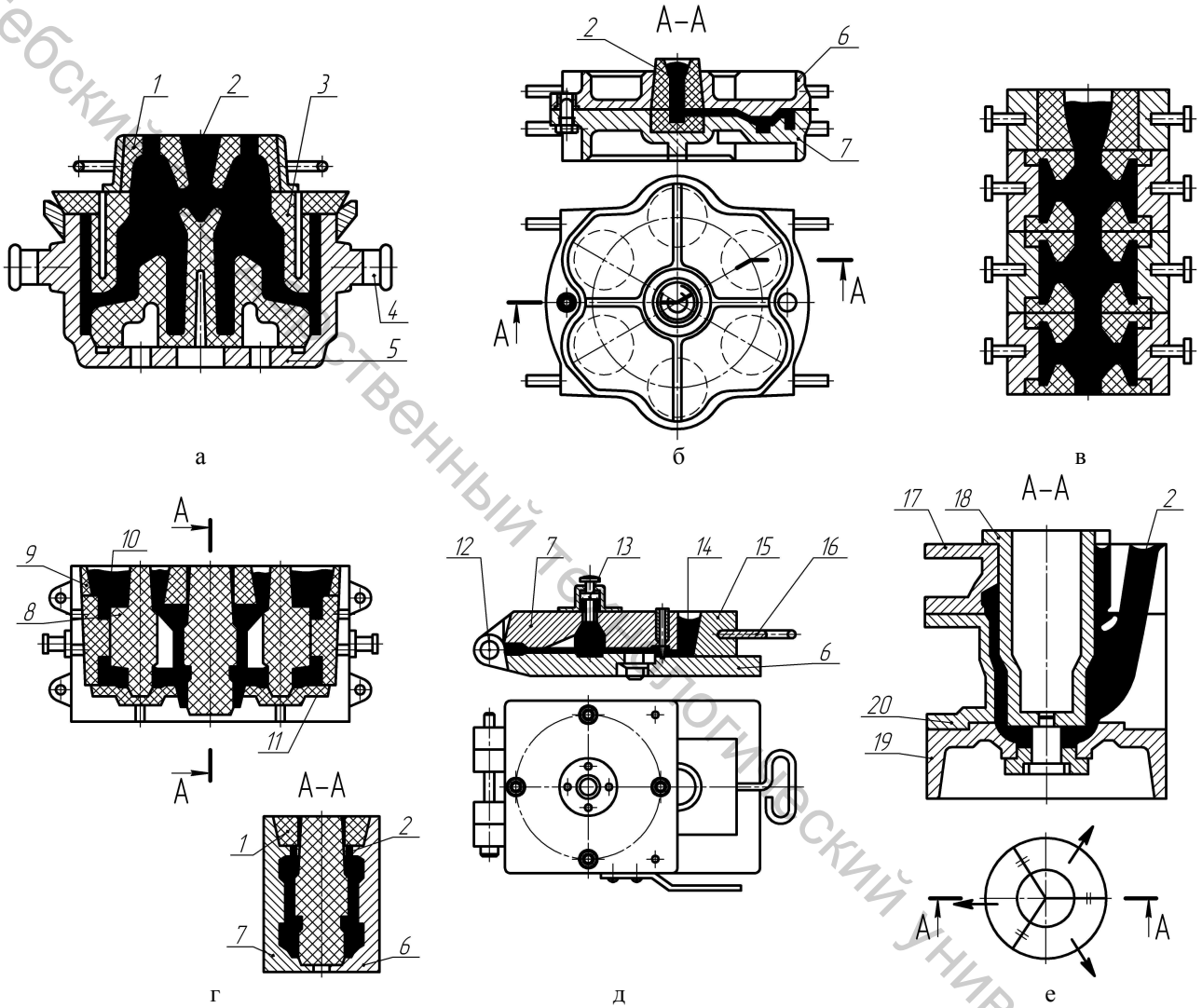


Рис. 4.39. Конструктивные разновидности кокилей:
а – неразъёмный (вытряхной); б – с одним горизонтальным разъёмом;
в – с горизонтальным разъёмом и стопочной сборкой;
г – с вертикальным разъёмом; д – со створчатым разъёмом;
е – с комбинированным разъёмом; 1, 3, 8, 9, 11 – песчаные стержни; 2 – литниковая система; 4 – поворотные цапфы; 5 – корпус кокиля; 6, 7 – полуформы; 10 – прибыль; 12 – ось; 13 – выталкиватель; 14 – стояк; 15 – вкладыш; 16 – рукоятка; 17, 19, 20 – части кокиля с горизонтальным разъёмом; 18 – металлический стержень.

Металлические стержни отличаются многообразием конструкций (рис. 4.40): подвижные и неподвижные, разъёмные и неразъёмные, цельные и составные, податливые и т.д.

Витебский государственный технологический университет

Вкладыши (рис. 4.40, а) 1, 2 применяются преимущественно для оформления выступов, приливов, затрудняющих удаление отливок из кокиля. Сами вкладыши отсоединяются от отливки после её удаления из кокиля. Вкладыши в процессе работы нагреваются, и поэтому вызывает сложность их установки в кокиль. Использование вкладышей затрудняет механизацию процесса литья.

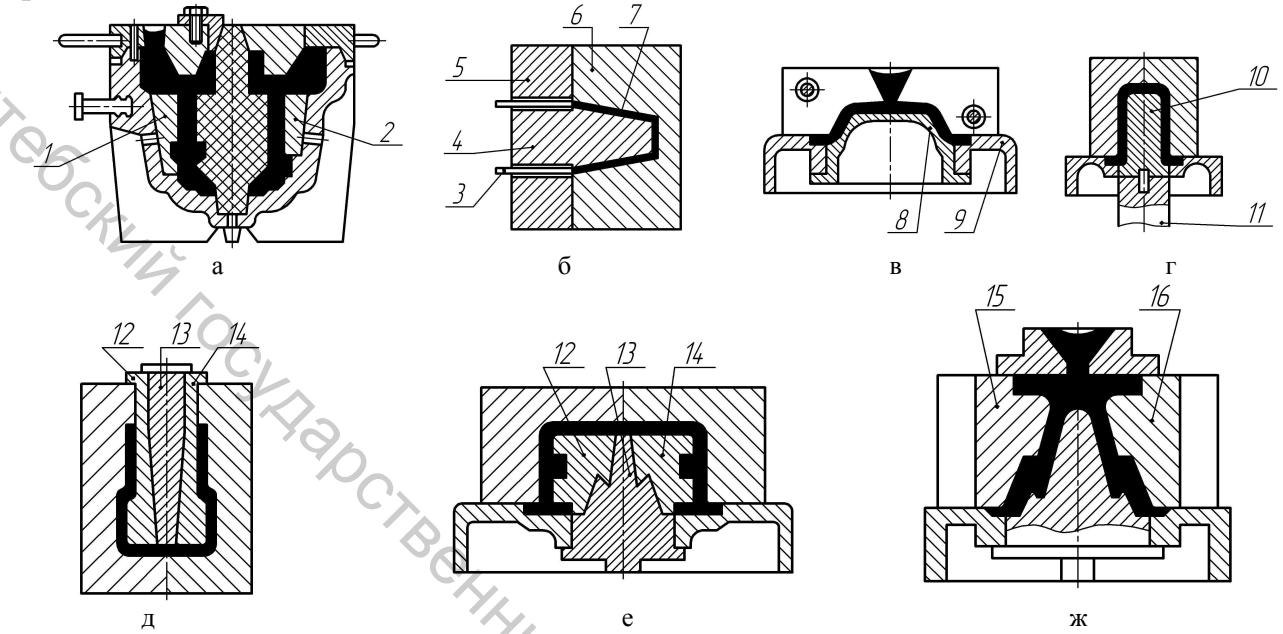


Рис. 4.40. Металлические стержни:
а – металлические вкладыши; б – стержень неподвижный; в – стержень подвижный цельный; г – стержень подвижный подвижный сборный;
д, е – стержни разъёмные; ж – стержень выдвижной: 1, 2 – вкладыши; 3 – выталкиватель; 4 – стержень; 5, 6 – полуформы; 7 – отливка; 8 – цельный стержень; 9 – поддон; 10 – рабочая часть; 11 – хвостовик; 12, 14 – боковые стержни; 13 – центровой клин; 15, 16 – выдвижные стержни.

Стержень неподвижный (рис. 4.40, б) крепится к полуформе 5. После отвода полуформы 6 отливка 7 остаётся на стержне 4 и сталкивается с него выталкивателями 3. Кокиль имеет простую конструкцию, но требуются значительные усилия для удаления отливок. Стенки отливки, сопрягаемые со стержнем, должны иметь большой уклон.

Стержень подвижный цельный (рис. 4.40, в) 1 входит в поддон 2. Стержень подвижный составной (рис. 4.40, г) состоит из рабочей части 10 и хвостовика 11. Рабочая часть изготавливается из легированной стали, а хвостовик из углеродистой стали. Стержни легко извлекаются из отливки после образования твёрдой корки. Внутренняя часть отливки получается с меньшей точностью по сравнению с отливками, изготовленными с применением неподвижных стержней.

Стержни разъёмные (рис. 4.40, д, е) состоят из трёх частей и удаляются из отливки в следующей последовательности: сначала извлекается центровой клин 13, после чего перемещаются к центру, а затем удаляются боковые стержни 12, 14. Для образования сложной полости отливки применяются составные стержни из восьми и более частей. Разъёмные стержни не долговечны, дороги в изготовлении и не обеспечивают высокую точность размеров. Рекомендуется применять для получения отливок из легкоплавких сплавов.

Витебский государственный технологический университет

Выдвижные стержни (рис. 4.40, ж) 15, 16 после заливки перемещаются в пазу плиты, освобождают фланцы отливки и не препятствуют свободной усадке по высоте отливки. Применяются для отливок с внешними глубокими поднутрениями.

Удаление металлических стержней производится клиновыми, рычажными, рычажно-шарнирными, винтовыми, эксцентриковыми и другими механизмами и устройствами.

Средства охлаждения кокилей. Охлаждающие рёбра или холодильники размещаются в шахматном порядке на наружной поверхности кокилей (рис. 4.41, а). По высоте они выполняются примерно на 15 мм меньше стенки кокиля и имеют конусность примерно 1:15. Теплоотдача кокилей с охлаждающими рёбрами или холодильниками на 25 – 30% больше, чем кокилей без холодильников, но они сложнее в изготовлении. Кроме того, охлаждающие рёбра образуют со стенками кокиля тепловые узлы, которые могут явиться причиной образования в процессе эксплуатации в кокиле трещин.

Принудительное воздушное охлаждение наружных стенок полуформ осуществляется обдувом воздухом от вентилятора (рис. 4.41, б). Для создания направленного потока воздуха устанавливается перегородка 5 с отверстиями 4, 6 для подачи и отвода воздуха. Для увеличения теплоотдачи предусматриваются наружные холодильники 7. Принудительное воздушное охлаждение обеспечивает достаточно интенсивный теплообмен при литье цветных сплавов. Необходимо учитывать, что теплоотдача горизонтально расположенных стенок на 25% меньше, чем вертикальные.

Охлаждение жидкостью осуществляется по каналам, выполненными в кокиле, или трубкам, смонтированными на стенках кокиля (рис. 4.41, в). Охлаждение кокилей происходит неравномерно, наиболее интенсивно оно около трубок. Каналы в кокиле выполнить трудно, а трубки сложно монтировать.

Охлаждение разбрызгиванием воды производится через отверстия перфорированной трубки 12 (рис. 4.41, г). Вода омывает наружную оребрённую стенку 11 кокиля и вытекает через отверстие стока 13. Этот способ обеспечивает наиболее интенсивное охлаждение, связанное с парообразованием. Вода должна свободно стекать и не задерживаться в полости кокиля. В противном случае резко повышается давление пара.

Охлаждение проточной водой стенок кокиля осуществляется через отверстия 15, 16, выполненные в сварной коробке 14 (рис. 4.41, д). Для охлаждения применяется вода, эмульсия или масло. Такое охлаждение обеспечивает повышение стойкости кокиля в несколько раз.

Охлаждение пустотелых металлических стержней осуществляется водой (рис. 4.41, е), которая подаётся через трубку 19 и распыляется сжатым воздухом, поступающим через трубку 18. Пар и вода удаляются через трубку 17. Для более равномерного охлаждения стержня вода подаётся через разбрызгиватель. Интенсивное охлаждение стержня в процессе затвердевания отливки позволяет уменьшить усилие съёма отливки со стержня, так как стержень охлаждается, а следовательно сжимается быстрее, чем отливка.

Витебский государственный технологический университет

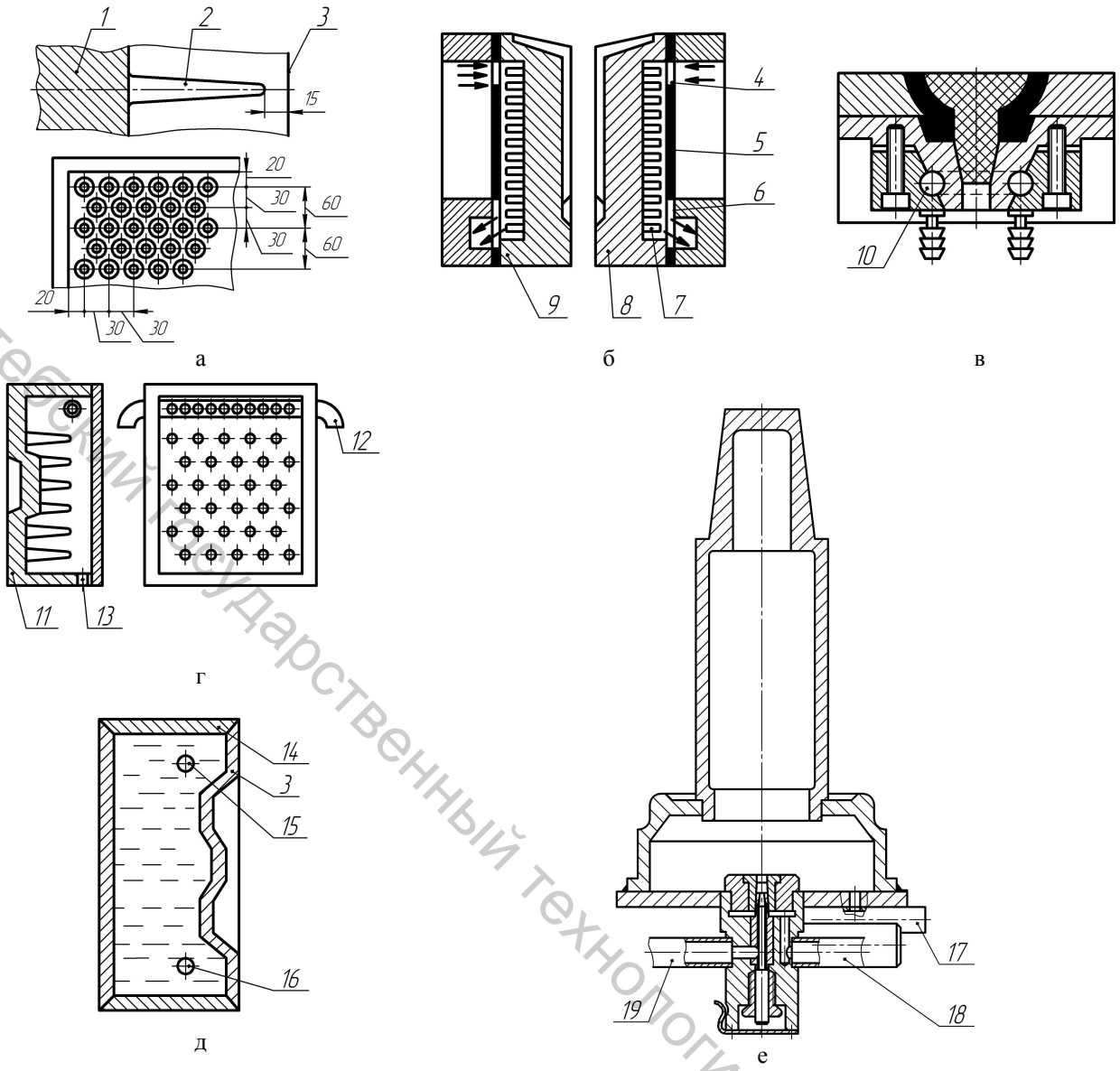


Рис. 4.41. Схемы устройств для охлаждения кокилей: а – охлаждение рёбрами или холодильниками; б – принудительное воздушное охлаждение; в – охлаждение жидкостью; г – охлаждение разбрызгиванием воды; д – охлаждение проточной водой; е – охлаждение стержней: 1 – кокиль; 2 – рёбра, холодильники; 3 – стенка; 4, 6 – отверстия для подачи и отвода воздуха; 5 – перегородка; 7 – наружные холодильники; 8, 9 – полуформы; 10 – каналы; 11 – оребрённая стенка; 12 – перфорированная трубка; 13 – сливное отверстие; 14 – сварная коробка; 15, 16 – отверстие для подачи и удаления воды; 17 – трубка для удаления пара и воды; 18 – трубка для подачи воздуха; 19 – трубка для подачи воды.

Центрирующие элементы – контрольные штыри и втулки – предназначены для точной фиксации частей кокиля при сборке. Они размещаются в углах кокиля, либо в специальных усиках, выполненных в стенке кокиля, на поверхности разъёма кокиля. Штыри могут запрессовываться в отверстия или крепиться гайками.

Запирающие механизмы предназначены для предотвращения раскрытия кокиля и исключения прорыва расплава по разъёму при заполнении. Закрытие и запирание кокилей осуществляется пневматическим или гидравлическим приводом.

Витебский государственный технологический университет

Материалы для изготовления деталей кокилей приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6.

Материалы для изготовления деталей кокилей.

Детали кокиля	Назначение, условия работы	Материал
Рабочие стенки	Кокили для мелких и средних отливок из алюминиевых, магниевых, медных сплавов, чугуна, с воздушным и водовоздушным охлаждением	СЧ20, СЧ25
	Кокили для мелких, средних и крупных отливок из чугунов с воздушным и водовоздушным охлаждением	ВЧ40, ВЧ45
	Кокили для мелких, средних, крупных и особо крупных отливок из чугуна, стали, алюминиевых, магниевых, медных сплавов	Стали 10, 20, 15Л-11, 15ХМЛ, Ст3
	Вставки для интенсивного охлаждения отдельных частей отливок, тонкостенные водоохлаждаемые кокили, массивные металлические стержни	Мель и ее сплавы, легированные стали, специальные сплавы
	Водоохлаждаемые кокили с анодированной, поверхностью для мелких отливок из алюминиевых, медных сплавов, чугунов	АК7 (АЛ9), АК7Ц9 (АЛ11)
Стержни, штыри, толкатели, тяги	Соприкасаются с жидким металлом, работают на истирание	Сталь 45
Стержни, вставки, выталкиватели с резкими переходами в сечениях	Оформляют глубокие полости отливок и находятся под действием высоких температур	30ХГС, 35ХГСА, 35ХНМ
Выталкиватели	Испытывают ударные нагрузки	Стали У8А, У10А
Оси, валы, эксцентрики	Работают на истирание	Сталь 25 (подвергают цементации)

Витебский государственный технологический университет

5. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

Витебский государственный технологический университет

Общие сведения. Пластмассы в зависимости от поведения при нагреве разделяются на термопластичные и термореактивные. Термопластами называют материалы обладающие свойством размягчатся при нагреве и становится вязкотекучими, а при охлаждении переходить в твердое состояние без изменения первоначальных свойств. Термореактивные материалы (реактопласты) при нагреве утверждаются переходя в нерастворимое состояние. Для изготовления изделий из реактопластов используются различные способы прессования, среди которых наиболее распространены прямое (компрессионное) и литьевое (трансферное) прессование.

На рис. 5.1 приведена технологическая схема способа прямого прессования, сущность которого заключается в следующем. Материал 1 загружается в матрицу 4 обогреваемой пресс-формы, где под действием теплоты и давления пресса на пуансон 2, переходит в вязкотекучее состояние, и заполняет оформляющую полость пресс-формы. При этом давление в течение всего процесса прессования передается пуансоном 2 непосредственно на прессуемое изделие 3.

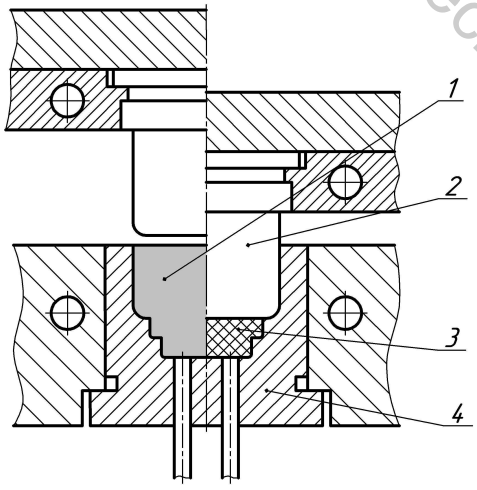


Рис. 5.1. Технологическая схема прямого прессования:

1 – материал; 2 – пуансон; 3 – изделие; 4 – матрица.

Прямое прессование осуществляется на пресс-формах простой конструкции, а полученные изделия отличаются высокой механической прочностью. В процессе прессования материал заполняет оформляющую

полость пресс-формы до того, как приобретает достаточную вязкость. Это может привести к повреждению элементов пресс-формы или элементов арматуры изделий. Кроме того, по поверхности разъема пресс-формы образуется облой.

При литьевом способе прессования силовое и тепловое воздействие на материал осуществляется в полости специальной камеры, из которой материал в вязкотекучем состоянии выдавливается через литниковую систему и оформляющую полость сомкнутой пресс-формы

Различают три варианта литьевого прессования: в пресс-формах с верхней загрузочной камерой, внутренняя полость которых в сечении продольной оси имеет ступенчатую форму; в пресс-формах с верхней загрузочной камерой, внутренняя полость которой имеет одинаковые поперечные сечения; в пресс-формах с нижней загрузочной камерой (Рис. 5.2).

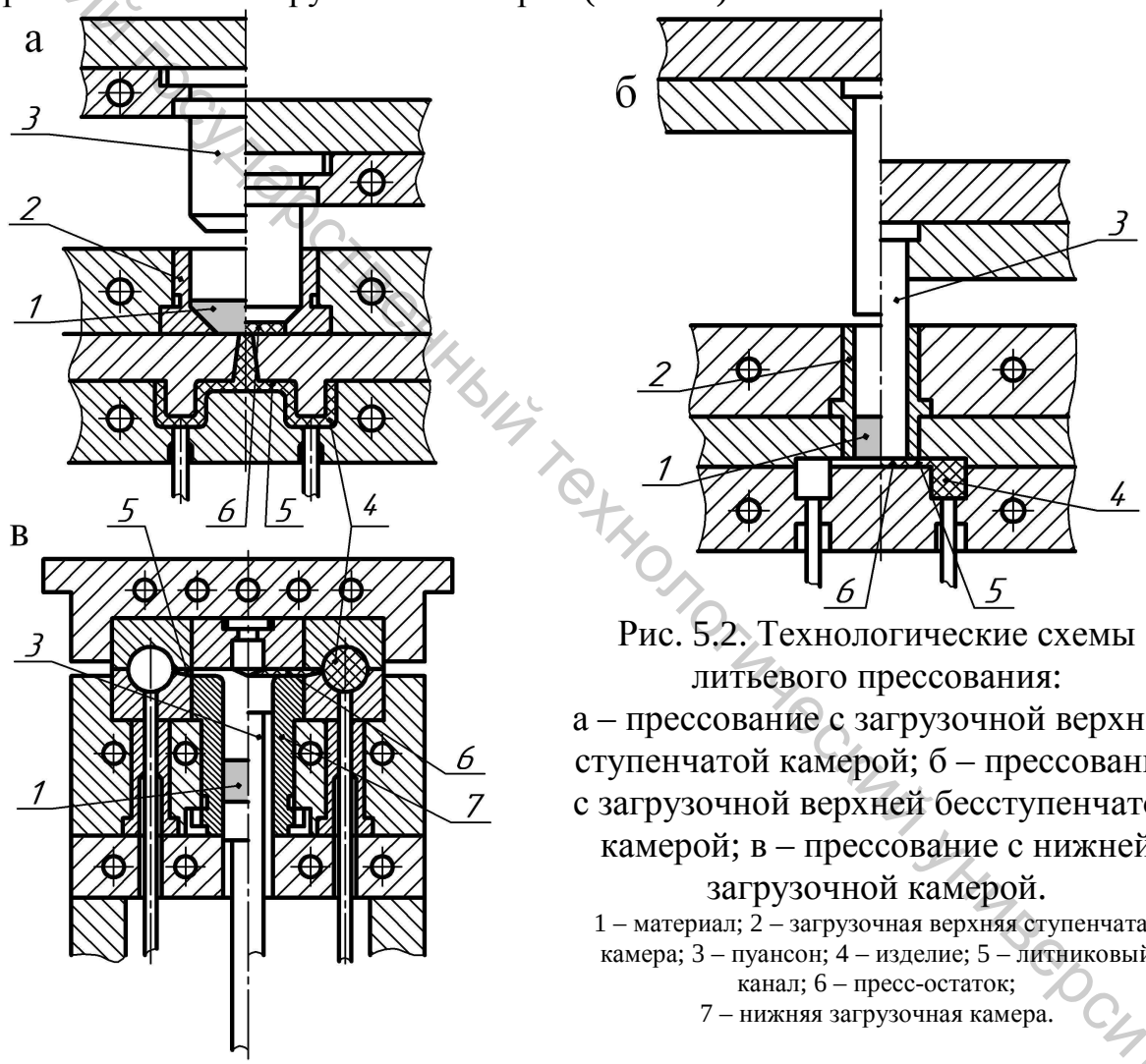


Рис. 5.2. Технологические схемы литьевого прессования:
а – прессование с загрузочной верхней ступенчатой камерой; б – прессование с загрузочной верхней бесступенчатой камерой; в – прессование с нижней загрузочной камерой.
1 – материал; 2 – загрузочная верхняя ступенчатая камера; 3 – пуансон; 4 – изделие; 5 – литниковый канал; 6 – пресс-остаток;
7 – нижняя загрузочная камера.

Независимо от конструкции пресс-формы процессы литьевого прессования осуществляются в следующей последовательности. Под действием теплоты и давления со стороны пуансона материал переходит в вязкотекучее состояние и выдавливается через литниковые каналы в формообразующую полость. После затвердевания материала изделие и пресс-остаток удаляются из камеры.

Применение пресс-форм с верхним или нижним расположением загрузочных камер определяется конструкцией прессов.

Витебский государственный технологический университет

По сравнению с прямым способом прессования литьевое прессование имеет ряд достоинств. Уменьшаются деформации и напряжение в арматуре и элементах оформляющей полости пресс формы. Это происходит потому, что материал может перетекать в оформляющую часть пресс-формы только в вязкотекучем состоянии. При этом между полостями загрузочной и оформляющей камер пресс-формы перепад давлений может достигать 50%. В результате уменьшается силовое воздействие материала. Благодаря этому, способом литьевого прессования можно получить изделия с малопрочной арматурой и глубокими отверстиями. Литьевое прессование обеспечивает безоблойное изготовление изделий, улучшает воспроизводимость контуров и фактуры поверхности изделий сложной формы.

К недостаткам литьевого прессования относятся: пониженная механическая прочность и анизотропность структуры изделий вследствие ориентации частиц наполнителя перпендикулярно направлению литья; необходимость применения материалов с повышенной текучестью; увеличение расхода материала за счет неизбежного применения литников; рост стоимости изделий в результате использования более сложных и дорогостоящих пресс-форм.

5.1. Конструкции пресс-форм

Пресс-формы для прямого и литьевого прессования можно классифицировать по следующим признакам: эксплуатационным, технологическим, степени автоматизации, количеству гнезд, количеству и расположению плоскостей разъема (табл. 5.1)

Таблица 5. 1

Классификация форм для прессования

Классификационный признак	Краткая характеристика	
	Формы	Изделия
1	2	3
Связь с оборудованием	Съемные формы снимаются для извлечения изделия, загрузки материала	Изделия различной конфигурации с пониженными требованиями к качеству, точности, малотиражные
	Стационарные формы. Универсальные блоки	Изделия различной конфигурации и размеров с повышенными требованиями к качеству, точности

Витебский государственный технологический университет

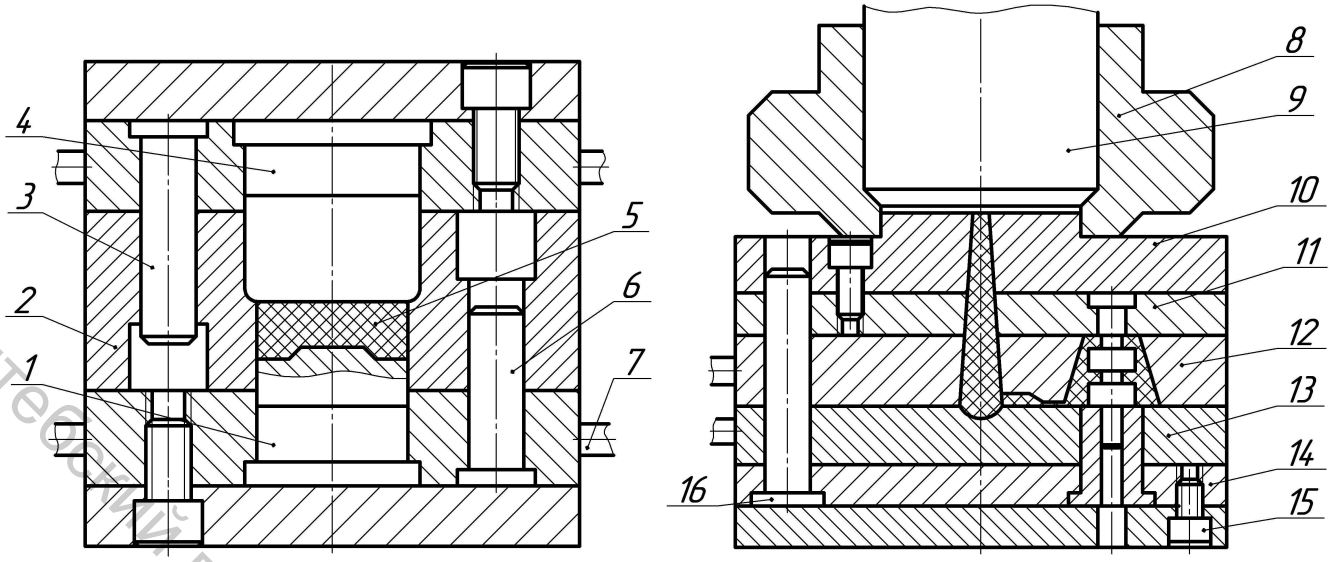
Продолжение таблицы 5.1

1	2	3
Метод изготовления изделий	Формы для прямого прессования – пресс-формы Формы для пресс-литья – литьевые пресс-формы	Изделия плоскостные монолитные без арматуры или малоармированные, равностенные; точность изготовления сравнительно невысокая Изделия сложной конфигурации, сильно армированные, разностенные; точность изготовления сравнительно высокая
Степень автоматизации	Пресс-формы, оснащенные датчиками технологической информации, работающие в режиме АСУТП Пресс-формы автоматического действия, работающие на пресс-автоматах, роторных линиях и т.п. Пресс-формы, работающие на прессах-полуавтоматах Пресс-формы с сопряженными манипуляторами-роботами	Изделия прецизионные, относительно простые Изделия простые, безарматурные, точность изготовления повышенная Изделия различно конфигурации, с арматурой или без нее; требования к качеству, точности нормальные
Число оформляющих полостей (гнезд)	Одногнездные Многогнездные (два и более)	Изделия больших размеров очень сложной конфигурации Изделия, изготавливаемые в массовом и крупносерийном производствах
Число и характер плоскостей разъема	С одной горизонтальной плоскостью, параллельной направлению усилия замыкания пресс-формы То же с двумя горизонтальными плоскостями С одной, двумя или несколькими вертикальными плоскостями, перпендикулярными направлению усилия смыкания пресс-формы С комбинированным (горизонтальным и вертикальным) разъемом; пластинчатые	Различные изделия из пластмасс; точность изготовления размеров, пересекающих плоскости разъемов, невысокая

Съемные пресс-формы за каждый цикл прессования устанавливаются на прессе и снимаются для удаления изделия и загрузки очередной порции пресс-материала. Нагрев съемных пресс-форм осуществляется стационарными обогревательными плитами , закрепленными на столе или ползуне пресса.

На рис. 5.3 показаны типовые конструкции съемных пресс-форм с горизонтальной плоскостью разъема.

Витебский государственный технологический университет



а б

Рис. 5.3. Типовые конструкции съёмных пресс-форм для прямого (а) и литьевого (б) прессования: 1 – вставка; 2 – съёмная матрица; 3, 6 – направляющие колонны; 4 – пуансон; 5 – изделие; 7 – ручки; 8 – корпус; 9 – поршень; 10 – плита литниковая; 11, 14 – знакодержатели; 12 – матрица; 13 – плита съёмная; 15 – винты; 16 – колонки.

Съемная пресс-форма для прямого прессования с двумя плоскостями разъема (рис. 5.3, а) состоит из следующих основных деталей: вставки 1; подвижной матрицы 2, снимаемой при разборе пресс-формы; пуансона 4; направляющих колонок 3, 6, предназначенных для совмещения матрицы 2 и пуансона 4 во время движения. Пресс-форма переносится на стол пресса с помощью ручек 7, расположенных слева и справа. Они же используются для разъема на специальном приспособлении пресс-формы при извлечении из полости матрицы 2 изделия 5.

Съемная пресс-форма для литьевого прессования с тремя плоскостями разъема представлена на рис. 5.3, б. Она состоит из съемной камеры прессования, включающей корпус 8 и поршень 9, а также содержит следующие специальные детали: плиту литниковую 10; знакодержатели 11, 14, предназначенные для крепления знаков и фиксации арматуры; матрицу 12; плиту съема 13; направляющие колонки 16. .

Стационарные пресс-формы для формообразования изделий из реактопластов закрепляются на прессе. В течение всего периода прессования заданной партии изделий пресс-формы находятся в закрепленном положении и не снимаются с пресса.

На рис. 5.4 представлена типичная пресс-форма для прямого прессования плоского ступенчатого изделия. Непосредственно формообразование изделия осуществляется матрицей 5, пуансоном 6 и выталкивателями 22.

Витебский государственный технологический университет

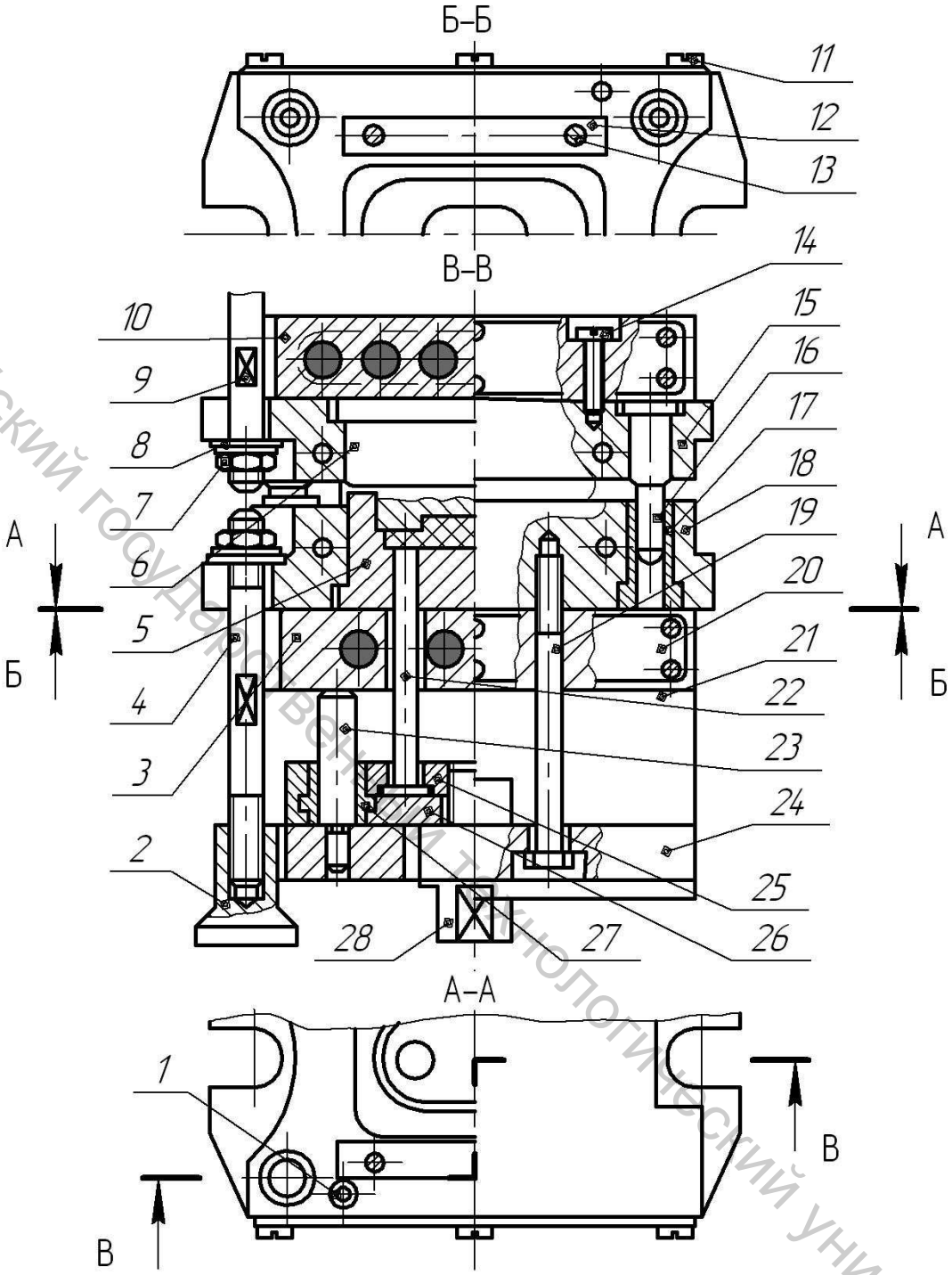


Рис. 5.4. Конструкция стационарной пресс-формы для прямого прессования:
1 – штифт; 2 – сухарь; 3 – средняя плита обогрева; 4 и 9– шпильки; 5 – матрица;
6 – пуансон; 7 – гайка; 8 –шайба; 10 – верхняя плита обогрева; 11,13,14 и 19 – винты;
12 – упорная планка; 15 – пуансонодержатель; 16 и 23 – направляющие колонки;
17 и 27 – втулки;18 – держатель обоймы; 20 – крышка нагревателей; 21 – опорный брус; 22 – выталкиватели;
24 – нижняя плита; 25 – верхняя плита блока выталкивателей;
26 – нижняя плита блока выталкивателей; 28 – хвостовик.

Верхняя и нижняя полуформы деталями 2,4,7-9 крепятся к плитам пресса. Детали 1,11,13,14 и 19 скрепляют отдельные узлы или детали друг с другом, а детали 16,17,23,27 центрируют подвижные части пресс-формы. В плитах 3,10 смонтированы нагревательные элементы, а в деталях 15,18 закреплены

Витебский государственный технологический университет

формообразующие детали 5,6,22. Крышка 20 предохраняет нагревательные элементы от повреждения; деталь 21 обеспечивает пространство для размещения блока выталкивателей; деталь 12 обеспечивает контакт двух полуформ при их смыкании (компенсатор размерной цепи).

Детали 24-26 обеспечивают монтаж блока выталкивателей, деталь 28 соединяет блок выталкивателей с нижним выталкивающим гидроцилиндром.

Работа пресс-формы осуществляется следующим образом. В исходном положении верхняя полуформа поднята; выталкиватели 22 находятся в крайнем нижнем состоянии. В полость пресс-формы поступает доза пресс-материала, и верхняя полуформа смыкается с нижней. После завершения прессования верхняя полуформа поднимается, пуансон 6 выходит из полости, а изделие остается в полости. От гидроцилиндра пресса через хвостовик 28 движение сообщается плите выталкивателей 26, которая поднимается до упора с плитой нагревателей 3. Выталкиватели 22 поднимают изделие и выталкивают из полости. Плунжер гидроцилиндра совместно с хвостовиком опускается, а плита 26 возвращается в исходное положение.

На рис 5.5 приведена типичная конструкция стационарной пресс-формы для литьевого прессования. Изделие формуется в полости между матрицей 1, пуансоном 8 и выталкивателем 2 со знаком, оформляющим отверстие в изделии.

Смыкание верхней полуформы с нижней осуществляется с помощью верхнего гидроцилиндра пресса. Перед смыканием доза пресс-материала поступает в загрузочную камеру 7. После смыкания плунжер 6, соединенный с нижним гидроцилиндром, выдавливает расплав по литниковым каналам в формующие полости. После завершения цикла прессования и раскрытия пресс-формы хвостовик 5 поднимает плиты 3, 4 и выталкиватели 2 которые удаляют изделия из полости матриц.

Блоки и пакеты для прямого и литьевого прессования обеспечивают возможность стандартизации всех вспомогательных конструктивных элементов стационарных пресс-форм. Один блок может заменить несколько стационарных пресс-форм, а пакет устанавливается на время прессования плановой партии изделий.

На рис. 5.6 приведены типовые конструкции универсальных блоков и пакетов для прямого и литьевого прессования. Универсальный блок для прямого прессования (рис. 5.6, а) состоит из верхней и нижней частей, закрепленных стационарно соответственно на верхней и нижней плитах гидравлического пресса. Центрирование частей осуществляется с помощью направляющих колонок 1. Для крепления сменных пакетов на верхней и нижней частях блока имеются быстродействующие поворотные прихваты 2, 3. Соответствующие части сменных пакетов зажимаются с помощью рычагов, перемещаемых специальными винтами.

Витебский государственный технологический университет

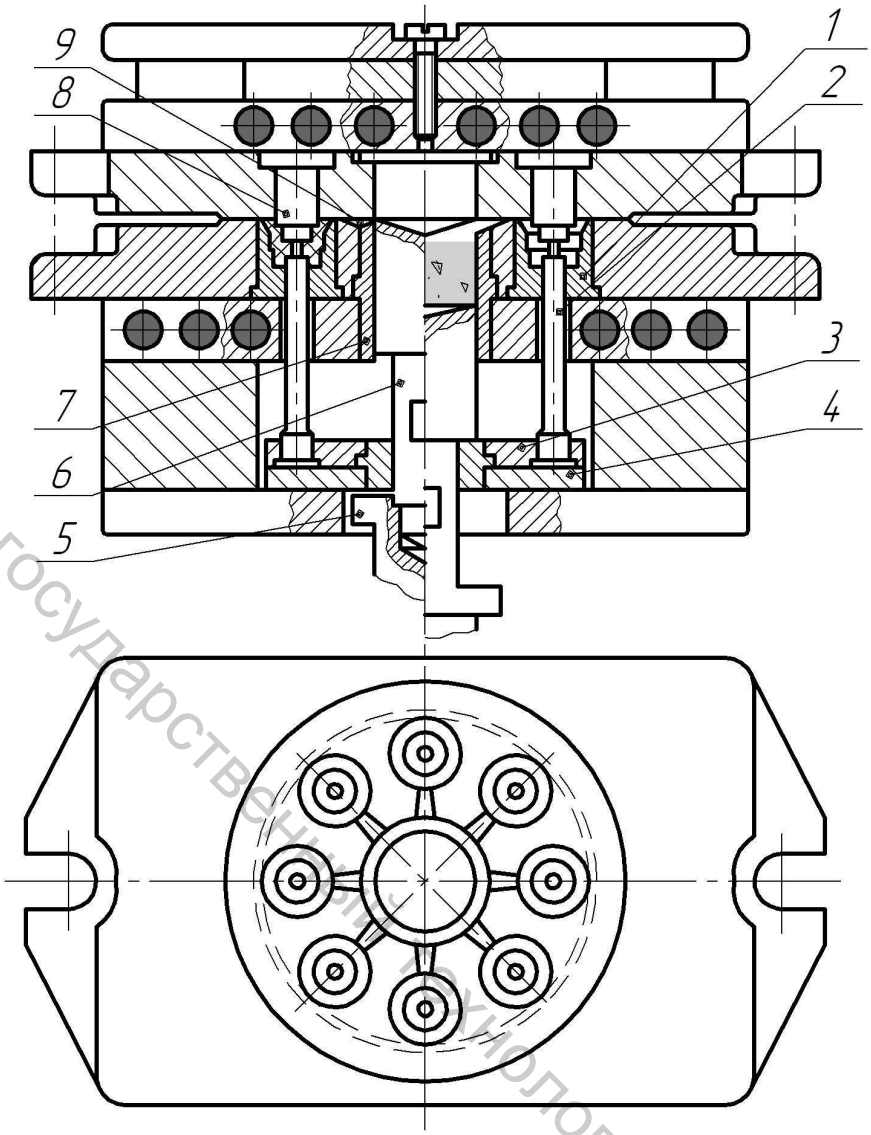


Рис. 5.5. Конструкция стационарной пресс-формы для литьевого прессования: 1 – матрица; 2 – выталкиватель; 3 – верхняя плита блока выталкивателей; 4 – нижняя плита блока выталкивателей; 5 – хвостовик; 6 – плунжер; 7 – загрузочная камера; 8 – пуансон; 9 – литниковый канал.

Выталкивающая система закрепляется в блоке прихватами 5, зажимаемыми раздвижными клиньями 6. Направление движения выталкивающей системы блока осуществляется колонками 7, которые одновременно служат опорой для плит 4.

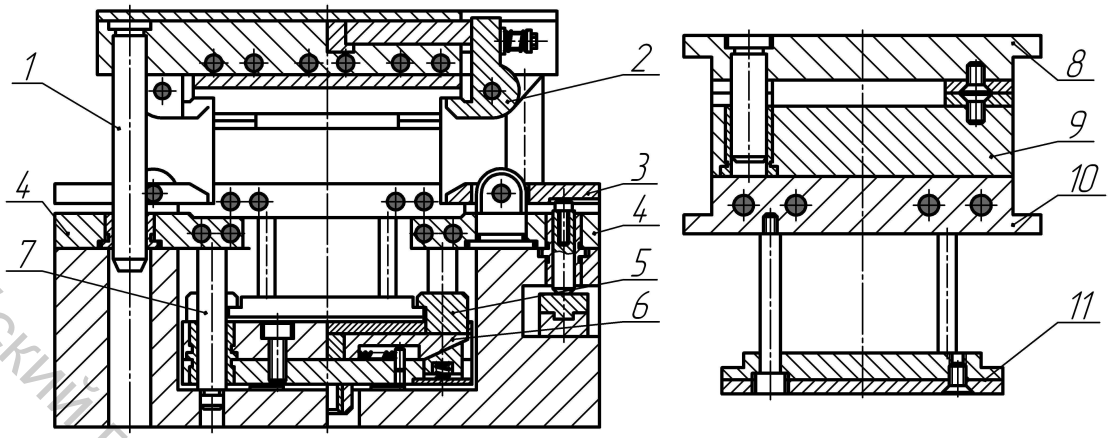
Характерной особенностью универсальных блоков является возможность быстрой замены непосредственно на прессе одних матриц и пуансонов другими, что позволяет производить прессование различных изделий.

Универсальные блоки пригодны для крепления большого числа сменных пакетов пресс-формы, что позволяет ускорить подготовку производства по вновь осваиваемой продукции и способствует снижению затрат на изготовление технологической оснастки.

Пакет (рис. 5.6, б) состоит из плиты пуансонов 8; обоймы матрицы 9; плиты обогрева 10; плиты толкателей 11; соединительных и направляющих

Витебский государственный технологический университет

деталей. Пакет устанавливается на две опорные плиты 4 (рис. 5.6, а), являющиеся одновременно и нижними плитами обогрева.



а б

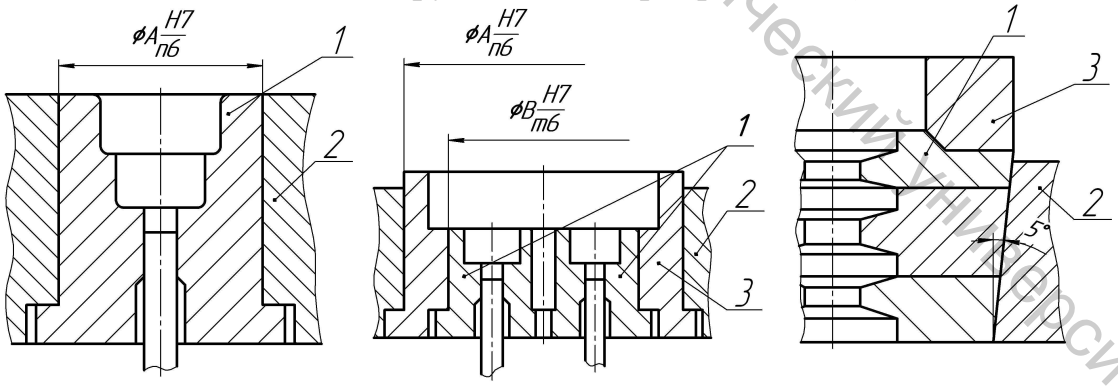
Рис. 5.6. Типовые конструкции блока (а) и пакета (б):

1 – направляющая колонка; 2, 3 – прихваты для крепления сменных пакетов; 4 – опорные плиты; 5 – прихват для закрепления выталкивающей системы; 6 – раздвижные клинья; 7 – колонка; 8 – плита пуансона; 9 – обойма матрицы; 10 – плита обогрева; 11 – плита толкателей.

Витебский государственный технологический университет

5.2. Конструкции формообразующих деталей пресс-форм

Матрицы в большинстве случаев являются сочетанием двух элементов – непосредственно матрицы и загрузочной камеры и выполняются как одно целое (рис. 5.7, а). Применяются цельные матрицы в съемных, стационарных и блочных пресс-формах. Изготовление цельных матриц не всегда технологически оправдано и для упрощения обработки матрицы выполняются составными (рис. 5.7, б). Наружные поверхности матриц имеют цилиндрическую форму. В тех случаях, когда из-за малых размеров боковых выступающих частей изготовление матрицы вызывает затруднение, она выполняется из отдельных плиток, а сверху устанавливается накладная загрузочная камера (рис. 5.7, в).



а б в

Рис. 5.7. Конструкции матриц: а – цельная; б, в – составные:

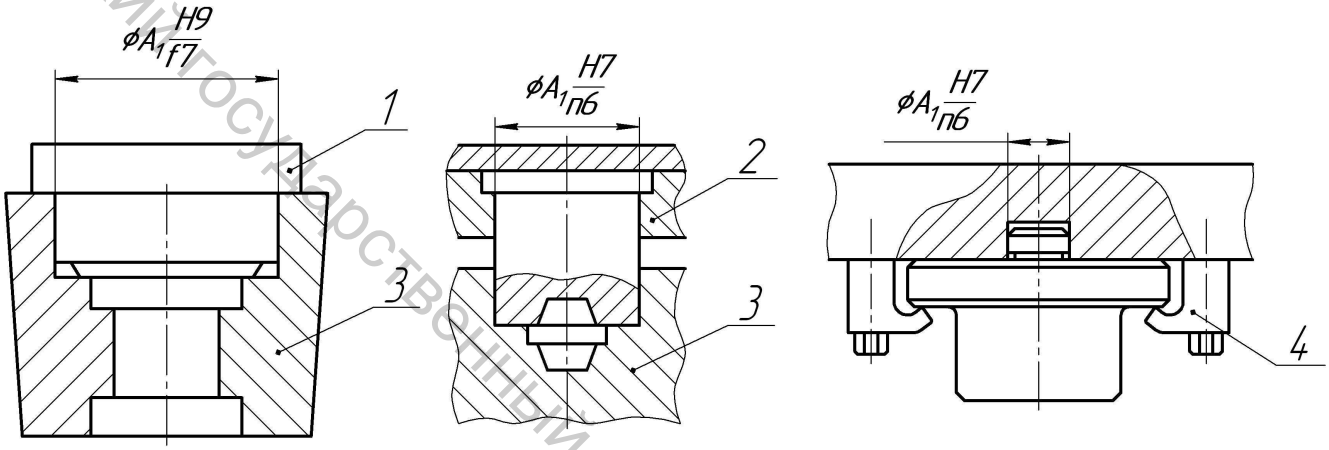
1 – матрица; 2 – обойма; 3 – загрузочная камера

Пуансоны предназначены для передачи давления пресса на материал, находящийся в загрузочной камере. Кроме того, в пресс-формах прямого прессования пуансон оформляет часть поверхности изделия. Для отвода

излишнего материала из загрузочной камеры пресс-форм прямого прессования на боковой поверхности пуансонов выполняются специальные каналы глубиной 0,3 – 0,5 мм, шириной 5 – 8 мм.

Правильное сопряжение пуансона с загрузочной камерой или с матрицей достигается при соответствующем зазоре между ними. Величина зазора зависит от диаметра или сечения пуансона, но его минимальное значение равно 0,02 – 0,03 мм на сторону. Этому требованию отвечают посадки (рис. 5.8).

Простейшая конструкция цельного пуансона прямоугольной формы или формы тел вращения представлена на рис. 5.8, а. Для предотвращения вдавливания в плиту пресса и удобства фиксации на пуансонах предусмотрены борты.



а б в

Рис. 5.8. Конструкции и варианты крепления пуансонов: а – цельный; б, в – составной; в – быстросменный; 1 – пуансон; 2 – пуансонодержатель; 3 – матрица с загрузочной камерой; 4 – прихват

Наиболее широко распространена конструкция пуансонов с установкой в пуансонодержателе (рис. 5.8, б). Пуансоны формы тел вращения, имеющие на рабочей части выступы, пазы или отверстия, требуют определенной ориентации их относительно матрицы. Такие пуансоны устанавливаются в пуансонодержателе по посадке с натягом и дополнительно фиксируются от проворачивания штифтом.

Быстросменная конструкция пуансонов предусматривает крепление двумя прихватами за цилиндрический хвостовик (рис. 5.8, в). В этом случае фиксация пуансона относительно матрицы осуществляется выступающей цапфой.

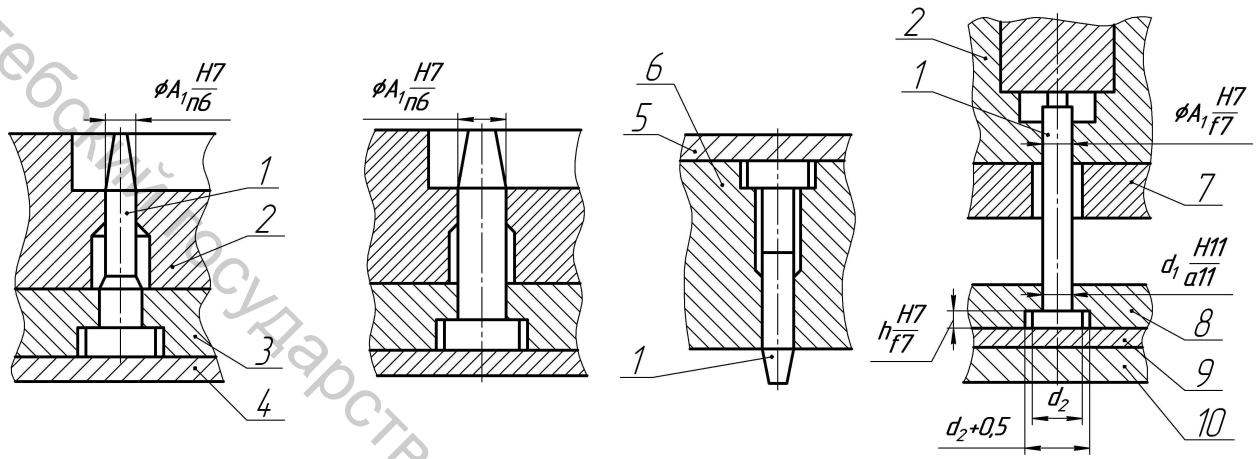
Формующие знаки образуют в изделии гладкие или резьбовые отверстия. Они устанавливаются в матрице или пуансоне с неподвижным или подвижным креплением.

Конструктивное выполнение формующих знаков, а также способ их крепления в пресс-форме зависят от конфигурации и размеров рабочей части самих знаков и конструкции пресс-формы.

На рис. 5.9 представлены конструкции формующих знаков. Как при неподвижном, так и при подвижном соединении формующих знаков и

Витебский государственный технологический университет

вкладышей высота посадочной части отверстия детали, в которой производится установка знаков, должна быть меньше, чем высота формующей части. В неподвижных соединениях это делается с целью облегчения изготовления и доводки после термообработки гладких круглых и фасонных отверстий в матрице и пуансоне. В подвижных соединениях, помимо того, меньшая высота посадочной части необходима для уменьшения площади трения сопрягаемых элементов.



а б в г

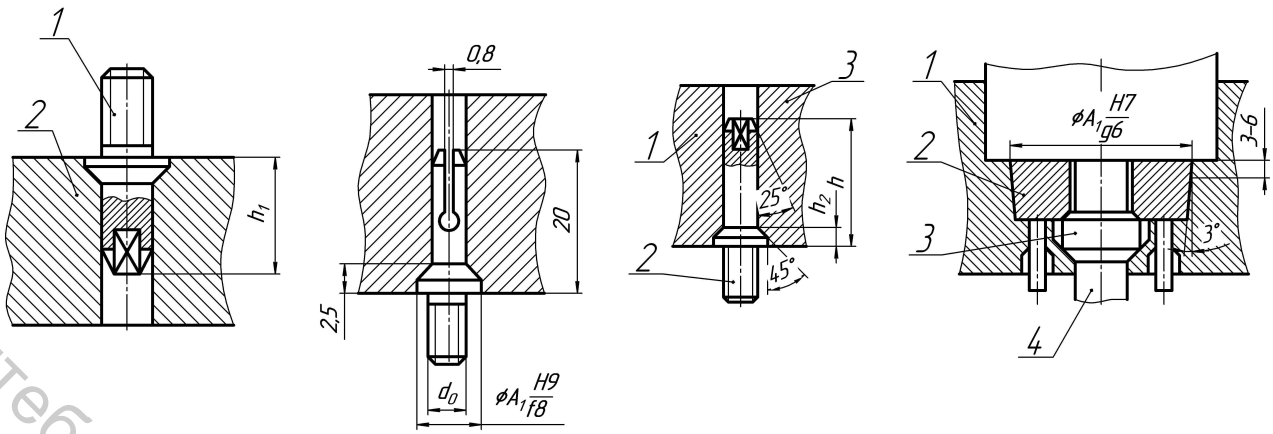
Рис. 5.9. Конструкции формующих знаков:
а – в – неподвижных (а – $\varnothing A_1$<4 мм; б – $\varnothing A_1$>4 мм);
в – знак проходит только через одну деталь пресс-формы; г – подвижных;
1 – знак; 2 – матрица; 3 – знакодержатель; 4 – плита нижняя; 5 – плита верхняя; 6 – пуансон; 7 – плита обогрева; 8 – плита выталкивателя; 9 – прокладка; 10 – плита хвостовика

Независимо от конфигурации рабочей части формующего знака, хвостовик или стержень, утолщенная часть или буртик для крепления выполняются круглой формы, что облегчает их изготовление.

В подвижных формующих знаках диаметр утолщенной части, устанавливаемой в держатель, должен быть на 0,5 – 1 мм больше, чем диаметр рабочей части. Посадки в сопряжениях знак-держатель в стационарных пресс-формах, имеющих постоянную связь матрицы с формующими знаками, делается с зазором, что компенсирует возможную неточность расположения отверстий в матрице и держателе.

Резьбовые знаки и кольца предназначены для оформления в прессуемых изделиях соответственно внутренней и наружной резьбы. Резьбовые знаки используются также для закрепления в определенном положении металлической арматуры с резьбой. Резьбовые знаки и кольца могут быть верхними и нижними. Кольца, как правило, устанавливаются в нижней части пресс-форм (рис. 5.10).

Витебский государственный технологический университет



а б в г

Рис. 5.10. Конструкции резьбовых знаков: а – знак, устанавливаемый в нижней части пресс-формы; 1 – знак; 2 – матрица;
б, в – знаки, устанавливаемые в верхней части пресс-формы для формования соответственно резьбы до 6 мм и свыше 6 мм;
1 – пуансон; 2 – знак; 3 – пружинное кольцо;
г – резьбовое кольцо; 1 – матрица; 2 – знак; 3 – изделие; 4 – выталкиватель

При установке в нижней части пресс-формы резьбовые знаки имеют цилиндрический стержень, который входит в соответствующее отверстие в матрице. В зависимости от конструкции пресс-формы эти знаки могут иметь специальный буртик для фиксации и удержания в рабочем положении. Иногда они торцом могут опираться на нижнюю плиту пресс-формы. Верхние резьбовые знаки большей частью выполняются с буртиком, удерживающим их в определенном положении относительно плоскости пуансона и перекрывающем отверстие под хвостовик, что предотвращает затекание пресс-материала в посадочное отверстие.

5.3 Расчет загрузочной полости пресс-формы и исполнительных размеров формообразующих элементов

Размеры высоты загрузочной полости матриц пресс-форм рассчитываются с учетом объема загружаемой пресс-массы по одной из следующих формул (Таблица 5.2).

В приведенных формулах: Н – высота загрузочной полости пресс-формы: V – объем загружаемой пресс-массы.

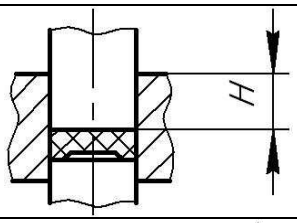
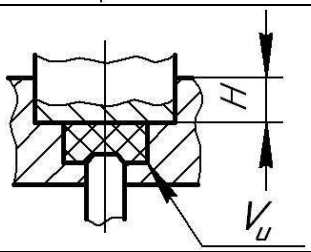
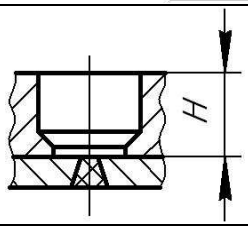
$$V = V_u kn = mkn / \rho \qquad (5.1)$$

где V_u - объем прессуемого изделия; k – коэффициент уплотнения пресс-массы.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 5.2

Расчет высоты загрузочной полости пресс-форм

Тип пресс-форм	Эскиз	Расчетная формула
Прямого прессования Закрытая поршневая		$H = (V / F) + 0,8$
Прямого прессования Закрытая с перетеканием		$H = (V - V_u n / F) + 0.8$
Литьевого прессования		$H = (V / F) + 1.2$
Примечание: увеличение высоты Н 0,8-1,2 мм обусловлена необходимостью обеспечить заход пуансона до соприкосновения с пресс-массой, а также компенсировать потери пресс-материала на облой, литники и др.		

(5.2)

$$k = \rho_u / \rho_н$$

где ρ_u - плотность спрессованного изделия; $\rho_н$ - насыпная плотность; n – количество одновременно прессуемых изделий.

F – площадь сечения загрузочной полости, для пресс-форм литьевого прессования.

$$F = 1.1(F_u n + F_л), \quad (5.3)$$

где F_u - площадь прессуемого изделия (в плане); n – число одновременно прессуемых изделий; $F_л$ - суммарная площадь литников (в плане).

Диаметр полости нижней загрузочной камеры пресс-форм литьевого прессования

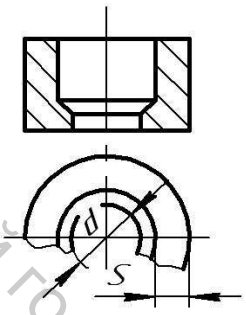
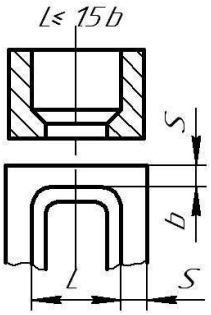
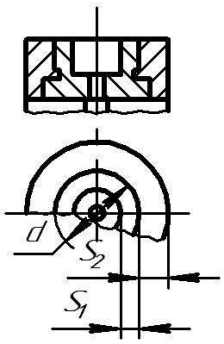
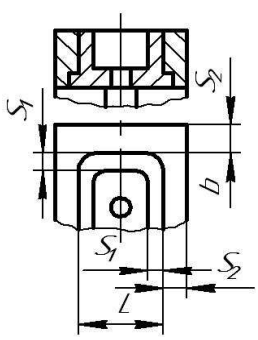
$$D = 1.12\sqrt{\frac{V_u n}{H}} \quad (5.4)$$

Толщина стенок загрузочных камер, матриц и обойм назначается в соответствии с таблицей 5.3.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 5.3

Толщина стенок загрузочных камер, матриц и обойм, мм

Внутренний диаметр d или большая сторона L прямоугольника	Тип загрузочной камеры		Тип матрицы и обойм			
	круглая	прямоугольная	круглая		прямоугольная	
						
	S		S_1	S_2	S_1	S_2
До 40	20	24	7	13	9	15
Св. 40 До 50	22	26	8	15	10	18
Св. 50 До 60	27	32	9	17	11	21
Св. 60 До 70	32	38	10	20	12	24
Св. 70 До 80	37	44	11	22	13	27
Св. 80 До 90	40	48	12	24	14	30
Св. 90 До 100	45	54	13	26	15	32
Св. 100 До 120	52	62	15	29	17	35
Св. 120 До 140	57	69	17	32	19	38
Св. 140 До 160	62	75	19	35	21	42
Св. 160 До 180	67	81	21	38	23	45
Св. 180 До 200	72	87	23	40	25	48

Примечание: 1.Давление в загрузочной камере не должно превышать 100МПа. 2.Давление во внутренней полости матрицы-вставки не должно превышать 70 МПа. 3. При L/b>1,5 значение толщины стенок следует уменьшать (умножить на 0,8). 4. Наружные размеры, рассчитанные с учетом указанной толщины стенок, необходимо увеличить кратно 5.

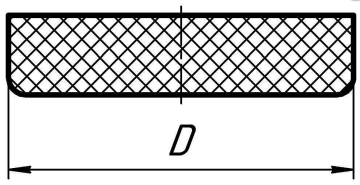
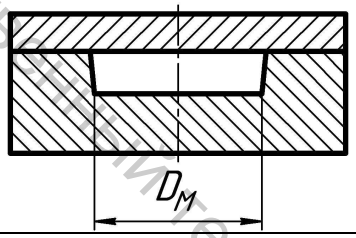
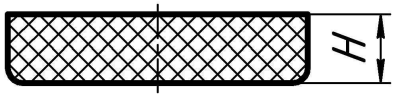
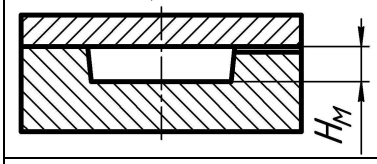
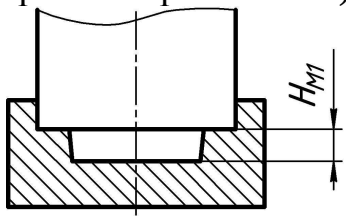
ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Исполнительные размеры гладких формообразующих элементов (матрицы, пуансоны, знаки) рассчитывают с учетом допуска на размеры изделия и усадки формуемого материала. Методика расчета гладких формообразующих элементов в соответствии с ГОСТ 15947-70 приведена в таблице 5.4.

Поля допусков на размеры формообразующих деталей назначают в зависимости от квалитета формуемого изделия, рекомендуется принимать согласно таблице 5.4.

Таблица 5.4

Таблица 5.4 – Расчет гладких формующих элементов

Размер		Расчетная формула
изделия	Формообразующих деталей	
1	2	3
Охватываемые	Охватывающие	$D_M = D_{\max} + D_{\max} \cdot 0,01 S_{\max} - -T_И$
Диаметральный		
		
Охватываемые высотные	Охватывающие высотные, не зависящие от толщины облоя	$H_M = H_{\max} + H_{\max} \cdot 0,01 S_{ср} - -0,5(T_И + T_ф)$
		
	Охватывающие высотные, зависящие от толщины облоя (пресс-формы прямого прессования)	$H_{M1} = H_{\max} + H_{\max} \cdot 0,01 S_{ср} - -c - 0,5(T_И - T_Ф)$
		

Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблицы 5.4

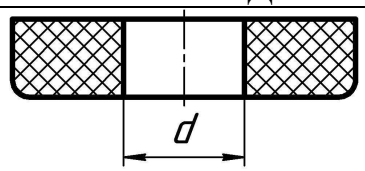
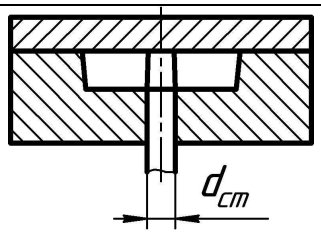
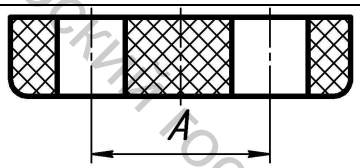
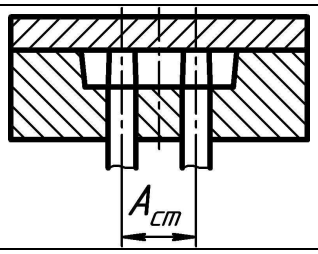
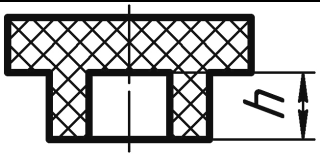
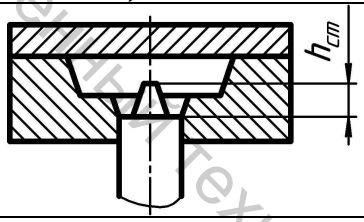
1	2	3
Диаметральный		
		
Межосевой		$A_{cm} = A + A \cdot 0,01 S_{ср}$
		
Прочие не относящиеся к охватывающим, охватываемым, межосевым (глубина отверстия, высота уступа и т.п.)		$h_{cm} = h_{\min} + h_{\min} \cdot 0,01 S_{ср} + +0,5(T_И + T_Ф)$
		
Примечание: В расчетных формулах приняты следующие обозначения: D_{max}, H_{max} – наибольшие предельные размеры изделия, мм; d_{min}, h_{min} – наименьшие предельные размеры изделия, мм; S_{max}, S_{min}, $S_{ср}$ – наибольшая, наименьшая и средняя усадка пластмассы соответственно, %; $T_И$ – допуск на размер изделия; $T_Ф$ – допуск на размер формообразующих деталей; с – поправочный коэффициент, учитывающий толщину облоя в формах прямого прессования		

Таблица 5.5

Таблица 5.5 – Поля допусков на размеры формообразующих деталей в зависимости от квалитета формуемого изделия

Квалитет	Поле допусков размеров		
	охватывающих	охватываемых и прочих	межосевых*
10 – 11	H7	h6	--
12 – 14	H9	h9	$\pm T_И/10$
15 – 16	H11	h11	
17	H12	h12	
* предельные отклонения межосевых размеров следует назначать не менее 0,02 мм.			

Исполнительные размеры резьбооформляющих деталей (знаков и колец) рассчитываются в соответствии с ГОСТ 15948-76. Расчет производится для всех элементов наружной и внутренней резьбы по формулам, приведенным в таблице 5.6.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 5.6

Таблица 5.6 – Расчет резьбооформляющих элементов

Размер	Расчетная формула
1	2
Резьбооформляющее кольцо	
Наружный диаметр	$D_к = d + d\cdot 0,01S_{\max} - T_d - es$
Средний диаметр	$D_{2к} = d_2 + d_2\cdot 0,01S_{\max} - T_{d2} - es$
Внутренний диаметр	$D_{1к} = d_1 + d_1\cdot 0,01S_{\max} - T_{d2} - es - 0,144P$
Шаг	$P_к = P(1+0,01S_{ср})$
Резьбооформляющий стержень	
Наружный диаметр	$d_{ст} = D + D\cdot 0,01S_{\min} + T_{D2} + EI$
Средний диаметр	$d_{2ст} = D_2 + D_2\cdot 0,01S_{\min} + T_{D2} + EI$
Внутренний диаметр	$d_{1ст} = D_1 + D_1\cdot 0,01S_{\min} + T_{D1} + EI$
Шаг	$P_{ст} = P(1+0,01S_{ср})$
Примечание: В формулах приняты следующие обозначения: d, d_2, d_1 - соответственно наружный, средний и внутренний диаметр болта; D, D_2, D_1 - соответственно наружный, средний и внутренний диаметр гайки; P – шаг резьбы; T_d и T_{d2} – допуски наружного и среднего диаметра резьбы болта; T_{D2}, T_{D1} – допуски среднего и внутреннего диаметра резьбы гайки; EI – нижнее отклонение диаметра резьбы гайки; S_{max}, S_{min}, $S_{ср}$ – соответственно наибольшая, наименьшая и средняя усадка пластмассы	

Отклонение шага резьбы ΔP резьбоофрмляющих деталей следует назначать в зависимости от длины резьбы *l* в соответствии со следующими данными:

l, мм	до 12	12-32	32-40	св. 50
ΔP, мм	0,008	0,010	0,012	0,014

Отклонение половины угла профиля резьбы Δα/2 назначается в зависимости от шага P

P, мм	до 0,35	0,35-0,60	0,60-1,00
Δα/2, min	65	50	40

Витебский государственный технологический университет

5.4.Формы для литья под давлением

Общие сведения о процессах литья под давлением

Литье термопластов. Сущность способов литья под давлением изделий из термопластичных материалов иллюстрируются рис. 5.11. В бункер 5 засыпается гранулированный материал. Через дозирующее устройство 6 материал поступает в цилиндр 8 с обогревательными элементами 9. Температура материала в цилиндре повышается от начальной на входе до заданной технологическим режимом на выходе. Цикл литья начинается с замыкания подвижной половины формы 12 с неподвижной *3*. Сомкнутая форма сжимает пружины 4 и примыкает к соплу 10. В этот момент плунжер 7 под давлением (до 200 МПа) впрыскивает расплав в охлаждаемую форму.

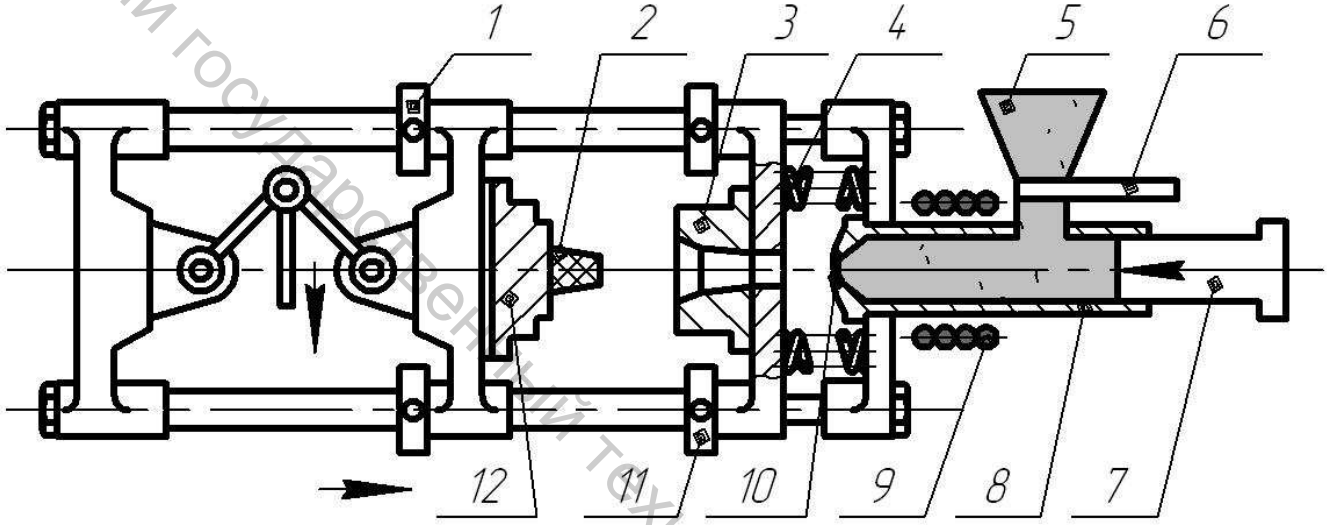


Рис. 5.11. Схема установки для литья термопластов: 1,11 – упоры; 2 – литник; 3 – неподвижная полуформа; 4 – пружина; 5 – бункер; 6 – дозатор; 7 – плунжер; 8 – цилиндр; 9 – обогревательный элемент; 10 – сопло; 12 – подвижная полуформа.

Температура формы значительно ниже температуры расплава, поэтому масса быстро охлаждается и затвердевает, уменьшаясь в объеме. В результате в форме образуется незаполненное пространство. Для заполнения его пластмассой, а также для предотвращения вытекания расплава из формы плунжером 7 в течение непродолжительного времени поддерживается давление. Затем плунжер 7 отходит вправо, а из загрузочного бункера 5 в материальный цилиндр поступает новая порция материала. Расплав в форме охлаждается до полного затвердевания, продолжительность которого зависит от вязкости расплава и толщины стенки отливки. После затвердевания подвижная половина формы 12 отходит влево. Форма размыкается. Неподвижная половина под действием сжатых пружин 4 тоже перемещается влево до упора 11, и литник 2 отрывается от сопла 10. При дальнейшем перемещении подвижной половины формы влево до упора 1 форма полностью открывается, а отливка выталкивается.

Литье реактопластов. Литье под давлением изделий из реактопластов осуществляется по аналогичной схеме, но существенно отличается

Витебский государственный технологический университет

технологическими режимами, обусловленными свойствами реактопластов. Реактопласты при нагревании переходят в вязкотекучее состояние. В отличие от термопластов в них одновременно протекает химическая реакция с образованием структуры, соответствующей переходу материала из вязкотекучего в твердое состояние. Изменяются свойства материала, в том числе вязкость, которая по истечении определенного времени начинает интенсивно возрастать.

На рис. 5.12 показаны разновидности технологических схем литья под давлением реактопластов. Изготовление изделий по схеме, изображенной на рис. 5.12 а, заключается в следующем. Порция порошкообразного материала, находящаяся при комнатной температуре, после подъема дозировочного поршня 3 стекает в камеру цилиндра 1, нагретого электрообогревателем 9. При движении литьевого поршня 2 вперед (позиция II) материал уплотняется, затем поршень 2 останавливается, продолжая оказывать давление на материал. Материал нагревается за счет теплопередачи от стенок цилиндра и переходит из твердого в вязкотекучее состояние. Под давлением поршня 2, который вновь начинает перемещаться, расплав из камеры литьевого цилиндра 1 через литник 8 выдавливается в оформляющую полость 7 формы, нагретой электрообогревателем 6 до температуры формования расплава. После окончательного заполнения полости 7 небольшая часть материала (до 3—7% от массы порции) остается в камере.

Следующая операция – выдержка под давлением, во время которой литьевой поршень 2 продолжает оказывать на расплав в камере, давление. В течение этого времени расплав продолжает нагреваться, и в нем начинает интенсивно протекать реакция отвердения. Так как температуры цилиндра и форы примерно одинаковы, то скорость протекания реакции в изделии 11, и в остатке материала 10 практически одинакова.

По истечении времени выдержки под давлением, когда материал потерял свойство текучести, начинается следующая операция – выдержка на отвердение. При этом литьевой поршень 2 не оказывает давления на материал. После завершения реакции отвердения начинается операция извлечения изделия 11. При этом литьевой поршень 2 начинает перемещаться в исходное положение, увлекая с собой остаток отвердевшего материала 10 с литником. В конце хода поршня 2 остаток материала 10 снимается с паза, выполненного в поршне, и удаляется через окно 12 в цилиндре 1 механизмом сброса 13. После этого (или одновременно с этим) полуформы 4 и 5 раскрываются и готовое изделие 11 выталкивается из оформляющей полости формы.

Витебский государственный технологический университет

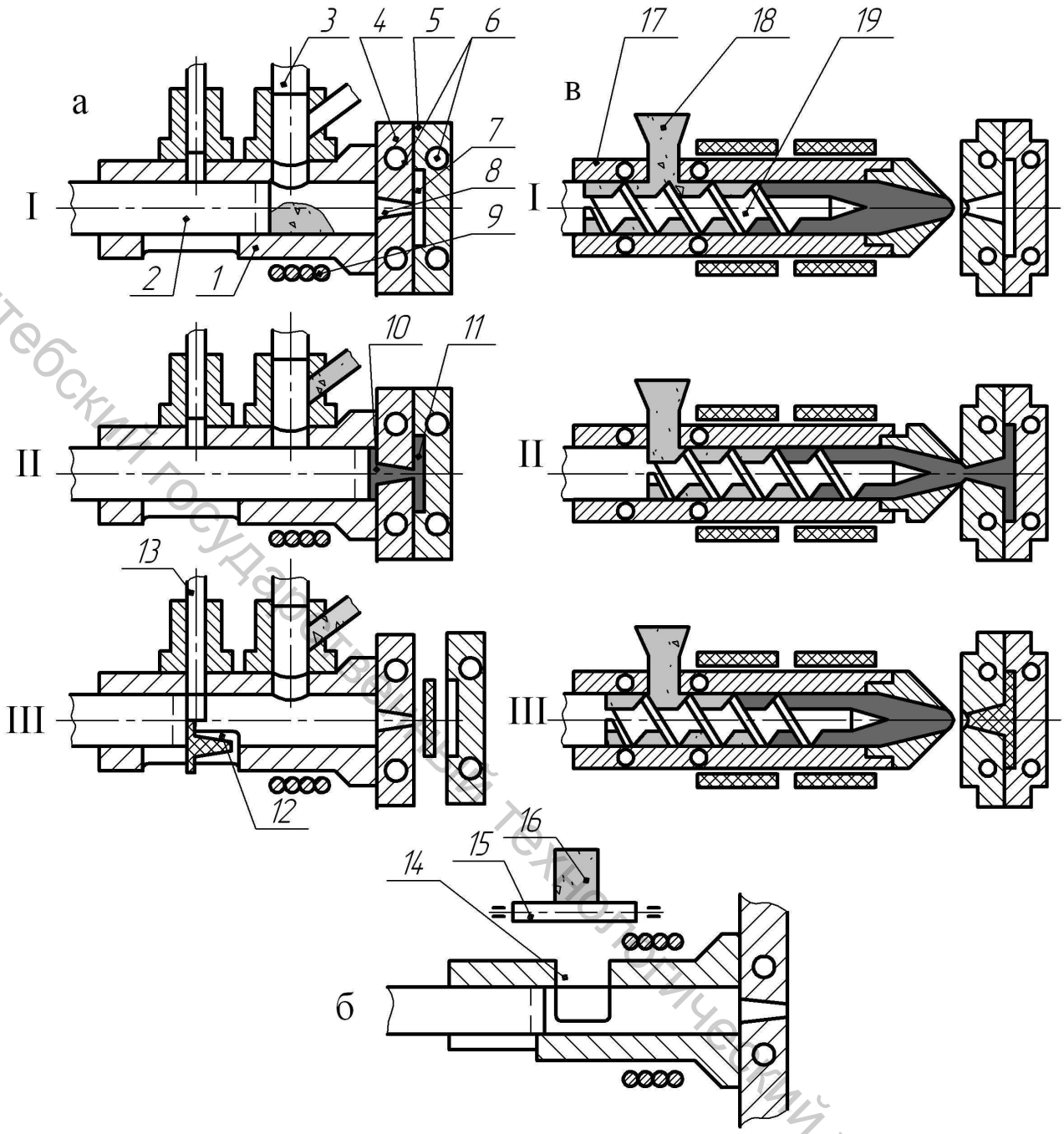


Рис. 5.12. Изготовление изделий из реактопластов литьем под давлением: а - без предварительного подогрева материала с удалением пресс-остатка после каждого цикла формования; б – с предварительным подогревом материала и удалением пресс-остатка после каждого цикла прессования; в – без удаления пресс-остатка: 1 – литьевой цилиндр; 2 – поршень литьевой; 3 – поршень дозировочный; 4, 5 – неподвижная и подвижная полуформы; 6, 9 – электрообогреватели; 7 – формообразующая полость;8 – литник; 10 – материал; 11 – изделие; 12 – окно; 13 – механизм сброса; 14 – загрузочное отверстие; 15 – ролики; 16 – таблетки; 17 – цилиндр шнека; 18 – бункер; 19 – шнек.

Технологическая схема (рис. 5.12, б)отличается от предыдущей схемы тем, что материал перед подачей в цилиндр предварительно подогревается. Предварительный подогрев материала обеспечивает снижение давления в камере

Витебский государственный технологический университет

на стадии впрыска и улучшение воспроизводимости контуров и фактуры поверхностей изделий сложной конфигурации.

Работа по данной схеме заключается в следующем. Порция реактопласта в виде цилиндрической таблетки 16 помещается на два ролика 15, являющиеся электродами генератора ТВЧ. Одновременно с подачей напряжения ролики начинают вращаться, приводя во вращение и таблетку 16, что обеспечивает равномерность ее подогрева. По окончании подогрева расстояние между роликами 15 увеличивается и таблетка падает в загрузочное отверстие цилиндра 14. Объем материала, находящегося в цилиндре, превышает объём изделия, только на незначительную величину (остаток). В соответствии с этим максимальная продолжительность пребывания материала (остатка) в цилиндре практически равна продолжительности цикла изготовления изделия. Предварительный подогрев материала осуществлялся вне цилиндра.

Технологическая схема литья под давлением, (рис. 5.12, в) обеспечивает шнековую пластикацию материала и отличается от двух предыдущих тем, что остаток материала не извлекается из цилиндра, а продавливается в литниковые каналы и оформляющую полость формы в следующем цикле вместе с новой поданной в цилиндр порцией.

Пластикация реактопласта, осуществляемая в цилиндре посредством шнека, заключается в следующем. Материал, поступающий из бункера 18 в цилиндр 17 в виде порошка или гранулята, попадает в канал 19 шнека и транспортируется в переднюю сопловую часть цилиндра. Материал прогревается как за счет теплопроводности от стенок цилиндра (электро- или жидкостный обогрев), так и за счет диссипативных тепловыделений (превращение механической работы деформирования материала в канале шнека в тепло). До 75% общего тепла, подводимого к материалу, получается за счет диссипации механической энергии.

Кроме пластикации и впрыска шнек создает давление на материал, находящийся в формообразующей полости формы. Цикл начинается смыканием подвижной полуформы с неподвижной (поз. I). Затем пластикационный цилиндр со шнеком перемещается вправо до контакта сопла с литниковой частью формы (поз. II). При осевом движении шнека давление, обеспечивающее заполнение оформляющей полости формы. Осевое давление вызывает обратное течение материала: из сопловой части по винтовому каналу шнека в направлении загрузочного отверстия цилиндра. Поэтому только участь подготовленного к впрыску материала попадает в форму.

Классификация форм. Формы для литья под давлением классифицируются по следующим основным признакам конструктивно-технологического назначения: связи с машиной, направлению разъема, числу оформляющих гнезд, способу удаления изделий из форм и т.д.

По связи с машиной формы разделяются на стационарные, полустационарные, съемные блочные и сменные блочные. В стационарных формах весь цикл изготовления изделий вплоть до их выталкивания из форм

Витебский государственный технологический университет

осуществляется непосредственно на машине. Полустационарные формы отличаются от стационарных наличием съемных частей, например, резьбовых знаков, которые после каждого цикла извлекаются из формы и вновь устанавливаются перед выполнением следующего цикла формования. Съемные блочные формы используются совместно с блоками, устанавливаемыми на машины для литья под давлением. После каждого цикла формования их снимают с блока, чтобы извлечь изделия из формы или отделить детали формы (например, резьбовые знаки) от изделий. Сменные блочные формы (в отличие от съемных) не снимаются с блока в течение всего периода формования партии изделий. По характеру использования сменные блочные формы для литья под давлением не отличаются от стационарных.

По направлению разъема оформляющих деталей относительно оси литьевой машины различают формы с вертикальным разъемом (оформляющие детали раскрываются вертикально оси машины); с горизонтальным разъемом (оформляющие детали раскрываются параллельно оси машины) и с комбинированным разъемом (оформляющие детали раскрываются вертикально и параллельно оси машины). Последние применяются для изделий с боковыми отверстиями и другими геометрическими элементами, препятствующими горизонтальному разъему. Такие оформляющие детали имеют клиновые или шиберные конструкции перемещения.

По числу оформляющих гнезд формы разделяют на одногнездовые и многогнездовые.

По конструкции устройств удаления изделия в процессе формования формы классифицируются следующим образом: со стержневыми или трубчатыми выталкивателями, с плитой съема, с автоматическим вывинчиванием изделий. Формы с выталкивателями применяются в случаях, когда изделия достаточно жестки, прочны и допускаются, следы выталкивателей. Формы с плитой съема предназначены для тонкостенных изделий, для которых нельзя использовать стержневые или трубчатые выталкиватели. Формы с автоматическим вывинчиванием в период размыкания предназначены для формования резьбовых изделий.

Типичная конструкция литьевой формы показана на рис. 5.13.

Форма состоит из двух полуформ: подвижной и неподвижной, закрепленных на плитах литьевой машины-автомата. Форма включает пуансоны 11, матрицы 15 и плиты крепления – подвижную 1 и неподвижную 14 с фланцами 16 для точного центрирования формы относительно оси инжекционного цилиндра 18. В обойме 13 установлена литниковая втулка 17 с центральным литниковым каналом.

Витебский государственный технологический университет

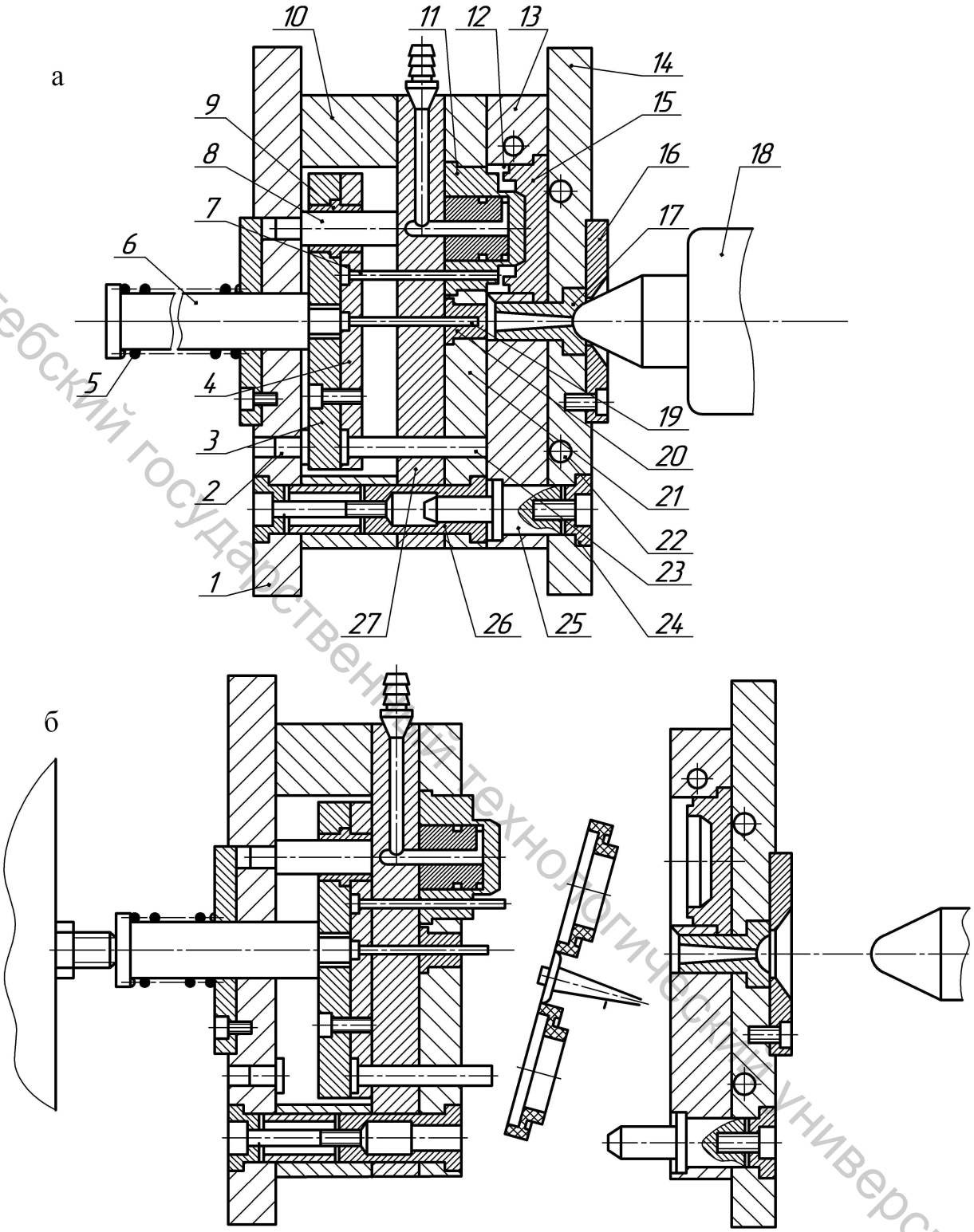


Рис. 5.13. Конструкция типичной двухгнездовой формы для литья под давлением втулки из полиэтилена: а – форма сомкнута; б – форма расктыта. 1 – подвижная плита крепления формы; 2 – упор; 3, 4 – плиты; 5 – пружина; 6,7 – хвостовик; 8, 25 – направляющие колонки; 9, 26 – направляющие втулки; 10 – стойка, 11 – пуансон; 12 – гнездо пресс-формы; 13 – обойма матрицы; 14 – неподвижная плита крепления формы; 15 – матрица; 16 – фланец; 17 – литниковая втулка; 18 – инжекционный цилиндр; 19 – центральный выталкиватель; 20, 24 – втулки; 21 – обойма пуансона; 22 – канал охлаждения; 23 – возвратный толкатель; 27 – промежуточные плиты.

От центрального литникового канала к гнездам 12 подведены разводящие каналы; непосредственно у гнезд сечения разводящих каналов сужается, образуя

Витебский государственный технологический университет

выпускные каналы. Матрицы 15 установлены в обойме 13, которая в свою очередь, крепится к плите 14. Пуансоны 11 закреплены в подвижной обойме 21 и опираются на промежуточную плиту 27. В пространстве между стойками 10, плитами 1, 27 расположена плита выталкивателей 4. В ней установлены выталкиватели 7, предназначенные для удаления отливки, а выталкиватель 19 для удаления центрального литника. Возвратные выталкиватели 23 предназначены для возвращения плиты выталкивателей при смыкании полуформ в исходное положение. Осевые нагрузки от выталкивателей воспринимаются плитой 3, которая в исходном положении опирается на упор 2.

Направление движения плиты выталкивателей осуществляется колонками и втулками 8, 9. Движение плиты выталкивателей в направлении удалении изделий осуществляется хвостовиком 6, а возвращение в исходное положение производится пружинами 5 и возвратными толкателями 23. Центрирование пуансонов по матрицам производится направляющими элементами 24, 25, 26.

Работа формы производится в следующей последовательности. Подвижная полуформа смыкается с неподвижной; сопло инжекционного цилиндра 18 плотно прижимается к литниковой втулке 17 и происходит впрыск расплава полимера.

Через центральный литниковый канал в литниковой втулке 17, разводящие и впускные каналы расплав поступает в гнезда формы. Температура внутренних поверхностей гнезд благодаря охлаждающей жидкости, циркулирующей в каналах охлаждения 22, существенно ниже температуры расплава, поэтому расплав быстро охлаждается, а отливка затвердевает.

При размыкании формы ее подвижная часть отходит от неподвижной. В результате усадки изделие и литники извлекаются из неподвижной матрицы 15 и перемещаются вместе с пуансонами 11 в подвижной части формы. Центральный литник извлекается из литниковой втулки 17 с помощью захвата, выполненного во втулке 20. При дальнейшем движении хвостовик 6 наталкивается на неподвижный упор машины и останавливает плиту выталкивателей вместе с выталкивателями 7, которые сбрасывают изделие вместе с литниками в приемную тару. После этого форма замыкается и цикл повторяется. Такая форма, из которой изделие и литники удаляются, не отрываясь друг от друга, называется **полуавтоматической**, так как разделение производится позднее и, как правило, вручную.

Стационарные и полустационарные формы устанавливаются на универсальных блоках. В комплект формы, устанавливаемой на универсальном блоке, входят лишь основные оформляющие детали (матрицы, знаки и др.), а вспомогательные детали (передние и задние плиты, литниковые плиты, обоймы и др.) расположены в универсальном блоке. Конструкции блоков разнообразны и зависят от типоразмеров отливаемых в формах изделий. На рис. 5.14 приведен один из вариантов конструкции блока.

На подвижной плите закреплены: упор 1; неподвижный хвостовик 2; Г – образные прихваты 4; фиксирующие элементы 9; хвостовик 15.

Витебский государственный технологический университет

На неподвижной плите 6 установлены: Г – образные прихваты 5, направляющие колонки 7; упор 8; защелки 10; экцентриковый кулачковый упор 13.

Установка сменных частей формы производится в следующей последовательности. Вначале подвижную плиту сменной формы 14 в замкнутом положении задвигают в пазы фиксирующих элементов 9 подвижной плиты. При этом хвостовик 15 сменной формы 14 входит в паз хвостовика 2, соединяясь с ним.

Затем форма перемещается к неподвижной плите крепления и, упираясь в защелки 10, поворачивает их вокруг осей 12. При последующем движении форма, направляясь и центрируясь упором 8 и направляющими планками 7, нажимает на эксцентриковые кулачковые упоры 13, которые поворачиваются вокруг своих осей, упруго деформируют пластинчатую пружину 11, создавая дополнительное усилие защелкивания. Далее форма продолжает двигаться до упора в неподвижную плиту 6 крепления, а защелки 10, фиксируют неподвижную часть формы. Части формы закрепляются посредством крепежных и фиксирующих элементов.

При размыкании формы ее неподвижная часть поджимается к защелкам 10 эксцентриковыми кулачковыми упорами 13. При этом устраняется возможный перекос неподвижной части формы.

Съем частей сменной формы производится в замкнутом или разомкнутом положении, выдвигая плиты формы из фиксирующих элементов 9 и защелок 10.

Взаимосвязь формы с литьевой машиной по геометрическим параметрам необходима потому, что конструкции машин предусматривают возможность установки форм различной высоты в направлении смыкания плит (рис. 5.15).

Расстояние между плитами в сомкнутом состоянии H регулируется в диапазоне от H_{min} до H_{max}. Форма может быть установлена на машину, если соблюдается условие

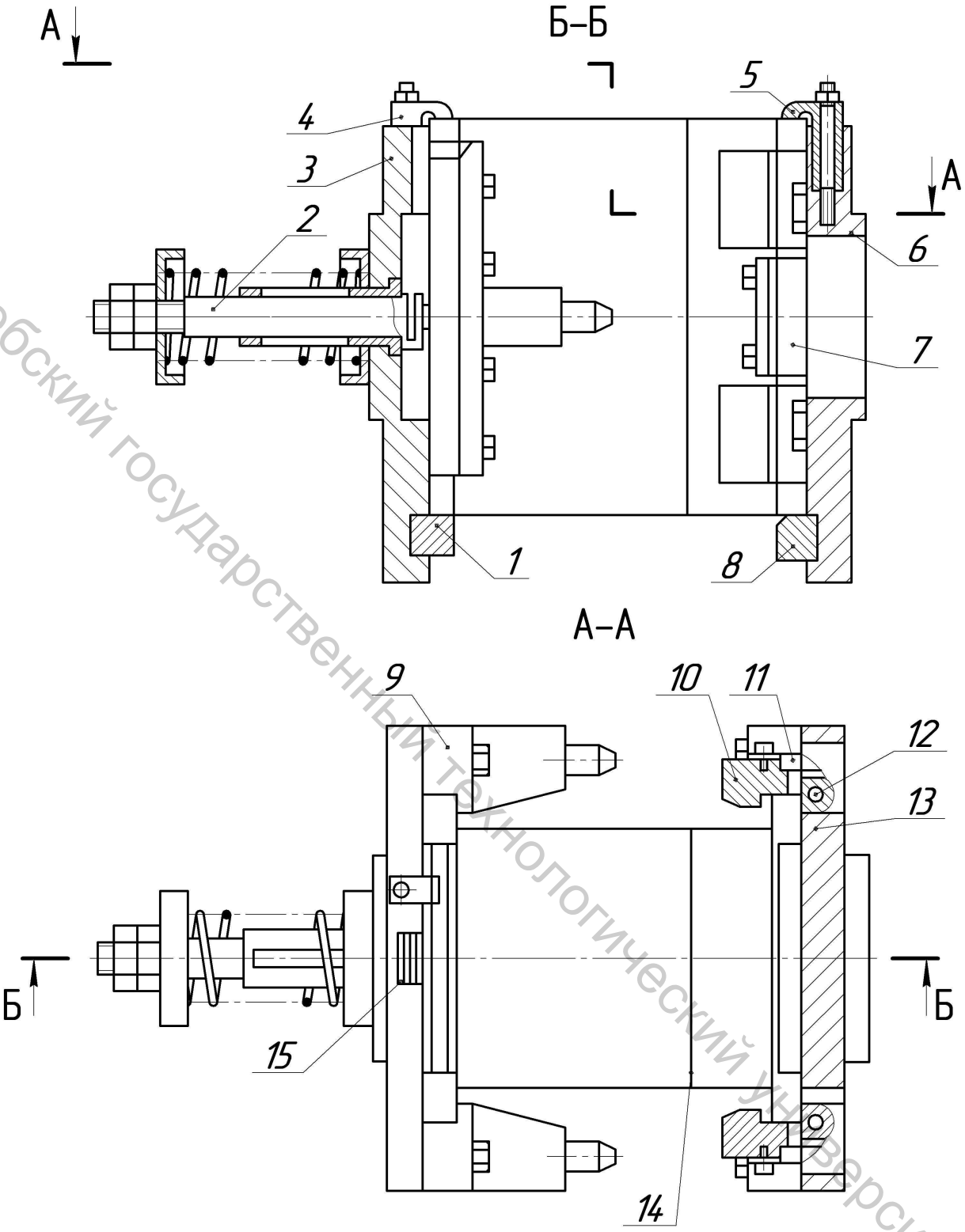
$$H_{\min} < h < H_{\max}. \qquad (5.5)$$

Минимально необходимый ход разъема полуформ M, достаточный для того, чтобы изделие было вытолкнуто и свободно упало в образовавшийся между полуформами разъем равен

$$M = 2h_u + l + e, \qquad (5.6)$$

где h_u - высота изделия; l - длина литника в направлении смыкания; e - запас по ходу разъема формы.

Витебский государственный технологический университет



Витебский государственный технологический университет

Рис. 5.14. Схема конструкции универсального блока для литья под давлением термопластов: 1 – упор; 2 – подпружиненный хвостовик; 3 – подвижная плита крепления; 4, 5 – крепёжные прихваты; 6 – неподвижная плита крепления; 7 – направляющие планки; 8 – упор; 9 – фиксирующий элемент; 10 – защёлка; 11 – пластинчатая пружина; 12 – ось; 13 – эксцентриковый кулачковый упор; 14 – сменная форма; 15 – хвостовик.

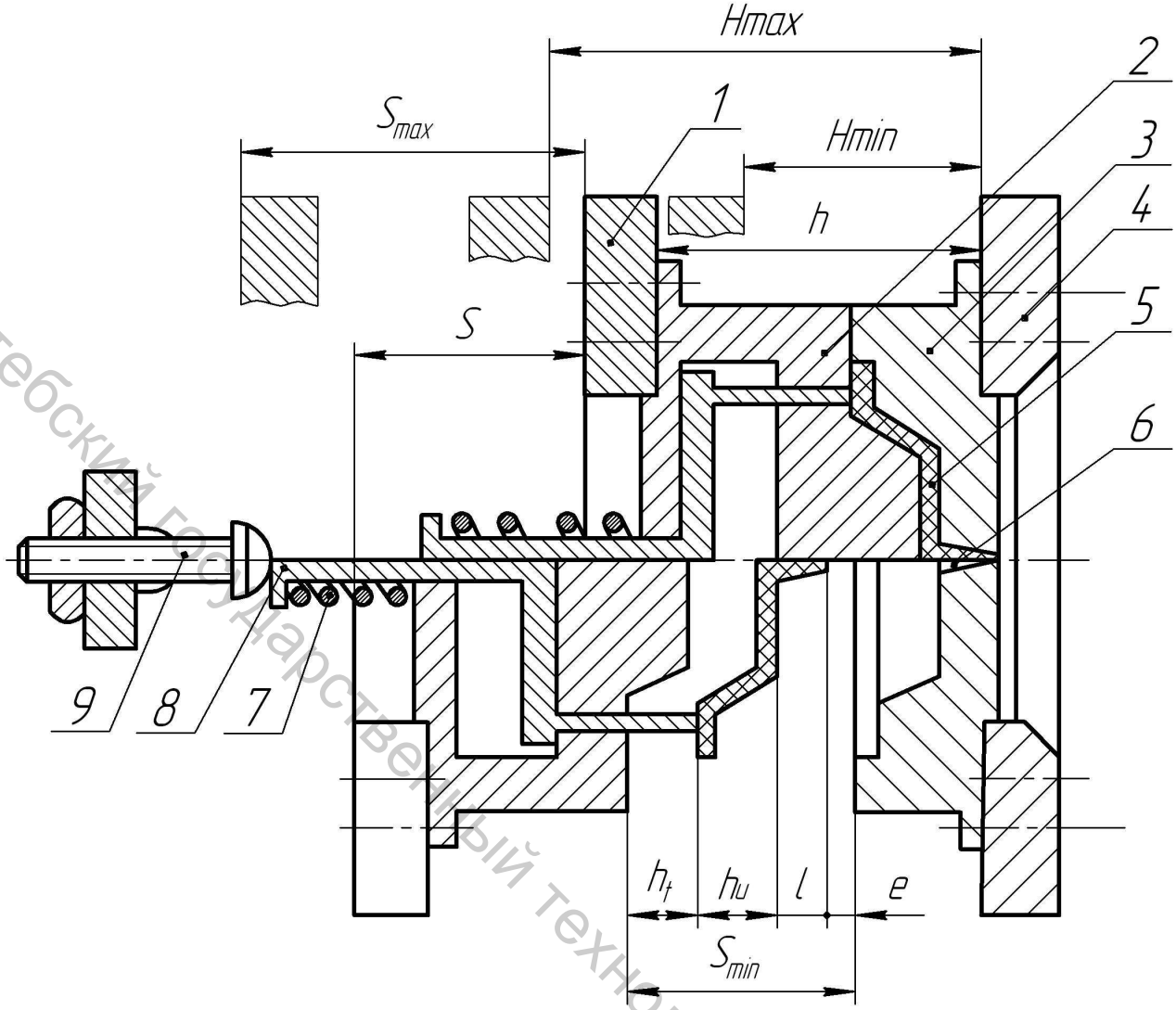


Рис.5.15 Схема взаимодействия формы с литниковой машиной:

Hmin,Hmax – минимальные и максимальные расстояния между плитами литьевой машины; h – высота пресс-формы;S_{max} – максимальный ход подвижной плиты; S_{min} – минимально необходимый ход разъёма полуформы; h_u – высота изделия; *l*- длина литника в направлении смыкания; e – запас по ходу разъёма полуформы, ht- ход толкателя.

1 – плита подвижной полуформы; 2 – подвижная полуформа; 3 – неподвижная полуформа; 4 – плита неподвижной полуформы; 5 – изделие; 6 – канал литниковый; 7 – пружина; 8 – толкатель; 9 – упор неподвижный.

При отсутствии гарантии, что изделие будет падать в строго фиксированном первоначальном положении, а значит, возможно застревание, величина запаса хода должна удовлетворять условию

$$e \geq L - (h_u + l) \qquad (5.7)$$

где L – максимальный вертикальный размер изделия.

Витебский государственный технологический университет

5.5 Функциональные системы литформ

Литниковые системы.

Основное требование к литниковой системе заключается в том, что она должна обеспечивать одновременное заполнение всех оформляющих гнезд и поддерживать в них равномерное давление. При этом, потери теплоты и снижение давления расплава в литниковых каналах при перемещении материала от цилиндра до оформляющих гнезд должны быть минимальными.

Классификация литниковых систем выделяет системы с затвердевающими и незатвердевающими литниками. Соответственно этому формы для литья под давлением и литниковые системы получили название **холодноканальных** и **горячеканальных** (рис. 5.16).

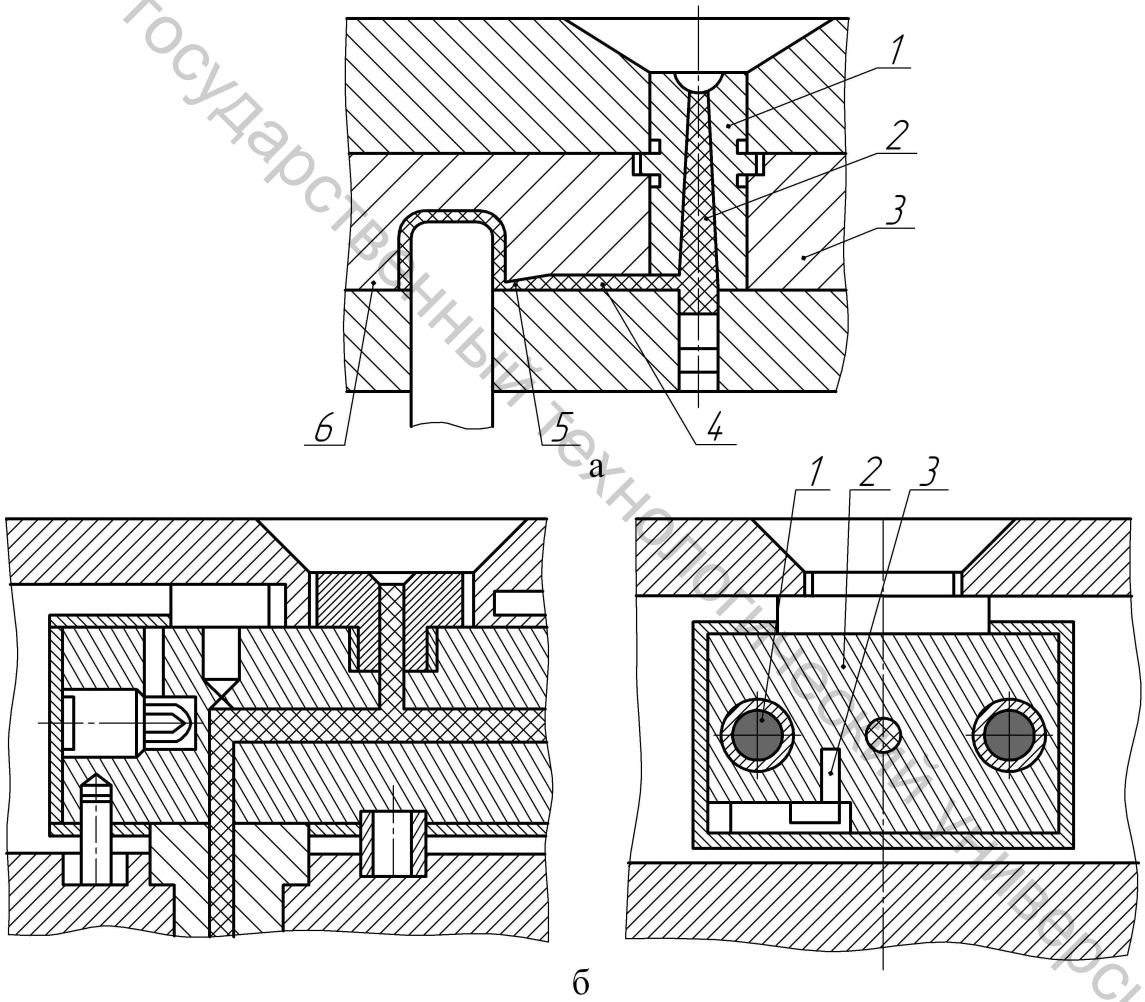


Рис.5.16 Структура элементов литниковых систем:
а – холодноканальная литниковая система: 1 – литниковая втулка; 2 – центральный литник; 3 – плита литниковая; 4 – разводящий литник; 5 – впускной литник; 6 – изделие;
б – горячеканальная литниковая система: 1 – нагревательный элемент; 2 – корпус блока; 3 – датчик температуры.

К элементам холодноканальных литниковых систем относятся (рис. 5.16, а): центральный канал 2, по которому пластмасса поступает непосредственно из материального цилиндра в форму; разводящий канал 4,

Витебский государственный технологический университет

ответвляющийся от центрального в сторону оформляющего гнезда; впускной канал 5, по которому пластмасса поступает из разводящего канала в оформляющее гнездо.

Горячеканальные литниковые системы (рис. 5.16, б) включают дополнительно нагревательные элементы 1 и датчики температуры 3, назначение которых стабилизация температуры расплава.

Горячеканальные формы более перспективны по сравнению с холодноканальными по следующим причинам: практически отсутствуют литниковые отходы; экономится дорогостоящий материал; повышается качество за счет повышения однородности изделий; повышается производительность процесса; себестоимость и трудоемкость снижается благодаря ликвидации операции переработки литников.

Конструкции литниковых систем варьируются в зависимости от гнездности формы, конфигурации и расположения каналов. На рис. 5.17 показаны возможные варианты расположения каналов.

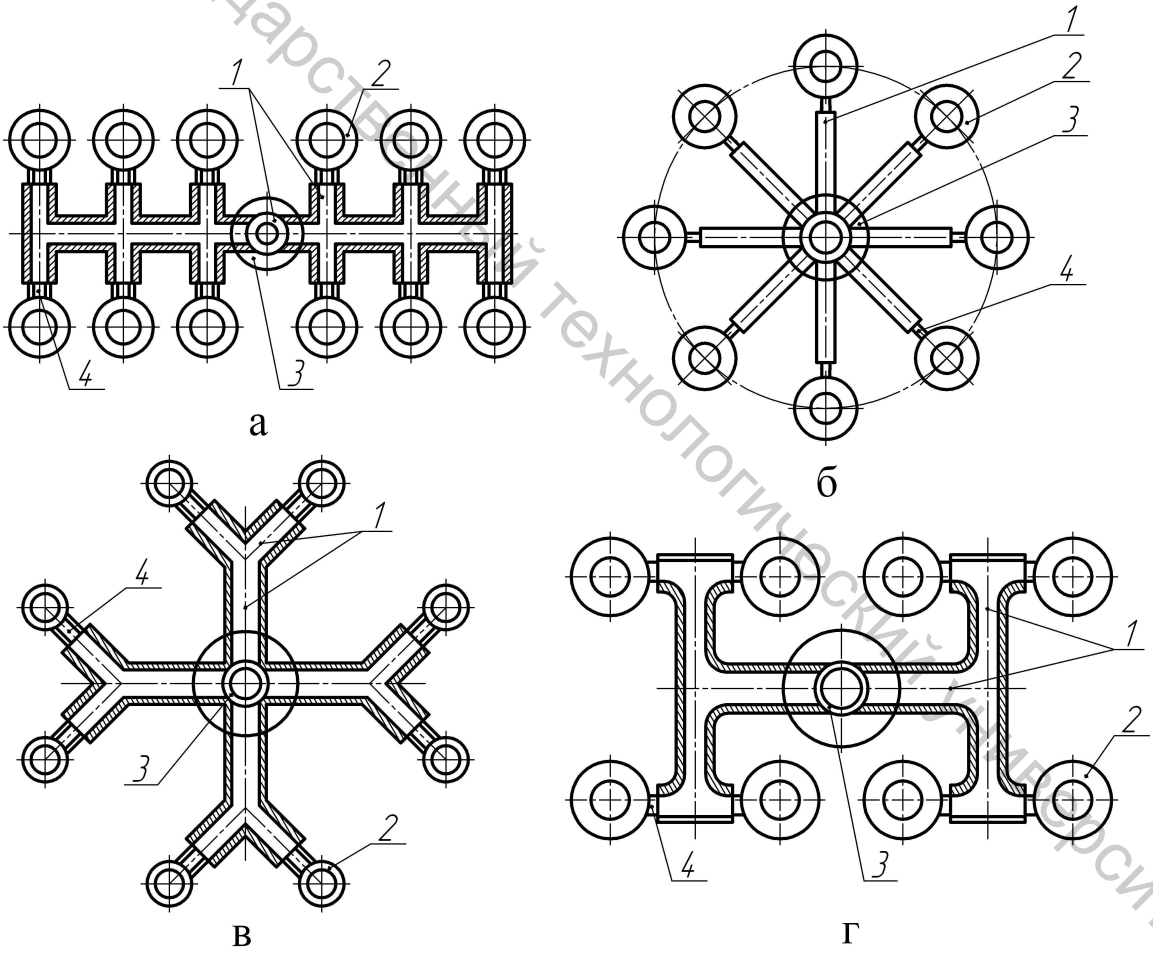


Рис.5.17 Схемы расположения литниковых каналов: а – прямолинейное; б – радиальное; в – радиальное с разводящими каналами; г – прямолинейно-комбинированное; 1 – разводящий канал; 2 – изделие; 3 – основной канал; 4 – впускной канал.

Витебский государственный технологический университет

Прямолинейное расположение позволяет разместить большое число гнезд при относительно малой массе литников и удобно расположить охлаждающие каналы. Однако заполнение гнезд происходит неравномерно; ближние к литнику изделия охлаждаются раньше, а изделия отличаются по качеству. Радиальное расположение позволяет одновременно заполнить все гнезда, но конструктивно такое расположение охлаждающих каналов неудобно. При необходимости увеличения количества гнезд разводящие каналы удлиняются и увеличивается сечения основного литника. Это приводит к увеличению сопротивления течению массы и падению давления в оформляющей полости.

Радиальное с разводящими каналами по сравнению с радиальным расположением позволяет уменьшить суммарную площадь сечений разводящих литников, а следовательно, уменьшить сечение центрального литника.

Прямолинейно-комбинированное является наиболее рациональным расположением. Заливка всех гнезд происходит одновременно, охлаждающие каналы можно располагать вблизи изделий

Системы перемещения подвижных формующих знаков

При формовании отверстий, расположенных перпендикулярно или наклонно к направлению прессования применяются выдвижные формующие знаки. В момент смыкания полуформ знаки находятся в рабочем положении и совместно с другими элементами образуют замкнутую полость пресс-формы. При размыкании пресс-формы знаки автоматически выводятся из сформованного изделия.

Перемещение подвижных знаков производится клиновыми или реечными механизмами (рис. 5.18). Знаки, установленные перпендикулярно к оси изделия перемещаются клиновыми механизмами (рис. 5.18, а).

Наклонно расположенный клин 6 с началом размыкания пресс-формы осуществляет перемещение ползуна 4 и извлечение из изделия формообразующего знака 7. При смыкании полуформ клин возвращает формообразующий знак в рабочее положение. Для стопорения ползуна в закрытом положении применяется устройство, включающие кронштейн 3, подпружиненный винт и фиксатор 5, обеспечивающий удержание ползуна в закрытом положении.

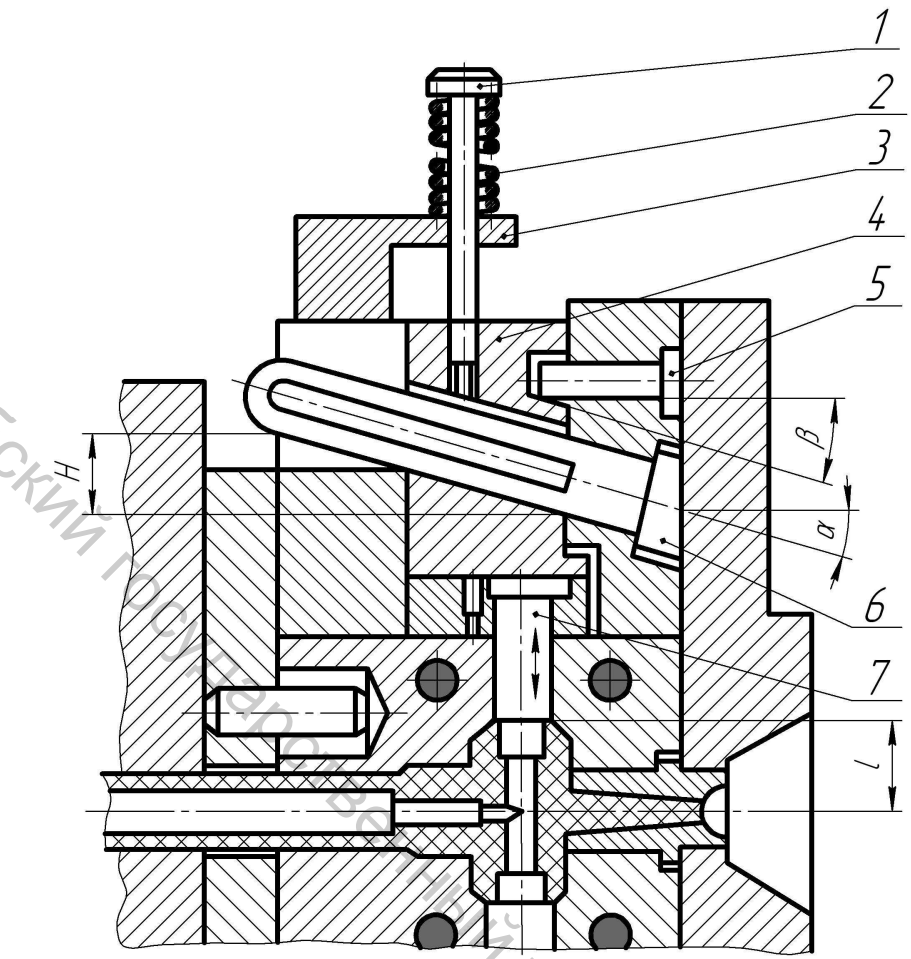
Ход Н наклонного клина определяется по формуле

$$H = l + c \qquad (5.8)$$

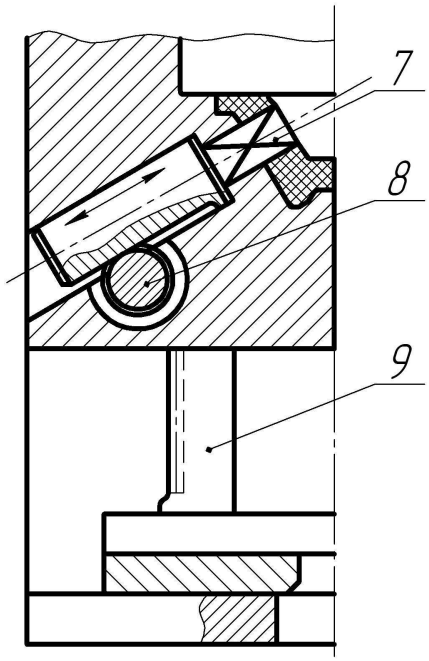
где l – длина перемещения ползуна, определяемого размерами отверстия изделия; с – добавочный ход ползуна.

Угол наклона клина α рекомендуется принимать в пределах от 15 до 25^0. Угол β между контактирующими поверхностями фиксатора и ползуна необходимо принимать на $2\text{-}3^0$ меньше угла α.

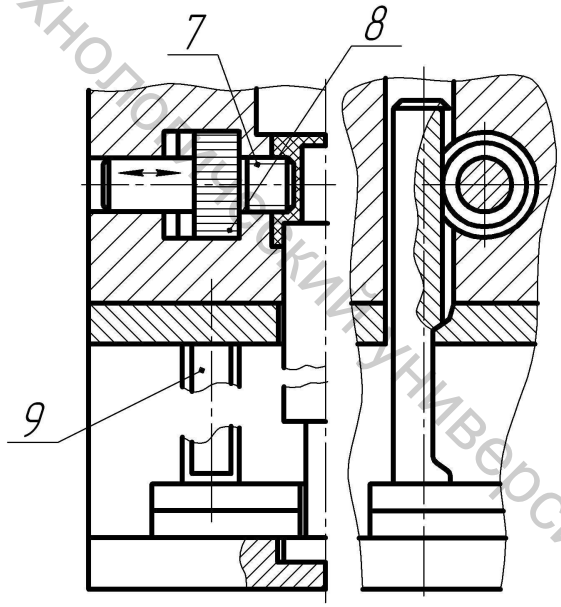
Витебский государственный технологический университет



а



б



в

Рис.5.18. Конструктивные схемы перемещения формующих знаков: а – клином; б , в – реечно – зубчатой передачей; 1 – винт; 2 – пружина; 3 – кронштейн; 4 – ползун; 5 – фиксатор 6 – клин; 7 – формообразующий знак; 8 – зубчатый вал; 9 – зубчатая рейка.

Витебский государственный технологический университет

Знаки, установленные наклонно по отношению к оси изделия, перемещаются реечно-зубчатыми передачами (рис. 5.18, б). Одна рейка 9 закрепляется на подвижной полуформе, другая рейка нарезается непосредственно на формующем знаке 7. Через промежуточное зубчатое колесо 8 поступательное движение подвижной полуформы преобразуется в возвратно-поступательное перемещение формующего знака.

Резьбовые знаки удаляются из изделия путем вывертывания (рис. 5.18, в). Рейка 9 закрепляется на подвижной полуформе, а зубчатый вал 8 соединяется соосно с резьбовым знаком 7. При это формующий знак находится в резьбовом сопряжении с плитой. В результате при перемещении подвижной полуформы резьбовой знак в зависимости от направления движения полуформы вводится в полость или вывинчивается из изделия.

Системы выталкивания изделий

Стержневые выталкиватели применяются для удаления из подвижной полуформы жестких и прочных изделий, для которых допускается наличие следов выталкивателей. В некоторых случаях стержневые выталкиватели являются одновременно и подвижными гладкими знаками.

Типовая конструкция узла стержневого выталкивателя представлена на рис. 5.19, а. Стержневые выталкиватели 3, 4 устанавливаются в плите выталкивателей 6 с зазором 0,2-0,5 мм, который обеспечивает их самоцентрирование по направляющему отверстию матрицы. Для предотвращения затекания материала в зазор между поверхностью выталкивателя и направляющим отверстием матрицы соединение выполняется по посадке H7/f7, а для размеров менее 6 мм – по посадке H9/f9. Отношение длины *l* направляющей части выталкивателя к диаметру d необходимо принимать следующим:

d, мм	до 3	3 – 5	5 – 10	св. 10
l/d	8,0-4,0	4,0-3,0	3,0-2,5	2,5-2,0

В процессе раскрытия формы выталкиватели перемещаются в направлении съема изделий упором литьевой машины через хвостовик 8, закрепленный в плите 7. При смыкании формы система возвращается в исходное положение контртолкателями 5. Выталкивающие системы с небольшим числом толкателей или с одним сбрасывателем литника могут возвращаться в исходное положение пружиной 9, размещаемой в хвостовике.

Плиты съема применяются для выталкивания тонкостенных крупногабаритных изделий. Плита позволяет равномерно распределить усилие съема на поверхность и тем самым обеспечить минимальное давление на единицу поверхности. Съем плит осуществляется методом сталкивания и методом стягивания.

Если диаметр головки цилиндрического выталкивателя не превышает 4 мм, то для исключения продольного изгиба он выполняется ступенчатым.

Витебский государственный технологический университет

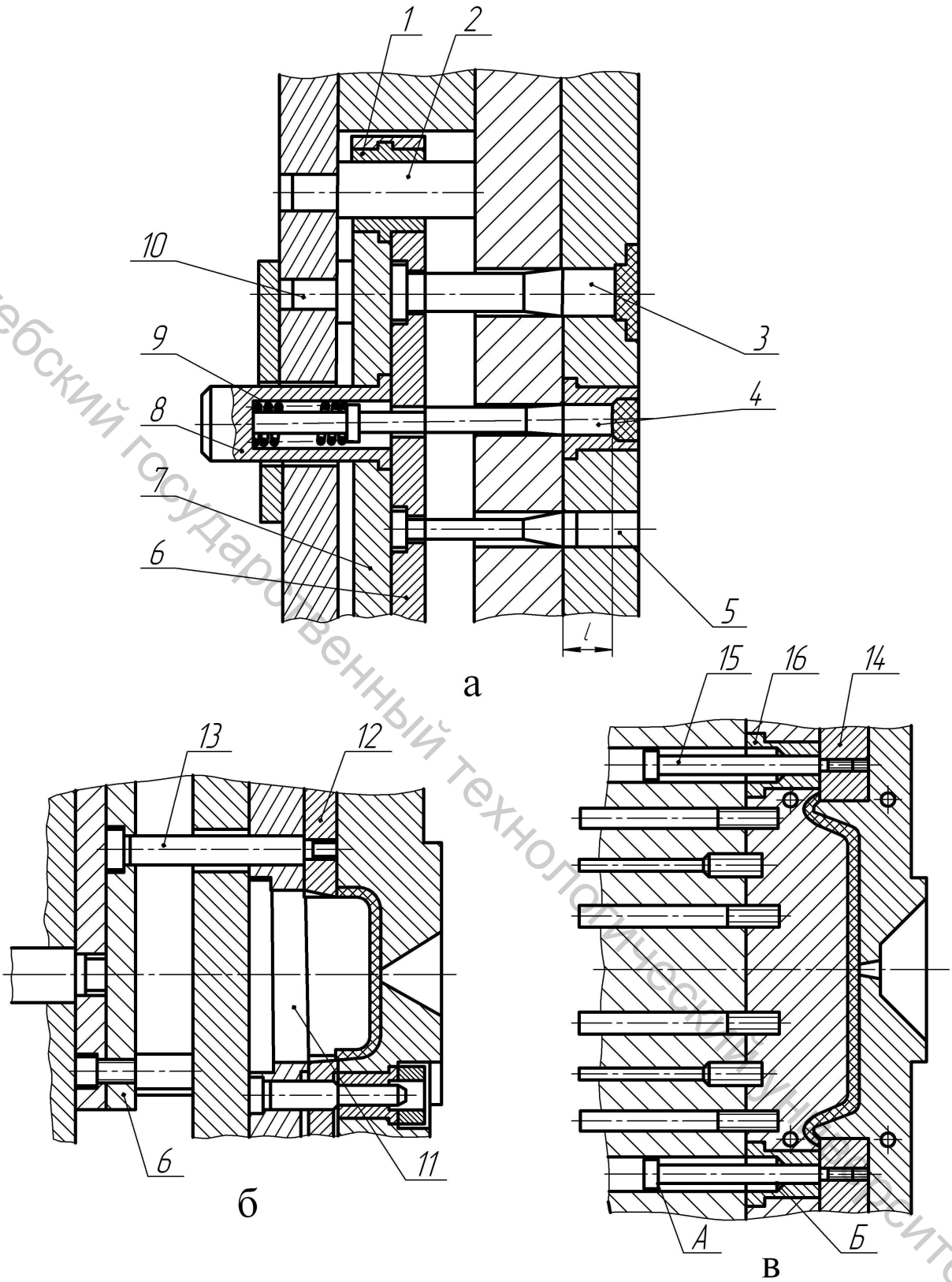


Рис. 5.19. Конструкции механизмов выталкивания: а – толкающая стержневая; б – съёмная плитами; в – стягивающая плитами:
1 – втулка; 2 – колонка; 3,4 – стержневые выталкиватели; 5 – контртолкатель; 6 – плита выталкивателей; 7 – плита опорная; 8 – хвостовик; 9 – пружина; 10 – упор; 11 – знак;
12 – плита съёма; 13 – винт; 14 – плита стягивания; 15 – тяга; 16 – втулка.

Витебский государственный технологический университет

Применение метода сталкивания предусматривает задерживание изделия в подвижной полуформе на знаке 11 (рис. 5.19, б). Перемещение плиты выталкивателей 6 и плиты съема 12 производится до упора литьевой машины через опорную плиту и хвостовик формы.

Использование метода стягивания предусматривает задерживание изделия в неподвижной полуформе (рис. 5.19, в) и съем (стягивание) плитой 14, которая приводится в движение после того , как торец А тяги 15 соприкоснется с торцом Б втулки 16.

Система извлечения литников.

Одно из важнейших условий надежной работы формы – стабильность извлечения литника из центрального литникового канала при раскрытии формы. В многогнездных формах извлекающие элементы расположены в подвижной части формы. Конструкции извлекающих узлов весьма разнообразны (рис. 5.20). Непосредственно извлечение осуществляется зацепами, которые могут быть расположены на выталкивателе в виде наклонного среза (рис. 5.20, а). Это наиболее технологичный вариант и применяется для литников или отливок большой массы с малой адгезией полимера к металлу.

Менее технологичен, но более надежен вариант расположения зацепа в направляющей втулке выталкивателя в виде конической расточки (рис. 5.20, б). Для жестких материалов $\alpha=5^{o}$, для мягких $\alpha=8\div10^{o}$. Вариант используется, когда не требуется применение сталкивающей плиты или разъемной матрицы.

Технологичным и надежным является вариант расположение зацепа на наружной поверхности направляющей втулки (рис. 5.20, в). Применяется при большом числе разводящих каналов, когда центральная литниковая втулка укорочена на высоту разводящих каналов.

Вариант расположения зацепа на специальном знаке (рис. 5.20, г) применяется при использовании сталкивающей плиты. Не рекомендуется использовать для эластичных пластмасс (поливинил хлорида, полиэтилена и др.).

Расположение зацепа в полуматрицах перпендикулярно к центральному каналу (рис. 5.20, д) применяется в формах с разъемными подвижными матрицами. При этом исключается применение выталкивателей для удаления литников с зацепами.

Витебский государственный технологический университет

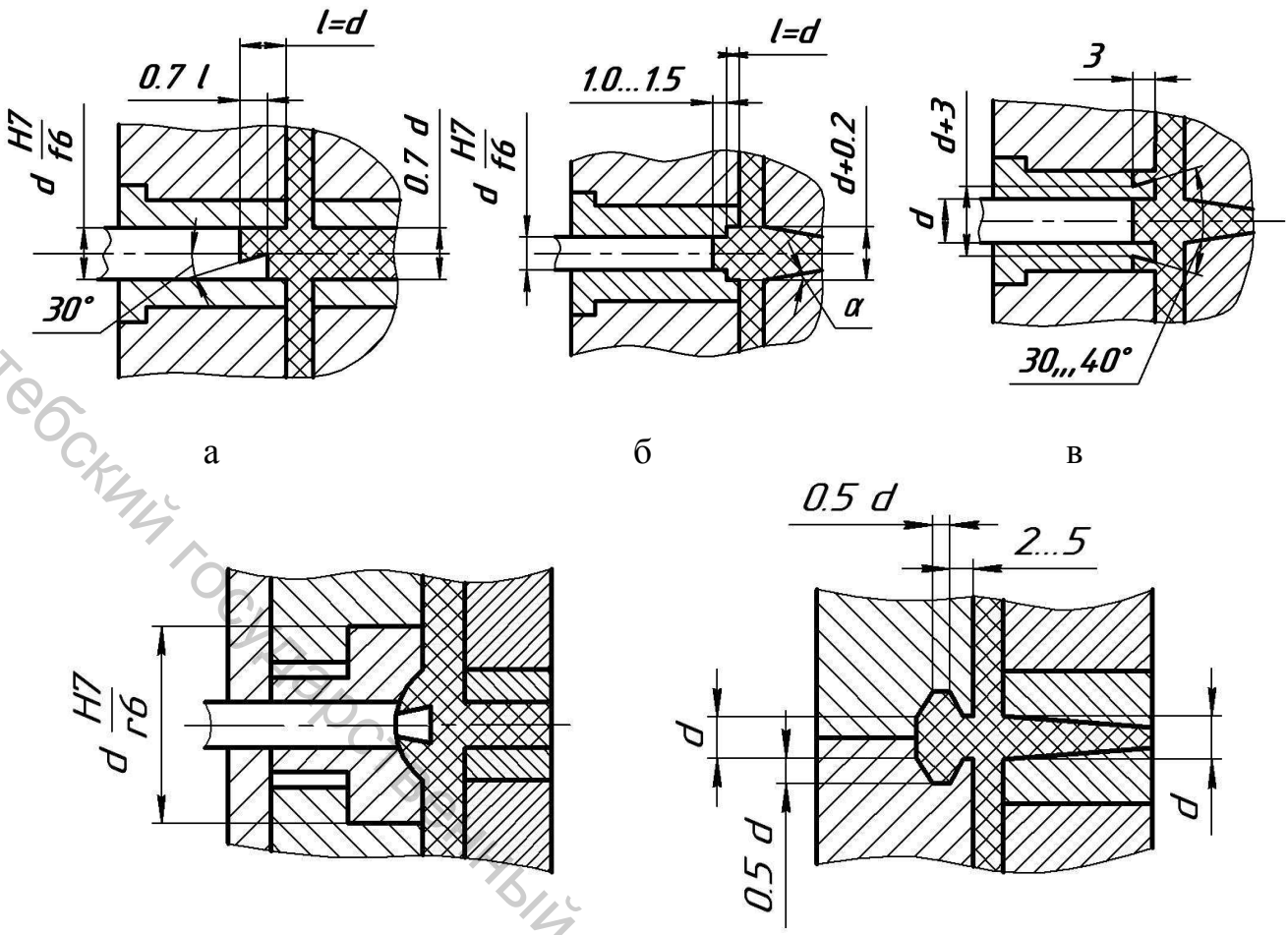


Рис. 5. 20. Конструкции узлов извлечения центрального литника с использованием зацепа:
а – на выталкивателе; б – на внутренней поверхности направляющей втулке; в – на наружной поверхности направляющей втулки;
г – на специальном знаке; д – в полуматрицах.

Системы отделения литников от изделий

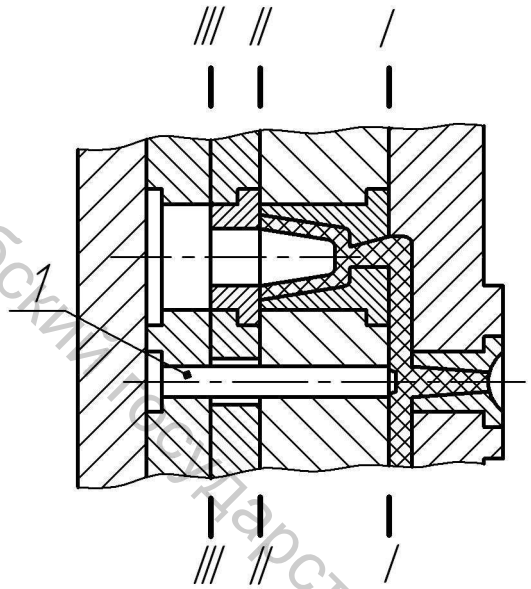
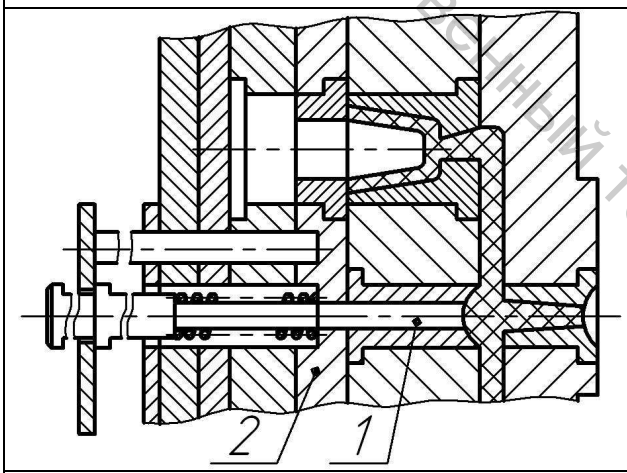
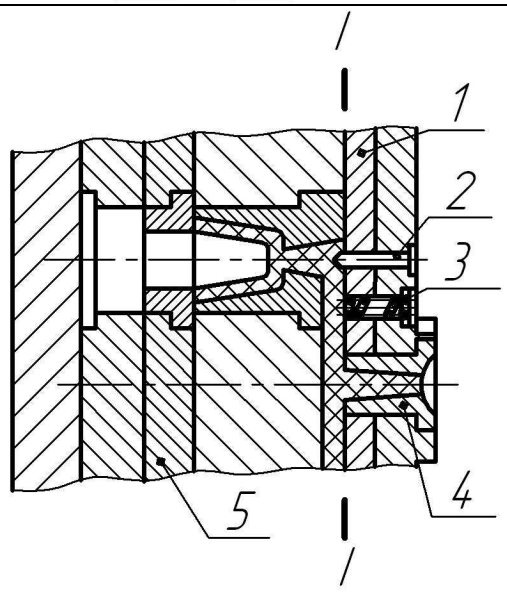
Конструктивные разновидности схем автоматического отделения литников от изделий представлены в таблице 5.7.

Системы термостатирования предназначены для регулирования температуры формы и поддерживания ее на заданном уровне. Скорость и равномерность охлаждения изделия влияет на величину и характер внутренних напряжений, а в конечном итоге и на качество изделий. Одновременное и равномерное охлаждение всех элементов отливки устраняет главную причину коробления изделия. Время охлаждения, достаточное для обеспечения безопасности с точки зрения механического повреждения изделия, должно быть технологически обосновано, так как оно составляет главную часть технологического цикла.

Витебский государственный технологический университет

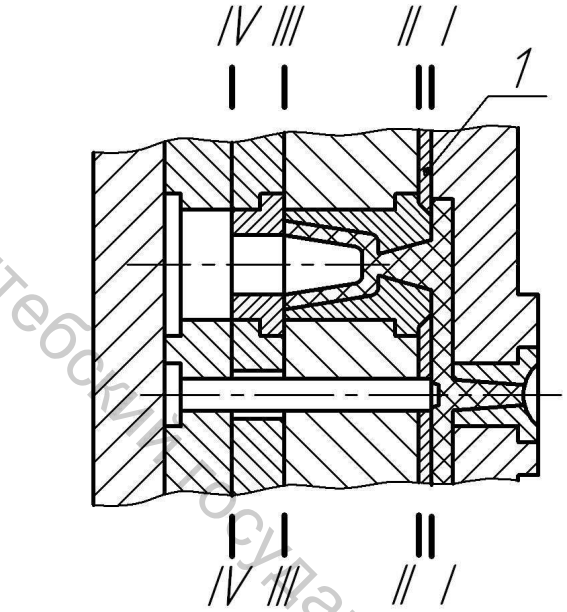
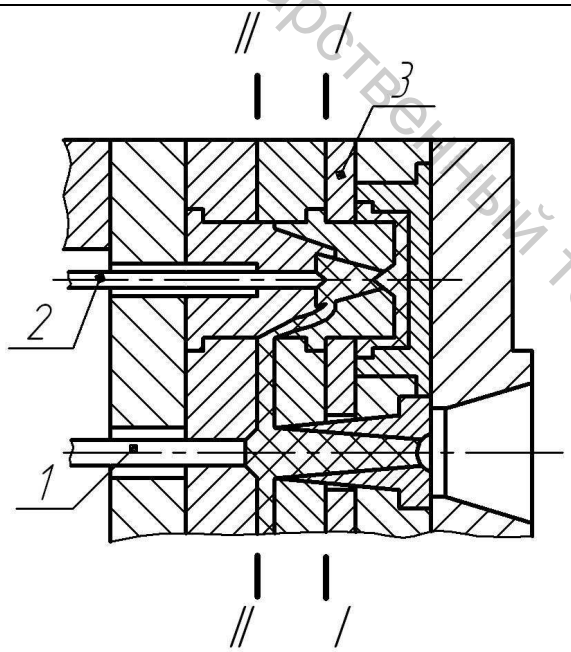
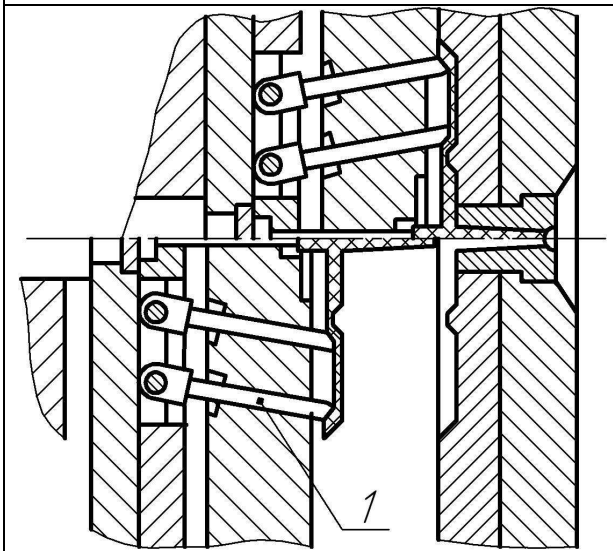
Таблица 5.7

Конструктивные разновидности схем автоматического отделения литников

Эскиз	Характеристика
1	2
	Литник удерживается на неподвижной части формы специальными поднутрениями и отрывается от изделия при раскрытии формы по плоскости I-I. При дальнейшем раскрытии формы по плоскости II-II изделие извлекается из матрицы, а литник снимается с удерживающего стержня 1, и при раскрытии формы по плоскости III-III изделие снимается с пуансона. Конструкция применяется преимущественно для отделения литников от малогабаритных изделий.
	Отрыв литника от изделия осуществляется, как и в предыдущей конструкции. При поочередной остановке центрального выталкивающего стержня 1 и сталкивающей плиты 2 литник снимается с удерживающей втулки, а изделие с пуансона.
	Литник удерживается зацепом 2 в неподвижной части формы и при её раскрытии по плоскости I-I отрывается от изделия. Затем плита 1 отделяет литник от зацепа, а пружинный сбрасыватель 3 удаляет литник. Изделие снимается плитой 5. Конструкция предпочтительна для литья изделий из жестких пластмасс.

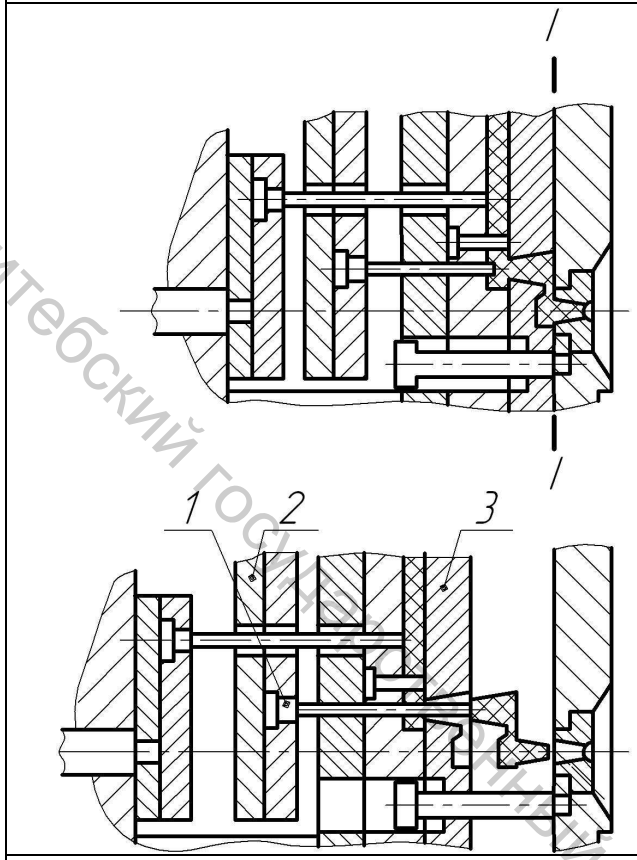
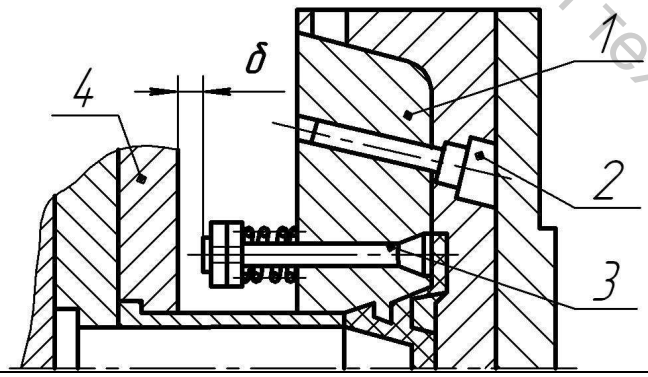
Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблицы 5.7

1	2
	При раскрытии формы по плоскости I-I литник извлекается из центрального канала. При дальнейшем раскрытии формы, в положении II-II плитой 1 литник отрывается от изделия; в положении формы III-III изделие извлекается из матрицы, а литник снимается с удерживающего стержня, и в положении IV-IV изделие снимается с пуансона. Конструкция предназначена для литья изделий из эластичных пластмасс.
	При раскрытии формы по плоскости I-I извлекаются и отрываются центральный и впускной литники, которые сбрасываются выталкивателями 1, 2. При раскрытии формы по плоскости II-II плитой 3 удаляется изделие. Недостатком конструкции является удлиненные литниковые системы, приводящие к увеличению расхода сырья. Конструкция применяется для литья изделий, на видовой части которых не должны оставаться следы литников.
	Изделие отрывается от литниковой системы наклонно расположенными выталкивателями 1. Конструкция применяется для литья изделий, конфигурация которых исключает заклинивание падающих изделий между полуформами.

Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблицы 5.7

1	2
	Литник подведен к отверстию в изделии, оформленном выталкивателем 1. При раскрытии формы по плоскости I-I выталкиватель 1 с помощью плиты 2 отрезает литник от изделия. При этом изделие удерживается в матрице плиты 3. Конструкция отличается громоздкостью и требует применения сложных замковых устройств. Применяется для изделий, на которых не должны оставаться следы литников.
	При перемещении ползуна 1 клин-пальцем 2 литник отделяется от изделия. Сбрасывается литник выталкивателями 3, установленными на расстоянии δ=2 – 3 мм от плиты 4. Конструкция применяется в формах с ползунами или разъемными матрицами.

Для охлаждения плоских плит используются каналы в виде замкнутого контура, расположенные в обеих полуформах (рис. 5.21, а). Их разветвленность зависит от габаритов изделия и гнездности формы.

Для охлаждения пуансонов применяется система каналов. Необходимость выполнения каналов сообщающимися обуславливает конструкцию пуансонов, которые изготавливаются составными (рис. 5.21, б).

Цельные знаки охлаждаются жидкостью, циркулирующей внутри полости, которая перегородкой разделяется на две части (рис. 5.21, в). Охлаждение матриц осуществляется жидкостью, циркулирующей по кольцевым (рис. 5.21, г) или винтовыми (рис. 5.21, д) каналам. Система охлаждения матриц многоместных форм предусматривает последовательное соединение каналов отдельных матриц (рис. 5.21, е).

Витебский государственный технологический университет

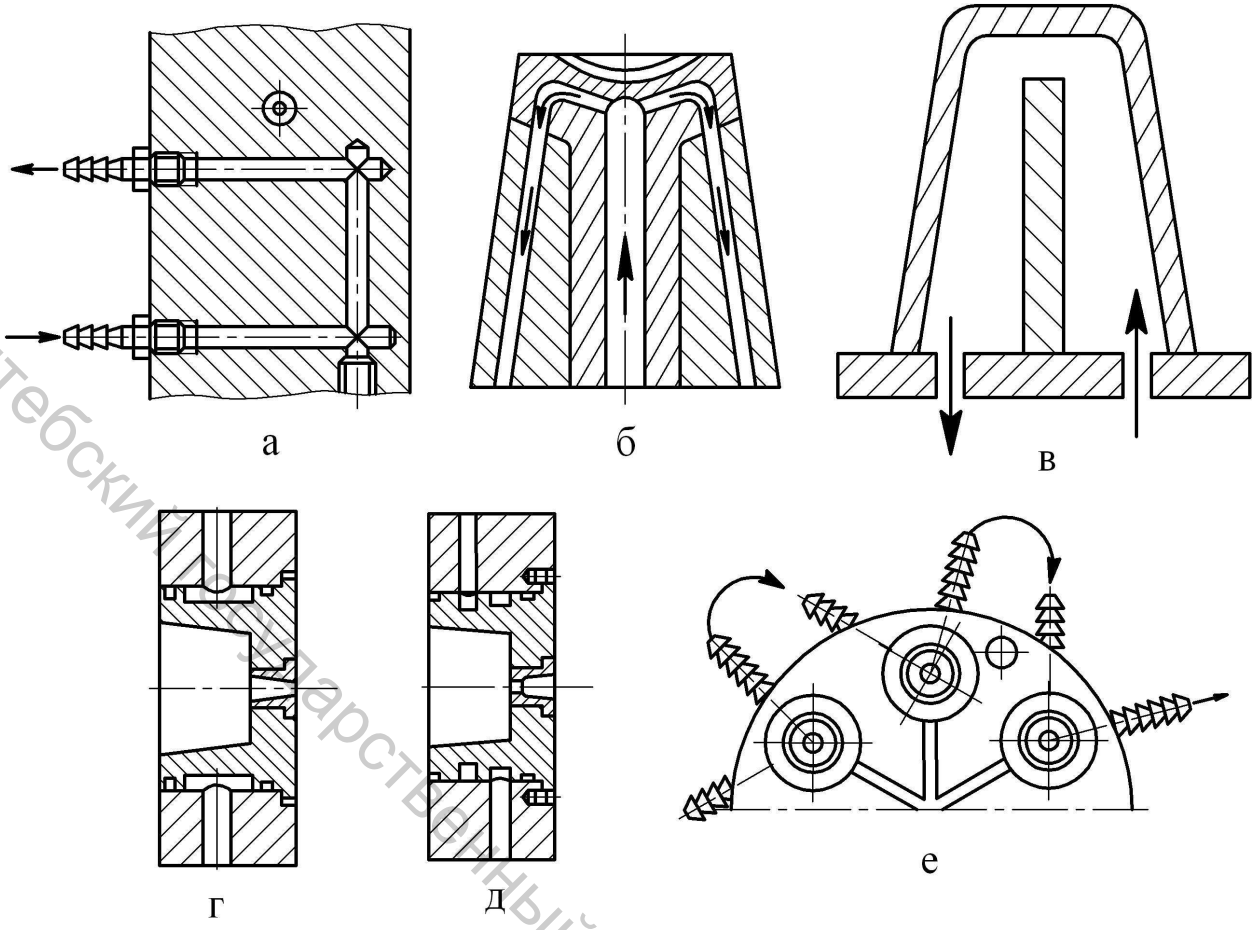


Рис.5.21. Конструкции систем охлаждения: а – плоских плит; б – пуансонов; в – знаков; г,д,е - матриц

Витебский государственный технологический университет

5.6 Материалы деталей литформ, пресс-форм и шероховатость поверхностей

Для формообразующих деталей (ФОД) назначаются материалы, обеспечивающие эксплуатационную стойкость и трудоемкость изготовления, которых позволили бы свести до минимума себестоимость формуемых изделий, а именно цементируемые, азотируемые и объемнозакаливаемые стали.

Цементируемые стали обладают высокими поверхностной твердостью и износостойкостью, однако изготовленные из них детали толщиной менее 4 мм прокаливаются насквозь, что при больших нагрузках приводит к сколам, а местами – к деформации поверхности и разрушению цементированного слоя. Для ФОД наиболее часто применяются стали 10, 20, 20Х, 12ХН3А, 18ХГТ. Толщина цементированного слоя должна составлять от 0,5 до 1,2 мм.

Азотируемые стали отличаются тем, что имеют весьма высокую твердость поверхностного слоя, достигаемую без специальной термообработки. В отличие от цементации азотированию подвергаются ФОД окончательно обработанные – прошедшие термообработку и доведенные до окончательных размеров. Толщина азотированного слоя должна составлять 0,15-0,20 мм. Как правило, для ФОД применяются стали 5ХГМ, 4ХМФС.

Из числа объемнозакаливаемых сталей наиболее широко применяются У8А, Х12М, 4Х5МФС, а для изготовления ФОД сложной конфигурации – Х12Ф1, Х12М, отличающиеся высокой прокаливаемостью и незначительной деформацией в процессе закаливания.

В таблице 5.8 и 5.9 приведены рекомендации по применению сталей для изготовления форм и пресс-форм.

Таблица 5.8

Стали, рекомендуемые для изготовления формообразующих деталей (ФОД)

Характеристика ФОД	Сталь	Термическая и химико-термическая обработка	Механические свойства	
			$\sigma_{В,}$ МПа	$HRC_Э$
1	2	3	4	5
Матрицы и пуансоны форм для литья под давлением				
Простая конфигурация, размеры сечения до 60	У8А 20Х	З+О Ц(0,8÷1,2 мм)+З+О	1200-1400 600-800	46,5-51,5 51,5-56,0 (HV 770)
Конфигурация средней сложности; для работы при давлениях более 20 МПа	20Х, 10 18ХГТ 12ХН3А, 40Х	Ц(0,8÷1,2 мм)+З+О	600-800 1000-1200 1200-1400	46,5-53,0 51,5-56,0 46,5-51,5
Сложная форма, глубокие пазы, узкие перемычки, значительная разнотолщинность, высокая точность	12ХН3М, 18ГТ, 25Х2Н4МА, 5ХГМ, 4ХМФС, 4Х5МФС	Ц(0,8÷1,2 мм)+З+О У+А(0,15÷0,2 мм)	1000-1200 900-1000	46,5-53,0 30,0-34,0 (в сердцевине); HV900
Средние и крупные размеры	12ХН3А, 18ХГТ, 5ХГМ, 4ХМФС, 4Х5МФС	Ц(0,8÷1,2 мм)+З+О У+А(0,15÷0,2 мм)	800-900 900-1000	46,5-58,0 30-34 (в сердцевине); HV900
В таблице приняты условные обозначения: З – закалка; О – отпуск; Ц – цементация; У – улучшение; А – азотирование.				

Таблица 5.9

Стали для изготовления конструкционных деталей

Деталь	Марка стали	$HRC_Э$	Деталь	Марка стали	$HRC_Э$
1	2	3	1	2	3
Втулки: литниковые, направляющие резьбовые	У8А 45	51,5-55,0	Тяги, захваты, копиры, колонки лекальные	20Х	51,5-55,0

Витебский государственный технологический университет

Продолжение табл. 5.9

1	2	3	4	5	6
Штоки разъемные (к выталкивающей системе)	45	42-47	Рычаги	45	--
Хвостовики	45	42-47	Ползуны, направляющие ползунов	45	--
Выталкиватели	У8А	49,5-53,0	Ниппели, трубки для каналов охлаждения (к системе охлаждения)	35	--
Рассекатели	У8А	49,5-53,0	Обоймы: клиновых матриц, матриц и пуансонов универсальных блоков	У8А 20Х Ст3 45	 49,5-53,0 51,5-56,0 --
Гайки (к выталки-вающей системе)	Ст4	--	Оси	20	--
Заглушки (к системе охлаждения)	Ст3	--	Опоры	45	--
Знакодержатели цанговые	У8А 65Г	51,0-56,0 43,0-50,0	Плиты: верхние, нижние, передняя, задняя, обогрева знаков, толкателей, опорные литниковые	Ст3 45	-- -- 45,5-49,5
Камеры загрузочные: открытые, заключенные в обойму	У8А 12Х Н3А	51,0-57,0 51,0-56,0	Планки опорные для пресс-форм	45	--
Клинья, пальцы разъемных приспособлений	45	34,0-38,0	Прихваты	45	34-38
Плиты, скобы для разъема съемных форм	Ст3		Пробки под штифты и к системе охлаждения	Ст3	--
Колонки направляющие	У8А	49,5-58,0	Пружины	65Г	--
			Ручки	Ст3	--

Шероховатость поверхностей деталей пресс-форм и форм для литья под давлением устанавливается в зависимости от их назначения.

Поверхности ФОД с особой тщательностью обрабатываются, хромируются и дважды полируются (до и после хромирования). Рекомендуемая

ВИтебский государственный технологический университет

толщина слоя хромирования равна 0,010-0,015 мм, а параметр Ra после полирования хромированных деталей составляет 0,025 мкм.

Шероховатость поверхности других деталей форм и пресс-форм, соприкасающихся с пластмассой в процессе формования изделий, определяется в основном конструктивными требованиями точности их взаимного сопряжения. На рис. 5.22 и 5.23 приведены рекомендуемые значения шероховатостей поверхности основных деталей пресс-форм и форм литья под давлением, обеспечивающие их работоспособность и технологичность.

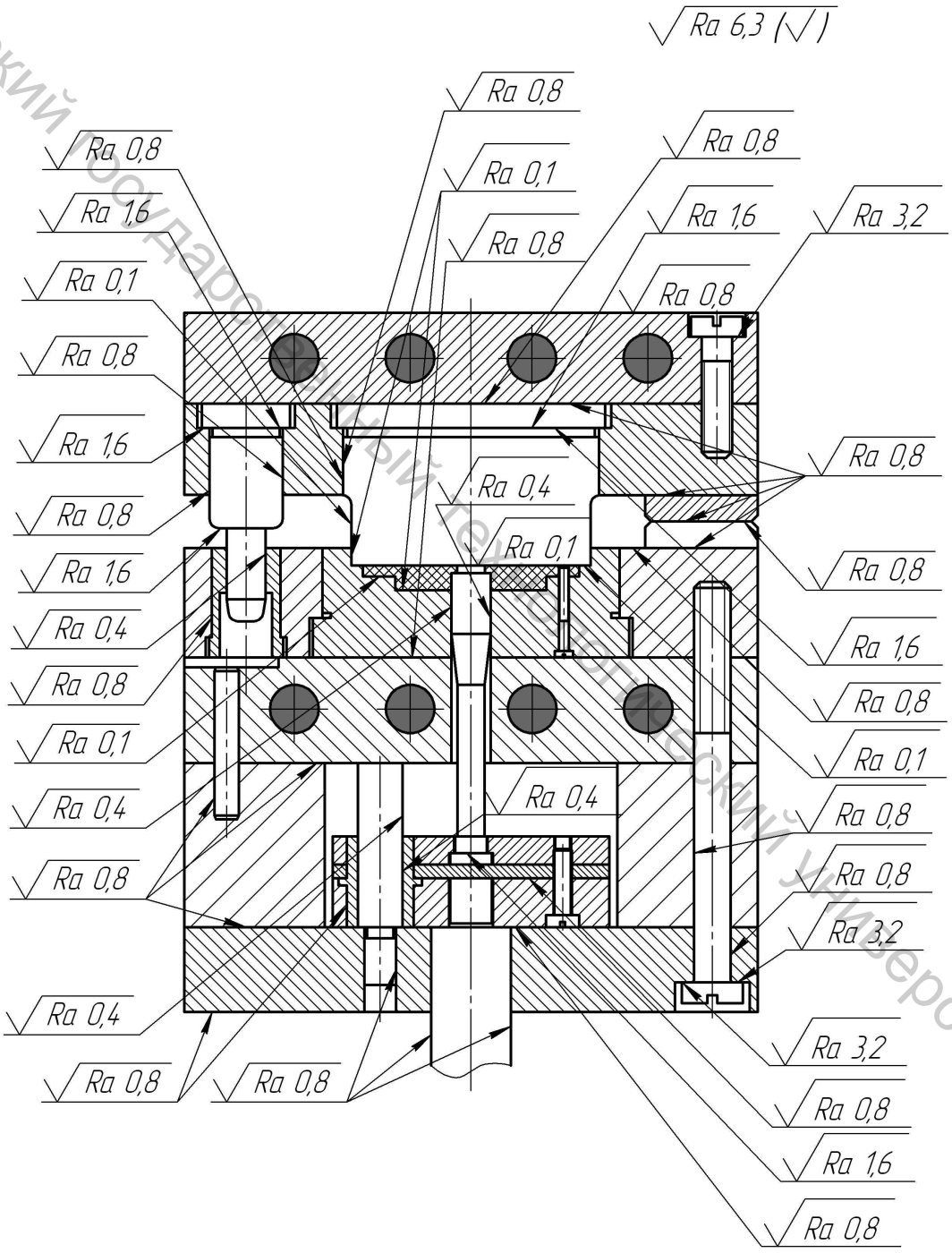


Рис.5.22 Шероховатость основных деталей пресс-формы

Витебский государственный технологический университет

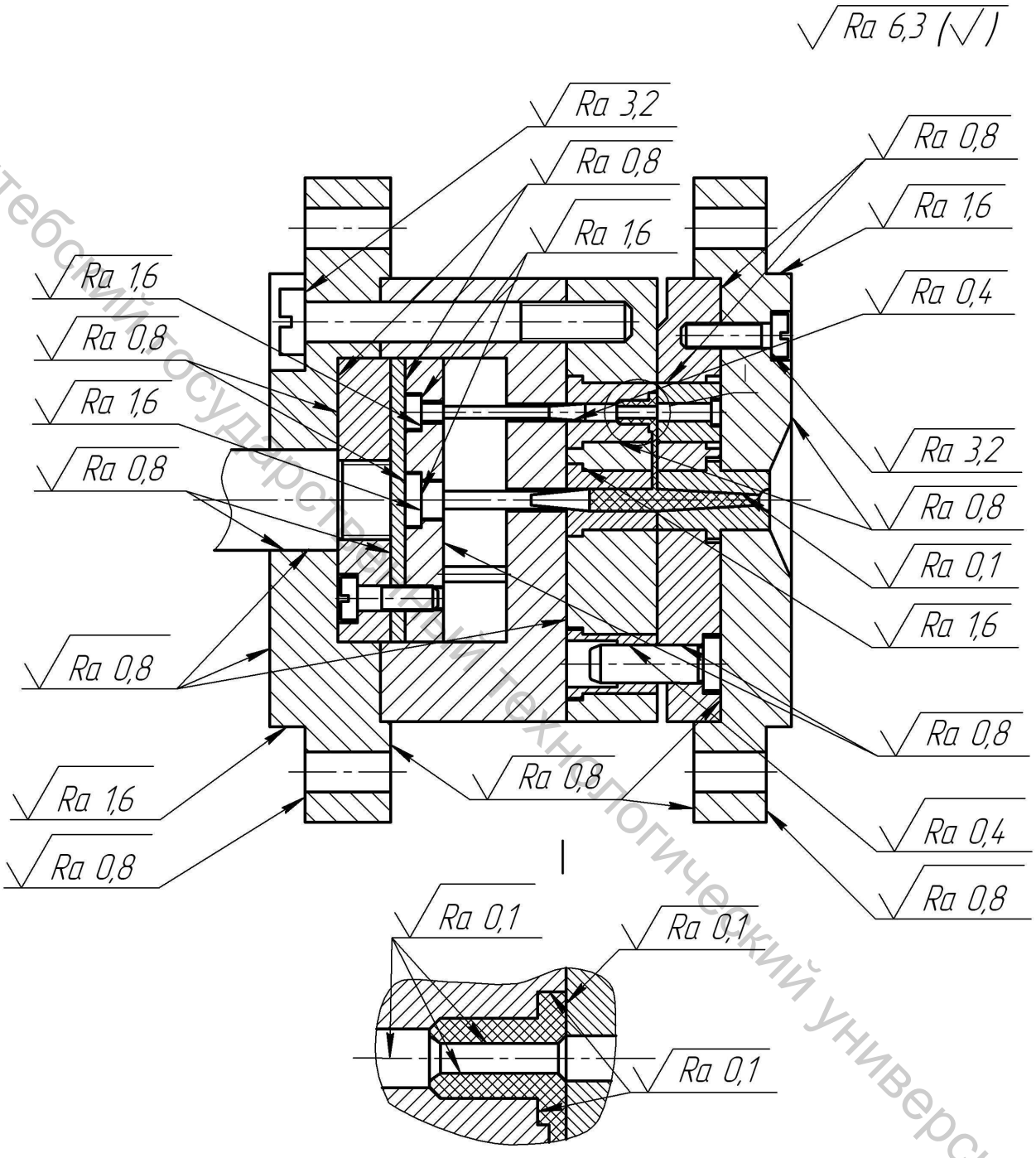


Рис.5.23. Параметры основных деталей формы для литья под давлением

Витебский государственный технологический университет

5.7. Экструзионный инструмент

Назначение экструзионного инструмента – формирование расплава полимера в непрерывное изделие с постоянным по длине поперечным сечением заданной формы.

Экструзионный инструмент (головки) отличается большим разнообразием типов и конструкций, которые классифицируются по следующим признакам.

По направлению выхода изделия:

- прямоточные (осевые) головки с направлением выхода изделия вдоль оси червяка (головки для труб, шлангов, стержней);
- угловые головки, осуществляющие поворот потока расплава и соответственно изменяющие направление выхода изделия.

По конфигурации формующей щели:

- головки плоскощелевые;
- головки с кольцевым поперечным сечением канала (головки для цилиндрических стержней, трубные головки, головки для экструзии с раздувом, головки для получения рукавной пленки);
- головки профильные, имеющие сложный контур поперечного сечения формующего канала и различающиеся по конфигурации поперечного сечения на головки для изделий открытого, закрытого, специального типа и головки для изделий из вспененных материалов.

По типу термостатирования корпуса головки:

- с рубашками для обогрева (или охлаждения) жидкостями;
- с электрическим обогревом нагревателями сопротивления или индукционного типа.

По конструкции корпуса головки:

- литые;
- сварные;
- разъемные, изготовленные механической обработкой.

По способу крепления к цилиндру экструдера:

- с фланцевым соединением;
- с байонетным соединением;
- со стягиваемыми накидными кольцами.

По давлению в головке:

- головки низкого давления (до 6 МПа) для стержней диаметром более 5 мм, толстых труб, листов и других толстостенных профилей;
- головки среднего давления (6-20 МПа) для стержней диаметром 3 – 5 мм, и труб, профилей с толщиной стенки около 1 мм;
- головки высокого давления (свыше 20 МПа) для производства пленок, вытяжки нитей и др.

Плоскощелевые головки используются для получения листов, пленок, а также расплава в виде пленки с последующим нанесением его на какую-либо основу. Ширина экструдируемых листов и пленок может составлять 1,5 и более метров; усилия в головке могут достигать 1 – 3 МН, а масса головок может быть 800 – 1500 кг.

Витебский государственный технологический университет

По способу подвода расплава к формующему каналу, т.е. по типу и конфигурации переходного канала плоскощелевые головки можно разделить на два основных типа:

- коллекторные головки, у которых переходный канал выполняется в виде коллектора (распределитель), имеющего круглое или овальное поперечное сечение (рис. 5.24, а);

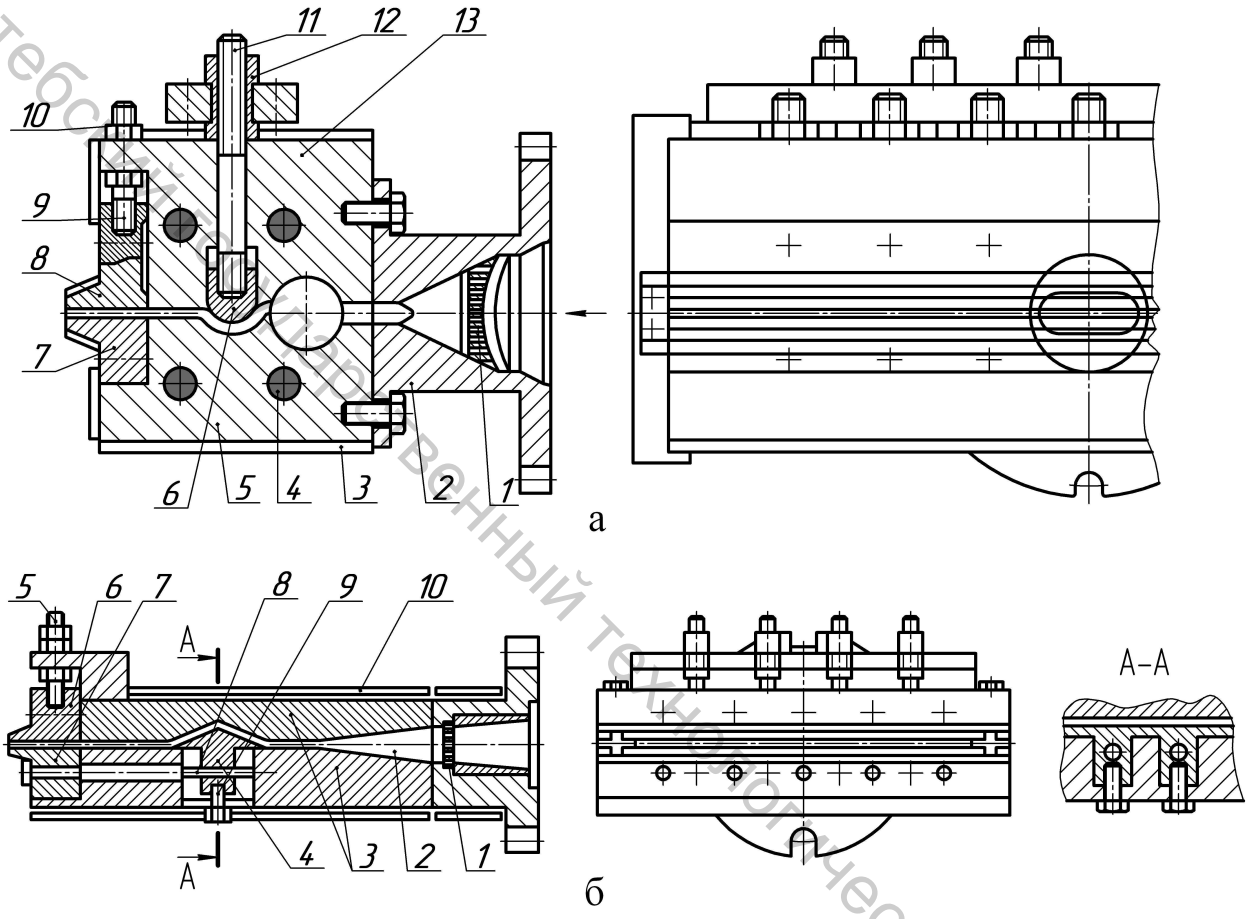


Рис. 5.24. Конструкции щелевых головок.

а – коллекторная головка; 1 – решетка; 2 – переходник; 3 – теплоизоляция; 4 – отверстия под патронные нагреватели; 5, 13 – нижняя и верхняя половины корпуса; 6 – дроссельная заслонка; 7,8 – нижняя и верхняя губки формующей щели; 9 – фиксирующие винты; 10, 12 – резьбовые втулки, 11 – шпилька.

б – треугольная головка; 1 – решётчатый переходник;2 – распределительный треугольный канал; 3 – верхняя и нижняя половины корпуса; 4 – ползуны; 5, 8, 9 – винты; 6, 7 – верхняя подвижная и нижняя неподвижная губки; 10 – электрообогреватель.

- треугольные головки, у которых переходный канал выполнен в виде треугольной щели (рис. 5.24, б).

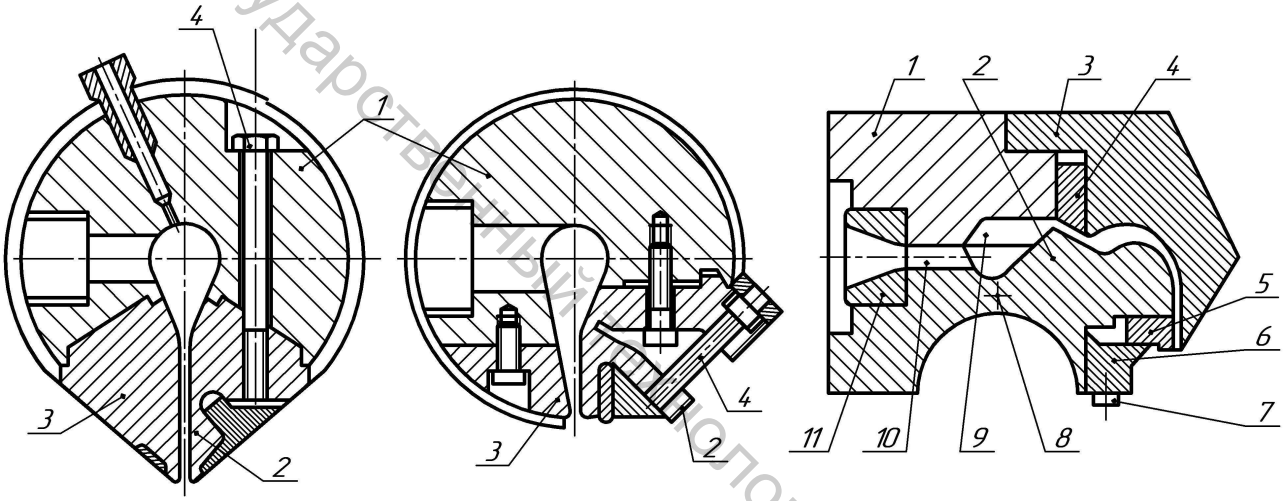
Коллекторная головка (рис. 5.24, а) состоит из массивных верхней 13 и нижней 5 частей корпуса, к которому крепятся соответственно верхняя 8 и нижняя 7 губки. С противоположного торца корпуса установлен переходник 2, сообщающийся с экструдером (на рис. не показан). Высота щели между нижней

Витебский государственный технологический университет

овальной частью корпуса и дроссельной заслонкой 6 регулируется путем ее вертикального перемещения резьбовой парой 11, 12.

Треугольная конструкция щелевой головки (рис. 5.24, б) включает верхнюю и нижнюю половины корпуса 3, в которых выполнен распределительный треугольный канал 2. Размеры щели в корпусе регулируются винтами 8, 9 путем вертикального и горизонтального перемещения ползунов 4. К торцам корпуса с одной стороны крепятся верхняя подвижная и нижняя неподвижная губки формующей щели 6 и 7, а с другой стороны решетчатый переходник 1.

Оба варианта конструкций щелевых головок не могут осуществить монотонное изменение высоты канала по ширине, вследствие конечного числа заслонок или ползунов. На рис. 5.25 представлены конструкции головок с устройствами для регулирования высоты щели, а, следовательно, и толщины изделия. Регулирующим элементом является сама формующая губка.



а б в

Рис. 5.25. Сечение головок с устройствами для регулирования высоты щели отжимным винтом (а), подтягивающим винтом (б), давлением расплава (в)

а, б: 1 – корпус головки; 2 – упруго деформируемая губка; 3 – неподвижная губка; 4 – винт регулировки высоты щели; в: 1 – верхняя половина корпуса; 2 – нижняя половина корпуса; 3 – верхняя неподвижная губка; 4 – подпорная упругая призматическая планка; 5 – нижняя губка; 6 – губка крепёжная; 7 – болт крепления губки; 8 –ось поворота; 9 – коллектор; 10 – подводящий канал; 11 – переходник.

Перемещение подвижной губки осуществляется отжимным и подтягивающим болтом 4 (рис. 5.25, а, б). Различное по ширине щели перемещение губки возможно за счет упругой деформации относительно маложесткой тонкой перемычки 2. Такой способ регулирования обеспечивает монотонность изменения профиля канала головки, исключая местные выступы и впадины (места застойных зон) при подвижном дросселирующем элементе. Недостатком рассматриваемых конструкций является распирание стенок давлением расплава.

Витебский государственный технологический университет

Головка, представленная на рис. 5.25, в, практически лишена этого недостатка. Профиль поперечного сечения нижней половины головки выполнен таким образом, что при действии давления расплава параллельность щели не искажается. Под действием давления нижняя половина 2 корпуса поворачивается на некоторый угол вокруг горизонтальной оси коллектора расположенной в самом слабом месте сечения. Верхняя губка под действием давления перемещается по вертикали параллельно нижней губке 5. Таким образом, сохраняется как установленная высота щели, так и ее параллельность.

Трубные головки (рис. 5.26) имеют преимущественно прямоточную конфигурацию, удобную с точки зрения приема экструдируемых труб. Осевая экструзионная головка обычно закрепляется на цилиндре экструдера при помощи фланца 1. Во фланцевой части головки установлена фильтрующая решетка 3 с пакетом фильтрующих сеток 2. Труба выдавливается через калиброванную кольцевую щель 8, образованную дорном 7 и кольцом 6 мундштука. Положение кольца относительно дорна регулируется болтами 9. Дорн 7 закреплен в корпусе головки с помощью установочного кольца 5 (с целью калибровки трубы). В кольце и дорне имеются каналы 10 и 12 для подвода сжатого воздуха через штуцер 11.

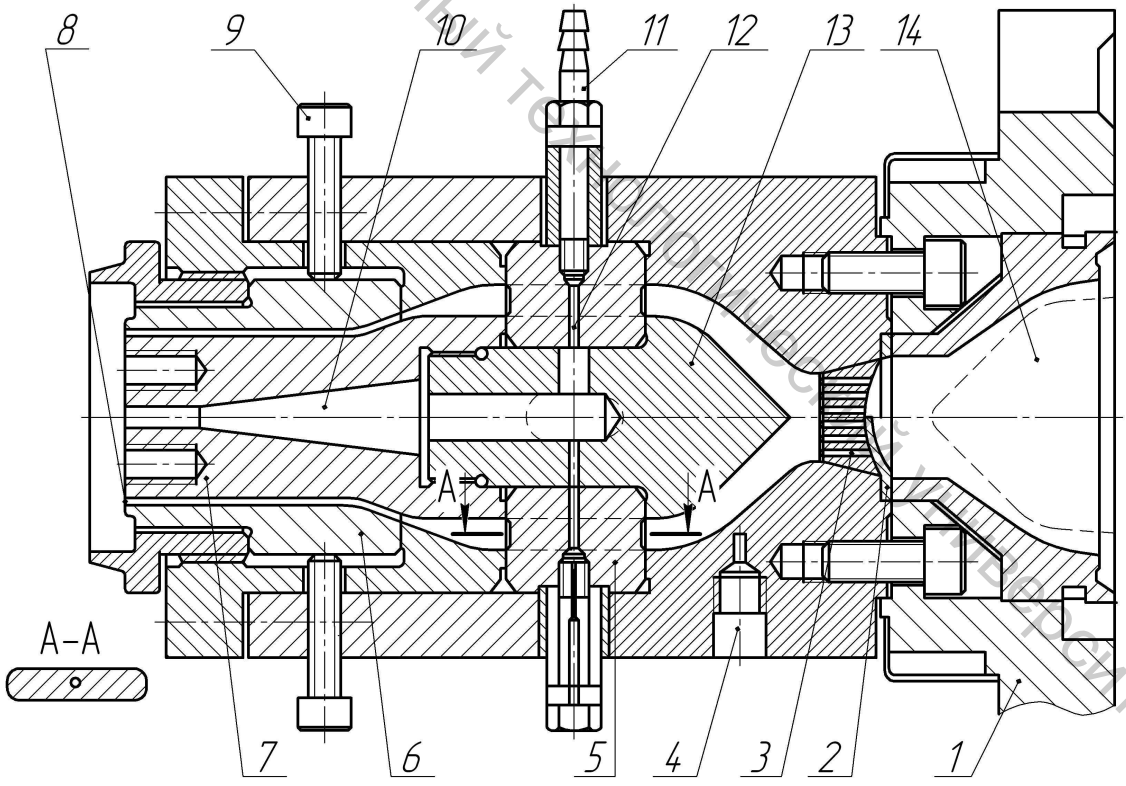


Рис. 5.26. Осевая трубная головка: 1 – фланец; 2 – фильтрующие сетки; 3 – решётка; 4 – гнёзда для термопар; 5, – кольцо; 6 – мундштук; 7 – дорн; 8 – кольцевая щель; 9 – регулировочные болты; 10, 12 – канал; 11 – штуцер; 13 – рассекатель; 14 – червяк.

Витебский государственный технологический университет

Нагнетаемый червяком 14 экструдера расплав продавливается через отверстия фильтрующих сеток и решетки; распределяется по каналу рассекателя 13 и поступает в формообразующую кольцевую щель 8.

На одной головке возможна экструзия труб в определенном диапазоне диаметра и толщины. Практикой установлено, что для экструзии труб диаметром от 20 до1000 мм достаточно четырех типоразмерав головок: I – от 20 до 125 мм; II - от 125 до 400 мм; III - от 400 до 650 мм; IV – от 650 до 1000 мм.

Раздувные головки осуществляют поворот потока вниз или вверх. Диаметр кольцевого зазора составляет 30 – 800 мм. В некоторых машинах диаметр кольцевого зазора превышает 1500 мм. На рис. 5.27 представлена головка для рукава среднего размера.

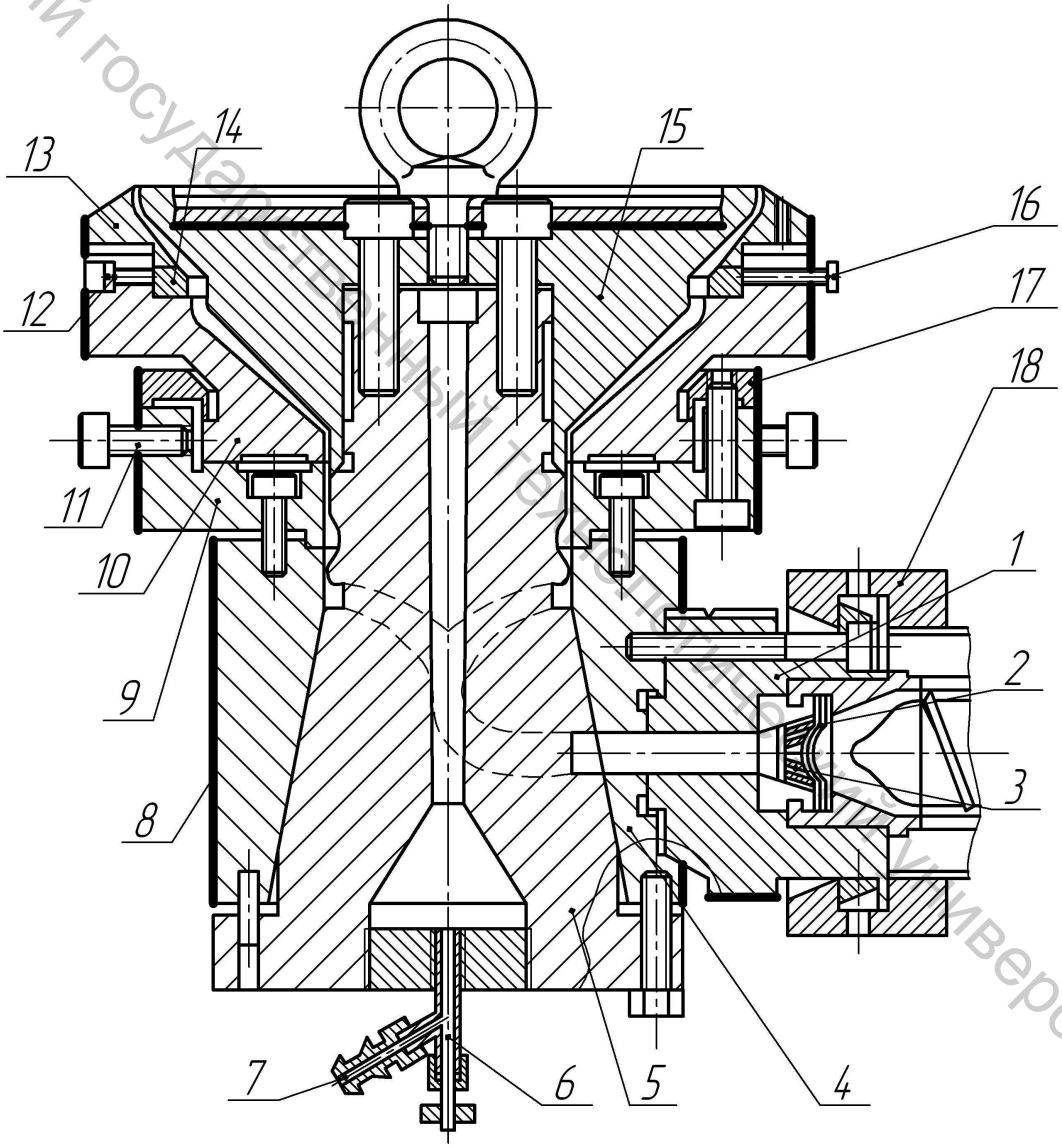


Рис. 5.27. Головка для производства рукавной плёнки: 1 – переходник; 2 – решётка; 3 – сетки; 4 – корпус головки; 5 – дорнодержатель (пиноль); 6 – вентиль; 7 – воздушный штуцер; 8 – электрообогреватель; 9 – обойма головки; 10 – корпус мундштука; 11 – установочные винты; 12, 16 – нажимные и отжимные винты; 13 – мундштук; 14 – подпорное кольцо; 15 – дорн; 17 – прижимное кольцо; 18 – байонетный затвор.

Витебский государственный технологический университет

Головка присоединяется к экструдеру с помощью переходника 1, в котором расположены решетка 2 и сетка 3. Головка состоит из двух частей – нижнего корпуса 4 (корпуса головки) и верхнего корпуса 10 (корпус мундштука). Распределение монолитного потока и придание ему формы трубы осуществляется в каналах дорнодержателя 5. Дорн 15 вместе с мундштуком 13 образует формующий зазор. С помощью регулировочных болтов 12, 16 перемещается и деформируется подпорное кольцо 14, вследствие чего уменьшается разнотолщинность пленки. Внутри дорнодержателя 5 и дорна 15 выполнены каналы, по которым подается воздух для пневматического растяжения. По вертикальному стволу головки расположены электронагреватели 8, сгруппированные по зонам.

Наиболее слабым конструктивным элементом головки является крепление дорна 15 к дорнодержателю, а последнего к корпусу головки. Давление расплава создает значительное распорное усилие, способное расчленить соединение указанных деталей. Дорнодержатель в месте системы каналов, выравнивающих давление, должен иметь достаточную изгибающую жесткость. Незначительный изгиб в большом коническом подводящем канале может привести к существенным изменениям высоты формующей щели.

Кабельные головки, так же относятся к категории кольцевых. Внутренняя поверхность формируется изолируемым проводом, который протягивается через головку. Скорость протягивания может достигать 2000 м/мин. Головки позволяют наносить изоляцию на отдельные жилы, а так же кабели, состоящие из множества жил, общим диаметром до 150 мм.

Конструкция кабельной головки представлена на рис. 5.28. Дорн 11 представляет собой полый цилиндр, переходящий в конус. Внутренний диаметр дорна всегда больше диаметра жилы, чтобы через него могли проходить утолщенные места соединения жил. Для обеспечения длительной работы дорна выходная часть выполняется твердосплавной.

Матрица 10 представляет собой цилиндр, внутреннее коническое отверстие которого у выхода переходит в цилиндрический канал. Длина цилиндрической части матрицы оказывает весьма существенное влияние на производительность процесса и качество формуемого слоя изоляции. Увеличении длины цилиндрической части способствует более стабильному течению потока расплава в этой зоне, а, следовательно, более качественной изоляции. При этом увеличивается пропорционально длине гидравлическое сопротивление, которое оказывает существенное влияние на общую пропускную способность головки. На практике длина цилиндрической части матрицы принимается в пределах диаметра матрицы.

В ряде случаев применяются двухконусные матрицы, у которых отсутствует цилиндрическая часть. Такие матрицы имеют значительно большую длину по сравнению с обычными. Применение двухконусных матриц обеспечивает уплотнение изоляции и ее стабильность. Такие матрицы применяются при наложении изоляции большой толщины за один проход, а так же при наложении изоляции из полимеров с большой вязкостью расплава.

Витебский государственный технологический университет

Регулирование взаимного расположения дорна и матрицы осуществляется путем осевого перемещения резьбового дорнодержателя 2. Перемещение матрицы в направлении перпендикулярном оси осуществляется специальными винтами.

Калибрующий инструмент

Калибрующие устройства, устанавливаемые на выходе из формующего канала головок, выполняют следующие основные функции:

- фиксация приобретенной в формующем канале конфигурации изделия посредством его частичного охлаждения;
- трансформация исходной конфигурации экструдируемой заготовки до требуемой конечной конфигурации изделия с последующей фиксацией последнего;
- обеспечение требуемой точности размеров наружной, внутренней или одновременно обеих поверхностей.

Калибрование осуществляется путем прижима заготовки к поверхности калибрующего инструмента. Расположение калибрующих элементов относительно изделия может быть наружное, внутренние или комбинированное, т.е. калибрующие элементы располагаются снаружи и внутри изделия.

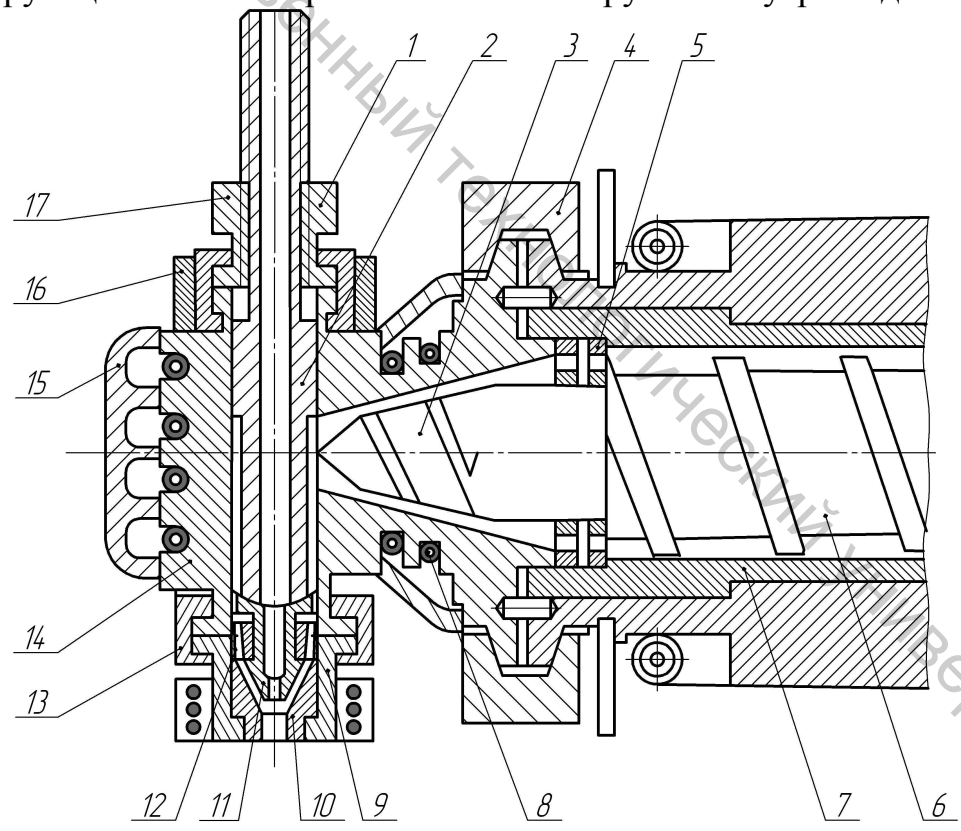


Рис. 5.28. Конструкция малогабаритной кабельной головки:
1 - гайка дорна; 2 – дорнодержатель; 3 – насадка червяка; 4 – зажимное кольцо; 5 – решётка; 6 – червяк; 7 – втулка цилиндра; 8 – нагревательный элемент; 9 – матрицедержатель; 10 – матрица; 11 – дорн; 12 – решётка; 13 – хомут; 14 – корпус; 15 – крышка; 16 – кольцо; 17 – резьбовая втулка.

Прижим может быть естественным, то есть воздействием собственного веса или принудительным с помощью сжатого воздуха или вакуума.

Витебский государственный технологический университет

На рис. 5.29 приведены схемы наиболее часто встречающихся конструкции калибрующих устройств. Калибровка по наружной поверхности сжатым воздухом представлена на рис. 5.29, а. Внутренние отверстие изделия перекрывается пробкой 6, удерживаемый тросом, закрепленным за дорн 2. Для изделий диаметром отверстия 3,5 – 4,5 мм давление воздуха достаточно для калибровки без установки пробки. В других случаях, кроме установки пробки, герметизация осуществляется путем пережима отверстия в конце экструдируемого изделия.

Витебский государственный технологический университет

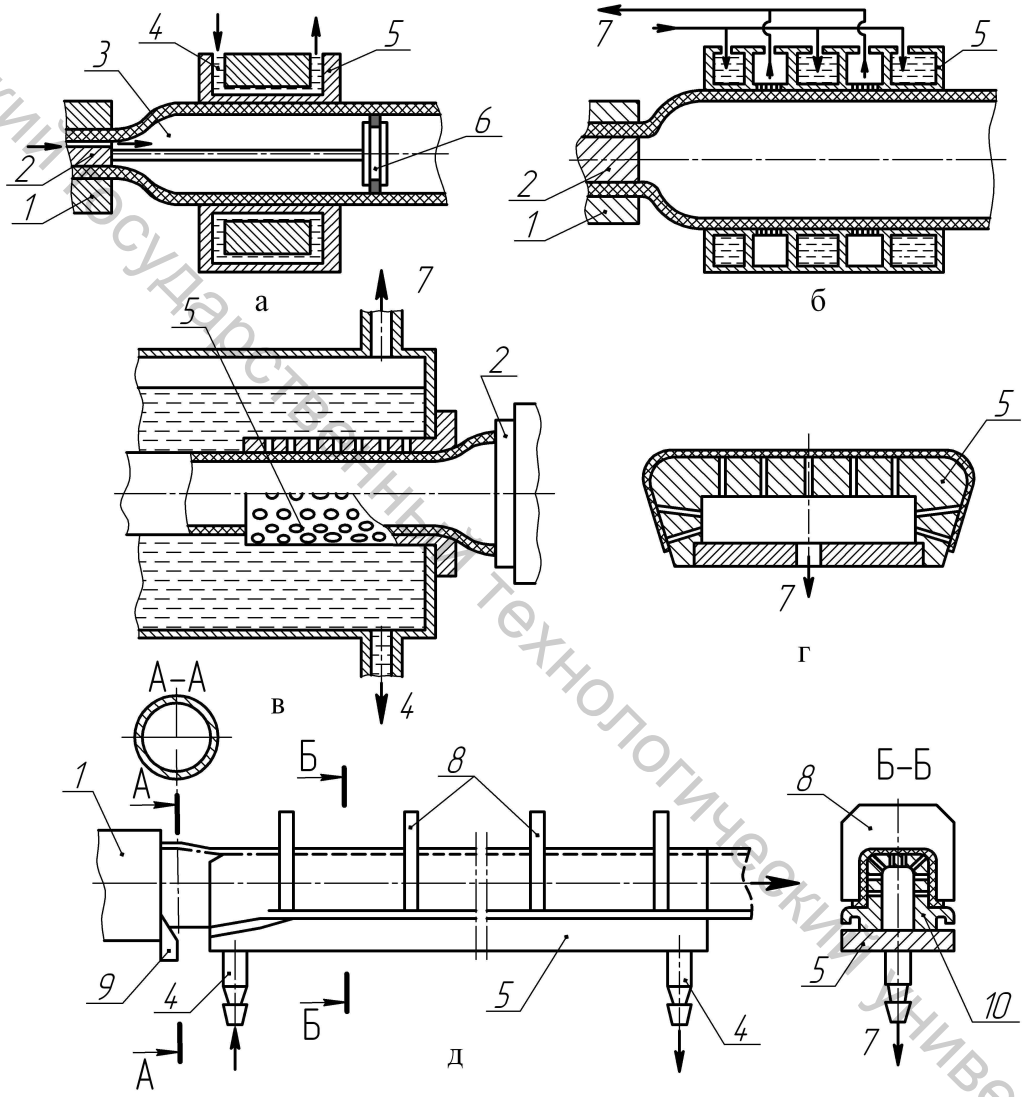


Рис.5.29. Схемы калибрующих устройств:
а – наружная калибровка сжатым воздухом; б – наружная калибровка вакуумом; в – калибровка вакуумом в перфорированной трубе; г –калибровка вакуумом изделий открытого типа; д – комбинированная калибровка:
1 – мундштук; 2 – дорн; 3 – воздух под избыточным давлением; 4 – охлаждающая вода; 5 – калибрующий элемент; 6-пробка с кольцевым резиновым уплотнением; 7 – вакуум; 8 – диафрагма; 9 – разрезной нож; 10 – дорнообразующий стержень.

Для тонкостенных изделий (до 2 мм) эффективный прижим может быть осуществлен давлением, не превышающим 0,1 МПа. Для таких изделий

возможно применение вакуумного способа прижима (рис. 5.29, б – г). Вакуумная калибровка по сравнению с калибровкой сжатым воздухом обладает рядом преимуществ. Во-первых, отпадает необходимость установки пробок, дополнительной герметизации и подачи сжатого воздуха через головку; во-вторых, возможна калибровка изделий открытого типа (рис. 5.28, г); в-третьих, калиброванию подвергается наружная поверхность изделия, которая в большинстве случаев является наиболее ответственной.

В ряде случаев калиброванию может подвергаться как внутренняя, так и наружные поверхности (рис. 5. 29, д). Кольцевые изделия на выходе из экструдирующей головки разрезаются ножом 9 и трансформируются в U – образные открытые изделия.. Внутренняя поверхность изделий калибруется стержнем 10, а наружная – набором диафрагм 8.

5.8. Формы для раздувного формования

Диапазон габаритов и массы полых изделий, изготавливаемых раздувным формованием из термопластов чрезвычайно широк. Преимущественно это тара для жидких, сыпучих и пастообразных продуктов самого различного назначения, емкостью до 2-3 $м^3$ (наиболее распространена тара емкостью от 100 мл до 20 л). Конструктивная схема наиболее распространенного типа раздувной формы представлена на рис 5.30.

Форма включает: формообразующие детали – нижний и верхний канты 1, 6; левую и правую полуматрицы 4, 11; систему каналов охлаждения 2 , 3, 8; крепежные плиты 7, плиты смыкания 5, 10. Полуматрицы 4, 12 в сомкнутом состоянии образуют оформляющую полость 13. Конфигурация нижнего пресс-канта выполнена таким образом, что при смыкании полуматриц в заготовке 10 остается отверстие, в которое вводится ниппель 13. В заготовку через ниппель подается сжатый воздух до полного облегания оформляющей полости 12. Из оформляющей полости воздух выдавливается раздувающейся заготовкой через вентиляционные каналы (на рис. 5.30. не показаны). Сформированное изделие охлаждается стенками полуматриц, по каналам которых циркулирует вода. Система охлаждения включает так же автономные контура каналов 2, 8, выполненные в верхних и нижних пресс кантах.

При смыкании полуформы центрируются элементами направляющей системы. Ими являются направляющие колонки и сопрягающиеся с ними втулки (на чертеже не показаны). Как правило, форма оснащена четырьмя комплектами колонок и втулок, расположенными по углам.

Применяются три способа подачи сжатого воздуха в форму: через ниппель, через дорн раздувной головки, через иглу.

Витебский государственный технологический университет

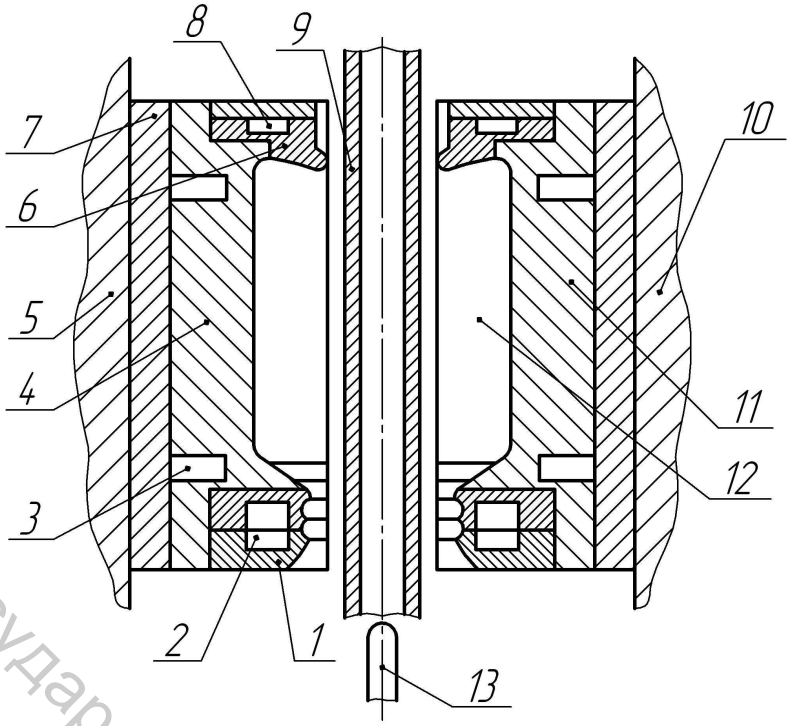
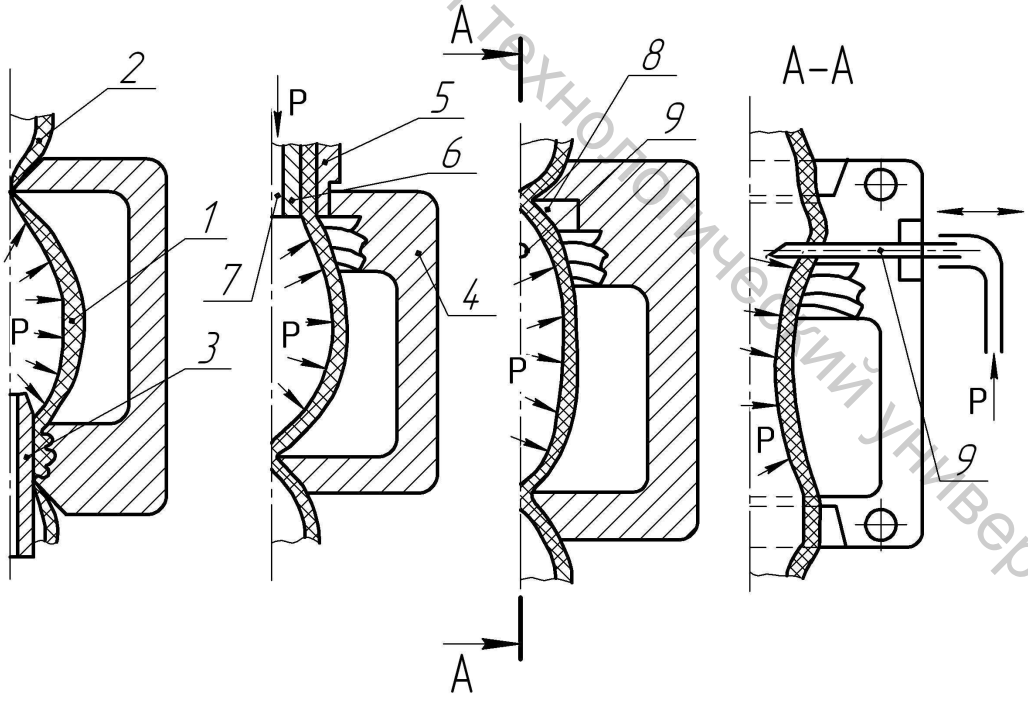


Рис. 5.30. Форма для раздува изделий через ниппель:
1, 6 – нижний и верхний пресс-канты; 2, 3, 8 – каналы охлаждения; 4, 11 – левая и правая полуматрицы; 5, 10 – плиты механизма смыкания; 7 – крепёжная плита; 9 – заготовка;
12 – оформляющая полость; 13 – ниппель.



а б в

Рис.5.31. Способы раздува заготовки в форме:
а – раздув через ниппель; б – раздув через головку; в – раздув через иглу:
1 – часть заготовки, из которой формируется изделие; 2 – грат; 3 – раздувной ниппель;
4 – полуформа; 5 – мундштук; 6 – дорн головки; 7 – отверстие;
8 – технологическая полость; 9 – раздувная игла.

Витебский государственный технологический университет

Принцип раздува через ниппель рассмотрен на примере рис. 5.30. При раздувании через головку (рис. 5.31, б) полуформы 4, смыкаясь, захватывают и пережимают нижнюю часть заготовки, которая экструдирована через кольцевой формующий канал, образованный мундштуком 5 и дорном 6. Верхние части полуформ охватывают при этом концевую часть мундштука. Сжатый воздух подается через отверстие 7 в дорне.

При раздуве через иглу (рис. 5.31, в) полуформы пережимают заготовку в верхней и нижней частях. Оформляющая полость имеет дополнительную, технологическую полость 8, в которую вводится раздувная игла 9. Игла протыкает стенку заготовки и через нее подается в замкнутую полость сжатый воздух.

Пресс-канты – это части полуформ, предназначенные для пережима заготовки, оформлении поверхности и отделения облоя. Пресс-канты выполняются в виде отдельных деталей, установленных на полуматрицах. Они могут быть выполнены в виде плит, закрепленных внакладку на полуматрице (рис. 5.32, а) или вставок (рис. 5.32, б). Выполнение пресс-кантов в виде плит технологически проще, однако, сложнее сместить след на изделии от линии стыка матрицы и пресс-канта в менее заметное место, например, в донную часть изделия, как это сделано в варианте рис. 5.32, б.

Основным рабочим органом пресс-канта является отжимная кромка, отделяющая излишки заготовки от формуемого изделия. При правильно выбранной геометрии обеспечиваются не только прочность изделия в месте отделения излишков (облоя), но и минимальная толщина перемычки (грата) между изделием и облоем.

На рис. 5.32, в, представлена заготовка в момент начала пережима пресс-кантами. В начальной стадии возникает контакт между противоположными стенками по поверхности «А» . При дальнейшем сближении пресс-кантов боковые поверхности «Б» отжимают материал деформируемой заготовки вниз и к моменту полного перерезания заготовки область соединения «С» оказывается практически в облое, а не в изделии (рис. 5.32, г).

При плоской конфигурации кромок пресс-кантов (рис. 5.32, д) часть материала зоны контакта «В» отжимается в оформляющую полость. Напряжения сжатия между плоскими кромками невелики, и расплав выдавливается из области «В» с малой скоростью. Процесс пережатия заготовки по этой причине длителен. На рабочей поверхности пресс-канта «Д» успевает отвердеть достаточно толстый слой материала, который образует толстый грат.

Качественное соединение стенок заготовки имеет место при использовании пресс-кантов, показанных на рис. 5.32, е. Процесс пережатия заготовки при данной конфигурации протекает следующим образом. На первой стадии пережатия заготовки площадь контакта малая. Процесс пережима протекает быстро, однако расплав из зоны деформирования отжимается преимущественно в облой. На завершающей стадии, когда кромкой пережато 80 – 90% толщины расплав выдавливается вниз или вверх. При этом получается достаточно тонкий грат.

Витебский государственный технологический университет

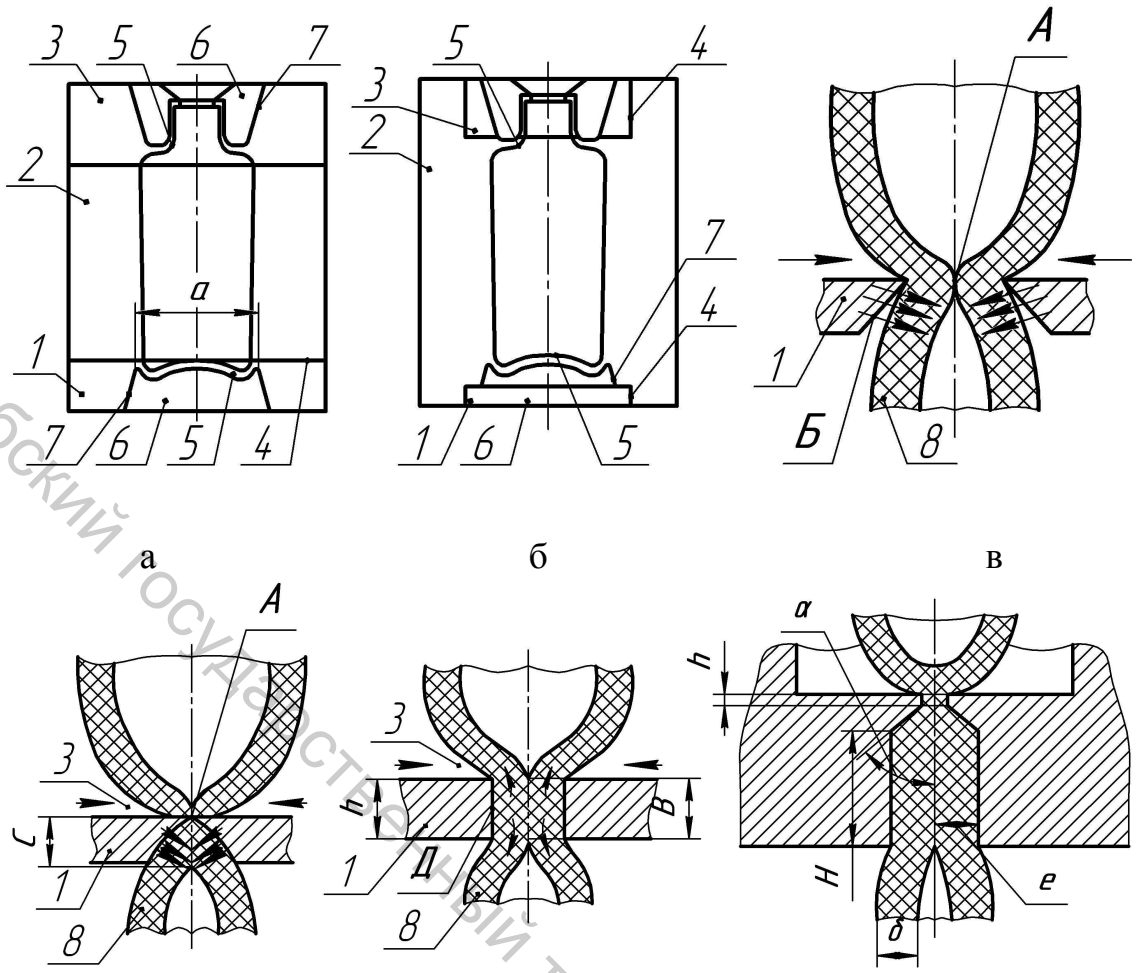


Рис. 5.32. Конструкторско-технологические схемы пресс-кантов:
а, б – выполнение пресс-кантов соответственно в виде плит и вставок;
в, г, д, е – схемы образование сварного шва при острых и широких отжимных кромках; 1 – нижний пресс-кант; 2 – полуматрица; 3 – верхний пресс-кант; 4 – плоскость стыка между пресс-кантом и полуматрицей; 5 - отжимная кромка; 6 – карман; 7 – контур кармана; 8 – облой.

Отжимная кромка h равна 0,3 – 0,6 мм для относительно малых изделий (объемом до 2 л) и достигает 4 мм для изделий емкостью более 100 л. Угол α находится в пределах 25 - 45º. Толщина кармана e равна 0,8 – 0,9 толщины стенки δ пережимаемой заготовки. Высота кармана H составляет (5 ÷ 6)δ.

Системы охлаждения раздувных форм

Различные конструкции систем охлаждения классифицируются: по конфигурации каналов на просверленные и полостные; по характеру течения воды в каналах на системы с монолитным потоком и системы с разбрызгиванием воды из коллектора на поверхность полости.

Конструкция с просверленными каналами представлена на рис. 5.33, а. С целью обеспечения последовательного протекания потока жидкости по каждому продольному каналу 1 в поперечный канал 2 вставляются фигурные пробки 3. Последовательный характер течения в каналах обеспечивает однородное

Витебский государственный технологический университет

распределение интенсивности теплосъема по всей площади плиты 4. Применение систем охлаждения рассмотренной конструкции ограничено плитами малых и средних размеров (до 350-400 мм) из-за технологических осложнений, возникающих при сверлении отверстий большой глубины.

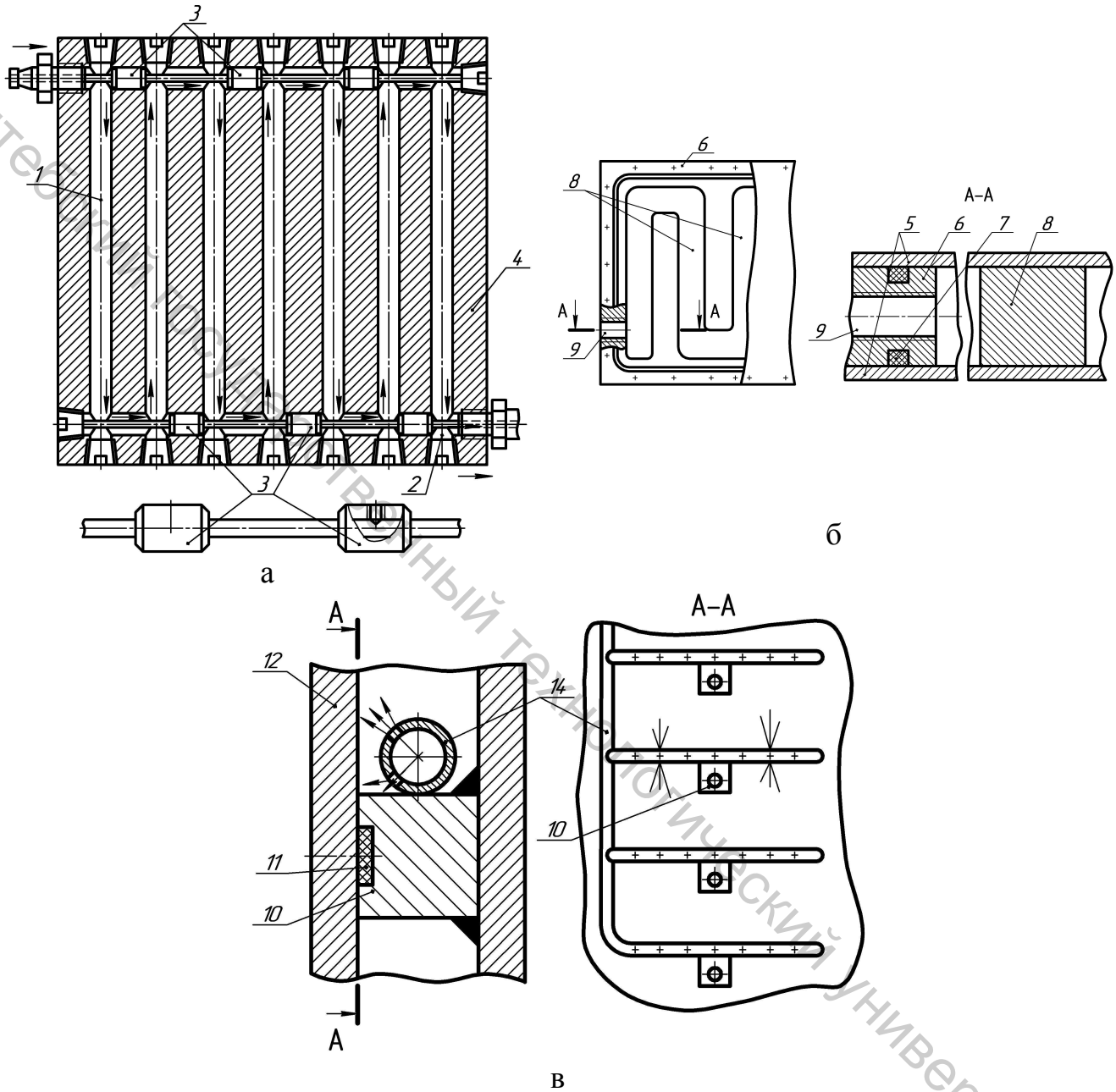


Рис. 5.33. Конструктивные схемы охлаждения раздувных форм:
а – охлаждение системой просверленных каналов; б – камерная система;
в – система охлаждения разбрызгиванием; 1 – продольный канал; 2 – поперечный канал; 3 – пробки; 4 – плита; 5 – крышка; 6 – фигурная плита; 7 – уплотнение; 8 – перемычки; 9 – отверстия; 10 – проставка; 11 – крышка плиты.

Для средних и больших плит предпочтительнее применять камерную систему охлаждения (рис. 5.33, б). которые состоят из двух или трех плит, двух крышек 5, средней фигурной плиты 6 с размещенными между ними

Витебский государственный технологический университет

уплотнениями 7. Фигурная плита 6 выполнена с перемычками 8 и имеет два отверстия 9 для подвода и отвода тепла.

При больших размерах плит герметизация становится ненадежной, так как даже незначительное избыточное давление в камере с монолитным потоком жидкости вызывает большие распорные усилия. Этого недостатка лишена система разбрызгивания (рис. 5.33, в), которая позволяет поддерживать в камере атмосферное или даже несколько меньшее давление, что повышает надежность герметизации камеры. Конструкция охлаждающей плиты аналогична предыдущей. В полости плиты расположена трубка 14, имеющая ряд горизонтальных ответвлений, через которые разбрызгивается подаваемая в трубку 14 вода. Стекая по поверхности крышки, вода самотеком выходит из полости плиты через расположенное внизу отверстие. В полости при этом имеет место практически атмосферное давление. Горизонтальные ответвления трубки 14 укреплены на проставках 10.

5.9. Инструмент для пневмовакуумного формования

Круг изделий, изготавливаемых методом пневмовакуумного формования из листовых и пленочных термопластов достаточно широк. Диапазон габаритов составляет от нескольких сантиметров до 1,5-2 м. По конструкции изделия представляют собой оболочки в ряде случаев довольно сложной конфигурации с толщиной стенки от десятых долей миллиметра до 6-8 мм.

Различают способы свободного формования и формования на поверхностях формообразующего инструмента. В первом случае изготавливаются изделия сферической формы (колпаки, плафоны и т.д.). Принцип свободного формования иллюстрируется рис. 5.34. На первой стадии (рис. 5.34, а) лист 1 зажимается между пневмовакуумной камерой 3 и рамкой 2. Затем полость камеры 6 вакуумируется и лист под давлением воздуха втягивается в камеру. При достижении необходимой степени вытягивания, при которой лист еще не касается стенок камеры вакуумирование прекращается, сформированная заготовка охлаждается и отвердевает. При формовке листов толщиной более 5 мм атмосферного давления оказывается недостаточно и поэтому давление повышается с помощью компрессоров.

Различают две разновидности способов формования – негативное и позитивное. При негативном формовании формообразующим инструментом является матрица. Она имеет вогнутую формующую поверхность. Изделие полностью воспроизводит форму матрицы наружной поверхностью (рис. 5.34, а – в). При позитивном формовании лист облегает наружную поверхность пуансона (рис. 5.34, г)

Витебский государственный технологический университет

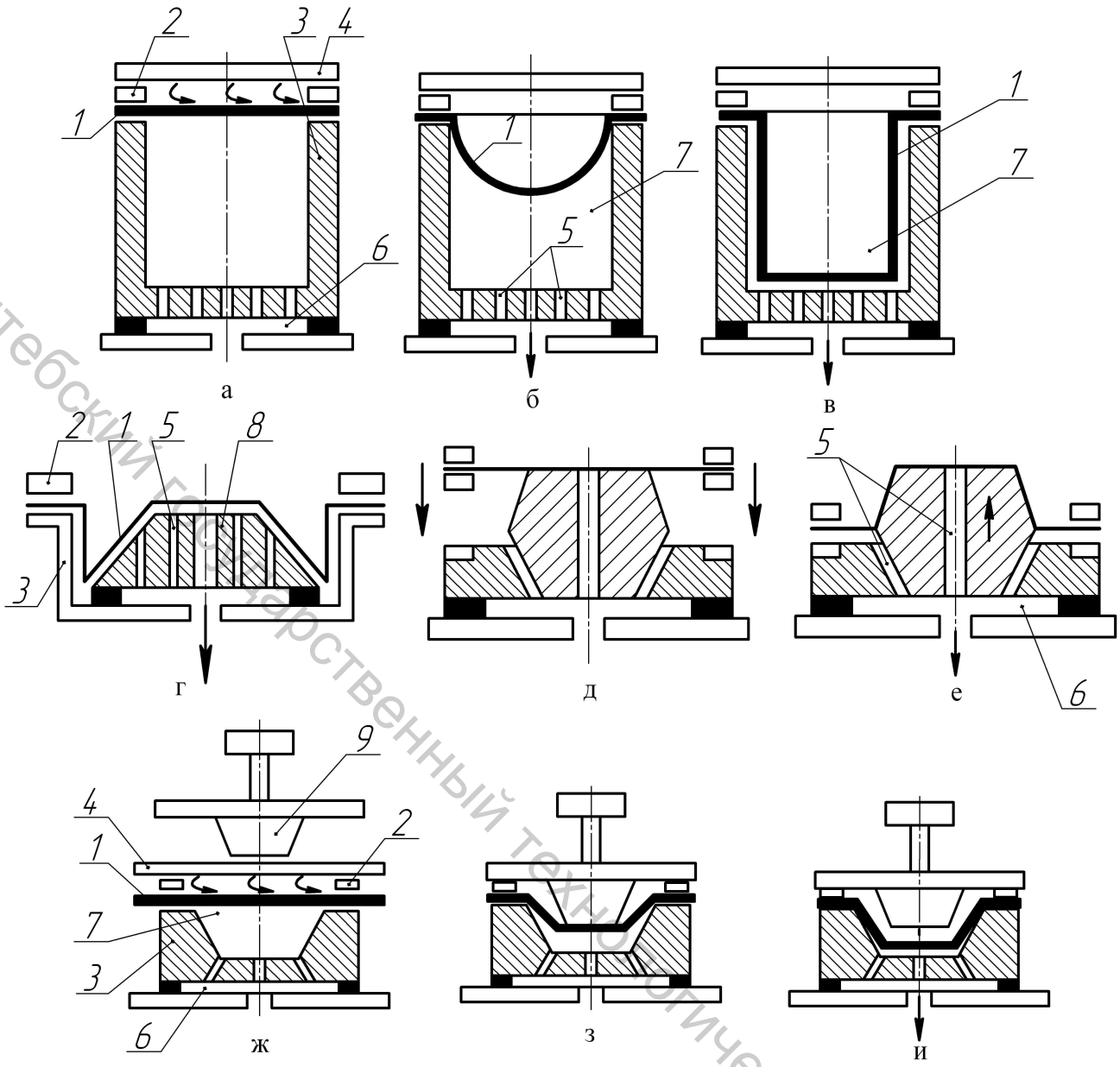


Рис.5.34. Технологические разновидности пневмовакуумного формования: а – в – негативное формование; г – позитивное формование; д,е – позитивное формование с предварительной механической вытяжкой; ж – и – негативное формование с предварительной механической вытяжкой; 1 – формуемый лист; 2 – прижимная рама; 3 – пневмовакуумная камера (матрица); 4 – нагреватель; 5 – вентиляционные каналы; 6 – вакуумная полость камеры; 7- оформляющая полость матрицы; 8 – пуансон

Как при негативном, так и при позитивном формовании непосредственно перед прижатием к формообразующей поверхности (посредством атмосферного или избыточного давления воздуха) разогретый лист может подвергаться вытяжке механическим способом до контуров, близких к контурам будущего изделия. Эта разновидность способа называется формованием с предварительной механической вытяжкой (рис. 5.34, г – и).

При позитивном формовании предварительная механическая вытяжка осуществляется путем натягивания подвижного нагретого листа на неподвижный

Витебский государственный технологический университет

пуансон (рис. 5.34, д), либо путем обтягивания подвижного пуансона при его вдавливании в неподвижный лист (рис. 5.34, е). Сущность и последовательность технологических операций при негативном формовании иллюстрируется рис. 5.34, ж – и.

Пример конструкции формы представлен на рис. 5.35. В форме осуществляется: механическая вытяжка листа пуансоном 6; вырубка заготовки из листа ножами 4; выталкивание заготовки из формы механизмом 1; сталкивание облоя подпружиненной плитой 3. Форма предназначена для работы на прессе, при этом верхняя полуформа с матрицей крепится к подвижной плите пресса; нижняя полуформа – к столу; шток вытяжного пуансона – к плунжеру нижнего выталкивающего гидроцилиндра; а штуцер к компрессору.

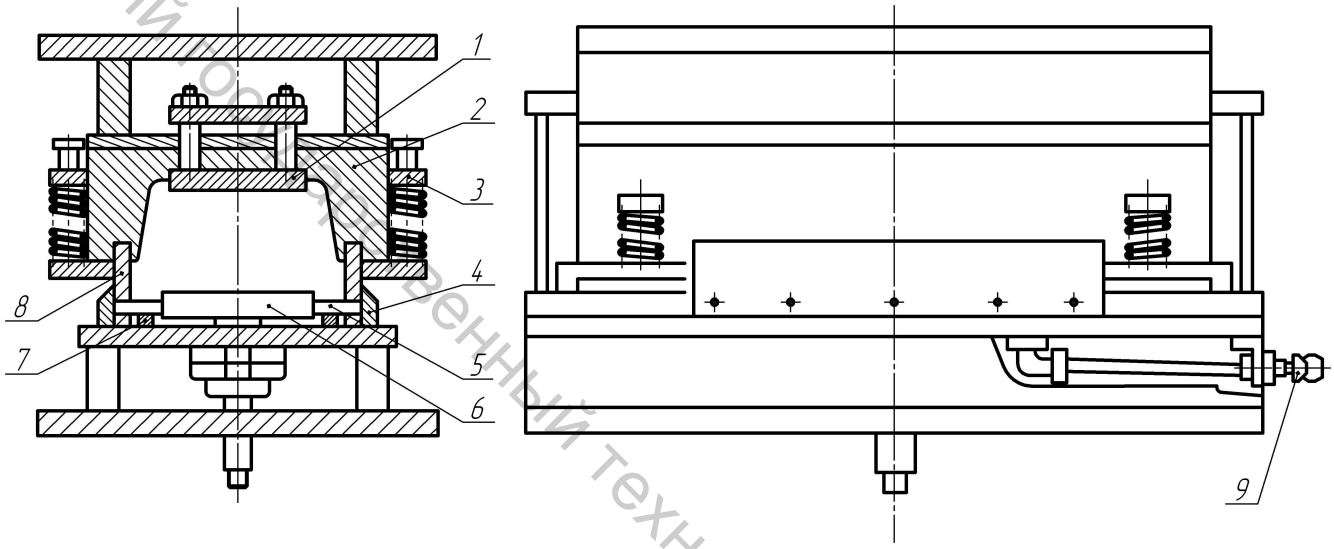


Рис.5.35. Схема конструкции формы для пневмовакуумного формования:
1 – механизм выталкивания; 2 – матрица; 3 – плита прижима листа и сталкивания облоя;
4 – прижимная рама с вырубными ножами; 5 – пневмокамера; 6 – вытяжной пуансон;
7 – выталкиватели изделия; 8 – направляющие; 9 – штуцер компрессора.

Витебский государственный технологический университет

Витебский государственный технологический университет

6. РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

6.1. Инструментальные материалы

Эффективность режущего инструмента, определяемая его работоспособностью при максимально возможной стойкости, зависит главным образом от материала рабочей части. Применение того или иного инструментального материала в конкретных производственных условиях обуславливается служебным назначением станка и режущего инструмента, требуемой эффективностью процесса обработки, необходимым качеством и точностью обработанных поверхностей, материалом и видом заготовок.

В связи с большим разнообразием материала обрабатываемых заготовок, их физико-механических свойств и различными требованиями к точности и качеству обработанных поверхностей деталей в инструментальном производстве приходится применять большое число марок различных по своим свойствам инструментальных материалов.

В настоящее время для рабочих частей режущих инструментов применяют инструментальные стали (быстрорежущие, легированные и углеродистые), твердые сплавы, минералокерамику, сверхтвердые материалы, к которым относятся природные и синтетические алмазы и материалы на основе нитрида бора (композиты), и абразивные материалы.

В общем случае к инструментальным материалам предъявляют требования, которые можно объединить в три группы:

– эксплуатационные требования: высокая красностойкость (температуростойкость), износостойкость, достаточная прочность, в том числе усталостная, хорошая теплопроводность, малое сходство с обрабатываемым материалом;

– технологические требования: хорошая обрабатываемость (особенно шлифуемость), способность к пластическому деформированию, необходимые свойства термической обработки (хорошая закаливаемость, прокаливаемость);

– инструментальный материал должен быть экономичным (обеспечивать минимальные затраты на изготовление инструмента, влияющие на себестоимость выпускаемой продукции).

Углеродистые инструментальные стали. Для изготовления режущих инструментов углеродистые стали находят ограниченное применение главным образом из-за низкой красностойкости (200 – 250 °С). Применяют в основном стали У7, У7А … У13, У13А.

Достоинством углеродистых инструментальных сталей являются невысокая стоимость, хорошая шлифуемость. Небольшая прокаливаемость позволяет получить инструменты с вязкой сердцевиной, что очень важно при обработке с ударными нагрузками.

Однако эти стали обладают низкой закаливаемостью (при термообработке нужны резкие охлаждающие среды, что приводит к повышению внутренних напряжений). Они также очень чувствительны к перегреву. Повышение температуры закалки на 10 – 15 °С, снижает прочность на 20%. Углеродистые инструментальные стали можно рекомендовать для изготовления режущих инструментов, работающих с малыми скоростями резании (метчики, плашки, развертки и другие инструменты).

Быстрорежущие стали применяют наиболее широко при изготовлении осевого инструмента: сверл, зенкеров, разверток, метчиков, а также резьбовых резцов для нарезания точных резьб, сложнопрофильных и фасонных инструментов.

Применяемые быстрорежущие стали делятся на три группы: быстрорежущие стали нормальной, повышенной и высокой производительности.

Стали нормальной производительности характеризуются пониженной теплостойкостью (615—620 °С). К ним относятся: вольфрамовые стали (Р9, Р12, Р18), вольфрамомолибденовые (Р6М5, Р6М3, Р8М3 и др.); безвольфрамовые (9Х6М3Ф3АГСТ, 9Х4М3Ф2АГСТ и др.). Их применяют в основном при обработке цветных сплавов, чугунов, углеродистых и легированных сталей при скоростях резания до 35—40 м/мин. Сталь Р12 по сравнению со сталью Р18 обладает повышенной прочностью, пластичностью и применяется для изготовления всех видов инструментов.

Сталь Р6М5 в основном вытеснила стали Р18, Р12 и Р9 и нашла применение при обработке цветных сплавов, чугунов, углеродистых и легированных сталей, а также некоторых теплоустойчивых и коррозионно-стойких сталей.

Стали повышенной производительности дополнительно легированы кобальтом и ванадием. К ним относятся стали с теплостойкостью 625 – 640°С; вольфрамо-кобальтовые (Р9К5, Р9К10 и др.); вольфрамованадиевые (Р9Ф5, Р12Ф3, РНФ4, Р18Ф2 и др.); вольфрамомолибденовые с кобальтом и ванадием (Р6М5К5, Р9М4К8, Р6М5Ф3, Р6М5Ф2К8 и др.); вольфрамованадиевые с кобальтом (Р10Ф5К5, Р12Ф4К5. Р18К5Ф2): вольфрамованадиевые с кобальтом и молибденом (Р12Ф3К10М3, Р12Ф2К5М3, Р18Ф2К8М и др.).

Витебский государственный технологический университет

Стали повышенной производительности применяют для обработки коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных деформируемых сталей и сплавов и высокопрочных сталей. Повышенная теплостойкость данных сталей обеспечивает работу инструментов на повышенных режимах резания с увеличенной стойкостью. Например, стойкость резцов из стали ЭИ893 в 2 – 3 раза выше, чем резцов из стали Р18.

Стали высокой производительности характеризуются высокой теплостойкостью (700 – 725^{0}С) и вторичной твердостью после закалки и отпуска ($HRC_Э$ 69 – 70). К ним относятся стали В11М7К23, В24М12К23, В18К25Х4 и др. Инструменты из сталей высокой производительности имеют высокую стойкость при повышенных режимах резания жаропрочных и титановых сплавов. При обработке указанных материалов стойкость инструментов из стали высокой производительности на ряде операций до 30 раз выше по сравнению с инструментами из стали Р18 и до 10 раз выше, чем из ВК8 и кобальтовых быстрорежущих сталей.

Легированные стали. Для изготовления режущих инструментов используют ограниченное число марок легированных инструментальных сталей с относительно малым содержанием легирующих элементов. Это стали 9ХС, ХВГ, Х, ХВСГ, основными легирующими элементами которых являются марганец, кремний, хром, вольфрам и ванадий. Красностойкость инструментальных легированных сталей до 250-260 °С, твердость после термической обработки 61 – 63 $HRC_Э$.

Чаше всего в инструментальном производстве применяют сталь 9ХС. Она обладает хорошей прокаливаемостью (что позволяет производить нагрев при закалке в масляной ванне и не требуются резкие охлаждающие среды), равномерным распределением карбидов по всему поперечному сечению прутка, менее чувствительна к перегреву. Однако кремний, входящий в состав этой стали, упрочняет феррит, что ухудшает ее обрабатываемость в не нагретом состоянии. Кремний также повышает чувствительность к обезуглероживанию. Сталь 9ХС следует рекомендовать в первую очередь для изготовления инструментов, лезвия которых находятся в середине корпуса (например, круглые плашки).

Сталь ХВГ отличается хорошей прокаливаемостью, но имеет склонность к образованию карбидной сетки. Повышенное содержание марганца в этой стали уменьшает объемные деформации при закалке. Сталь ХВГ следует рекомендовать для изготовления режущих инструментов, габаритные размеры которых оказывают заметное влияние на процесс деформирования (например, протяжки).

Сложнолегированная сталь ХВСГ, у которой недостатки, свойственные двум рассмотренным маркам, проявляются в значительно меньшей степени, предназначена для замены сталей 9ХС и ХВГ, но в настоящее время эту сталь в инструментальном производстве почти не применяют.

Витебский государственный технологический университет

Твердые сплавы. Применение твердых сплавов при обработке резанием позволило повысить в среднем скорости резания в 2 – 4 раза. Поэтому там, где это целесообразно, следует у инструментов рабочую часть выполнить твердосплавной или с твердосплавным режущим элементом.

В инструментальном производстве применяют вольфрамовые (ВК), титановольфрамовые (ТК) и титанотанталовольфрамовые (ТТК) твердые сплавы (ГОСТ 3882-74). Твердые сплавы получают путем прессования и спекания при высокой температуре (1500—2000 °С) карбидов вольфрама, титана, тантала и кобальта (связки). Вольфрамовые сплавы – однокарбидные (кроме сплавов ВК6-ОМ, ВК10-ОМ), титановольфрамовые – двухкарбидные, а титанотанталовольфрамовые – трехкарбидные.

Твердые сплавы по сравнению с инструментальными сталями имеют пониженную теплопроводность или более низкий коэффициент линейного расширения Они очень чувствительны к перепаду температур, переменным нагрузкам и удару.

Сплавы группы ВК при одинаковом химическом составе различаются размерами зерен карбидных составляющих. Твердые сплавы с размером зерен 3–5 мкм имеют крупнозернистую структуру, 0,5 – 1,5 мкм – мелкозернистую; сплавы, имеющие 70% зерен размером менее 1 мкм, называют особомелкозернистыми. От размера зерен карбидов и содержания кобальта зависят физико-механические свойства вольфрамовых сплавов.

С увеличением процентного содержания кобальта растет предел прочности на изгиб, что определяет высокую сопротивляемость этих сплавов ударным и циклическим нагрузкам, но при этом снижаются твердость и температура, при которой наблюдается схватываемость с обрабатываемым материалом. Это приводит к увеличению интенсивности износа режущих инструментов, особенно при обработке вязких материалов на высоких скоростях резания.

С уменьшением размера зерна карбидов снижается прочность, но увеличивается износостойкость, что особенно заметно при обработке жаропрочных сплавов на никелевой основе. В связи с этим крупнозернистые сплавы применяют в основном для черновой и получистовой обработки материалов всех групп.

Инструменты из сплавов мелкозернистой и особомелкозернистой структуры рекомендуется применять на чистовых и получистовых операциях обработки резанием. Сплавы мелкозернистой структуры с повышенным содержанием кобальта (ВК10М, ВК15М) используют для изготовления мелкоразмерных инструментов (сверл, метчиков, концевых и прорезных фрез) для обработки труднообрабатываемых материалов всех групп.

Режущие инструменты из особомелкозернистых сплавов ВК6-ОМ, ВК10-ОМ и ВК15-ОМ применяют для чистовой и получистовой обработки резанием коррозионно-стойких, жаропрочных сталей и сплавов на никелевой основе, титановых сплавов и высокопрочных сталей. Применение данных сплавов

Витебский государственный технологический университет

обеспечивает повышение стойкости инструмента до 3 раз по сравнению с твердыми сплавами ВК6М и ВК10М.

Стойкость этих сплавов при обработке труднообрабатываемых материалов не ниже, чем у сплавов группы ОМ, а в отдельных случаях — выше.

Сплавы группы ТК обладают большими, чем сплавы группы ВК, твердостью, теплостойкостью и износостойкостью, но меньшей прочностью. Кроме этого, из-за повышенной хрупкости они плохо выдерживают ударные и переменные нагрузки. Поэтому сплавы группы ТК с меньшим содержанием карбидов титана (Т5К10, Т5К12, Т14К8) целесообразно применять для черновой и получистовой обработки, а с большим содержанием карбидов титана (Т15К6, Т30К4) — для чистовой и получистовой обработки - с повышенными скоростями резания.

Сплавы группы ТТК по своим физико-механическим свойствам являются промежуточными между вольфрамовыми и титановольфрамовыми сплавами. Они имеют более высокую прочность и вязкость, чем сплавы группы ТК, но уступают им по твердости и теплостойкости. Благодаря высокой износостойкости и эксплуатационной прочности, ударным нагрузкам и вибрациям сплавы группы ТТК эффективны при черновой обработке сталей и сплавов.

Разработаны и нашли применение новые высокоэффективные марки твердого сплава группы ТТК (ТТ8К6, ТТ21К9 и ТТ20К9А). Стойкость сплава ТТ8К6 в 2 – 2,5 раза выше стойкости сплава ВК6М при чистовой и получистовой обработке легированных сталей. Сплав ТТ21К9 обладает в 3 раза большей стойкостью по сравнению со сплавом ТТ7К9 при черновом и получистовом фрезеровании легированных сталей; стойкость сплава ТТ20К9А в 2 – 2,5 раза превышает стойкость сплава Т14К8 при фрезеровании сталей.

Твердые сплавы, выпускаемые по ГОСТ 3882-74, в соответствии с рекомендациями международной организации ИСО делятся на три основные группы: К, М и Р.

Сплавы группы К предназначены для обработки легированных сталей и других материалов; сплавы группы М – для обработки труднообрабатываемых материалов всех групп; сплавы группы Р – для стальных отливок и материалов, дающих сливную стружку.

Разработаны и получили распространение твердые сплавы серии МС. Стойкость режущего инструмента, оснащенного пластинами из сплава МС, по сравнению со стандартными марками твердого сплава до 1,5 раз выше.

Безвольфрамовые твердые сплавы *(БВТС)* – это сплавы на основе карбида (TiC) и карбонитрида (TiN) титана, сцементованных никелемолибденовой связкой (Ni + Mo).

Разработка БВТС вызвана возрастающим дефицитом на вольфрамовую руду и кобальт, используемые в производстве обычных твердых сплавов. Безвольфрамовые твердые сплавы по сравнению с вольфрамовыми сплавами имеют меньшую прочность на изгиб, но отличаются повышенной

Витебский государственный технологический университет

жаростойкостью (до 1000 °С) и низкой схватываемостью с обрабатываемыми материалами. Благодаря высокой плотности БВТС при заточке режущих инструментов можно получить острую кромку, что особенно ценно для инструмента, предназначенного для чистовой обработки. Инструменты из этих сплавов работают по сталям практически без наростообразования. Эти свойства предопределили область их применения – чистовое и получистовое точение и фрезерование. Сплавы БВТС обеспечивают меньшую шероховатость поверхности по сравнению с твердым сплавом, что дает возможность заменять шлифование точением и способствует повышению производительности труда в 2 – 2,5 раза. Износостойкость БВТС в 1,2 – 1,5 раза выше износостойкости сплавов группы ТК.

Твердые сплавы с износостойкими покрытиями. В качестве материала для покрытия используют карбиды, нитриды, бориды и силициды тугоплавких металлов. Наиболее широко применяемыми соединениями такого рода являются карбид, нитрид, карбонитрид, титан. В результате обработки на поверхности твердосплавной пластины образуется мелкозернистый слой соединений, обладающих высокими твердостью, износостойкостью и химической устойчивостью при высоких температурах.

Пластины с покрытиями обладают стойкостью при резании в 2 – 3 раза большей, чем пластины без покрытий. При постоянной стойкости достигается повышение скорости резания на 25 – 30%.

Опыт эксплуатации твердосплавных пластин с покрытиями показал, что целесообразный объем выпуска таких пластин составляет 60 – 80% объема выпуска сменных пластин.

Несмотря на более высокую стоимость твердосплавных пластин с покрытиями, затраты потребителя на обработку единицы продукции по сравнению с аналогичными затратами при применении непокрытых пластин ниже, благодаря повышению либо стойкости, либо скорости резания и производительности.

Минералокерамические материалы. Минералокерамика по сравнению с обычным твердым сплавом имеет более высокую твердость (HRA 91 – 95), красностойкость и износостойкость. Инструмент оснащенный пластинами из минералокерамики обеспечивает возможность работать со скоростью резания 30 м/сек. В тоже время минералокерамика отличается низкой прочностью – примерно в 4 раза ниже чем у быстрорежущей стали.

Минералокерамические материалы, используемые в инструментальном производстве, можно разделить на несколько групп.

Первая группа – оксидная керамика, состоящая в основном из оксида алюминия Al_2O_3 и легирующих добавок (MgO, ZnO_2 и др). пластины из оксидной керамики получают холодным прессованием с последующим спеканием. Процесс экономичен, стоимость таких пластин минимальна. Основной недостаток таких пластин – относительно небольшая прочность, однако твердость и красностойкость их высоки.

Витебский государственный технологический университет

Вторая группа керамики – оксидно-карбидная, состоящая из оксида алюминия Al_2O_3 (до 60 %) , оксида циркония ZrO_2 (до 20 – 40 %), карбида титана TiC (до 20 – 40 %), и других карбидов тугоплавких металлов с некоторыми легирующими элементами. Пластины из оксидно карбидной керамики получают горячим прессованием в графитовых пресс-формах. Пластины применяют для обработки ковких, отбеленных чугунов, цементуемых и закалённых сталей.

К третье группе относится керамика на основе нитрида кремния (Si_3N_4) с легированием оксидами циркония, алюминия и др. Пластины получают методом горячего прессования.

Основными достоинствами применения керамики являются высокие производительность и качество обработки, стабильность цен и практически неограниченные сырьевые запасы исходного сырья. Надежность пластин при резании достигается благодаря высоким требованием к технологии их изготовления, и в первую очередь к исходному сырью.

Сверхтвердые инструментальные материалы. К этой группе относятся алмазы и материалы на основе нитрида бора. Для оснащения инструмента применяют технические природные и синтетические алмазы. Синтетические поликристаллические алмазы имеют физико-механические свойства близкие к природным.

Алмазы применяют для обработки твердых неметаллических материалов (стекла, твердой керамики, камней, в том числе драгоценных и полудрагоценных), а также цветных металлов и их сплавов.

При обработке черных металлов (при определенных условиях) значительный эффект обнаруживается при использовании в качестве инструментального материала сверхтвердых материалов на основе нитрида бора. Эти материалы по твердости близки к алмазу, а по красностойкости превышают его в 1,5…1,7 раза (1300 – 1400^0). По сравнению с твердыми сплавами они, как алмаз, обладают повышенными хрупкостью, чувствительностью к вибрациям и уменьшенным пределом прочности на изгиб. Сверхтвердые материалы на основе нитрида бора могут быть получены путем синтеза из гексагонального нитрида бора (композит 01, композит 02), синтеза вюрцитоподобной модификации нитрида бора (композит 09, композит 10),

спекания из порошков кубического нитрида бора с легирующими добавками (композит 05, композит 05И).

Наибольшую твердость имеет композит 01, а наибольшую прочность композит 10 ($\sigma_И$ до 700 МПа).

Сверхтвердые материалы на основе нитрида бора выпускают цилиндрической формы, а также в виде пластин трехгранной, квадратной, ромбической форм. Пластины могут быть цельными и двухслойными, которые состоят из подложки (безвольфрамовый твердый сплав) и композита.

Витебский государственный технологический университет

Пластины из сверхтвердых материалов широко применяют для оснащения резцов и торцевых фрез, а также для оснащения расточных пластин, разверток зенкеров, инструментов для правки кругов.

6.2. Резцы

Классификация резцов. Резцы различают по следующим признакам:
– по характеру обработки: черновые, чистовые, для тонкого точения;
– по направлению подачи: правые и левые;
– по установке относительно заготовки: радиальные и тангенциальные;
– по сечению крепежной части: прямоугольные, квадратные, круглые;
– по конструкции рабочей части: прямые, отогнутые, изогнутые, оттянутые;

На обрабатываемой заготовке различают обработанную поверхность и поверхность резания. Обработанная поверхность получается после снятия стружки. Поверхностью резания образуется в процессе резания.

Конструктивные элементы резца. Резец (рис. 6.1, а) состоит из крепежной 1 и рабочей 2 частей. Рабочая часть включает следующие элементы: переднюю поверхность 3; главную заднюю поверхность 4, обращённую к поверхности резания; вспомогательную заднюю поверхность 5, обращенную к обработанной поверхности; главное режущие лезвие 6, образованное пересечением передней поверхности и главной задней; вспомогательное режущие лезвие 7, образованное пересечением передней поверхности и вспомогательной задней поверхности; вершину 8; образованное пересечением главного и вспомогательного лезвий.

Угловые параметры резца. При определении углов резца принято разделять следующие исходные координатные плоскости. Основная плоскость P_{VC} проходит через точку режущего лезвия перпендикулярно к направлению скорости главного движения резания. Плоскость резания $P_{ПС}$ касается режущего лезвия и расположена перпендикулярно к основной плоскости. Главная секущая плоскость P_{TC} расположена перпендикулярно к линии пересечения основной плоскости и плоскости резания. Вспомогательная секущая плоскость P_{TC1} – это плоскость перпендикулярная к проекции вспомогательного режущего лезвия на основную плоскость.

Витебский государственный технологический университет

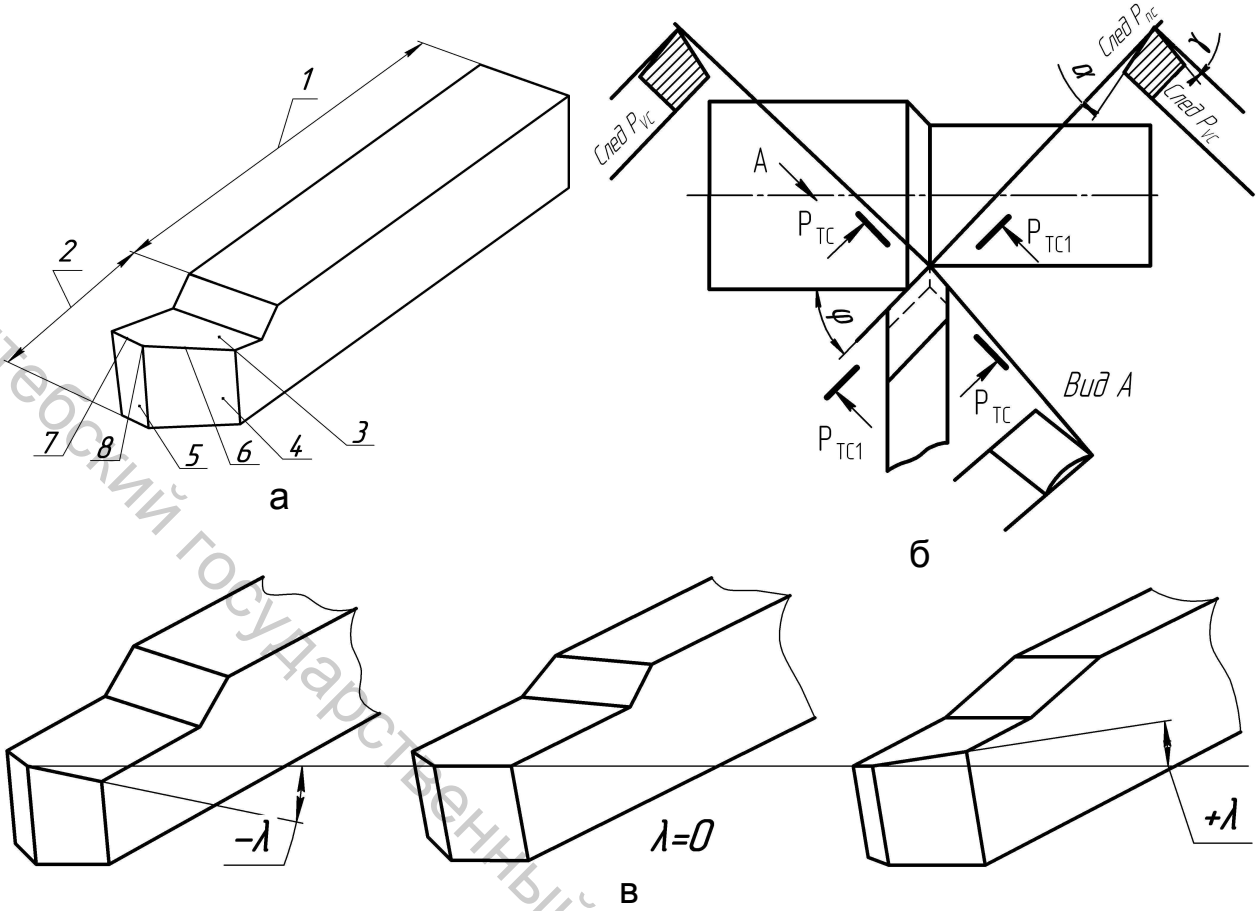


Рис. 6.1. Геометрические параметры токарных резцов:
а – элементы резцов; б, в, – угловые параметры:
1 – крепежная часть ; 2 – рабочая часть; 3 – передняя поверхность 4 – главная задняя поверхность; 5 – вспомогательная задняя поверхность; 6 –главное режущие лезвие;
7 – вспомогательное режущие лезвие; 8 – вершина;
P_{VC} – основная плоскость ; $P_{ПС}$ – плоскость резанья; P_{TC} – главная секущая плоскость; P_{TC1} – вспомогательная секущая плоскость.

Углы резца определяют положение элементов режущей части резца в пространстве. Различают главные и вспомогательные углы. Главные углы резца измеряются в главной секущей плоскости P_{TC} (рис. 6.1, б)

Главный задний угол α – это угол в секущей плоскости между задней поверхностью лезвия и плоскостью резания.

Передний угол γ – угол в секущей плоскости между передней поверхностью лезвия и основной плоскостью.

Углом в плане φ – угол в основной плоскости междуплоскостью резания и рабочей плоскостью.

Углом наклона кромки λ – угол в плоскости резания между режущей кромкой и основной плоскостью. Этот угол считается положительным, когда вершина резца является низшей точкой режущей кромки; отрицательным, когда вершина резца – высшая точка режущей кромки; нулевым – когда режущая кромка параллельна основной плоскости.

Витебский государственный технологический университет

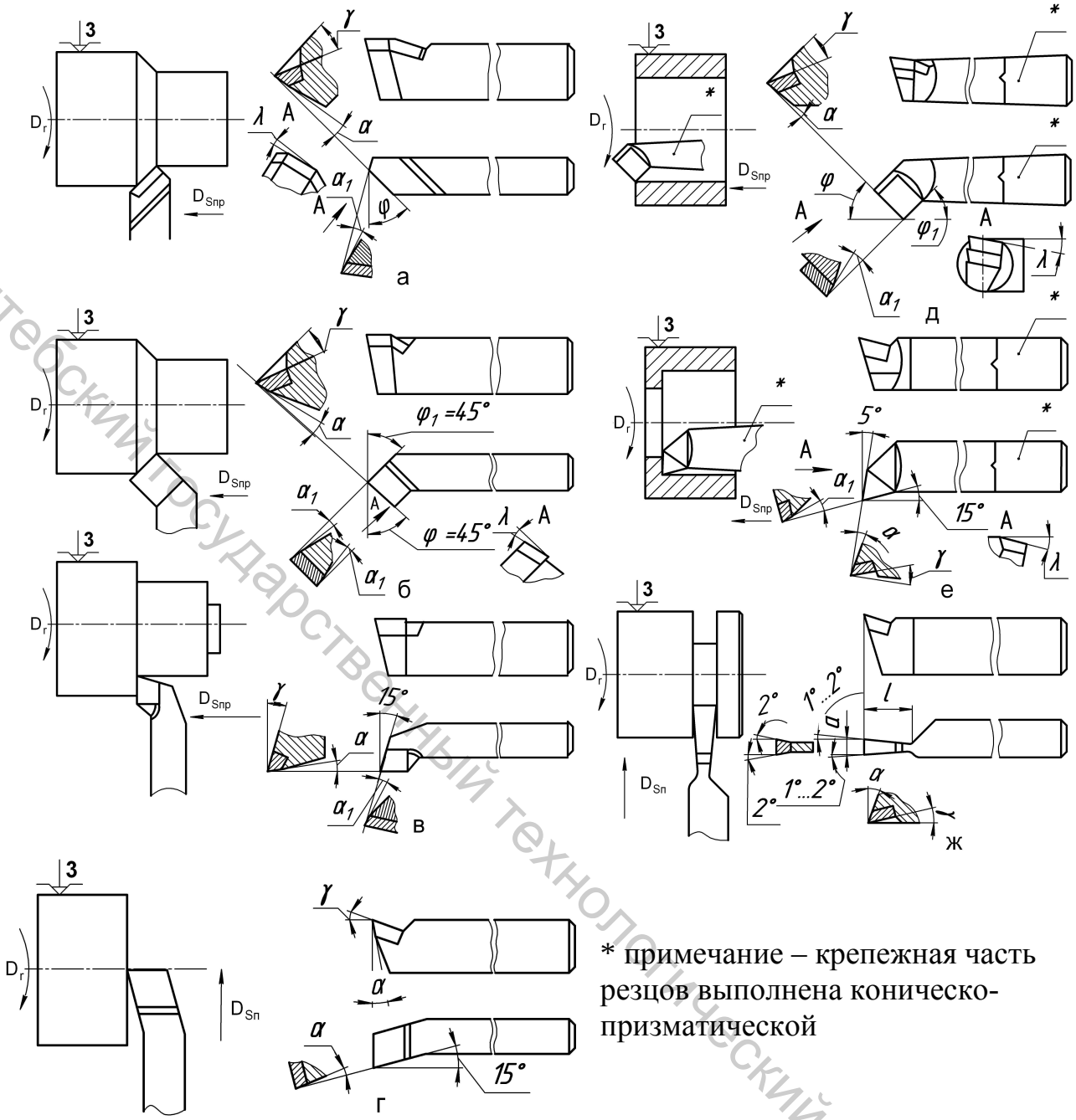


Рис. 6.2. Токарных резцы: слева – виды обработки, справа – типы резцов
а – проходной прямой; б – проходной отогнутый; в – проходной упорный;
г – подрезной; д, е – расточные; ж – отрезной.

Для обработки наружных цилиндрических валов, конических поверхностей большой длины применяют проходные резцы. Они используются также при точении фасонных поверхностей при сложном движении подачи резца, соответствующем профилю обрабатываемой детали. Проходные резцы бывают прямые (рис. 6.2, а) и отогнутые (рис. 6.2, б). Отогнутые проходные резцы получили широкое применение из-за универсальности, большей жесткости, возможности вести обработку в менее доступных местах. Проходным отогнутым резцом можно вести не только продольную обточку, но и подрезать торцы, снимать фаски. Поэтому проходной отогнутый резец является наиболее простым комбинированным инструментом. В централизованном порядке

Витебский государственный технологический университет

проходные резцы изготовляются с углами в плане φ = 45, 60 и 30^0. Радиус закругления вершины резца колеблется от 0,5 до 2, 0 мм. Чистовые резцы имеют больший радиус закругления, что обеспечивает получение более чистой обработанной поверхности. Проходные резцы могут иметь также главный угол в плане φ = 90^0. Такие резцы называются проходными упорными (рис. 6.2, в) и используются для обтачивания ступенчатых деталей с одновременной обработкой буртиков, т.е. торцовой плоскости заготовки. Они используются также при точении нежестких деталей, так как при их работе возникают относительно небольшие по величине радиальные усилия, которые отжимают заготовку от резца. Если необходимо получить особенно чистую и гладкую поверхность, применяют широкие лопаточные резцы. Эти резцы работают с большой подачей. Однако из-за значительной длины контакта режущей кромки с заготовкой они склонны к вибрациям.

Для обеспечения плоскостей, перпендикулярных к оси вращения заготовки и подрезки торцов, применяются подрезные токарные резцы (рис. 6.2, г).

Расточку сквозных и глухих отверстий, подрезку уступов в отверстиях производят расточными резцами (рис. 6.2, д, е). Они работают в менее благоприятных условиях, чем проходные резцы для наружной обточки. Эти резцы должны иметь меньшие поперечные размеры, чем обрабатываемое отверстие. Значительный вылет расточного резца, который должен быть больше длины растачиваемого отверстия, также снижает его прочность и жесткость. Расточные резцы для сквозных отверстий изготовляются с углами в плане φ = 45 и 60^0 и вспомогательными углами в плане φ_1 = 45 и 30^0, а для глухих отверстий с φ = 95^0 и φ_1 = 15^0.

При расточке длинных отверстий и отверстий большого диаметра, особенно на расточных станках, применяются державки (оправки) со вставными резцами круглого или квадратного сечения относительно малых размеров. Пользуясь державками, расточку отверстия можно производить при помощи одно- или двухстороннего резца, а также головки, состоящей из нескольких резцов.

По сравнению с односторонними двусторонние резцы и резцовые головки позволяют обеспечить более высокую производительность обработки. Однако обработка одним резцом имеет и некоторые преимущества. При чистовой обработке и снятии небольших припусков затрудняется установка резцов резцовой головки с требуемой точностью, в результате чего в работе участвуют не все резцы. Кроме того, при срезании твердых включений ось отверстия будет искривленной вследствие отклонения всей головки, что может послужить причиной брака. При работе лишь одни резцом в таких случаях отклонение резца приведет лишь к уменьшению размеров отверстия, что можно исправить при дальнейшей обработке.

Соотношение диаметров растачиваемого отверстия и оправки должно быть подобрано так, чтобы обеспечить оптимальный вылет резца. Большой вылет резца понижает жесткость, способствует возникновению колебаний и нарушает устойчивость процесса. Малые зазоры между поверхностями

Витебский государственный технологический университет

отверстия и оправки затрудняют выход стружки. На практике соотношение между диаметром резца и диаметром оправки колеблется в пределах 0,3…0,2. Отношение диаметра оправки к диаметру растачиваемого отверстия составляет 0,8…0,5.

При обработке отверстий на расточных станках заготовка неподвижна, а инструмент, закрепленный в оправке, вращается вместе с ней. По такой схеме обрабатывают отверстия на агрегатных и других станках. Этот метод обеспечивает более точное отверстие, как по форме, так и по размерам. Однако при вращающемся инструменте сложнее получить точное положение оси отверстия.

Отрезные резцы служат для отрезания материала от прутков сравнительно небольшого диаметра (рис. 6.2, ж). Они выполняются с оттянутой головкой, т.е. ширина головки выполняется меньше ширины тела резца. Длина оттянутой головки выбирается из расчета свободной отрезки заготовки. Отрезные резцы работают в тяжелых условиях, так как их рабочая часть имеет малую жесткость, а отвод стружки из зоны резания затруднен. Головка резца имеет относительно малую толщину. Чтобы не ослаблять в значительной степени головку для отрезных резцов приходится принимать небольшие значения углов (порядка $1…3^0$) в плане φ_1 и задних углов α_1 на вспомогательных боковых режущих кромках. Это приводит к возрастанию трения, особенно при неточной установке резца или его некачественной заточке. Поэтому при работе отрезными резцами, оснащенными твердым сплавом, часто происходят выкрашивания и сколы режущей части, а также отрывы пластинки от державки резца. Для повышения прочности соединения пластинки с державкой целесообразно пластинку, снабженную скосами, напаивать в угловой паз державки, что соответственно увеличивает площадь прилегания ее к державке. Кроме того, боковые стенки паза препятствуют смещению пластинки под действием боковых усилий, возникающих в процессе работы резца.

С целью повышения прочности и жесткости головки высота ее делается больше высоты стержня. Отрезной резец при работе обычно срезает весь металл среза, так как в определенный момент отрезаемая заготовка отламывается и в центре остается несрезанный стержень. Если необходимо полностью обработать один из торцов, не оставляя на нем центрального стержня, то главную режущую кромку резца оформляют под углом $\varphi = 75…80^0$, в то время как у обычных отрезных резцов угол в плане $\varphi = 90^0$.

Находят применение также отрезные резцы с симметричной ломаной режущей кромкой с углами в плане $\varphi = 60…80^0$. Такое оформление режущей части резца облегчает его врезание в заготовку, улучшает условия схода стружки, снижает возможность увода резца. С этой же целью на отрезных резцах с углом $\varphi = 90^0$ выполняют фаски f с обеих сторон размером 1…1,5 мм под углом 45^0.

Строгальные и долбежные резцы. Наряду с токарными используются резцы на строгальных и долбежных станках с прямолинейно-поступательным движением резания. Строгальные резцы работают в более тяжелых условиях,

Витебский государственный технологический университет

чем токарные, так как, врезаясь в обрабатываемый материал с полным сечением среза, резец испытывает удар, что отрицательно сказывается на его стойкости.

По роду выполняемой работы строгальные резцы разделяются на проходные (обдирочные и чистовые), отрезные, подрезные, пазовые и специальные (рис. 6.3). Проходные строгальные резцы (рис. 6.3, а) предназначены для строгания плоскостей с горизонтальной подачей, а подрезные (рис. 6.3, б) – для обработки вертикальных плоскостей с вертикальной подачей. Отрезные и прорезные строгальные резцы (рис. 6.3, в) используются при отрезке и прорезке узких пазов. Чистовые широкие лопаточные (рис. 6.3, г) – для чистовой обработки плоскостей с большой подачей. Для плавного врезания и выхода инструмента целесообразно применять строгальные резцы с углом наклона режущей кромки $\lambda = 10\ldots60^0$ в зависимости от условий обработки.

Строгальные резцы бывают прямые и изогнутые. Прямые резцы просты в изготовлении, но менее виброустойчивы по сравнению с изогнутыми. Поэтому они применяются при малых величинах вылета. В случае работы с большими вылетами рекомендуется пользоваться изогнутыми резцами, которые получили широкое распространение в промышленности. В процессе строгания резец под воздействием усилий резания изгибается. При изгибе прямого резца его режущая часть углубляется в материал заготовки и резец будет работать с заеданием, что снижает качество обработки и дополнительно нагружает инструмент. При изгибе же изогнутого резца его режущая часть отходит от заготовки и срезает меньший слой металла. Это обеспечивает более спокойное протекание процесса резания, особенно при резких колебаниях усилий резания, вызываемых изменениями сечения срезаемого слоя, локальными изменениями свойств обрабатываемого материала и т.п.

Долбежные резцы применяются при обработке внутренних плоских поверхностей на долбежных станках в единичном и мелкосерийном производстве. В зависимости от характера выполняемой работы находят применение проходной двухсторонний или шпоночный прорезной резцы (рис. 6.3, д, е).

Фасонные резцы применяют для обработки деталей с различной формой образующей. По сравнению с обычными резцами они обеспечивают: идентичность формы; точность размеров детали, которые зависят от точности изготовления резца; высокую производительность благодаря одновременной обработке всех участков фасонного профиля детали.

Фасонные резцы используют на токарных автоматах и полуавтоматах. Часто фасонные резцы используют на строгальных, долбежных или специальных станках при обработке цилиндрических поверхностей.

Витебский государственный технологический университет

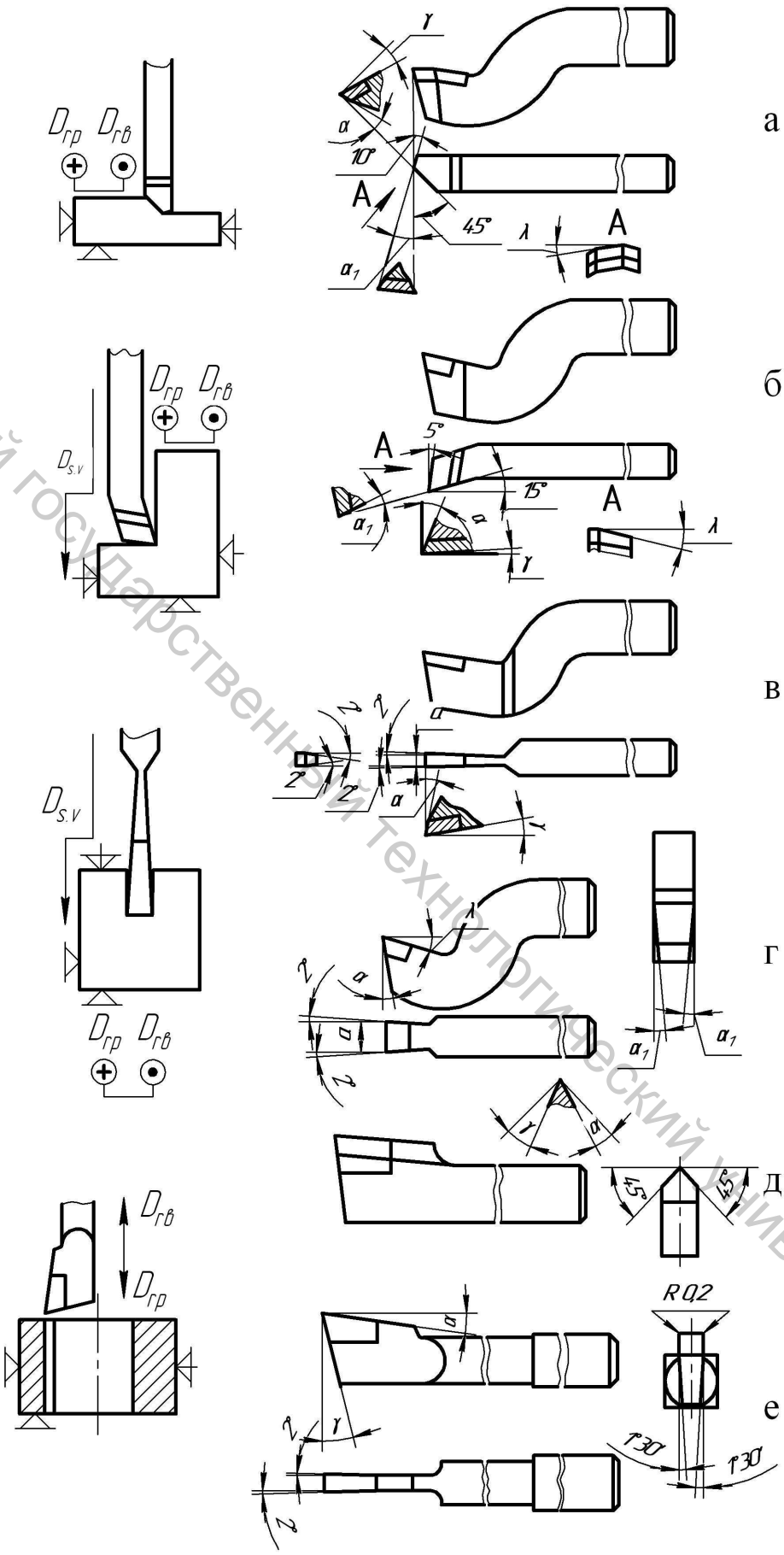


Рис. 6.3. Строгальные (а…г) и долбежные (д, е) резцы:
слева – схемы обработки, справа – типы станков.

Витебский государственный технологический университет

Схемы обработки поверхностей вращения фасонными резцами представлены на рис. 6.4.

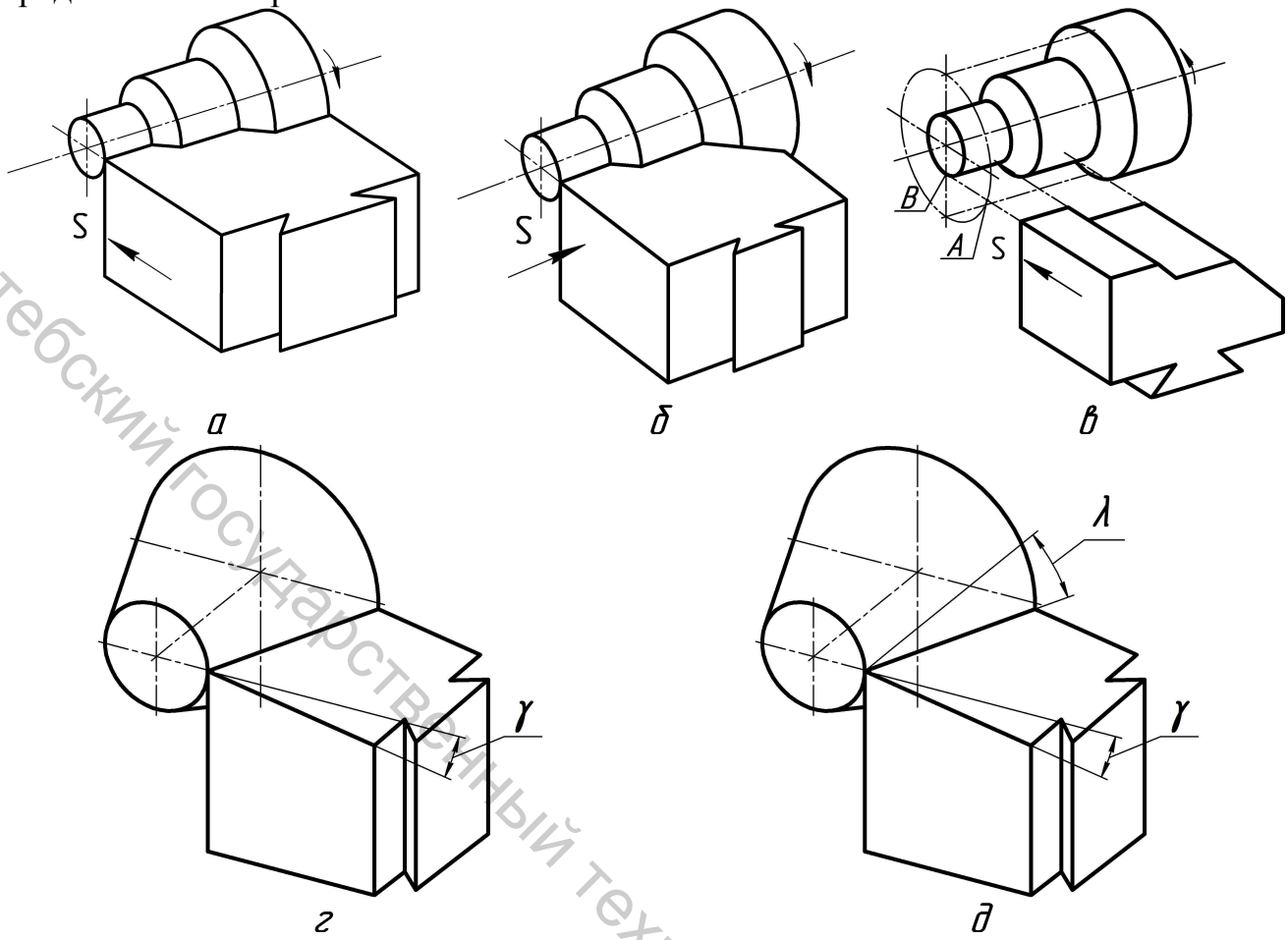


Рис. 6.4. Схемы обработки тел вращения фасонными резцами:
а, б, г, д – призматические резцы; в – стержневой фасонный резец.

Фасонные резцы с радиальной подачей называют радиальными (рис. 6.4, а). Радиальные резцы образуют весь профиль одновременно. В результате на заготовку действуют значительные силы резания, которые могут привести к деформированию заготовки и появлению вибраций. ПО сравнению с радиальной подачей фасонные резцы с осевой подачей (рис. 6.4, б) срезают меньшие сечения, а силы резания будут меньшими. Это позволяет обрабатывать менее жесткие заготовки.

Выступ режущей части тангенциального резца устанавливается касательно к поверхности минимального диаметра (рис. 6.4, в). Процесс резания начинается в точке А, а заканчивается в точке В. При дальнейшем движении подачи резец не снимает слой металла. Поэтому детали получаются идентичными по размерам, независимо от того, в какой момент остановлено движение подачи.

Передняя плоскость может располагаться под определенным передним углом γ, параллельно оси заготовки (рис. 6.4, г). В общем случае фасонные резцы имеют двойной наклон передней плоскости, когда ее положение характеризуется не только углом γ, но и углом наклона режущей кромки λ (рис. 6.4, д). Такие

Витебский государственный технологический университет

резцы используются при повышенных требованиях к точности обработки конических участков поверхности деталей.

Круглые фасонные резцы являются телом вращения, у которых выполнен угловой паз для образования передней плоскости (рис. 6.5, а). Ось резцов устанавливается выше оси заготовки, поэтому на фасонной режущей кромке создаются положительные задние углы.

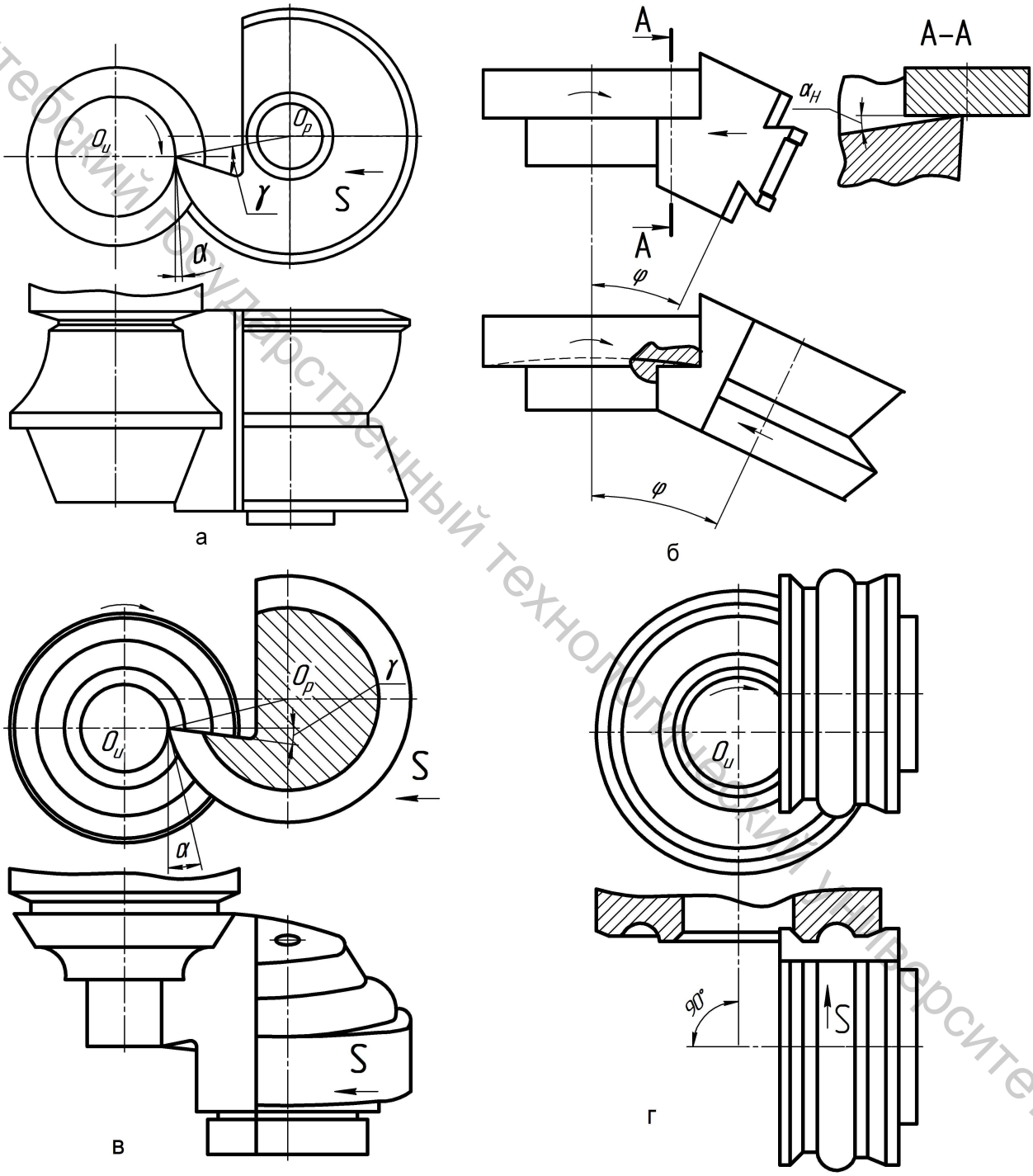


Рис. 6.5. Схемы обработки круглыми фасонными резцами: а, б, в – схемы обработки фасонными резцами периферийных поверхностей; г – схема обработки торцовой поверхности.

Витебский государственный технологический университет

При обработке круглыми фасонными резцами торцовых поверхностей, перпендикулярных оси заготовки, задний угол равен нулю. На этих участках не создается зазор между поверхностью заготовки и задней поверхностью резца. С целью обеспечения положительных задних углов на участках режущих кромок, перпендикулярных оси заготовки, круглые фасонные резцы устанавливают под углом φ по отношению к оси заготовки (рис. 6.5, б). Для получения положительных задних углов у круглых резцов может создаваться винтовая задняя поверхность (рис. 6.5, в). Такие резцы пригодны также для расточки ступенчатых каналов с осевой подачей.

Торцовые поверхности целесообразно обрабатывать специальными торцовыми фасонными резцами, ось которых перпендикулярна оси заготовки (рис. 6.5, г). Задние углы таких резцов имеют положительное значение.

Твердосплавные резцы широко применяют в машиностроении, так как они обеспечивают повышение эффективности использования современного металлообрабатывающего оборудования и производительности труда за счет увеличения скорости резания до 5 раз по сравнению с резцами из быстрорежущей стали. Высокие твердость и теплостойкость твердых сплавов позволяют обрабатывать резанием заготовки из труднообрабатываемых конструкционных материалов и закаленных сталей.

Твердосплавные резцы могут быть цельными, составными, с припаянными или приваренными пластинами из твердого сплава и с механическим креплением режущих элементов, выполненных главным образом в виде многогранных пластин. Цельными делают малогабаритные резцы, главным образом расточные.

Резцы с припаянными твердосплавными пластинами просты по конструкции, технологичны, виброустойчивы, удобны в эксплуатации и по внешнему виду мало отличаются от резцов из быстрорежущих сталей. Однако они обладают существенными недостатками. Коэффициент линейного расширения твердых сплавов в 2 раза меньше, чем у конструкционных сталей. При остывании места спая материал корпуса сжимается больше, чем пластина из твердого сплава, которая подвергается внецентровому сжатию. В пластине возникают напряжения, которые могут вызвать образование микротрещин на поверхности пластины. Таким образом, физико-механические свойства пластин ухудшаются, и уменьшается прочность режущей кромки. Вероятность образования микротрещин увеличивается, если корпус подвергнуть термической обработке после напайки пластины. В процессе работы корпус под пластиной твердого сплава сминается, что приводит к отпаиванию или поломке пластины. Вследствие этого число переточек твердосплавных напайных резцов составляет всего 4 – 6, что приводит к увеличению расхода твердых сплавов и конструкционной стали для изготовления корпусов. Приведенные недостатки отсутствуют у резцов с механическим креплением пластин.

Резцы, оснащенные многогранными твердосплавными пластинами с их механическим креплением к корпусу инструмента (рис. 6.6), широко распространены вследствие их существенных преимуществ по сравнению с

Витебский государственный технологический университет

твердосплавными инструментами составной конструкции, у которых пластины с корпусом соединены пайкой. К преимуществам резцов, оснащенных многогранными пластинами, следует отнести следующие.

1. Повышение прочности лезвия из-за отсутствия внутренних напряжений, возникающих при пайке.

2. Повышение надежности и долговечности, так как опорная поверхность под пластиной в корпусе резца может иметь высокую твердость. В этом случае один корпус резца может быть использован для до 100 сменных пластин. Для увеличения долговечности корпуса под режущей пластиной устанавливают опорную твердосплавную пластину, в результате чего ресурс одного корпуса может быть увеличен до 150 пластин.

3. Экономия конструкционной стали вследствие многократного использования корпуса резца.

4. Отсутствие операции затачивания резцов. После изнашивания достаточно либо повернуть пластину, либо заменить ее.

5. Большинство типоразмеров пластин имеют фасонную форму передней поверхности, обеспечивающую ломание или завивание стружки. Для пластин с плоской передней поверхностью предусмотрены многогранные пластины-стружколомы, которые применяют в тех случаях, когда диаметр вписанной окружности пластины равен 6,35 или 9,525 мм.

6. Изношенные пластины перерабатывают, извлекая вольфрам и другие дорогостоящие элементы, которые вновь используют для изготовления твердых сплавов.

Винтовое крепление (рис. 6.6, а) обеспечивает беспрепятственный сход стружки, занимает мало места и задействует минимальное количество деталей. Крепление отличается простотой, и получило широкое распространение.

Крепление двуплечим прихватом (рис. 6.6, б, е) и одноплечим прихватом (рис. 6.6, д) предусматривает использование режущих пластин без центрального отверстия. Режущая пластина базируется в закрытом гнезде державки по двум боковым поверхностями, сверху прижимается к опорной поверхности прихватом, обеспечивая жесткое и надежное крепление.

Крепление клин-прихватом (рис. 6.6, в) предусматривает установку штифта в центральное отверстие режущей пластины и прижим ее клин-прихватом к опорной поверхности и боковой поверхности штифта. Для предотвращения смещения штифта предусмотрен стопорный винт. Открытая конструкция гнезда обеспечивает дополнительную свободу по задним граням при точении по копиру.

Крепление рычагом (рис. 6.6, г) отличается малогабаритностью, отсутствием выступающих частей и простотой механизма. Разработано для крепления режущих пластин с центральным отверстием.

Витебский государственный технологический университет

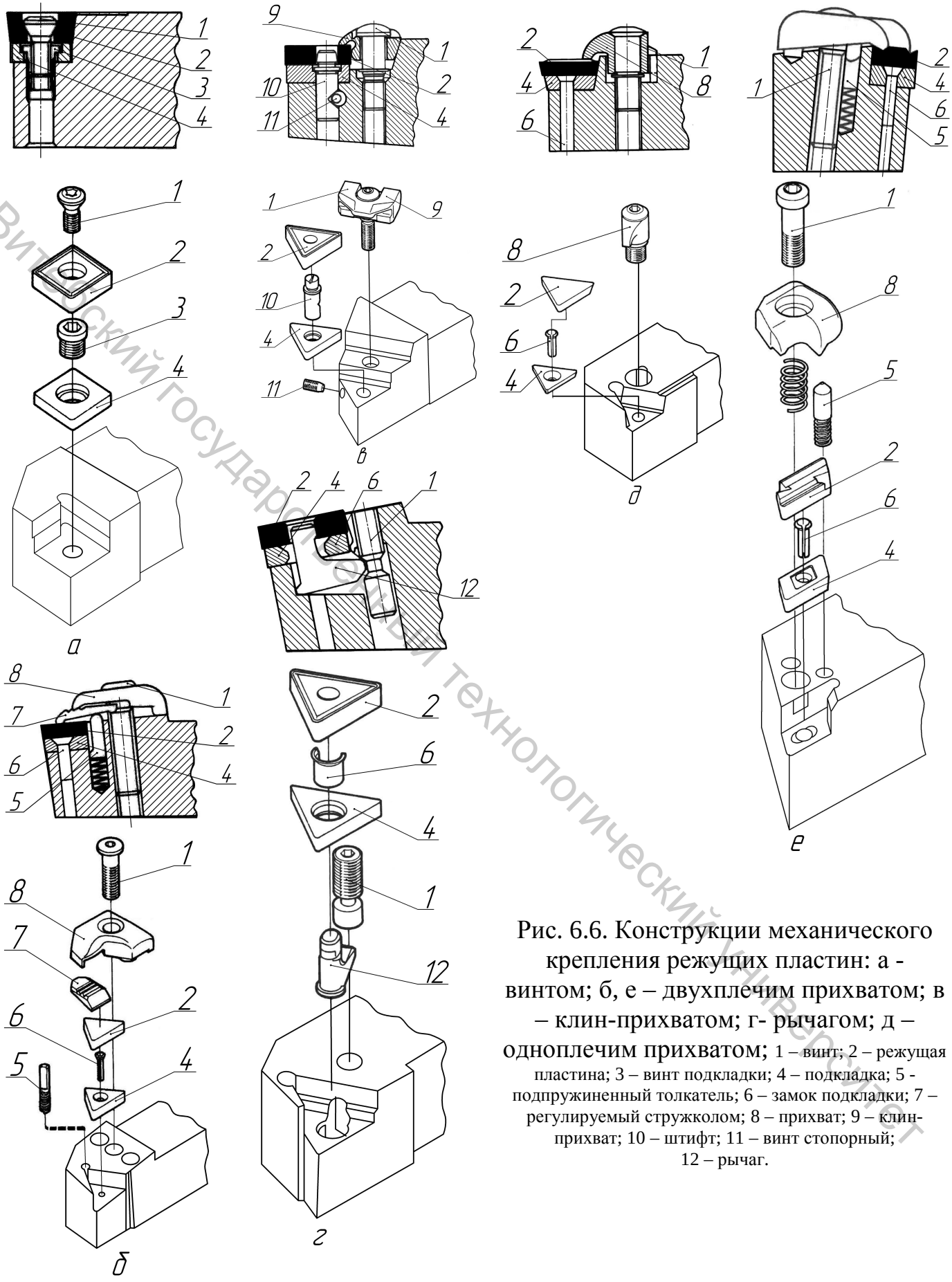


Рис. 6.6. Конструкции механического крепления режущих пластин: а - винтом; б, е – двухплечим прихватом; в – клин-прихватом; г- рычагом; д – одноплечим прихватом; 1 – винт; 2 – режущая пластина; 3 – винт подкладки; 4 – подкладка; 5 - подпружиненный толкатель; 6 – замок подкладки; 7 – регулируемый стружколом; 8 – прихват; 9 – клин-прихват; 10 – штифт; 11 – винт стопорный; 12 – рычаг.

Витебский государственный технологический университет

6.3. Фрезы

Фрезерование является одним из наиболее распространенных методов обработки. Удельный вес фрезерных работ в общем машиностроении составляет 20%, а в отдельных отраслях машиностроения достигает 60%. По уровню производительности фрезерование уступает только наружному протягиванию.

Точность размеров после фрезерования может достигать IT7 – IT9 при параметрах шероховатости Ra 1,25.

Фреза – это многолезвийный инструмент, представляющий собой тело вращения, по поверхности которого выполнены режущие зубы (Рис. 6.7). Конструкция, геометрия и назначение режущих зубьев фрезы аналогичны режущей части токарных резцов.

Кинематика процесса фрезерования характеризуется вращением фрезы вокруг своей оси и движением подачи заготовки или фрезы, которое может быть прямолинейным, вращательным или винтовым. При прямолинейном движении подачи обрабатывают плоскости, уступы, пазы, фасонные поверхности. При вращательном движении подачи обрабатывают поверхности вращения, а при винтовом движении подачи – винтовые поверхности.

Тип фрезы зависит от формы обработанной поверхности и положением фрезы относительно заготовки (Рис. 6.8).

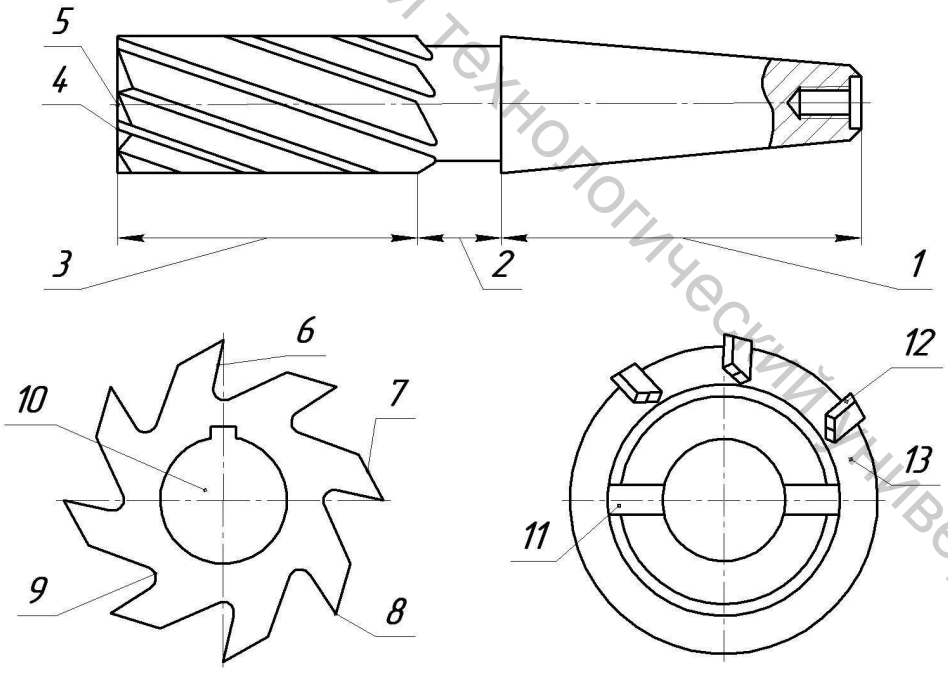


Рис. 6.7. Элементы фрез:
1 – хвостовик; 2 – шейка; 3 – рабочая часть; 4 – торцовый зуб; 5 – центровое отверстие;
6 – передняя поверхность; 7 – задняя поверхность; 8 - режущая кромка; 9 – канавка;
10 – отверстие фрезы; 11 – торцовый шпоночный паз;
12 – вставной зуб; 13 – корпус фрезы.

Витебский государственный технологический университет

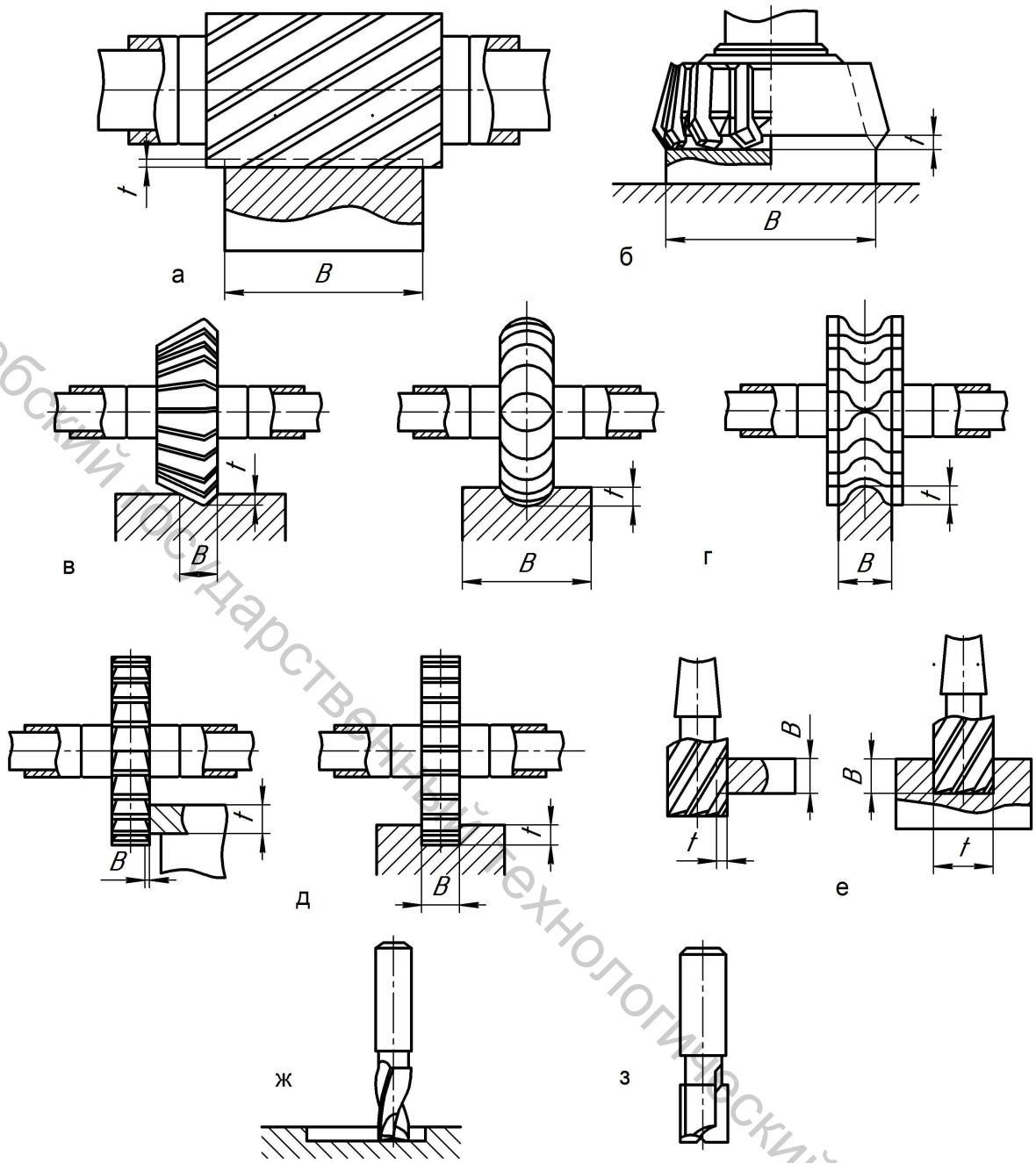


Рис. 6.8. Типы фрез и обрабатываемых поверхностей: а – цилиндрическая; б – торцевая; в – угловая; г – фасонные; д – дисковые; е – концевые; ж, з – шпоночные

Классификацию фрез проводят по расположению зубьев относительно оси; по конструкции фрезы; по конструкции зубьев.

Фрезы цилиндрические применяются на горизонтально-фрезерных станках при обработке плоскостей (рис. 6.8, а). Эти фрезы могут быть с прямыми и винтовыми зубьями. Фрезы с винтовыми зубьями работают плавно; они широко применяются на производстве. Фрезы с прямыми зубьями используются лишь для обработки узких плоскостей, где преимущества фрез с винтовым зубом не оказывают большого влияния на процесс резания. При работе цилиндрических фрез с винтовыми зубьями возникают осевые усилия, которые при угле наклона зуба $\omega = 30 \div 45^0$ достигают значительной величины. Поэтому

Витебский государственный технологический университет

применяют цилиндрические сдвоенные фрезы (рис. 6.9), у которых винтовые режущие зубья имеют разное направление наклона. Это позволяет уравновесить осевые усилия, действующие на фрезы в процессе резания. В месте стыка фрез предусматривается перекрытие режущих кромок одной фрезы режущими кромками другой. Цилиндрические фрезы изготовляются из быстрорежущей стали, а также оснащаются твердосплавными пластинками, плоскими и винтовыми.

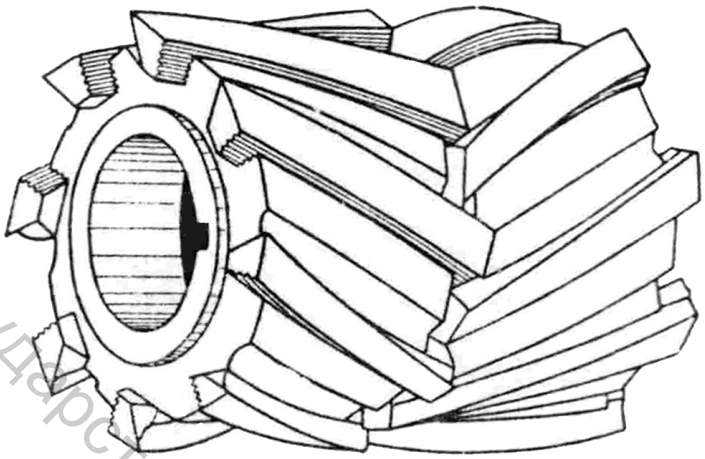


Рис. 6.9. Сдвоенные цилиндрические фрезы

Торцовые фрезы широко применяются при обработке плоскостей на вертикально-фрезерных станках. Ось их устанавливается перпендикулярно к обработанной плоскости детали. В отличие от цилиндрических фрез, где все точки режущих кромок являются профилирующими и формируют обработанную поверхность, у торцовых фрез только вершины режущих кромок зубьев являются профилирующими. Торцовые режущие кромки являются вспомогательными. Главную работу резания выполняют боковые режущие кромки, расположенные на наружной поверхности.

Так как на каждом зубе только вершинные зоны режущих кромок являются профилирующими, формы режущих кромок торцовой фрезы, предназначенной для обработки плоской поверхности, могут быть самыми разнообразными. В практике находят применение торцовые фрезы с режущими кромками в форме ломаной линии либо окружности.

Торцовые фрезы обеспечивают плавную работу даже при небольшой величине припуска, так как угол контакта с заготовкой у торцовых фрез не зависит от величины припуска и определяется шириной фрезерования и диаметром фрезы. Торцовая фреза может быть более массивной и жесткой, по сравнению с цилиндрическими фрезами, что дает возможность удобно размещать и надежно закреплять режущие элементы и оснащать их твердыми сплавами. Торцовое фрезерование обеспечивает обычно большую производительность, чем цилиндрическое. Поэтому в настоящее время большинство работ по фрезерованию плоскостей выполняется торцовыми фрезами.

Наибольшее распространение в промышленности получили сборные твердосплавные фрезы. Фрезы относительно малых размеров изготовляются в

Витебский государственный технологический университет

большинстве случаев с твердосплавными пластинами, припаянными непосредственно к корпусу (рис. 6.10, а). Эти фрезы обладают тем недостатком, что при выкрашивании или большом износе одной или нескольких пластин приходится затачивать все зубья.

Операция заточки твердосплавной пластины весьма трудоемка из-за плохой шлифуемости пластин твердого сплава. Поэтому широкое распространение находят сборные фрезы со вставными ножами (рис. 6.10, б). Ножи, оснащенные твердым сплавом, закрепляются в пазах корпуса инструмента. По своей конструкции ножи напоминают резцы с припаянными пластинками из твердого сплава. Предварительная заточка ножей может осуществляться отдельно от корпуса, а окончательная – в собранном виде.

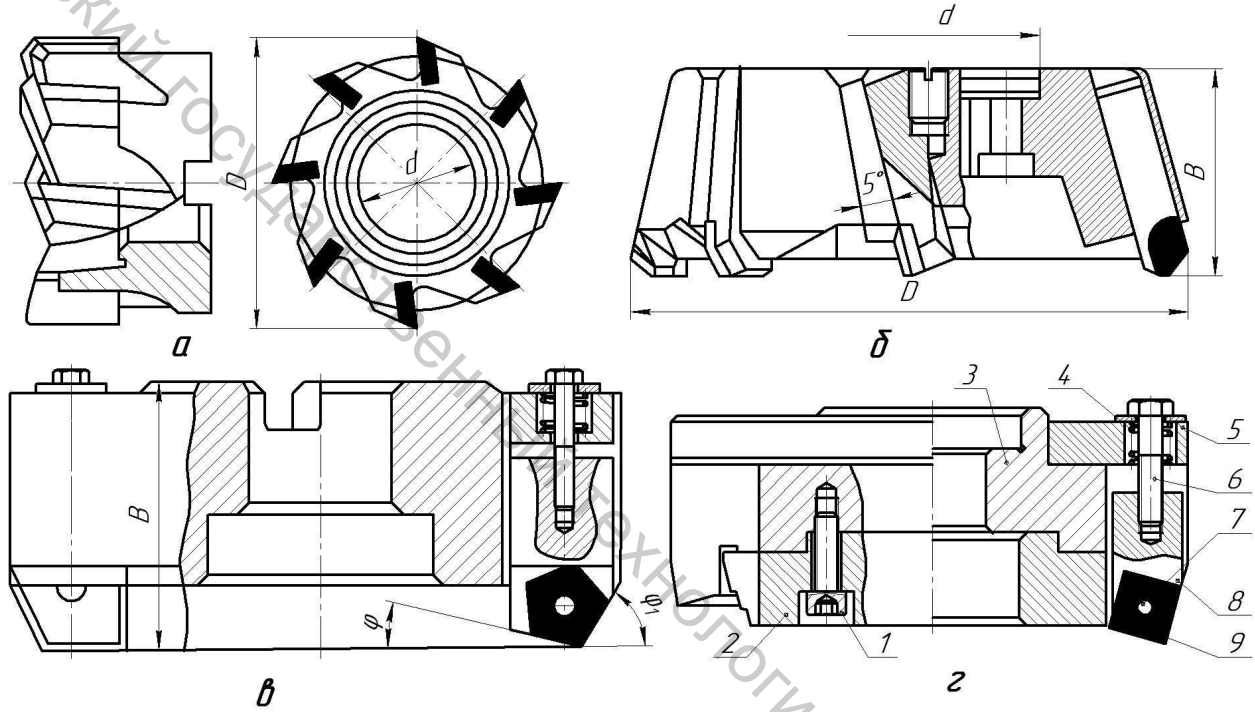


Рис. 6.10. Способы крепления твердосплавных пластин торцевых фрез:
а – пайкой; б – установкой паяных ножей; в, г – механическое: 1 – винт; 2 – кольцо; 3 – корпус; 4 – пружина; 5 – кольцо; 6 – винт; 7 – штифт; 8 – нож; 9 – пластина.

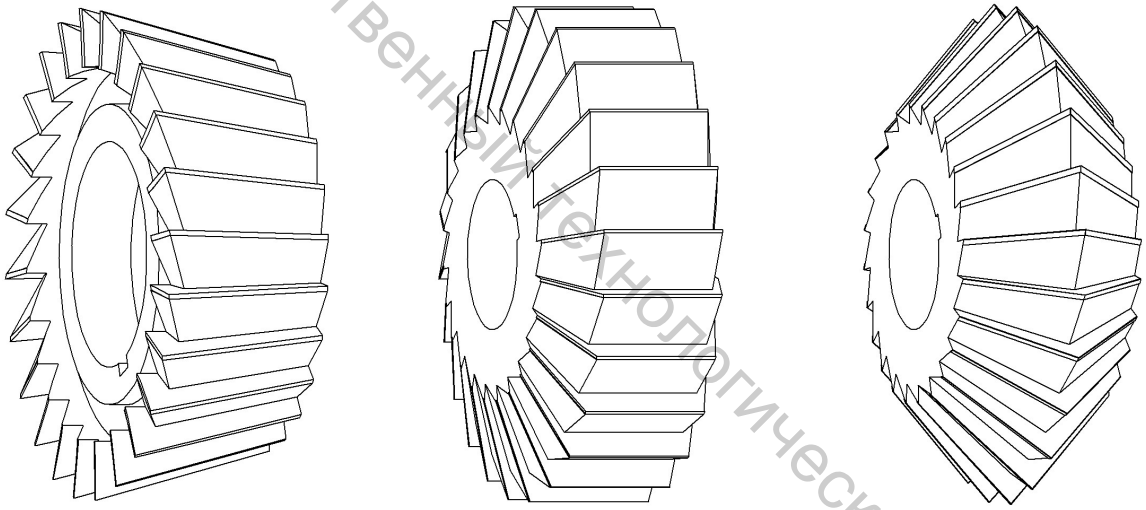
Широкое распространение получили фрезы с механическим креплением многогранных или круглых неперетачиваемых пластин твердого сплава. При износе одной из режущих граней пластина поворачивается и в работу вступает следующая грань (рис. 6.10, в). Заменять или поворачивать пластинки можно непосредственно на станке.

При снятии значительных припусков целесообразна ступенчатая установка ножей (рис. 6.10, г). Фреза состоит из корпуса 3, в который вставляется кольцо 2, фиксируемое винтами 1. Ножи 8 имеют штифты 7, на которые надеваются многогранные пластины 9. Пластинки к базовым поверхностям ступенчатого кольца и корпуса прижимаются винтом 6 через кольцо 5. Для удобства сборки применяются пружины 4. Базы под пластинки благодаря съемности кольца легко восстанавливаются проточкой. Ступенчатая схема резания позволяет снимать повышенные припуски, обеспечивая

Витебский государственный технологический университет

безвибрационную работу инструмента, что особенно важно для фрез, оснащенных твердым сплавом.

Угловые фрезы (рис. 6.11) используются при фрезеровании угловых пазов и наклонных плоскостей. Одноугловые фрезы (рис. 6.11, а) имеют режущие кромки, расположенные на конической поверхности и торце. Двухугловые фрезы (рис. 6.11, б, в) имеют режущие кромки, расположенные на двух смежных конических поверхностях. Угловые фрезы находят широкое применение в инструментальном производстве для фрезерования стружечных канавок различных инструментов. В процессе работы одноугловыми фрезами возникают осевые усилия резания, так как срезание металла заготовки производится в основном режущими кромками, расположенными на конической поверхности. У двухугловых же фрез осевые усилия, возникающие при работе двух смежных угловых кромок зуба, несколько компенсируют друг друга, а при работе симметричных двухугловых фрез (рис. 6.11, в) они взаимно уравновешиваются. Поэтому двухугловые фрезы работают более плавно. Угловые фрезы малых размеров изготовляются концевыми с цилиндрическим или коническим хвостовиком.



а б в

Рис. 6.11. Угловые фрезы: а – одноугловая; б – двухугловая; в – двухугловая симметричная.

Фасонные фрезы получили значительное распространение при обработке разнообразных фасонных поверхностей. Преимущества применения фасонных фрез особенно сильно проявляются при обработке заготовок с большим отношением длины к ширине фрезеруемых поверхностей. Короткие фасонные поверхности в условиях крупносерийного производства лучше обрабатывать протягиванием.

Фасонные фрезы по конструкции зубьев разделяются на фрезы с затылованными зубьями и фрезы с остроконечными (острозаточенными) зубьями. Фасонные затылованные фрезы (рис. 6.12, а) имеют плоскую переднюю поверхность, по которой перетачиваются в процессе эксплуатации. Новой и переточенной фрезой можно обрабатывать одни и те же детали, если форма

Витебский государственный технологический университет

фасонной режущей кромки при переточках не изменяется. Для этого необходимо выбрать соответствующую форму задней поверхности зуба фрезы.

Задняя поверхность зуба затылованной фрезы с передним углом γ = 0 – это совокупность фасонных режущих кромок, постоянных по форме и размещенных в радиальных плоскостях Р на различных расстояниях от оси фрезы. При переходе от передней плоскости новой фрезы к спинке зуба расстояние от оси до режущей кромки уменьшают, чтобы получить положительные задние углы на режущей части.

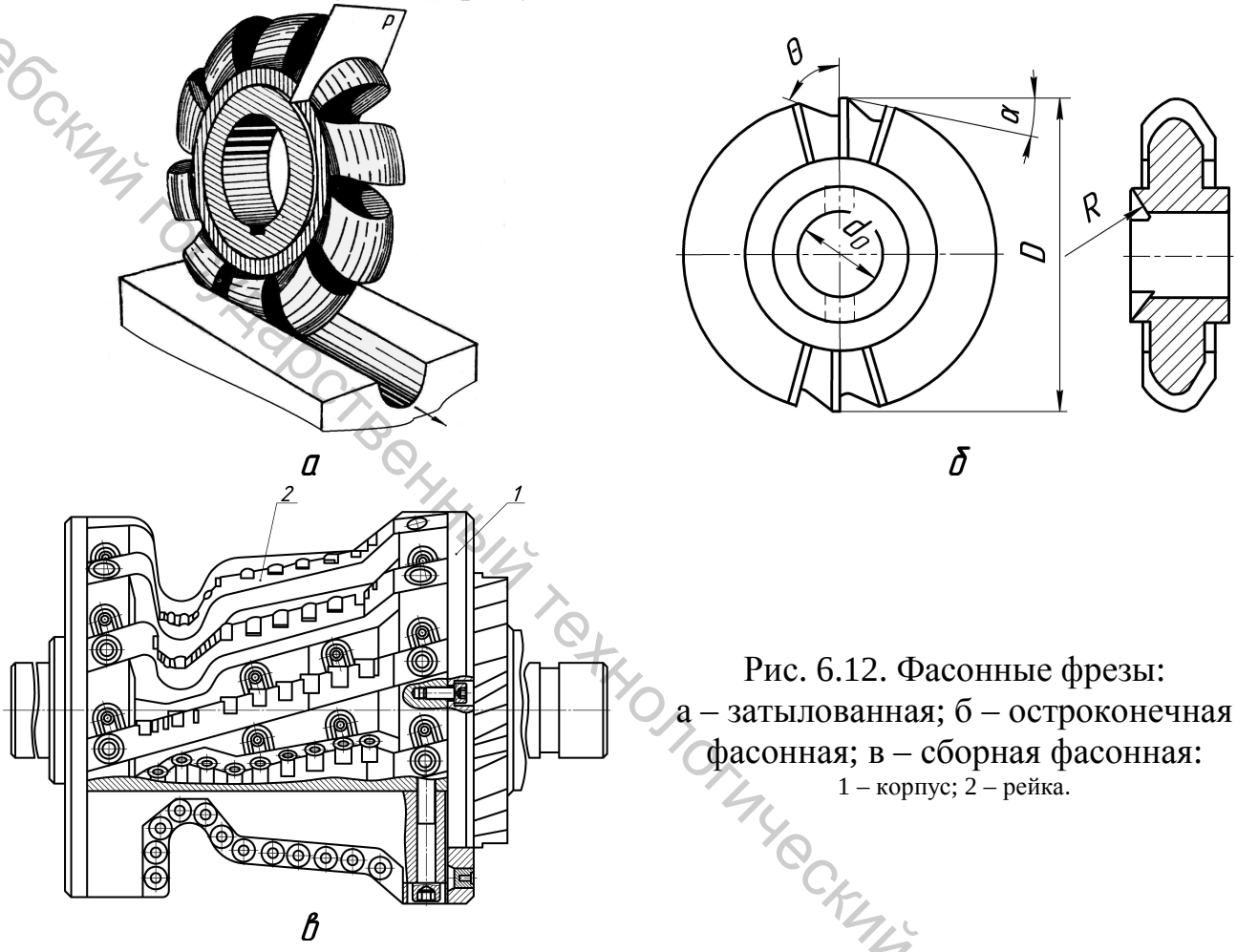


Рис. 6.12. Фасонные фрезы:
а – затылованная; б – остроконечная фасонная; в – сборная фасонная:
1 – корпус; 2 – рейка.

Фасонные фрезы с остроконечными зубьями (рис. 6.12, б), в отличие от затылованных фрез, затачивают по задним поверхностям зубьев. Остроконечные фасонные фрезы дают более чистую поверхность, имеют повышенную стойкость по сравнению с затылованными фасонными фрезами. Однако изготовление и переточка этих фрез требуют специальных приспособлений и копировальных устройств, обеспечивающих получение точного контура фасонных режущих кромок, как при их изготовлении, так и при их перетачивании. Поэтому фасонные фрезы с остроконечными зубьями применяются в условиях крупносерийного и массового производства.

Находят применение также сборные фасонные фрезы, у которых требуемый фасонный профиль создается как огибающая кривая к совокупности простых по форме кромок отдельных ее режущих элементов. Так, на рис. 6.12, в приведена конструкция сборной фасонной фрезы с круглыми пластинками твердого сплава для обработки профиля железнодорожных колес. Фреза состоит

Витебский государственный технологический университет

из корпуса 1, в пазах которого крепятся рейки 2 с закрепленными на них круглыми твердосплавными пластинами диаметром 12 – 16 мм. Для получения необходимой шероховатости поверхности гнезда под пластинки на смежных рейках смещены относительно друг друга на 1,5 – 2,0 мм.

Дисковые фрезы пазовые, двух- и трехсторонние (рис. 6.13) используются при фрезеровании пазов и канавок. Пазовые дисковые фрезы имеют зубья только на цилиндрической поверхности и предназначены для обработки относительно неглубоких пазов (рис. 6.13, а) Для уменьшения трения по торцам на пазовых фрезах предусматривается вспомогательный угол в плане φ_1, порядка 30′, т.е. толщина фрезы делается на периферии больше, чем в центральной части у ступицы. Важным элементом пазовой фрезы является ее толщина, которая выполняется с допуском 0,04 – 0,05 мм. По мере стачивания зубьев, в результате поднутрения, толщина фрезы уменьшается. Однако это не имеет практического значения, так как величина уменьшения невелика.

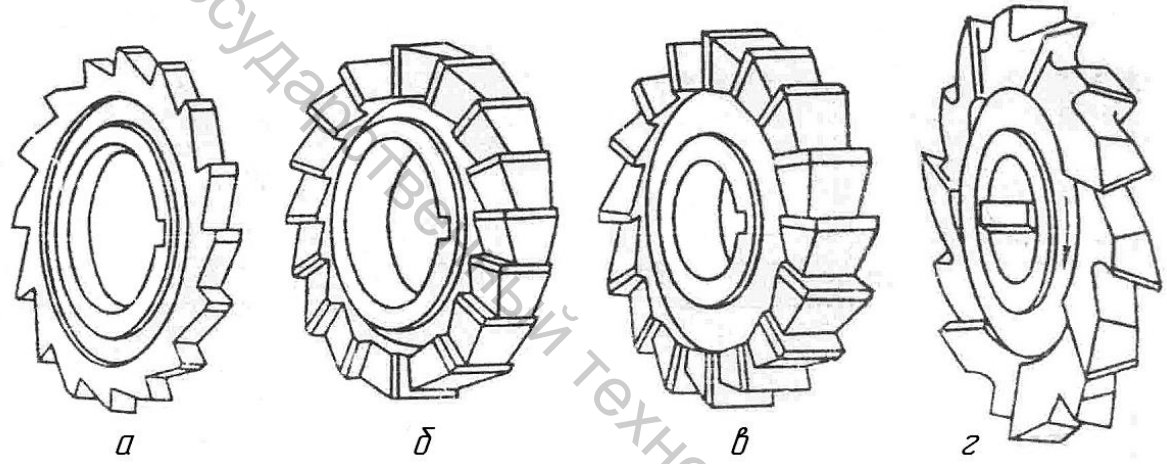


Рис. 6.13. Дисковые фрезы для обработки пазов: а – дисковая односторонняя; б – дисковая двухсторонняя; в, г – дисковые трехсторонние.

Дисковые двухсторонние (рис. 6.13, б) и трехсторонние (рис. 6.13, в) фрезы имеют зубья, расположенные не только на цилиндрической поверхности, но и на одном или обоих торцах. Главные режущие кромки располагаются на цилиндре. Боковые режущие кромки, расположенные на торцах, принимают незначительное участие в резании и являются вспомогательными. Дисковые фрезы имеют прямые или наклонные зубья. У фрез с прямыми зубьями на торцовых кромках передние углы равны нулю, что ухудшает условия их работы. Чтобы получить у двухсторонних фрез на боковых кромках положительные передние углы, применяются фрезы с наклонными зубьями. С этой же целью трехсторонние фрезы выполняются с разнонаправленными зубьями (рис. 6.13, г). Они работают всеми зубьями, расположенными на цилиндре. На торцах половина зубьев, имеющих отрицательные передние углы, срезана.

Дисковые фрезы могут быть изготовлены с мелким и крупным шагом. Первые предназначены для обработки неглубоких выемок и чистовых работ; вторые – для обработки более глубоких выемок.

Концевые фрезы (рис. 6.14) применяются для обработки глубоких пазов в корпусных деталях контурных выемок уступов, взаимно перпендикулярных

Витебский государственный технологический университет

плоскостей. Концевые фрезы в шпинделе станка крепятся коническим или цилиндрическим хвостовиком. У этих фрез основную работу резания выполняют главные режущие кромки, расположенные на цилиндрической поверхности, а вспомогательные торцовые режущие кромки только зачищают дно канавки. Такие фрезы, как правило, изготовляются с винтовыми или наклонными зубьями. Угол наклона зубьев доходит до 30 – 45^0. Диаметр концевых фрез выбирают меньшим (до 0,1 мм) ширины канавки, так как при фрезеровании наблюдается разбивание канавки. Разновидностью концевых фрез являются шпоночные двухзубые фрезы, которые подобно сверлу могут углубляться в материал заготовки при осевом движении подачи и высверливать отверстие, а затем двигаться вдоль канавки. В момент осевой подачи основную работу резания выполняют торцовые кромки. Одна из них должна доходить до оси фрезы, чтобы обеспечить сверление отверстия.

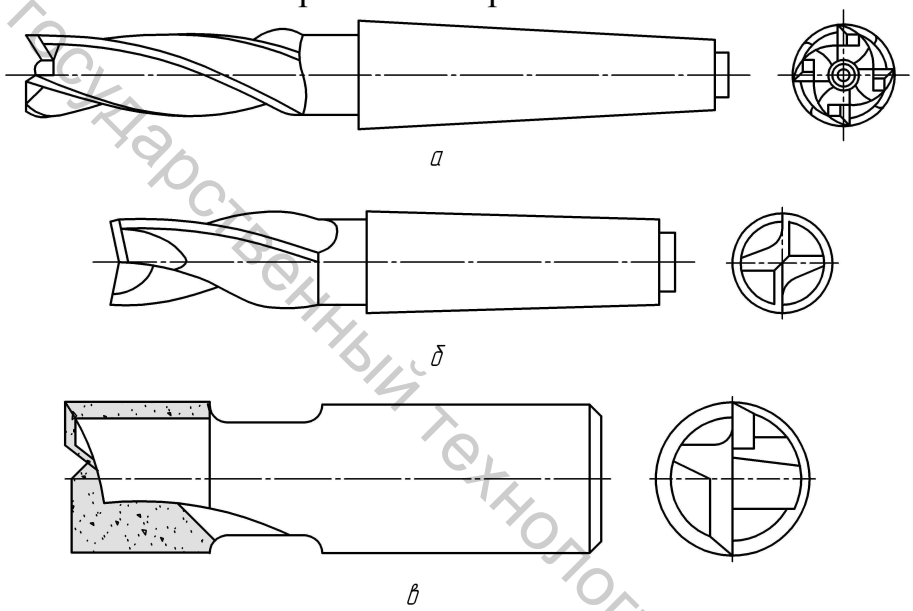


Рис. 6.14. Концевые фрезы: а – концевая монолитная с винтовыми зубьями; б – шпоночная; в – шпоночная с твердосплавными вставками

Переточка таких фрез производится по задним поверхностям торцовых кромок, поэтому при переточках их диаметр сохраняется неизменным.

Набор фрез представляет собой группу фрез, подобранных по профилю и размерам обработанной поверхности детали и закрепленных на одной общей оправке (рис. 6.15). При этом одновременно обрабатывается ряд поверхностей одной или нескольких заготовок. Сокращение числа операций, установок и переходов повышает производительность. Применение наборов фрез обеспечивает также более высокую точность и качество деталей по сравнению с обработкой отдельными фрезами.

При проектировании набора фрез задаются диаметром наименьшей фрезы, а диаметры других фрез определяются исходя из размеров и взаимного расположения обрабатываемых поверхностей. Следует по возможности избегать большой разницы в диаметрах фрез, так как в этом случае затруднительно обеспечить для всех фрез набора целесообразные режимы резания.

Витебский государственный технологический университет

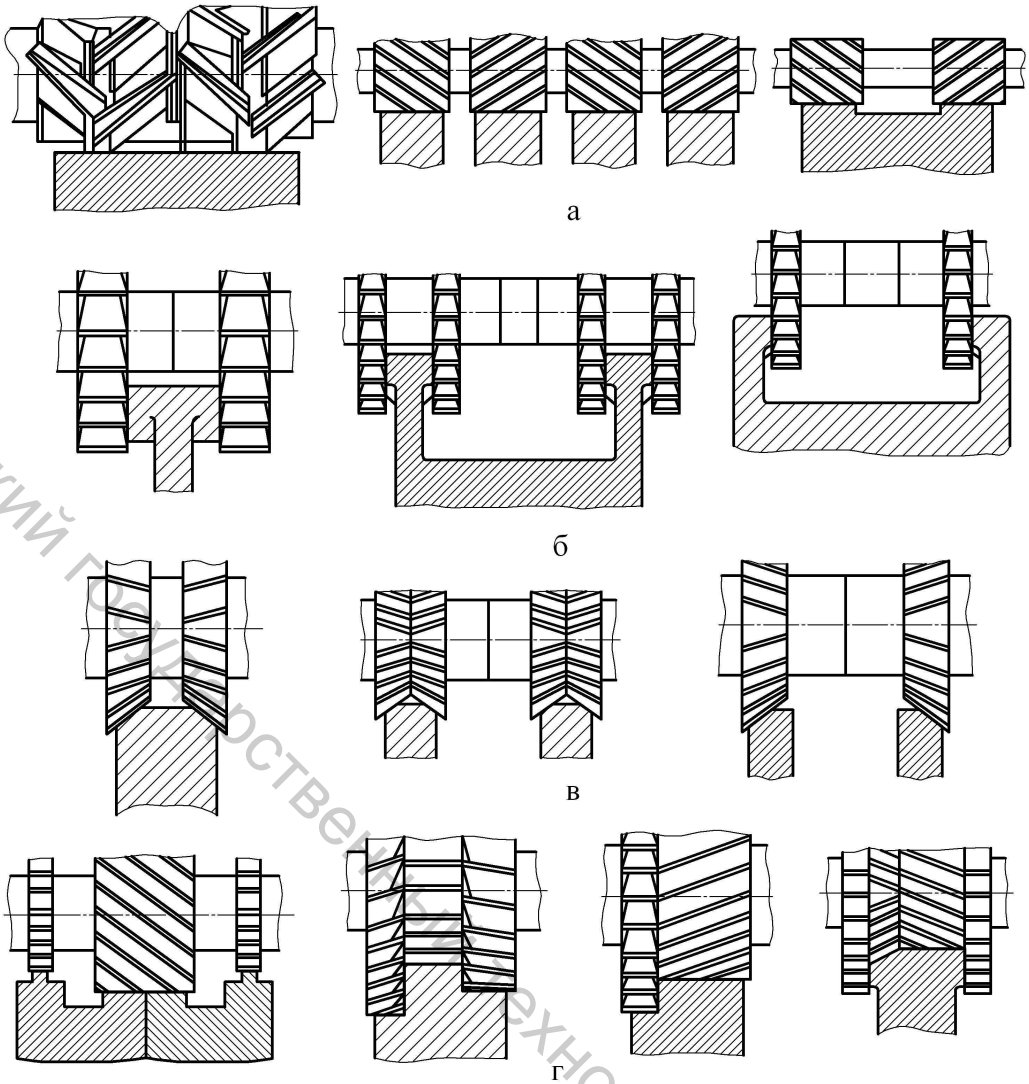


Рис. 6.15. Наборы фрез: а – цилиндрических; б – дисковых; в – угловых; г - комбинированных

Например, число оборотов оправки, выбранное в соответствии с принятой оптимальной скоростью резания для наименьшей по диаметру фрезы, не будет оптимальным для фрезы большого диаметра, если обе сравниваемые фрезы изготовлены из одного инструментального материала. В рассматриваемом случае также трудно обеспечить размеры диаметров посадочных отверстий для всех фрез набора.

Для расположения фрез на оправке и обеспечения при этом требуемого расстояния между ними пользуются установочными кольцами различной ширины. Кольца могут быть регулируемые и нерегулируемые. Регулируемые кольца позволяют без съема фрез с оправки менять расстояние между ними, что исключает необходимость применения точных жестких установочных колец.

Плавная работа набора достигается специальной установкой зубьев фрез относительно друг друга. Для этого шпоночные канавки во фрезах располагаются так, чтобы они были смещены по отношению к зубу на разные углы. В результате этого зубья отдельных фрез входят в работу в различные

Витебский государственный технологический университет

моменты времени, и весь набор образует как бы одну фрезу с винтовым зубом. При изготовлении и переточках фрезы набор снабжаются второй шпоночной канавкой, которая у всех фрез располагается единообразно по отношению к зубу.

Наборы фрез целесообразно составлять из фрез с острозаточенными зубьями либо из фрез с затылованными зубьями. У разнотипных фрез при переточках их диаметры изменяются по различным законам, что может привести к искажению профиля детали.

Витебский государственный технологический университет

6.4. Инструменты для обработки отверстий

Сверла. Сверло представляет собой режущий инструмент для обработки отверстий в сплошном материале либо для рассверливания отверстий при двух одновременно происходящих движениях: вращении сверла или заготовки вокруг оси и поступательном движении подачи вдоль оси.

В промышленности применяют следующие основные типы сверл: спиральные, перовые, пушечные, ружейные, для кольцевого сверления, центровочные, специальные. Сверла изготовляют из быстрорежущей стали марок Р18, Р12, Р9, Р6М5, Р9К5 и др. Спиральное сверло является основным типом сверл, наиболее широко распространенным в промышленности (рис. 6.16). Его используют при сверлении и рассверливании отверстий диаметром до 80 мм с точностью обработки по 11-12-му квалитетам и шероховатостью Rz в пределах 40 – 160 мкм.

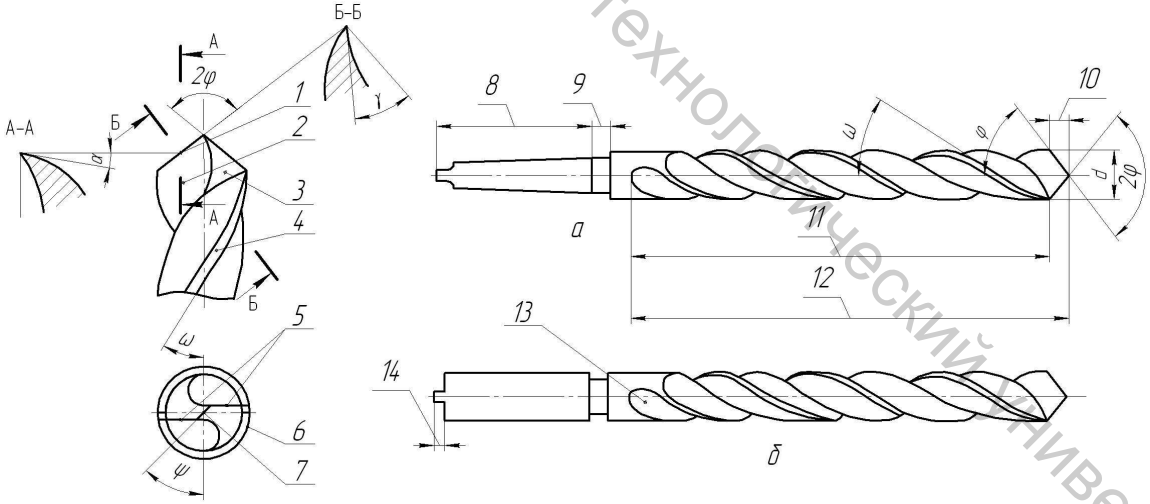


Рис. 6.16. Конструктивные и геометрические элементы спирального сверла:
а – сверло с коническим хвостовиком; б – с цилиндрическим хвостовиком:
1 – режущая кромка; 2 – передняя поверхность; 3 – задняя поверхность; 4 – ленточка; 5 – режущие кромки: 6 – спинка; 7 – поперечная кромка; 8 – хвостовик; 9 – шейка; 10 – режущая часть; 11 – направляющая часть; 12 – рабочая часть; 13 – канавка; 14 – поводок

Спиральные сверла состоят из следующих основных частей: режущей, направляющей или калибрующей, хвостовика и соединительной. Режущая и направляющая части в совокупности составляют рабочую часть сверла, снабженную двумя винтовыми канавками.

Режущая часть спирального сверла состоит из двух зубьев, кромки которых расположены под углом 2φ. Сверло режущими кромками врезается в материал заготовки и срезает его в виде стружки. С увеличением угла при вершине 2φ уменьшается активная длина режущей кромки и увеличивается толщина срезаемого слоя. Суммарная осевая сила резания сверла при увеличении угла 2φ возрастает, при этом возрастает опасность появления продольного изгиба сверла. Опыт показывает, что при уменьшении угла 2φ от 140° до 90° осевая составляющая силы снижается на 40-50%, а крутящий момент увеличивается на 25…30%. На основании экспериментальных данных и производственного опыта угол 2φ для различных материалов составляет: сталь конструкционная и инструментальная – 116°…120°; сталь высокопрочная и жаропрочная – 125°…150°; чугун средней твердости, бронза – 90°…100°; латунь, алюминиевые сплавы – 130°…140°.

Направляющая часть сверла необходима для создания направления при работе инструмента. Поэтому она имеет две направляющие винтовые ленточки, которые при сверлении соприкасаются с рабочей поверхностью направляющей втулки и со стенками обработанного отверстия. Направляющая часть имеет вспомогательные режущие кромки – ленточки, шириной 0,2-2мм в зависимости от диаметра сверла. Для уменьшения трения на ленточках выполняют обратный конус по направлению к хвостовику. Кроме этого, направляющая часть сверла служит запасом для переточек инструмента. Она обеспечивает также удаление стружки из зоны резания.

Угол наклона винтовых канавок ω, оказывает большое влияние на прочность и жесткость сверла и отвод стружки. С увеличением угла ω увеличивается передний угол, облегчается процесс резания, улучшается отвод стружки, повышается жесткость сверла на кручение, но снижается жесткость в осевом направлении. Влияние угла ω на снижение крутящего момента и осевой составляющей силы резания существенно сказывается при увеличении угла ω до 25-30°. При дальнейшем увеличении угла ω силы резания практически не уменьшаются, но происходит ослабление прочности лезвия у периферии сверла.

Хвостовик служит для закрепления сверла на станке. Он с помощью цилиндрической шейки соединяется с рабочей частью сверла. Наиболее часто рабочую часть сверла изготовляют из быстрорежущей стали, а хвостовик из стали 45. Рабочую часть и хвостовик соединяют сваркой. В промышленности используются также твердосплавные сверла. Режущую часть этих сверл оснащают пластинками твердого сплава либо твердосплавными коронками. У твердосплавных сверл малого диаметра полностью вся рабочая часть может изготовляться из твердого сплава.

Сверла для глубокого сверления. Многие детали имеют отверстия, глубина которых превышает диаметр сверла в 5-10 раз. Сверление таких отверстий связано с большими трудностями, вызываемыми затруднительными условиями отвода стружки и подвода смазывающе-охлаждающей жидкости в зону резания, необходимостью обеспечения более точного направления сверла в процессе резания, необходимостью обеспечения более точного направления сверла в процессе резания и т.п. Выполнение этих требований к глубокому

Витебский государственный технологический университет

сверлению обеспечивается применением специальных сверл. К ним относятся перовые, пушечные, ружейные, многокромочные, шнековые и другие сверла.

Перовые сверла (рис. 6.17, а) являются наиболее простыми по конструкции. Они обладают повышенной жесткостью и поэтому применяются при сверлении отверстий в твердых поковках. Конструктивно они могут быть ступенчатыми (рис. 6.17, б) или фасонными.

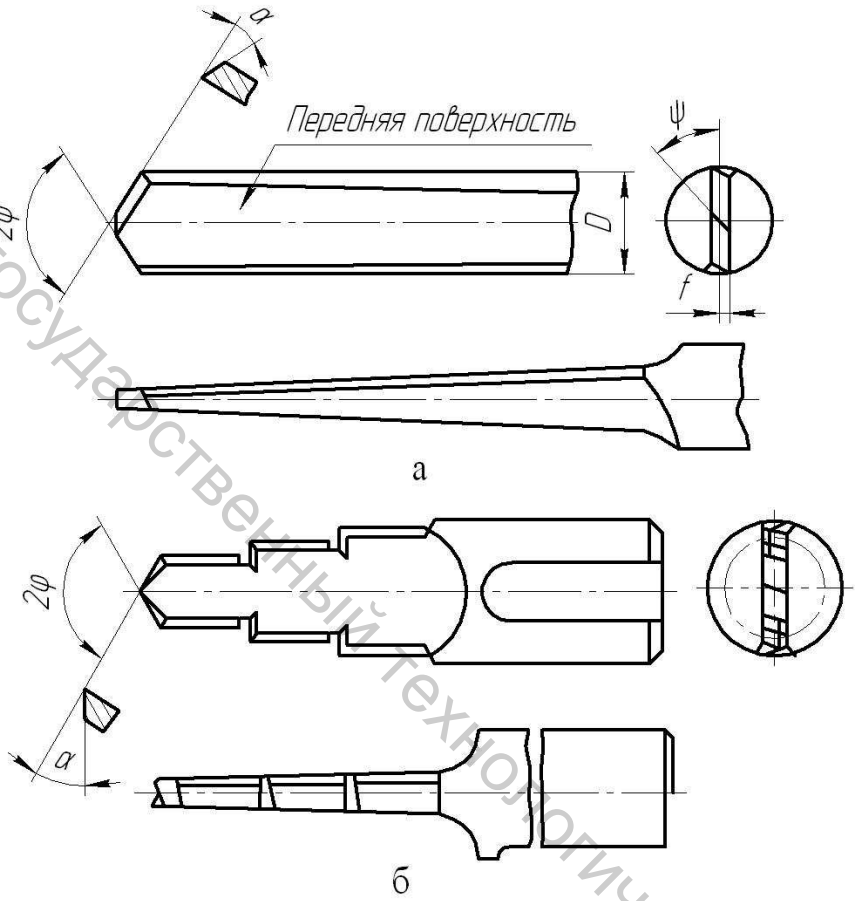


Рис. 6.17 Перовые сверла: а – сверла для обработки твердых заготовок; б – сверло для обработки ступенчатых и фасонных отверстий

Рабочая часть этих сверл выполняется в виде пластинки, снабженной у торца режущей частью. Режущая часть имеет две режущие кромки, угол между которыми 2φ принимается равным 90^0 при обработке мягких материалов и 140^0 для обработки твердых материалов. В результате пересечения задних плоскостей обеих режущих кромок создается поперечная режущая кромка. Угол ее наклона ψ обычно равен 55 – 60^0. Для уменьшения трения калибрующая часть сверла имеет фаску f шириной 0,2 – 0,5 мм и обратный конус по диаметру в пределах 0,05 – 0,10 мм на всю длину сверла.

К недостаткам перовых сверл относятся большие отрицательные передние углы, плохое направление сверл в отверстии, затруднительные условия отвода стружки, малое число переточек. Для улучшения процесса резания передняя поверхность снабжается лункой, но это приводит к соответствующему снижению прочности режущей части. Перовые сверла больших диаметров обычно изготовляют со вставной рабочей частью. Для облегчения процесса

Витебский государственный технологический университет

резания у сверл больших диаметров на режущих кромках делают стружкоразделительные канавки.

Пушечное сверло представляет собой полукруглый стержень, плоская поверхность которого является передней поверхностью (рис. 6.18). На торце стержня создается режущая кромка, перпендикулярная к оси сверла. Задняя торцовая плоскость сверла затачивается под углом $\alpha = 10 \div 20^0$.

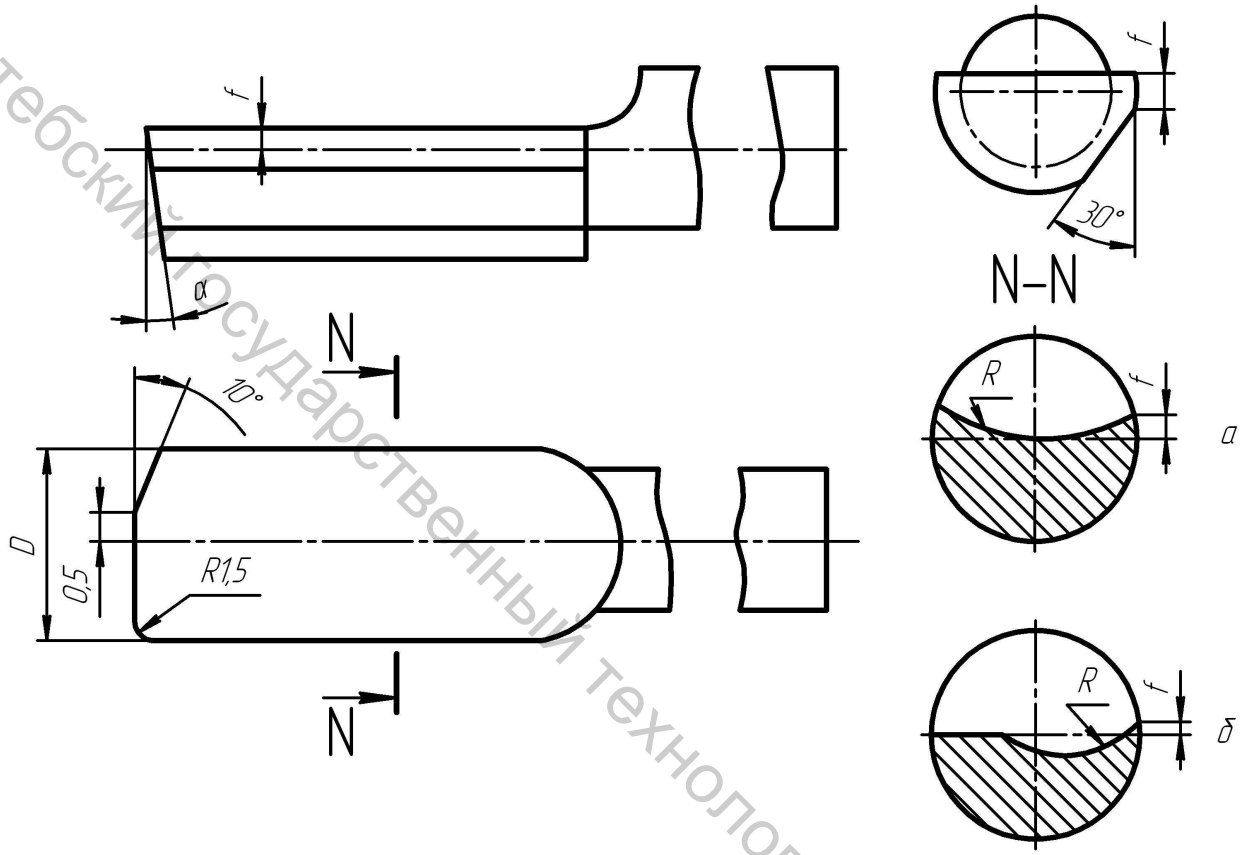


Рис. 6.18. Пушечное сверло: а, б – варианты исполнения передней поверхности.

Для лучшего направления сверло имеет цилиндрическую опорную поверхность, на которой срезают лыски под углом $30 – 45^0$, делают обратный конус порядка 0,03 – 0,05 мм на 100 мм длины рабочей части. В результате этого уменьшается трение сверла о стенки обрабатываемого отверстия. Пушечное сверло работает в тяжелых условиях, имеет неблагоприятную геометрию передней поверхности, не обеспечивает непрерывного процесса резания, так как для удаления стружки приходится периодически выводить сверло из отверстия.

Ружейные сверла являются более совершенными (рис. 6.19). Они имеют рабочую часть 1, стебель 2 и хвостовик 3. Рабочая часть представляет собой трубку с продольным прямолинейным пазом. Через отверстие в трубку подводится к режущей части сверла смазывающе-охлаждающая жидкость, которая выходит по продольному пазу наружу, увлекая при этом и стружку. Для облегчения резания и лучшего направления вершина сверла смещена относительно его оси на 0,25 диаметра сверла. Сверло имеет одну режущую кромку 4, состоящую из наружной и внутренней частей. Угол в плане φ_1 на обоих участках кромки обычно принимается равным 50^0, а задний угол – 12 –

Витебский государственный технологический университет

15^0. Для уменьшения трения сверла о стенки отверстия на рабочей части делают обратную конусность размером 0,1 – 0,3 мм на 100 мм длины, а также снимают лыски.

Такие сверла по сравнению с пушечными сверлами имеют лучшее направление, улучшенный отвод стружки и подвод к зоне резания смазывающе-охлаждающей жидкости, что приводит к повышению стойкости инструмента. Они обеспечивают непрерывный процесс резания и высокое качество обработанной поверхности. Эти сверла имеют лишь одну режущую кромку, что снижает их производительность.

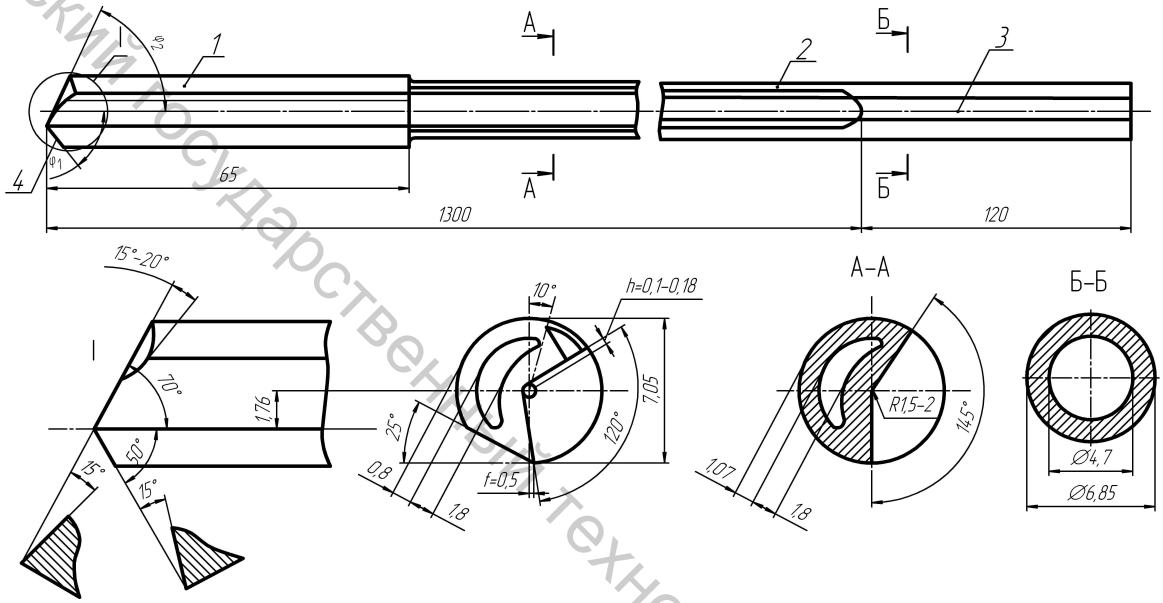


Рис. 6.19. Ружейное сверло: 1 – рабочая часть; 2 – стебель; 3 – хвостовик; 4 – режущая кромка.

Многокромочные сверла (рис. 6.20) позволяют улучшить центрирование. Для подвода смазывающе-охлаждающей жидкости в стебле сверла предусмотрено отверстие, которое соединяется с рядом мелких отверстий, распределяющих жидкость по режущим кромкам. На главных режущих кромках выполняют стружкоразделительные канавки, которые способствуют раздроблению стружки и улучшают удаление охлаждающей жидкостьи.

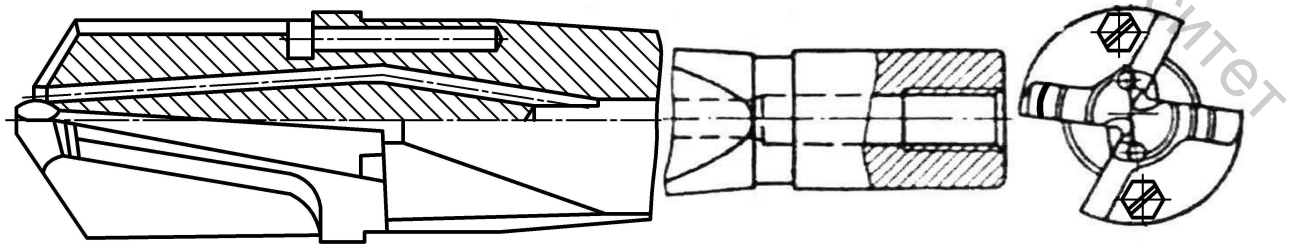


Рис. 6.20. Многокромочное сверло.

Витебский государственный технологический университет

Шнековые сверла (рис. 6.21) изготавливают диаметром от 3 до 30 мм, их применяют для сверления отверстий длиной 30 диаметров в стальных заготовках и до 40 диаметров в чугунных.

В отличие от стандартных сверл шнековые имеют больший угол наклона винтовых канавок $\omega = 60^0$ и увеличенную толщину сердцевины, равную 0,3 – 0,35 диаметра сверла. Диаметр сердцевины не изменяется по длине сверла, в то время как у стандартных сверл он увеличивается при перемещении от режущей части к хвостовику. Стружечные канавки шнекового сверла имеют в осевом сечении прямолинейный треугольный профиль с закруглением во впадине, причем образующая рабочей стороны канавки направлена перпендикулярно к оси сверла.

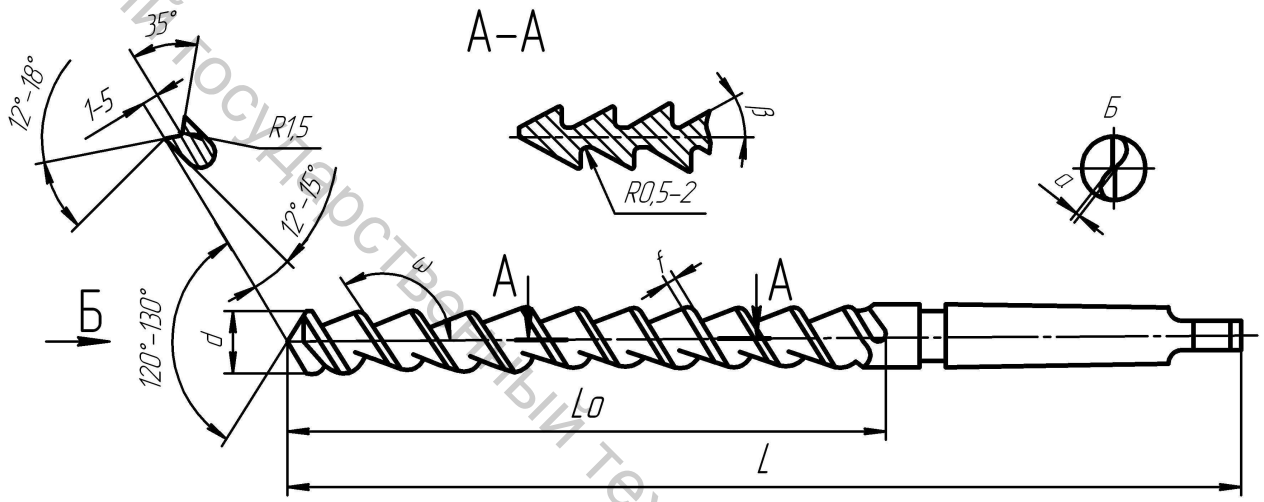


Рис. 6.21. Шнековое сверло.

Канавка сверла плавно переходит в спинку зуба, направленную под углом β к оси, образуя ленточку заданного размера. У шнековых сверл ширина ленточки принимается равной 0,5 – 0,8 ширины ленточки стандартного сверла.

Увеличенный угол наклона винтовых канавок и их соответствующий профиль обеспечивают при глубоком сверлении надежное удаление стружки из зоны резания без вывода сверла из отверстия.

Требуемые величины геометрических параметров на режущей части шнекового сверла создают подточкой передней поверхности и заточкой задней поверхности по плоскостям. При обработке чугуна принимают следующие геометрические параметры: статический передний угол γ 12 – 18^0, задний угол α 12 – 15^0, угол при вершине сверла $2\varphi = 120 \div 130^0$.

При обработке стали передний и задний углы принимают в пределах 12 – 15^0, а угол при вершине 90^0. Глубокое сверление высокопрочной стали типа 1Х18Н9Т производится шнековыми сверлами, имеющими угол наклона винтовой канавки $\omega = 35^0$, угол при вершине сверла $2\varphi = 120^0$, а задний угол 8 – 10^0, передний угол 12 – 15^0.

Витебский государственный технологический университет

Кольцевые сверла, представляют собой полый цилиндр, на торце которого закреплены режущие зубья (рис. 6.22). При сверлении отверстий большого диаметра вырезается кольцевая полость, а в середине остается сердечник, который затем удаляется. Режущие кромки ножей выступают со стороны торца наружного диаметра корпуса и со стороны его внутреннего диаметра. При вращении ножи вырезают кольцевую полость. За трапециевидным прорезным ножом 1 следует плоский зачистной 2. Для направления сверла при глубоком сверлении предусмотрены на корпусе направляющие ленточки.

В процессе кольцевого сверления обеспечивается обработка отверстий по IT11 – IT12. Шероховатость поверхности Rz 20 – 40 мкм.

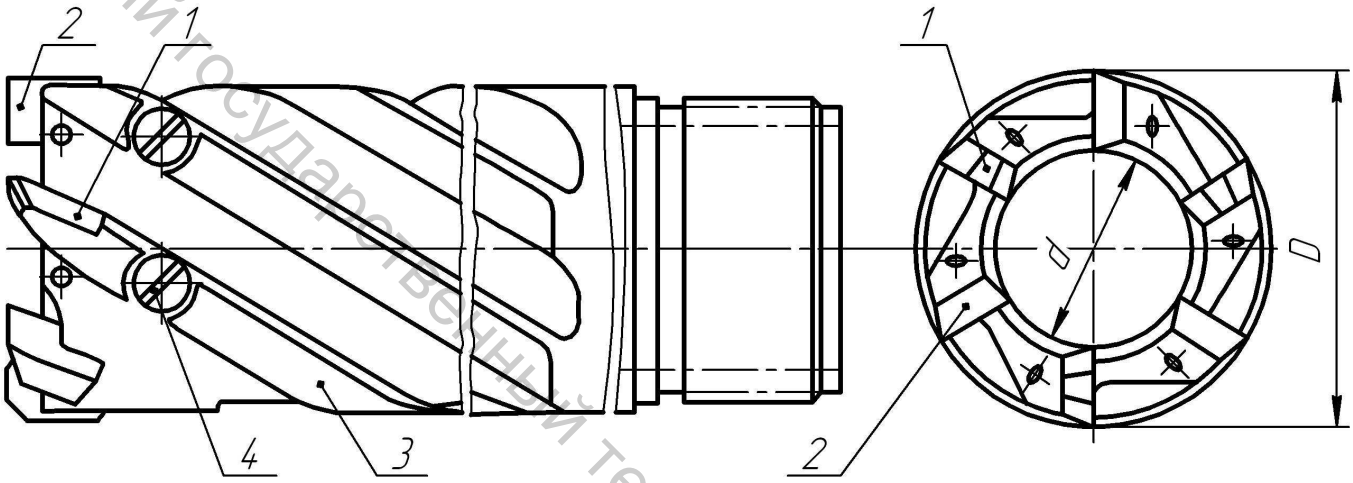


Рис. 6.22. Сверло для кольцевого сверления: 1, 2 – соответственно трапециевидный и плоский нож; 3 – корпус; 4 – винт.

Эжекторные сверла предназначены для глубокого сверления отверстий большого диаметра. Особенностью эжекторных сверл является эффект подсоса СОЖ, отходящей вместе со стружкой в результате разрежения и перепада давлений, создаваемого внутри корпуса сверла (рис. 6.23).

Витебский государственный технологический университет

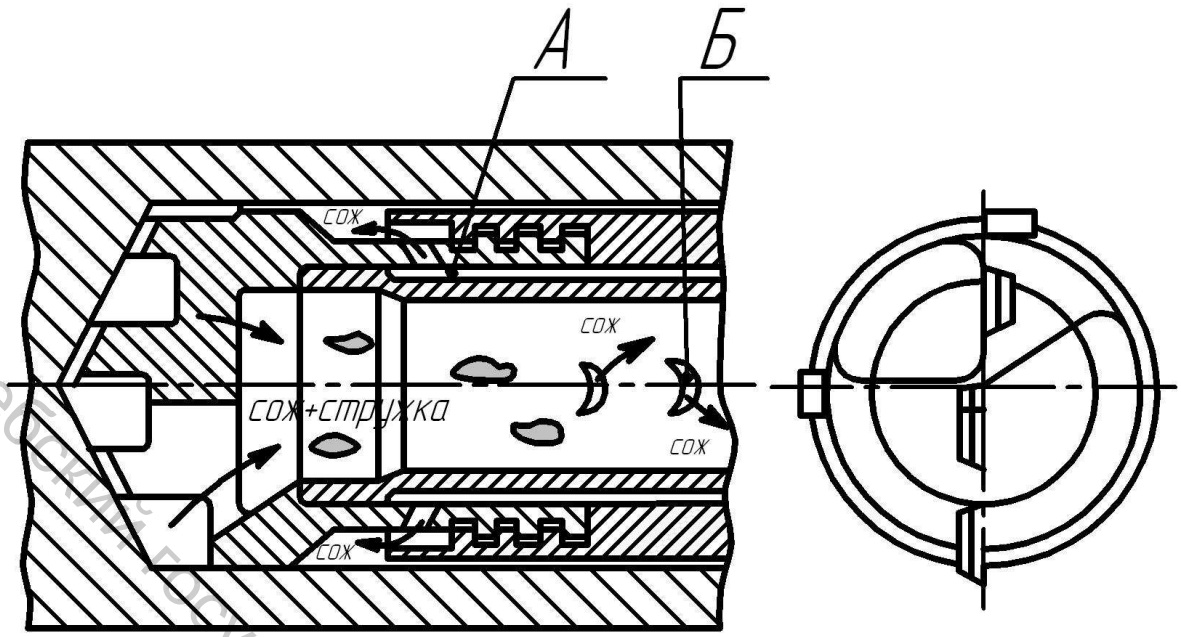


Рис. 6.23. Эжекторное сверло.

Разрежение обеспечивается разделением прямого потока жидкости на два направления, Прямой поток СОЖ подается под давлением 2 – 3 МПа по каналу А между внутренним и наружным стеблями. Не доходя до рабочей части, он разделяется. Примерно 70% жидкости направляется в зону резания через сделанные в корпусе сверла отверстия, а 30% жидкости через щелевидные сопла Б, сделанные на внутреннем стебле, отводится обратно. Между потоком жидкости, отводящейся вместе со стружкой, из рабочей зоны, и потоком, уходящим через сопла Б по стеблю 1, создается разрежение и перепад давлений. В результате основной поток жидкости со стружкой, отходящий из зоны резания, как бы засасывается жидкостью, уходящей через сопла Б, и движется с большой скоростью. Сверла обеспечивают точность обработки отверстий по 9 – 10-му квалитетам и параметр шероховатости поверхности Ra = 2,5…0,63 мкм.

Зенкеры применяются для увеличения диаметров цилиндрических отверстий с целью повышения точности и улучшения качества поверхности; получения отверстий заданного профиля, а также для обработки торцовых поверхностей.

По виду обработки зенкеры разделяются на следующие основные группы.

Цилиндрические зенкеры, предназначенные для увеличения на 1…8 мм диаметра цилиндрических отверстий (Рис. 6.24,а). Торцовые зенкеры-цековки, предназначенные для обработки цилиндрических углублений под головки винтов (Рис. 6.24,б) или для зачистки торцовых поверхностей бобышек, приливов и т.п. (Рис. 6.24,в). Режущая часть зенкера состоит из трех-четырех винтовых зубьев. Торцовые режущие кромки располагаются перпендикулярно к оси зенкера. Этим обеспечивается обработка цилиндрических углублений с плоским торцом. Зенкеры имеют направляющую часть – цапфу. Она служит для направления зенкера по предварительно обработанному отверстию и

Витебский государственный технологический университет

обеспечивает соосность обрабатываемого и направляющего отверстий. Конические зенкеры-цековки, предназначенные для обработки конических углублений под головки винтов, гнезд, под клапаны, снятия фасок и т.п. (Рис. 6.24,г). Зенкеры малых размеров могут иметь один или два зуба. Зенкеры средних размеров имеют от шести до двенадцати зубьев. Наибольшее распространение получили конические зенкеры с углом конуса при вершине 2φ равным 30, 60, 90 и 120°.

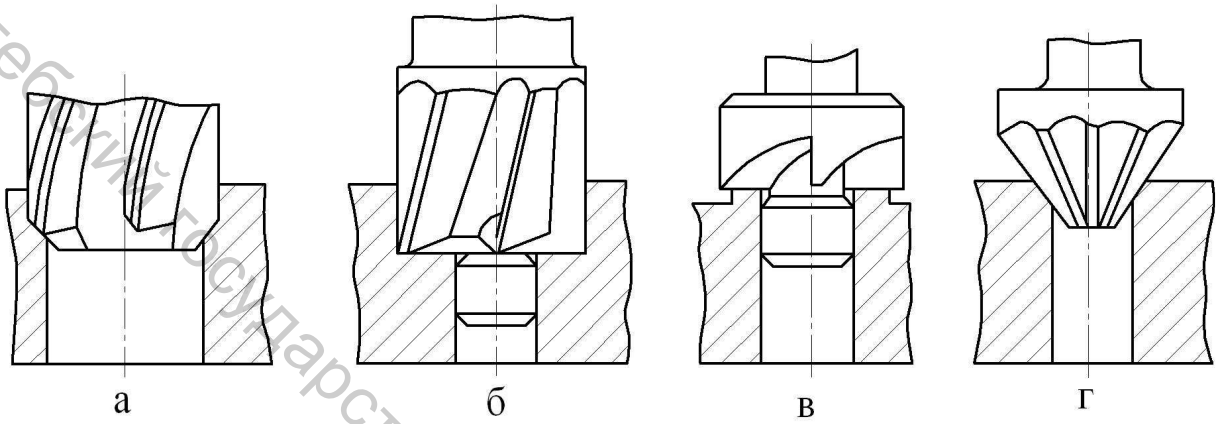


Рис. 6.24. Типы зенкеров: а – цилиндрический; б – цилиндрический с цапфой; в – торцовый; г –конический.

Цилиндрические зенкеры, предназначенные для увеличения диаметра отверстий наиболее широко распространены. Они позволяют получить точность обработки отверстий по 11-му квалитету и параметр шероховатости обработанной поверхности Rz 80 – 10 мкм.

Цельный цилиндрический зенкер состоит из режущей части (рис. 6.25), направляющей или калибрующей части, шейки и хвостовика. В отличие от сверла цилиндрический зенкер имеет большее число зубьев, увеличенный диаметр сердцевины, благодаря чему повышается жесткость инструмента и обеспечивается лучшее направление в отверстии. Глубина резания при зенкеровании меньше чем при сверлении, поэтому у зенкера отсутствует поперечная кромка, а его режущие кромки имеют сравнительно небольшие размеры и располагаются на периферии.

Направляющая часть зенкера необходима для направления в процессе резания, придает отверстию окончательные размеры и шероховатость поверхности, является запасом на переточку и обеспечивает удаление стружки по канавкам из зоны резания.

Хвостовики предназначены для крепления зенкера на станке. Они бывают конической или цилиндрической формы. Наиболее распространенные зенкеры с коническим хвостовиком.

Витебский государственный технологический университет

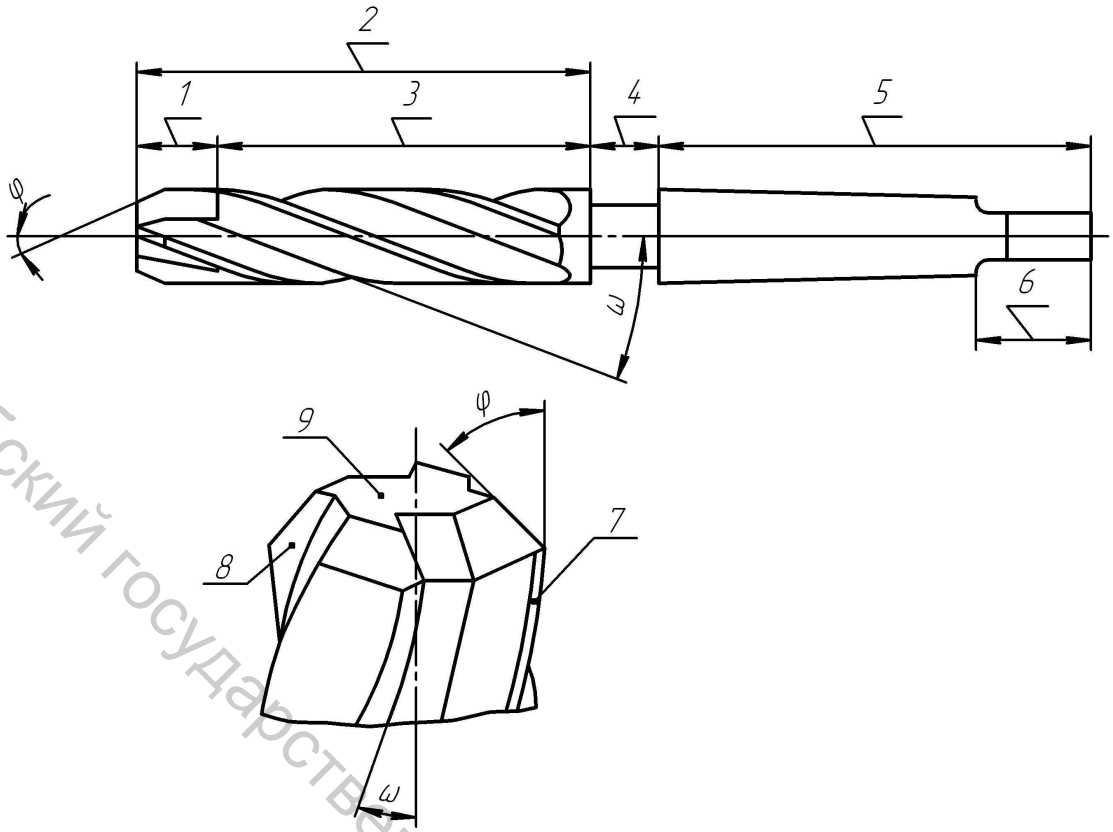


Рис. 6.25. Элементы цельного цилиндрического зенкера: 1 – режущая часть; 2 – рабочая часть; 3 – калибрующая часть; 4 – шейка; 5 – хвостовик; 6 – поводок; 7 - ленточка; 8 – передняя поверхность; 9 – сердцевина; φ – угол в плане; ω – угол наклона винтовой канавки.

Для обеспечения соосности цилиндрического углубления с предварительно обработанным отверстием, зенкеры для цилиндрических углублений снабжают направляющей цапфой, которую изготовляют как одно целое с зенкером (рис. 6.26, а) или съемной (рис. 6.26, б). Зенкеры со съемной цапфой проще затачивать, так как заточку торцовых зубьев производят при снятой цапфе. У зенкера же с цапфой, изготовленной как одно целое с корпусом, при переточках стачивается и направляющая цапфа, в результате чего после ряда переточек зенкер становится непригодным для работы.

Сменная направляющая часть расширяет область применения зенкера, так как позволяет устанавливать цапфы разных диаметров и обрабатывать различные отверстия.

Главные режущие кромки зенкера (рис. 6.26, б, г) располагаются на торце в плоскости, перпендикулярной к оси. Поэтому обеспечивается обработка выступов и цилиндрических углублений с плоским торцом. Число зубьев рассматриваемого инструмента принимается равным четырем.

У зенкеров из быстрорежущей стали стружечные канавки выполняются винтовыми ($\omega = 10 \div 15^0$). При обработке отверстий в чугунном и стальном литье со стороны необработанных поверхностей целесообразно применять твердосплавные зенкеры, которые имеют наклонные стружечные канавки с плоской задней поверхностью. Зенкер крепят коническим хвостовиком.

Витебский государственный технологический университет

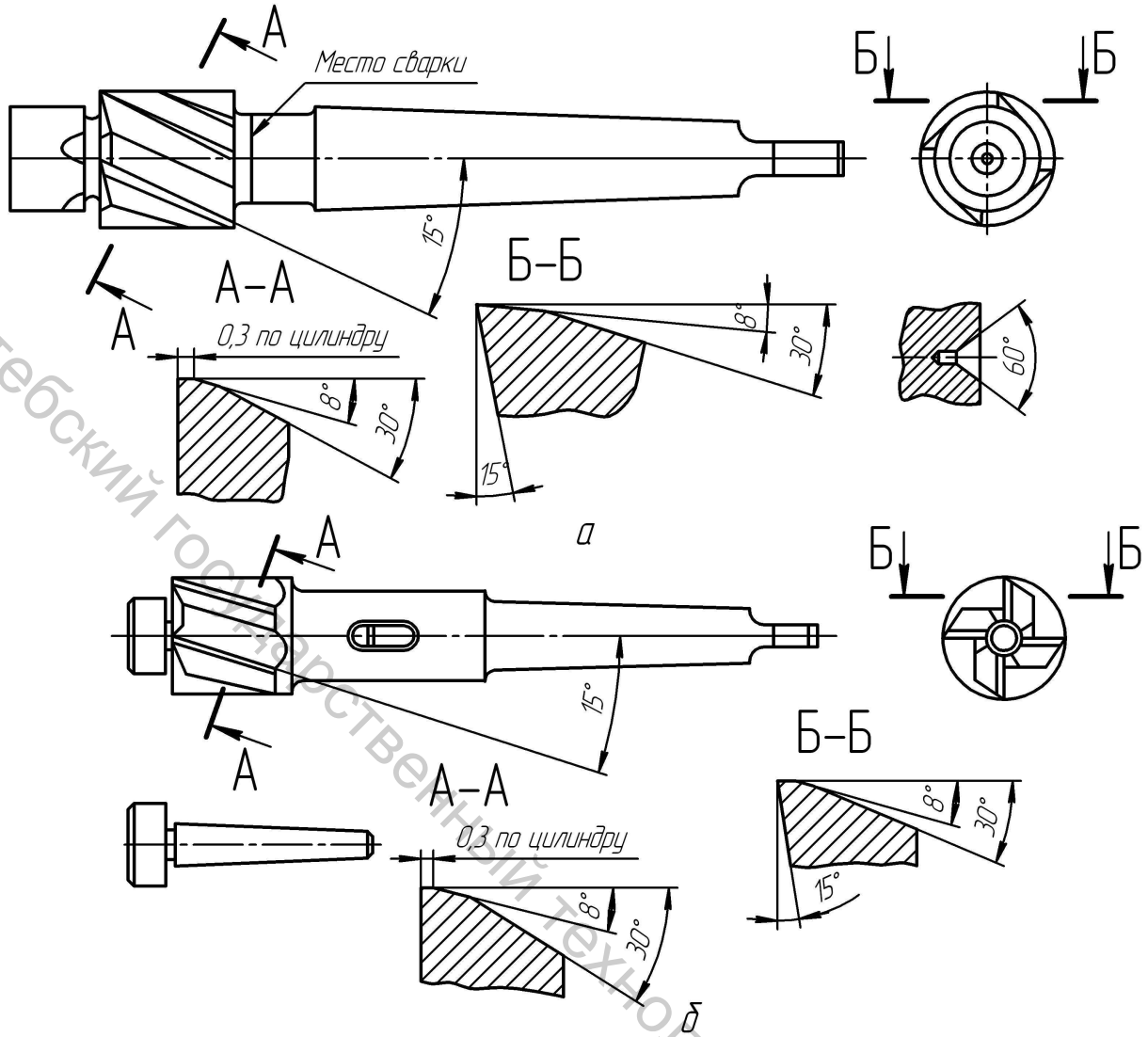
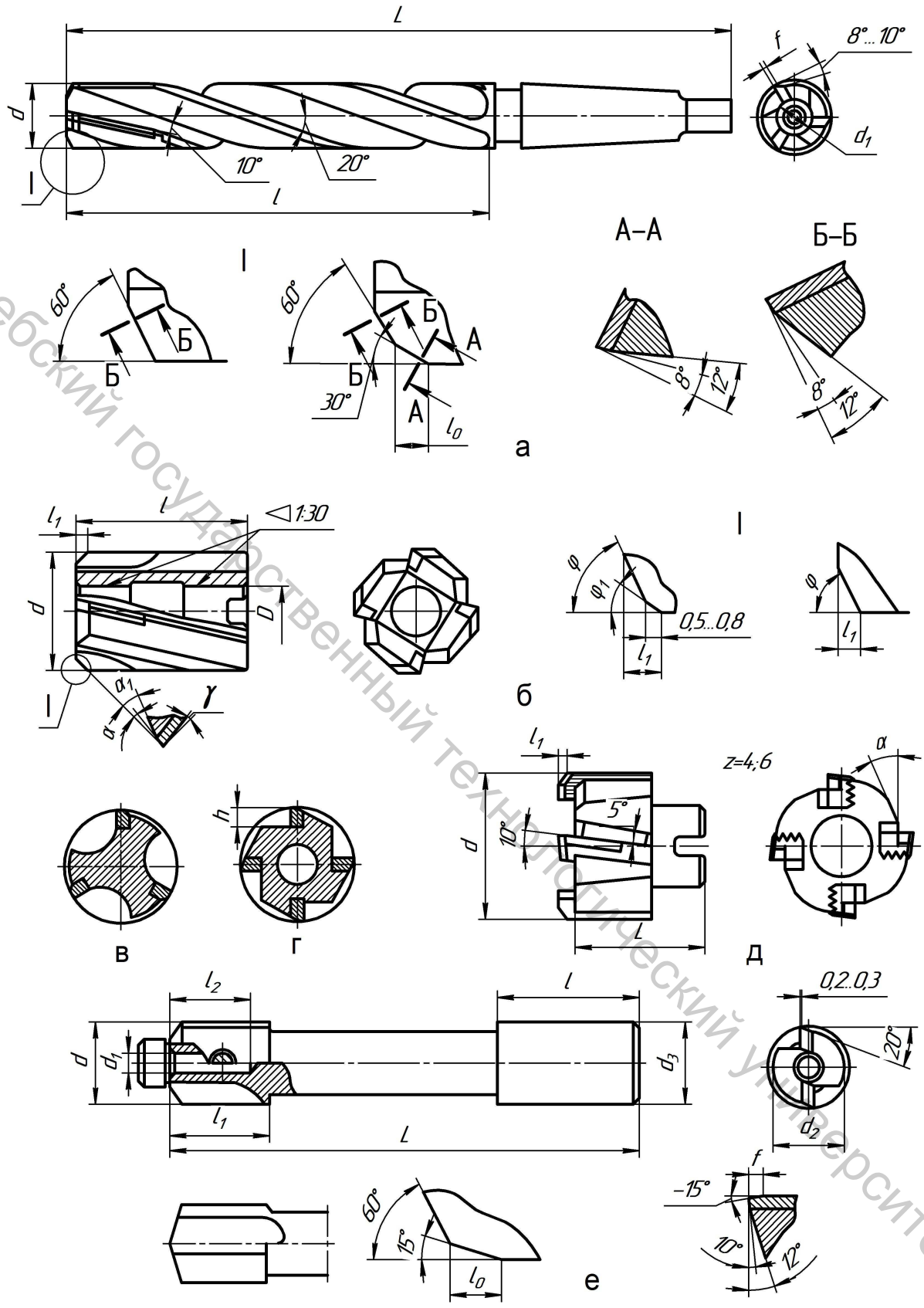


Рис. 6.26. Зенкеры для цилиндрических углублений: а – цилиндрический цельный; б – цилиндрический сборный.

Зенкеры, оснащенные твердосплавными пластинами, могут быть составными и сборными. Составные хвостовые зенкеры изготавливают диаметром 14 – 50 мм, насадные 32 – 80 мм, насадные сборные зенкеры диаметром 40 – 120 мм. Хвостовые зенкеры имеют три зуба, насадные – четыре, сборные зенкеры – четыре-шесть зубьев. Корпуса зенкеров и ножей, оснащаемые пластинами из твердого сплава делают из сталей 40Х или 45Х (36…46$HRC_э$), 9ХС (57…63$HRC_э$) или из быстрорежущей стали (57…63$HRC_э$). Для их оснащения применяют пластины из твердых сплавов ВК6, ВК8, ВК6-М, ВК8-В, Т5К10, Т14К8, Т15К6. Крепление пластин производится напайкой.

Хвостовые (рис. 6.27, а) и насадные (рис. 6.27, б) составные зенкеры имеют винтовые стружечные канавки с углом наклона 15 – 20^0. Для облегчения заточки и шлифования пластины в этих зенкерах напаивают в наклонных пазах, угол наклона которых на 3 – 5^0 меньше угла наклона винтовой стружечной канавки.

Витебский государственный технологический университет



Витебский государственный технологический университет

Рис. 6.27. Конструкции зенкеров, оснащенных пластинами из твердого сплава: а – хвостовой; б – насадной; в – трехзубый; г – четырехзубый; д – сборный насадной; е – составной с прямыми канавками.

Формы профиля поперечного сечения зенкеров, имеющих три и четыре зуба, показаны соответственно на рис. 6.27, в, г. Форма профиля подобна форме профиля, применяемой у зенкеров из быстрорежущей стали, за исключением вреза пластин из твердого сплава. Это вызывает необходимость усиления профиля зуба для создания под пластиной прочной основы.

Сборный насадной зенкер показан на рис. 6.27, д. На корпусе зенкера делают для крепления ножей косые канавки, наклоненные к оси зенкера под углом $\omega = 10\ldots15^0$. Передняя поверхность корпуса плоская. Число зубьев у таких зенкеров z = 4…6. Ножи в корпусе закреплены с помощью рифлений и клина. Угол клина 5^0.

Составной зенкер с прямыми канавками (рис. 6.27, е) предназначен для обработки заготовок из закаленных сталей. Передний угол γ делают отрицательным (-15^0) для упрочнения режущей кромки и направления схода стружки вперед по направлению подачи. Задний угол α равен 10^0. Главный угол в плане φ равен 60^0. Длина рабочей части зенкера равна длине пластины из твердого сплава. Для лучшего направления в процессе работы зенкер имеет переднее направление.

Резец-зенкер с многогранными пластинами твердого сплава (рис. 6.28, а) применяют для обработки отверстий с большими припусками. На корпусе 1 установлены две пластины 2 из твердого сплава, которые свободно надевают на штифты 3, закрепляют с помощью клина 5 и винта 4. Для разделения срезаемого припуска по режущие пластины смещены относительно друг друга в осевом направлении. Пластинка А снимает припуск глубиной $t_1 = (d_{ном} - d_{\min})/2$, пластинка Б – глубиной $t_2 = (d_{\max} - d_{ном})/2$. Резец-зенкер применяют для обработки отверстий диаметром 50 – 120 мм, им снимают припуск на черновой операции до 30 мм.

У зенкеров с механическим креплением круглых пластин из быстрорежущей стали из твердого сплава (рис. 6.28, б) угол в плане непрерывно меняется по длине режущей кромки, меньшее значение у перехода калибрующей части, что улучшает качество обработанной поверхности. Пластины 2 в корпусе 1 крепят центральным винтом 3, штоком 4 и стопорным винтом 5.

Угол наклона λ оказывает существенное влияние на направление выхода стружки. При отрицательных значениях угла $\lambda = -(5\ldots10)^0$ стружка движется по направлению подачи в предварительно обработанное отверстие, поэтому такие значения угла λ возможны только у зенкеров для обработки сквозных отверстий. При обработке глухих отверстий выбирают $\lambda = 0^0$. У твердосплавных зенкеров, для упрочнения вершины зуба применяют положительное значение $\lambda = 10\ldots15^0$.

Витебский государственный технологический университет

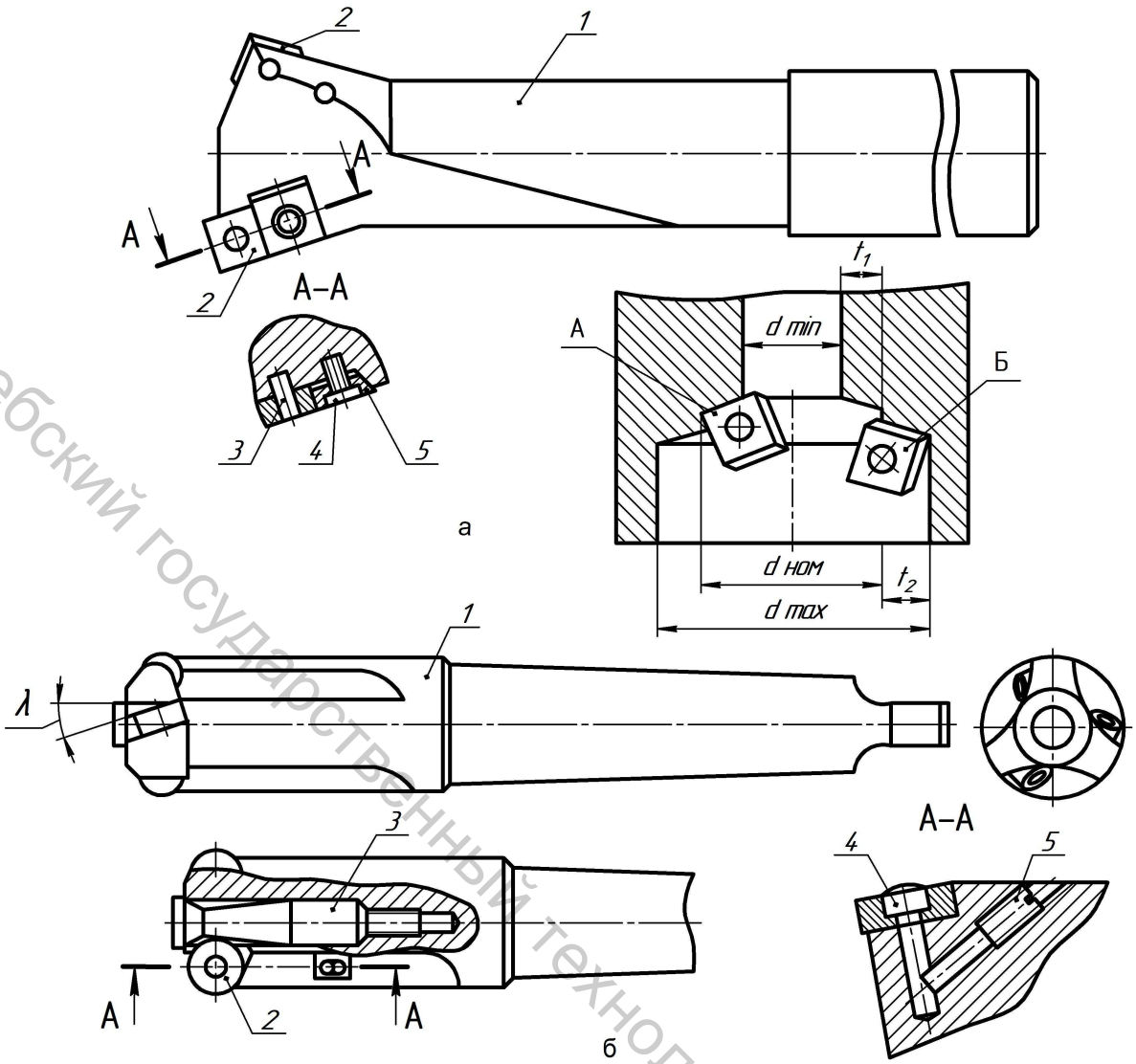


Рис. 6.28. Зенкеры, оснащенные неперетачиваемыми пластинами из твердого сплава: а – резец-зенкер: 1 – корпус; 2 – пластина; 3 – штифт; 4 – винт; 5 – клин; б – зенкер, оснащенный круглыми пластинами: 1 – корпус; 2 – пластина; 3 – центральный винт; 4 – шток; 5 – винт стопорный.

Развертка – осевой режущий инструмент, предназначенный для повышения точности и снижения шероховатости поверхности. Они обеспечивают точность отверстия по IT6 – IT11 с параметром шероховатости Ra = 2,5…0,32 мкм.

По форме обрабатываемого отверстия развертки можно разделить на цилиндрические, применяемые для обработки круглых цилиндрических отверстий, и конические, используемые для обработки конических отверстий. По способу применения различают развертки машинные и ручные. Ручные развертки применяют для развертывания отверстий вручную, а машинные используют на различных станках (сверлильных, токарных, револьверных и др.). Развертки могут быть хвостовые и насадные, цельные и сборные, постоянного диаметра и регулируемые. Развертки относительно малого диаметра изготовляют с цилиндрическим или коническим хвостовиком, который служит для ее

Витебский государственный технологический университет

закрепления на станке, либо в воротке с квадратным отверстием при работе вручную.

Цилиндрическая развертка состоит из рабочей части, шейки и хвостовика (рис. 6.29). Назначение шейки и хвостовика разверток такое же, как у сверл и зенкеров.

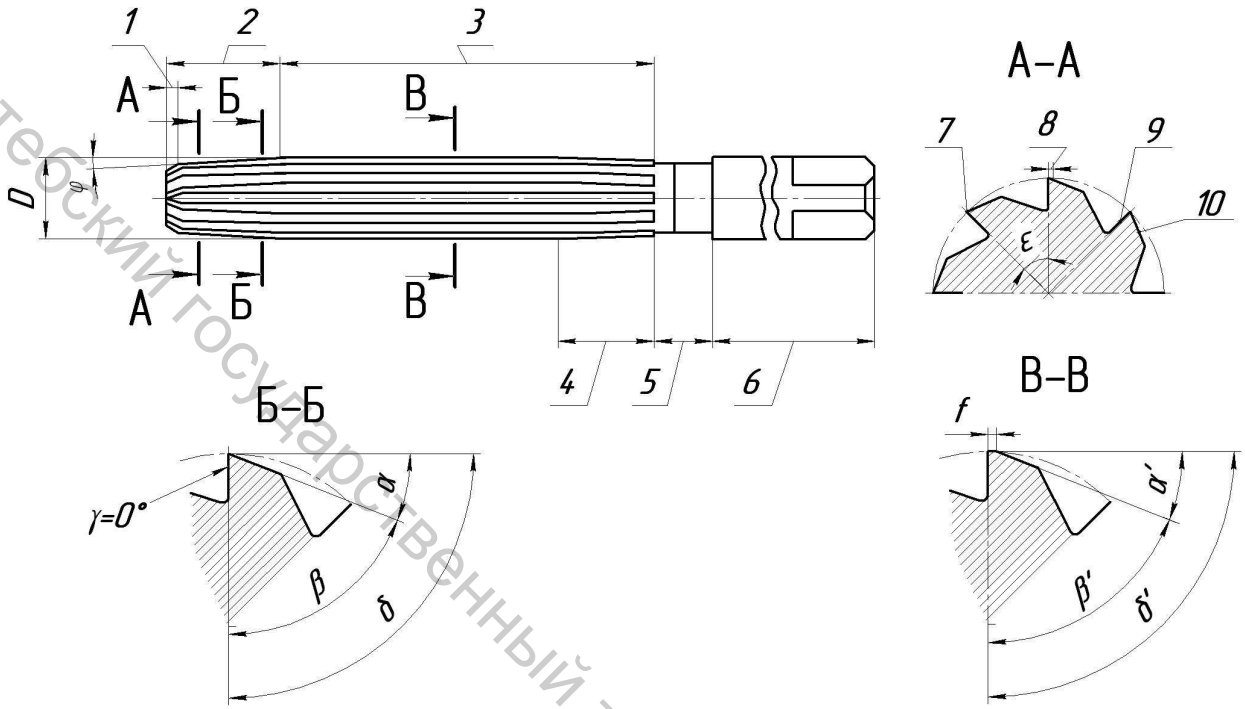


Рис. 6.29. Конструктивные и геометрические элементы цилиндрических разверток:
1 – направляющий конус; 2 – режущая часть; 3 – калибрующая часть; 4 – обратный конус; 5 – шейка; 6 – хвостовик; 7 – главная режущая кромка; 8 – ленточка; 9 – передняя поверхность; 10 – задняя поверхность.

Рабочая часть включает направляющий конус 1, режущую 2 и калибрующую 3 части.

Режущая (заборная) часть развертки представляет собой конус, на поверхности которого образованы зубья.

Калибрующая часть состоит из цилиндрического участка и участка с обратной конусностью 4. Передние и задние поверхности зубьев развертки, как на режущей части, так и на калибрующей части выполняются плоскими.

Передний угол γ разверток обычно принимается равным нулю, поскольку развертка работает в зоне малых толщин срезаемого слоя, характер протекания процесса зависит главным образом не от переднего угла, а от радиуса закругления режущей кромки. На черновых развертках и при обработке вязких материалов передний угол $\gamma = 5 \div 10^0$. Задние углы α у разверток колеблются в пределах $4 - 8^0$. Для чистовых разверток угол α берут меньшим, чем для черновых.

Затачивание зубьев на режущей части производится «доостра», а на калибрующей части – с оставлением цилиндрической ленточки шириной 0,05 –

Витебский государственный технологический университет

0, 3 мм. При обработке вязких металлов во избежание налипания частиц металла ширина ленточки уменьшается до 0,05 – 0, 10 мм. Ленточка служит для направления развертки в отверстии, способствует калиброванию отверстия и облегчает контроль развертки по диаметру.

Большое влияние на работу развертки оказывает угол в плане φ, между осью развертки и режущей кромкой, которая при переднем угле, равном нулю, идет по образующей конуса режущей части.

Изменением угла в плане φ изменяется соотношение между шириной и толщиной среза, составляющими усилия резания, интенсивность и характер износа инструмента. С увеличением угла заборного конуса растет осевое усилие, затрудняется продвижение развертки. Поэтому у ручных разверток угол в плане принимается небольшим, что способствует также плавному входу и выходу развертки из отверстия. На основе экспериментальных данных для ручных разверток при обработке сквозных отверстий $\varphi = 1 \div 2^0$.

Машинные развертки при работе направляются лучше ручных, поэтому длина их режущей части может быть меньшей, а угол в плане большим. При обработке чугуна $\varphi = 4 \div 5^0$, а при обработке стали $\varphi = 12 \div 15^0$. Для глубоких отверстий, как у ручных, так и у машинных разверток $\varphi = 45 \div 60^0$.

Для обеспечения входа в отверстие малый диаметр режущей части выполняется меньше диаметра обработанного отверстия на 1,3 – 1,4 припуска на развертывание.

Большинство разверток изготавливают с прямым зубом. В тех случаях, когда развертки предназначены для обработки отверстий с продольными канавками или отверстий, прерывающихся по длине, развертки делают с винтовыми зубьями. Направление винтовых зубьев обратно направлению резания для предупреждения от самозатягивания и заедания развертки.

Окружной шаг зубьев ε делают равномерным и неравномерным. Применение разверток с неравномерным шагом улучшает качество обработанных отверстий (снижает шероховатость поверхности, уменьшает их гранность). Для удобства измерения развертки, как правило, изготавливают с четным числом зубьев, а в случае неравномерности окружного шага накрестлежащие углы у них делают равными (рис. 6.30, а), так, чтобы режущие кромки противоположных зубьев находились в одной осевой плоскости. Конструкции насадных сборных регулируемых разверток со вставными ножами приведены на рис. 6.30, б, в. Крепление ножей осуществляется клиньями (рис. 6.30, б).

На ножах выполняют рифления, расположенные под углом 5^0 к оси развертки. Такое расположение рифлений обеспечивает увеличение диаметра развертки при передвижении ножей к заднему торцу развертки. При недостаточности такой регулировки ножи могут быть переставлены в следующие рифления корпуса, что увеличит размер диаметр развертки.

Витебский государственный технологический университет

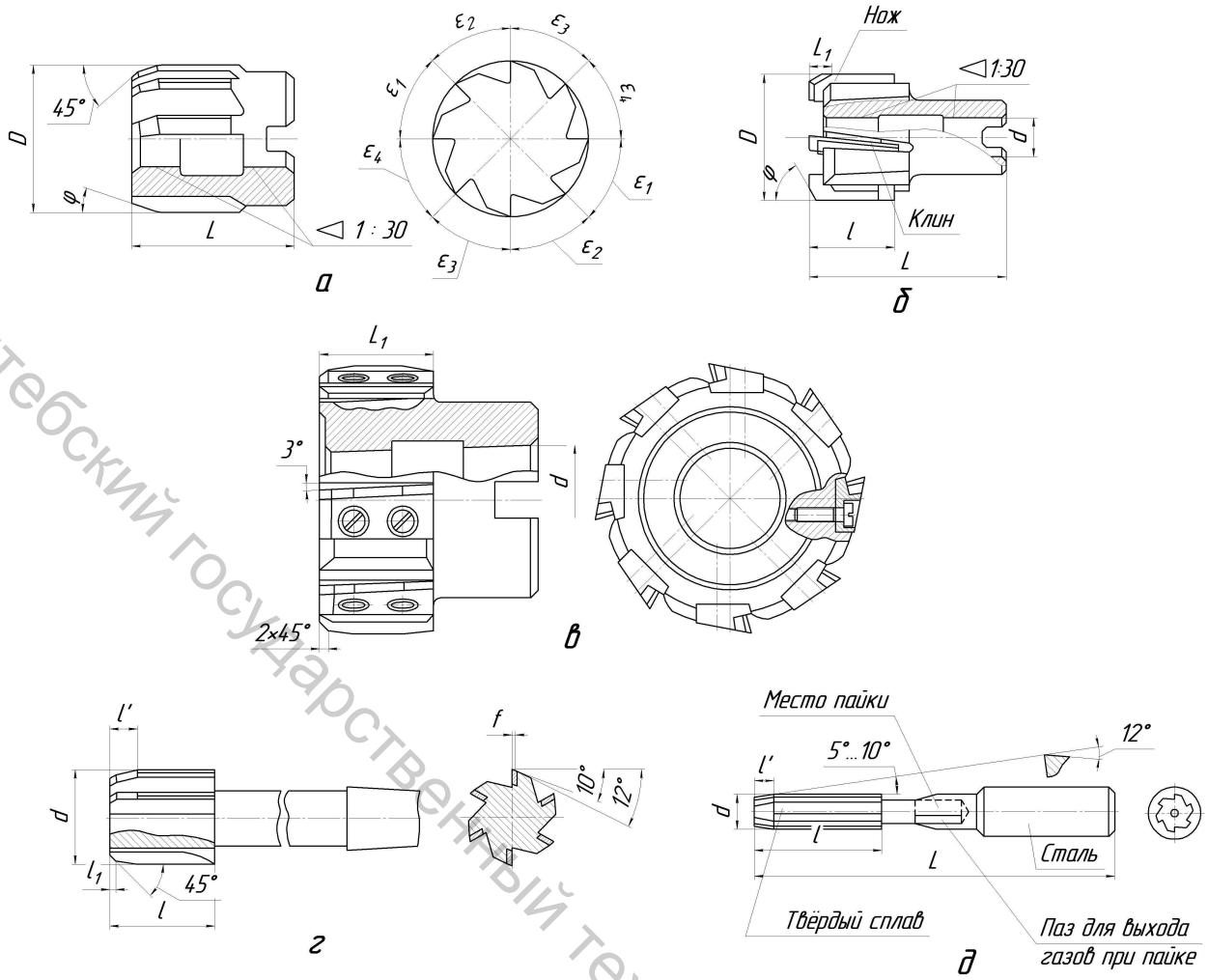


Рис. 6.30. Конструкции цилиндрических разверток: а – насадная цельная с неравномерным расположением зубьев; б, в – составные; г – с паянными твердосплавными вставками; д – цельная твердосплавная.

Для развертывания отверстий диаметром от40 до 300 мм применяют развертки, показанные на рис. 6.30, в). Ножи у них устанавливают в точные пазы и крепят к корпусу винтами. При необходимости регулировки диаметра под основание ножа подкладывают прокладки. После перестановки ножей развертки должны быть прошлифованы на необходимый размер и заточены. Указанные конструкции разверток изготавливают также с ножами, оснащенными напаянными пластинами из твердого сплава.

Кроме того, широко применяют развертки с пластинами твердого сплава, напаянными непосредственно на корпус (рис. 6.30, г). Развертки диаметром до 6 мм изготовляют целиком из твердого сплава, а развертки диаметром 3 – 12 мм изготовляют с рабочей частью из твердого сплава, которую впаивают в стальной хвостовик (рис. 6.30, д).

Витебский государственный технологический университет

Комбинированные инструменты для обработки отверстий

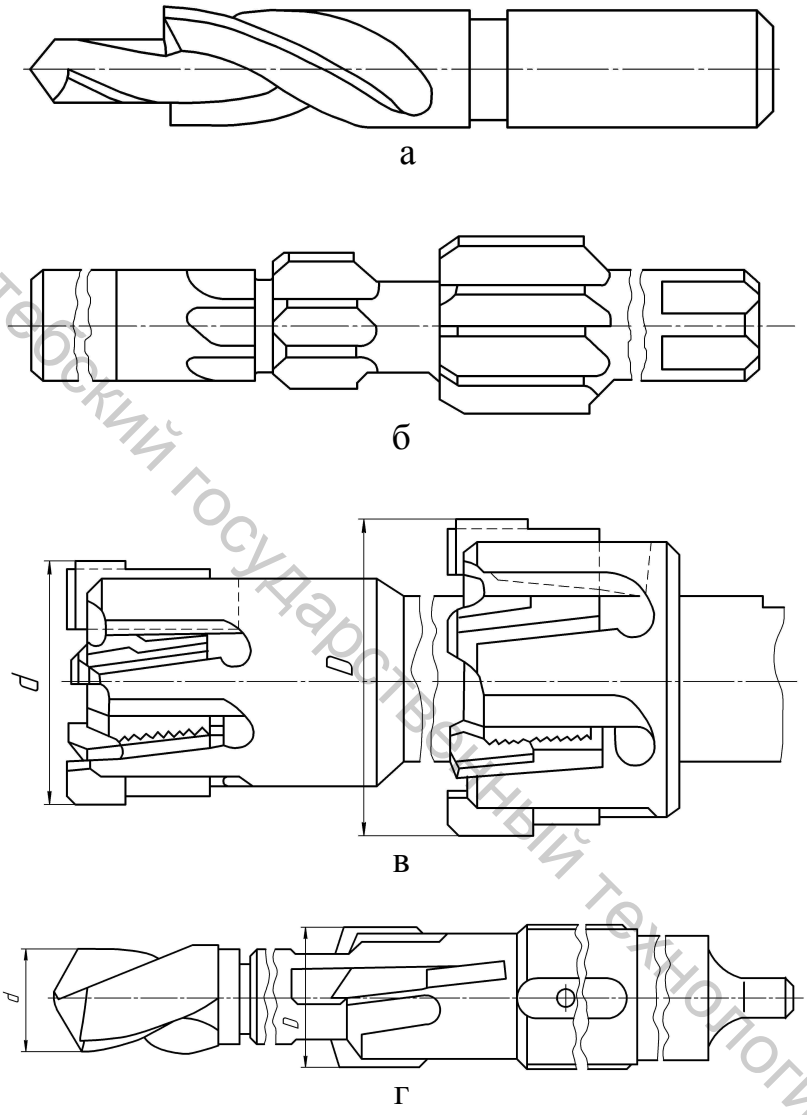


Рис. 6.31. Комбинированные однотипные (а…в) и разнотипный (г) инструменты:
а – ступенчатое сверло; б – ступенчатая развёртка; в – ступенчатый зенкер; г – ступенчатое сверло-зенкер.

Для совмещения операций при обработке цилиндрических ступенчатых отверстий используют различные комбинированные инструменты. Они позволяют сократить машинное и вспомогательное время, что повышает производительность обработки. Применение комбинированных инструментов уменьшает отклонение от соосности и повышает точность размеров между торцовыми поверхностями ступенчатых отверстий. Для обработки ступенчатых отверстий применяют комбинированные инструменты, образуемые соединением однотипных инструментов (рис. 6.31, а – в), ступенчатые сверла, зенкеры, развертки и др. Широко применяют инструменты, образуемые соединением разнотипных инструментов, например, сверло-зенкер (рис. 6.31, г), сверло-развертка, зенкер-развертка и др.

Комбинированные инструменты в большинстве случаев являются специальными и применяются для обработки только определённых деталей главным образом в серийном или массовом производстве.

Витебский государственный технологический университет

6.5. Резьбообразующий инструмент

Резьбонарезной инструмент. Наиболее простым резьбонарезным инструментом являются резьбовые фасонные резцы, которые предназначены для нарезания наружной и внутренней резьбы остроугольного, трапецеидального, прямоугольного профилей (рис. 6.32). По конструкции резьбовые резцы разделяются на стержневые (рис. 6.32, а), призматические (рис. 6.32, б) и круглые (6.32, в). Рассматриваемые резцы отличаются друг от друга формой и размерами задней поверхности и способами крепления.

Нарезание резьб с помощью резцов осуществляется за несколько проходов. Чтобы уменьшить число проходов и повысить производительность применяют резьбовые гребенки, которые используются главным образом при нарезании мелких резьб в мягких материалах. Резьбовая гребенка представляет собой несколько объединенных в единой конструкции резьбовых резцов. Аналогично резьбовым резцам гребенки могут быть стержневыми (рис. 6.32, г), призматическими (рис. 6.32, д) и круглыми (рис. 6.32, е). Чтобы распределить нагрузку между несколькими зубьями, на гребенке создается режущая часть с углом $\varphi = 25…30^0$. Благодаря этому вершины отдельных зубьев располагаются на различных расстояниях от оси заготовки и последовательно срезают материал впадины резьбы. Для зачистки резьбы гребенка имеет калибрующую часть, состоящую из 4…6 однотипных зубьев.

Наиболее широко распространены круглые гребенки, как более простые в изготовлении и допускающие достаточно большое количество переточек. Круглые гребенки обычно изготавливают с винтовой задней поверхностью, с углом подъема, равным углу подъема резьбы заготовки. При работе гребенку можно устанавливать различным образом относительно заготовки: спереди, сзади, сверху, снизу и т.д. Следовательно, на станке можно установить одновременно несколько гребенок, что увеличит суммарную длину активных режущих кромок.

Инструменты, у которых в единой конструкции объединено несколько резьбовых гребенок, называют метчиками и плашками. К основным конструктивным элементам метчиков относятся (рис. 6.32, ж): режущая (заборная) часть 3, калибрующая часть 4, хвостовик 5, режущее перо 6, канавка 7, сердцевина 8.

По конструкции и применению метчики делят на следующие типы:

- ручные, или слесарные, в комплекте из двух-трех штук и более, предназначенные для нарезания резьбы вручную;
- машинно-ручные для нарезания резьбы как вручную, так и на станке;
- машинные для нарезания резьбы в сквозных и глухих отверстиях на резьбонарезных, сверлильных и других станках;
- гаечные для нарезания резьбы в гайке;
- трубные и конические предназначенные для нарезания соответственно резьбы в трубах или соединительных муфтах;
- калибровочные, используются для калибрования предварительно нарезанной или фрезерованной резьбы;

Витебский государственный технологический университет

- метчики сборной конструкции со вставными гребенками, с прерывистой шахматной резьбой; с корригированной резьбой для специальных видов крупных профилей; бесконечные, с укороченной и бочкообразной калибрующей частью и т.д.

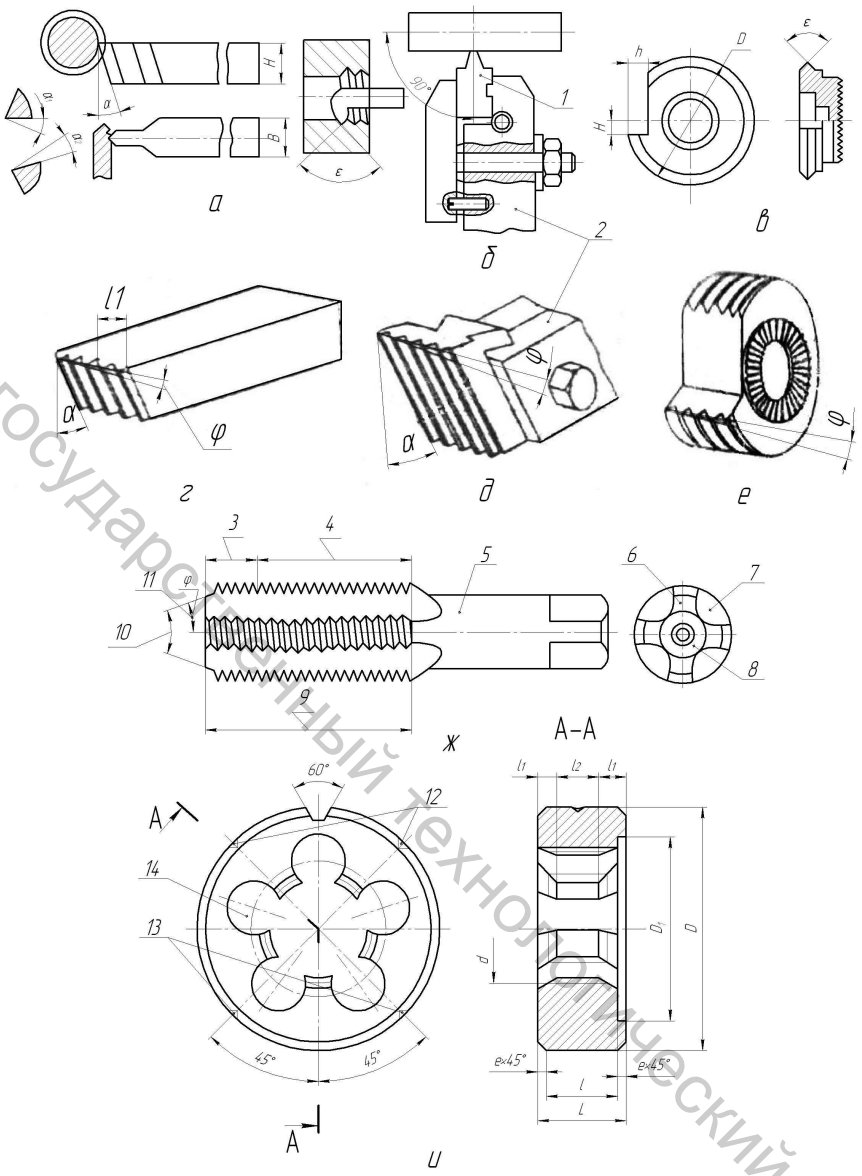


Рис. 6.32. Резьбонарезной инструмент

а, б, в – резьбовые резцы, соответственно: стержневой, призматический и круглый; г, д, е – резьбовые гребёнки, соответственно: стержневая, призматическая, круглая; ж – метчик, и – плашка; 1 – резец; 2 – державка; 3 – заборная часть; 4 – калибрующая часть; 5 – хвостовик; 6 – режущее перо; 7 – канавка; 8 – сердцевина; 9 – рабочая часть; 10 – угол конуса рабочей части; 11- угол уклона заборной части; 12 – гнёзда для регулировочных винтов; 13 – гнёзда для крепёжных винтов; 14 – стружечное отверстие.

Круглые плашки предназначены для нарезания наружных резьб за один проход (рис. 6.32, и). Рабочая часть круглой плашки имеет с обоих торцов режущую (заборную) l_1 часть, что дает возможность нарезать резьбу как одной, так и другой стороной. Для распределения усилия резания между отдельными режущими элементами плашка имеет угол наклона в плане φ на режущей части. Для калибрования резьбы и обеспечения правильного плашки снабжаются

Витебский государственный технологический университет

калибрующей частью l_2. Для установки и закрепления предусмотрены на наружной поверхности конические гнезда, в которые входят крепежные винты и прижимают плашку нерабочим торцом к торцу плашкодержателя.

Резьбовые фрезы относятся к многозубым инструментам, благодаря чему процесс резьбонарезания становится более производительным. По конструкции резьбовые фрезы подразделяются на следующие типы: гребенчатые цилиндрические для нарезания резьб неглубокого профиля с шагом 0,5…6 мм (рис. 6.33, а); дисковые для нарезания резьб крупного профиля (рис. 6.33, б); гребенчатые сборные (рис. 6.33, в); головки для скоростного фрезерования резьбы с крупным шагом (рис. 3.33, г).

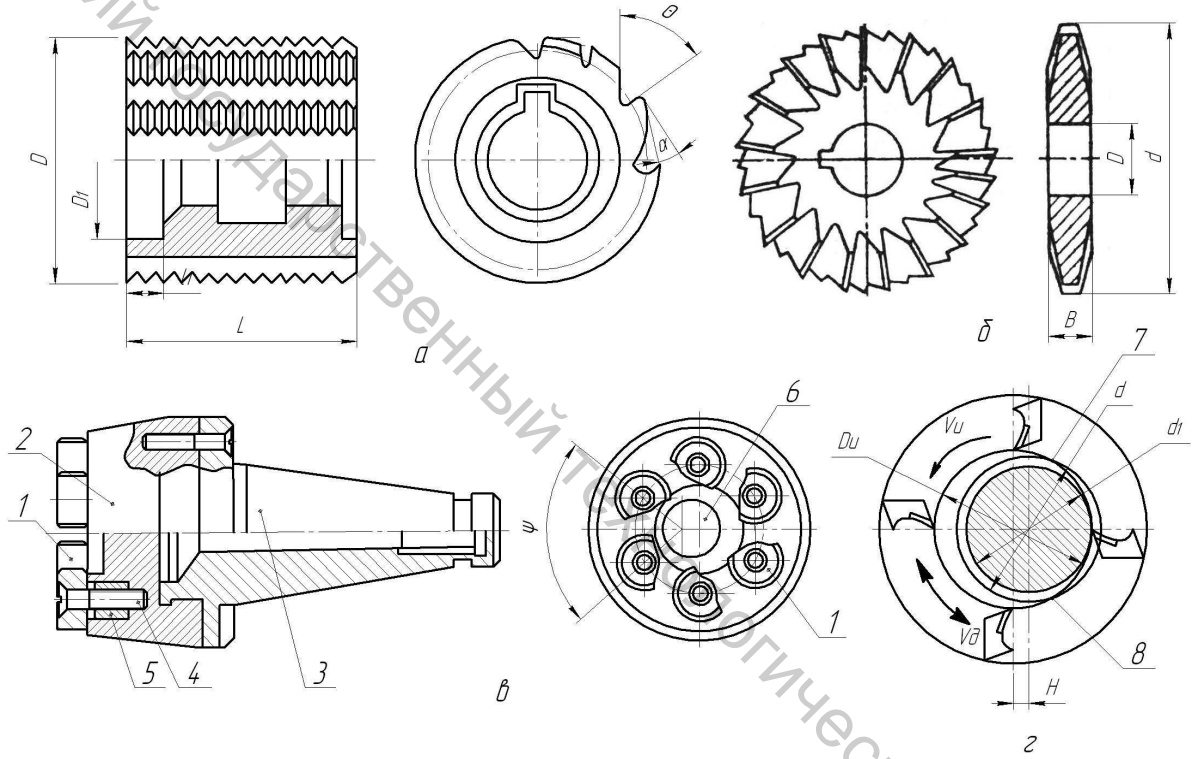


Рис. 6.33. Резьбовые фрезы:
а – гребёнчатая; б – дисковая; в – гребенчатая сборная; г – головка для скоростного фрезерования: 1 – гребенки; 2 – корпус; 3 – хвостовик; 4 – винт; 5 – втулка; 6 – заготовка; 7, 8 – начальная и конечная точки контакта.

Гребенчатые резьбовые фрезы (червячные) (рис. 6.33, а) позволяют в несколько раз по сравнению с обработкой резцами повысить производительность. В процессе обработки фреза и заготовка вращаются вокруг своих осей. Кроме того, фреза за один оборот заготовки перемещается поступательно вдоль ее оси на шаг резьбы. Длина резьбы выполняется несколько больше длины обрабатываемой резьбы, что позволяет вести фрезерование одновременно по всей длине заготовки. Из-за наличия кольцевых витков профиль резьбы несколько искажается.

Дисковые фрезы (рис. 6.33, б) применяются для нарезания трапецеидальных резьб с крупным шагом на различных ходовых винтах и

Витебский государственный технологический университет

червяках. Фрезерование применяется, как предварительный метод обработки. Чистовая обработка производится шлифовальным кругом. Фрезы выполняют острозаточенными с чередующимися зубьями.

Гребенчатые сборные фрезы (рис. 6.33, в) применяют для фрезерования коротких резьб. Гребенки 1 закрепляют к корпусе 2, втулкой 5 и винтом 4. Для крепления на станке служит конический хвостовик 3. Угол контакта зубьев фрезы ψ с заготовкой 6 при охватывающем фрезеровании значительно больше, чем при фрезеровании червячными фрезами, что позволяет увеличить число одновременно работающих зубьев, и, следовательно, производительность.

Головки для скоростного фрезерования (рис. 6.33, г) представляют собой сборный инструмент и применяют для скоростного фрезерования резьб большого диаметра. В корпусе головки размещается от 2 до 12 резцов. Центр головки смещен относительно центра заготовки на величину Н. Резцы вступают в контакт с заготовкой в точке 7 и выходят из контакта в точке 8. Фрезерование производится за один рабочий ход на токарном станке. Производительность обработки повышается в 2,5…3 раза по сравнению с фрезерованием дисковыми фрезами.

Резьбонакатной инструмент. Накатывание резьбы – наиболее производительный процесс. По сравнению с резьбонарезанием резьбонакатывание имеет следующие преимущества: улучшение физико-механических свойств поверхностного слоя металла; экономия металла на 10…30%, так как диаметр заготовки под резьбу меньше диаметра получаемой резьбы; производительность в десятки раз выше производительности резьбонарезания.

Существуют следующие типы резьбонакатных инструментов: резьбонакатные ролики и резьбонакатные плашки.

Резьбонакатные ролики являются наиболее универсальными инструментами, отличающиеся широкими технологическими возможностями. Накатывание резьбы осуществляется по различным схемам: с радиальным движением подачи роликов (рис. 6.34, а), с касательным движением подачи заготовок (рис. 6.34, б) с осевой подачей заготовок (рис. 6.34, в).

Наиболее распространенный способ – накатывание резьбы радиальной подачей (рис. 6.34, а). Ролики 1 и 2 вращаются синхронно. Окружные скорости роликов и заготовки равны. Заготовка вращается под действием ролика, а ось заготовки располагается ниже центра роликов. Заготовка 3 устанавливается на опорную линейку. В процессе накатывания ролики сближаются (радиальная подача).

Витебский государственный технологический университет

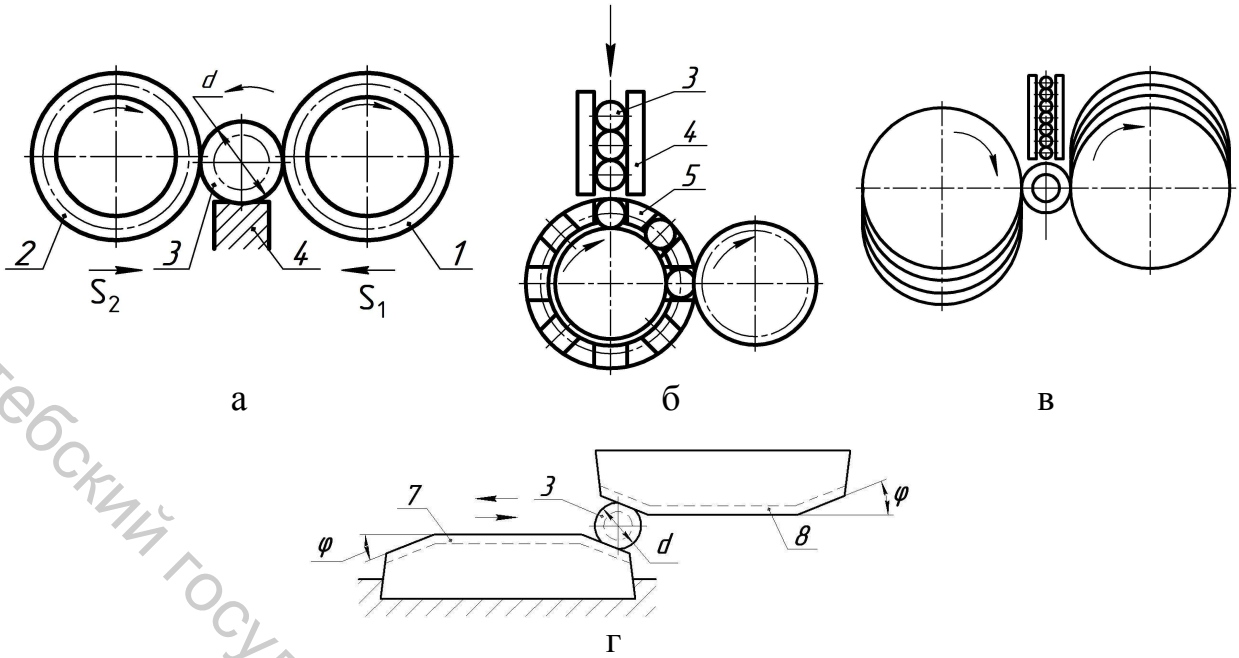


Рис. 6.34. Схемы накатывания резьбы роликами(а, б, в) и плашками г.
а – радиальной подачей роликов, б – накатывание касательным движением подачи заготовок, в – осевым движением заготовок: 1,2 – ролики; 3 – заготовка; 4 – опорная линейка; 5 – бункер; 6 – сепаратор; 7,8 – неподвижная и подвижная плашки.

Направление резьбы на ролике противоположно направлению резьбы на заготовке. Основным условием получения правильной резьбы является равенство углов подъема резьбы ролика и заготовки. Для улучшения процесса накатывания и увеличения стойкости инструмента диаметр ролика должен быть как можно больше.

Накатывание касательным движением подачи заготовки осуществляется с помощью подающих устройств (рис. 6.34, б). Заготовки 3 принудительно подаются из бункера 5 в непрерывно вращающийся сепаратор 6, который переносит заготовки в рабочую зону и удаляет их по окончании накатывания.

Накатывание с осевым движением подачи заготовок (рис. 6.34, в) осуществляется за счет осевой составляющей силы накатывания, возникающей при скрещивающемся расположении осей роликов.

Резьбонакатные плашки (рис. 6.34, г) универсальны и просты по конструкции, но не обеспечивают стабильности диаметра накатываемой резьбы и поэтому их применяют для накатывания резьбы на болтах, винтах, шурупах, шпильках. Одна из плашек 7 устанавливается неподвижно, а подвижная плашка 8 совершает возвратно-поступательное движение. При главном движении производится накатывание резьбы на заготовке 3. В конце обратного хода с помощью толкателя устанавливается между плашками очередная заготовка. Благодаря наличию на плашке заборного конуса заготовка заклинивается, а затем прокатывается между плашками. Плашки располагаются строго параллельно, а витки резьбы смещены относительно друг друга на 0,5P. Расстояние между плашками в процессе накатывания равно внутреннему диаметру резьбы.

Витебский государственный технологический университет

6.6. Протяжки

Протягивание является одним из наиболее эффективных способов обработки заготовки. При обработке отверстий обеспечивается точность в пределах 7-9 квалитетов, параметр шероховатости Ra = 0,25…0,32 мкм. По сравнению с другими способами производительность повышается в 3-12 раз.

Протяжки являются сложным и дорогостоящим специальным инструментом, изготовляемым для обработки определенных деталей. Экономическая эффективность от их применения в полной мере выявляется лишь при массовом и серийном характере производства изделий. Однако на предприятиях с единичным и мелкосерийным выпуском изделий протяжки могут дать весьма значительный экономический эффект, если формы обрабатываемых поверхностей и их размеры нормализованы.

В основном протяжки применяют для обработки круглых, шлицевых, многогранных отверстий, шпоночных канавок, наружных поверхностей. Их применяют для получения деталей диаметром или шириной от 6 до 100 мм и более.

Методы протягивания и протяжной инструмент непрерывно совершенствуются. В промышленности применяют несколько схем протягивания. Наиболее простой является схема протягивания, при которой осуществляется возвратно-поступательное относительное движение инструмента заготовки (рис. 6.35, а). Эта схема используется как при обработке наружных поверхностей на универсальных протяжных станках.

Для обработки отверстий протяжка имеет форму стержня, поперечное сечение которого соответствует поперечному сечению обработанной детали. На наружной, рабочей, поверхности исходного стержня создаются режущие зубья, диаметральные размеры которых увеличиваются к концу протяжки. За счет постепенного увеличения диаметральных размеров зубьев происходит срезание металла только при поступательном движении протяжки относительно детали.

Профилирующие участки режущих кромок зубьев протяжки располагаются на исходной рабочей поверхности цилиндра. Эта поверхность при обработке соприкасается с поверхностью заготовки и ее профиль совпадает с профилем детали, что и обеспечивает формирование поверхности детали. Поверхность детали в рассматриваемом случае имеет форму цилиндрической поверхности, образующие которой расположены параллельно направлению возвратно-поступательных движений протяжки. Профиль этой поверхности может быть самым разнообразным. Он зависит от формы и размеров профилирующих участков режущих кромок зубьев протяжек и от их взаимного расположения.

Витебский государственный технологический университет

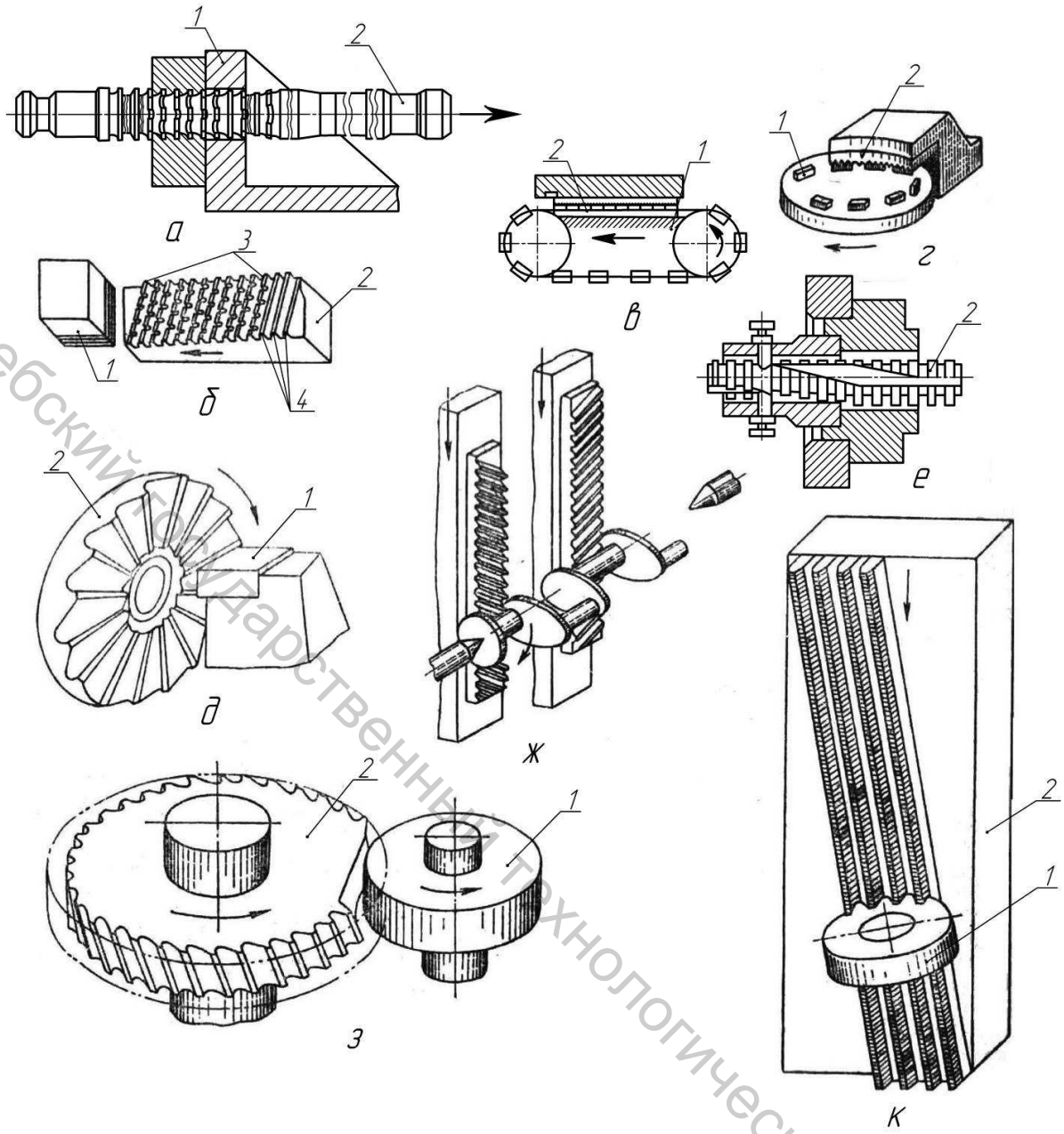


Рис. 6.35. Технологические схемы протягивания: а,б – возвратно-поступательное движение протяжки; в – поступательное движение заготовок; г – круговое движение заготовок; д – вращательное движение протяжки; е – винтовое движение протяжки; ж – вращательное движение заготовки и поступательное движение протяжки; з – вращательное движение заготовки (движения резания) и вращательное движение протяжки; к – возвратно – поступательное движение протяжки и установочное поворотное движение заготовки; 1 – заготовка; 2 – протяжка; 3 – режущие зубья; 4 – калибрующие зубья.

Протяжка, предназначенная для обработки наружных поверхностей, представляет собой призматическое тело, на рабочей поверхности которого образованы режущие зубья (рис. 6.35, б). Высотные размеры режущих зубьев увеличиваются к концу протяжки. Благодаря этому происходит срезание металла при поступательном движении протяжки относительно заготовки.

Витебский государственный технологический университет

В целях повышения производительности труда используются схемы непрерывного протягивания. В этом случае заготовки перемещаются относительно неподвижной протяжки. Чтобы обеспечить прямолинейное движение обрабатываемых заготовок относительно неподвижной протяжки, необходимо использовать замкнутую цепь с рядом приспособлений, которые скользят по направляющим станины (рис. 6.35, в*)*. Закрепление заготовок в приспособлениях и их освобождение после обработки осуществляются автоматически или вручную.

Относительное движение протяжки и детали может быть вращательным. При этом заготовки закрепляются на вращающемся круглом столе и проходят под протяжкой, прикрепленной к неподвижному кронштейну (рис. 6.35, г).

Вращательное движение относительно неподвижной заготовки может совершать так же протяжка (рис. 6.35, д). При круговом протягивании обработанная поверхность заготовки образуется в форме поверхности вращения. В частном случае она может быть плоскостью, которую можно рассматривать как поверхность вращения прямой линии вокруг перпендикулярной оси.

Чтобы в процессе кругового протягивания получить требуемую поверхность, необходимо расположить профилирующие участки режущих кромок зубьев протяжки на поверхности заготовки. Зубья, вступающие в работу раньше профилирующих, должны в момент резания располагаться на различных постепенно увеличивающихся расстояниях от поверхности заготовки, чтобы обеспечить целесообразную толщину среза. При круговом протягивании отсутствует обратный ход, что соответственно ускоряет процесс обработки.

Относительное движение протяжки и заготовки может быть винтовым, что используется при протягивании винтовых канавок. Винтовое движение может осуществляться как совокупность поступательного и соответствующего вращательного движения. Вращательное движение может принудительно сообщаться протяжке или заготовке. Может использоваться также самовращение протяжки или заготовки. Принудительное вращение протяжки может быть обеспечено различными способами, например, с помощью пальца (рис. 6.35,е) или ролика, скользящего по винтовой канавке на протяжке через зубчатую пару, путем настройки соответствующей кинематической цепи станка и т.п. Обработка винтовых канавок с углом наклона до 10^0 может производиться при самовращении протяжки или заготовки, соответственно установленных на шариковых опорах. Протягивание с самовращением применяют при сравнительно невысоких требованиях к точности обработки. Винтовое протягивание находит применение при обработке винтовых шлицев, при нарезании резьбы специальных профилей на гайках с помощью метчиков-протяжек и т.п.

Протягиванием обрабатываются также наружные поверхности тел вращения с прямолинейными или криволинейными образующими. Схема такой обработки (рис.6.35, ж*)* включает относительно быстрое вращение

Витебский государственный технологический университет

заготовки вокруг своей оси, которое является главным движением резания. Протяжка движется прямолинейно, касаясь обрабатываемой поверхности. Каждый зуб такой протяжки можно рассматривать как тангенциальный фасонный резец. Постепенное углубление при работе зубьев протяжки в материал заготовки обеспечивается режущими кромками зубьев, расположенных на разных расстояниях от опорной плоскости инструмента. Благодаря этому расстояние от режущих кромок до оси заготовки от зуба к зубу уменьшается, что и определяет размеры срезаемых слоев металла.

Протягивание поверхностей вращения может производиться также спиральными протяжками (рис. 6.35, з). В процессе обработки осуществляется быстрое вращение детали вокруг своей оси и относительно медленное вращение протяжки вокруг ее оси. Обработка производится за один оборот протяжки. Постоянное углубление зубьев протяжки в материал заготовки происходит в результате расположения режущих кромок зубьев на спиральной поверхности, т. е. на разных расстояниях от оси заготовки. Чтобы в процессе обработки получить требуемую поверхность, необходимо профилирующие участки режущих кромок зубьев расположить на поверхности вращения. Ось этой поверхности совпадает с осью протяжки, и она в процессе обработки касается поверхности детали.

Спиральные протяжки могут использоваться также при обработке внутренних поверхностей вращения. При обработке наружных поверхностей вращения применяют кольцевые протяжки с внутренними зубьями. Режущие кромки зубьев такой протяжки располагаются на разных расстояниях от оси, благодаря чему обеспечивается последовательное углубление зубьев инструмента в материал заготовки. По сравнению со спиральными протяжками, кольцевые протяжки имеют увеличенную дугу контакта каждого зуба с материалом заготовки, что способствует повышению производительности.

Получили распространение более сложные схемы протягивания методом обкатки фасонных поверхностей, конических прямозубых колес и других деталей. На рис. 6.35, к изображена схема протягивания по методу обкатки прямозубых цилиндрических зубчатых колес. В качестве инструмента используется реечная протяжка, которой сообщается прямолинейное поступательное движение. Заготовка принудительно вращается вокруг своей оси. Скорость вращения заготовки должна быть согласована со скоростью движения протяжки. Составляющая скорости протяжки в плоскости, перпендикулярной к оси заготовки, должна быть равна окружной скорости заготовки по делительной окружности. Этим обеспечивается условие обкатки заготовки по инструменту-рейке.

При протягивании прямозубых колес заготовки поворачивается на угол, соответствующий углу расположения зубьев рейки-инструмента. Каждый зуб рейки-инструмента снимает материал одной определенной впадины колеса. Чтобы обеспечить обработку всех зубьев колеса, необходимо иметь широкую и длинную протяжку. Поэтому обычно применяют протяжки

Витебский государственный технологический университет

с двумя-тремя реечными выступами, осуществляя работу за несколько проходов.

Из всех рассмотренных схем наибольшее распространение получило протягивание, при котором относительное движение инструмента и заготовки является прямолинейным.

Конструкции протяжек. Внутренние протяжки (рис. 6.36, а) имеют следующие основные части: хвостовик 1, шейку 2, переходный конус, переднюю направляющую часть 3, режущую часть 4, калибрующую часть 5, заднюю направляющую часть 6, опорную цапфу и задний хвостовик 7.

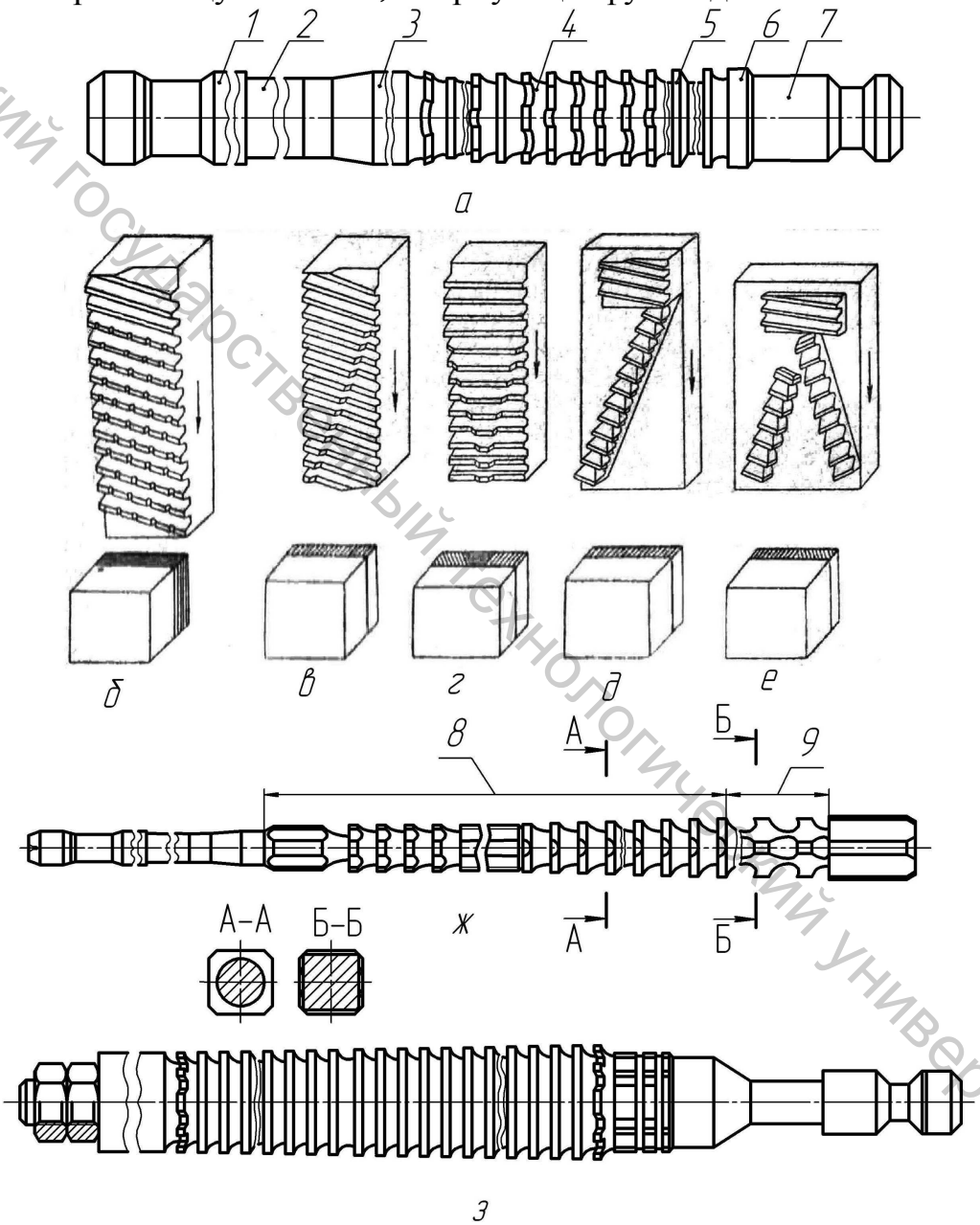


Рис. 6.36. Схемы конструкций протяжек:
а, б – профильная схема резания; в, г, д, е – последовательная (генераторная схема резания); ж – комбинированная схема резания; з – сборная протяжка;
1 – хвостовик; 2 –шейка; 3 – передняя направляющая; 4 – режущая часть; 5 – калибрующая часть; 6 – задняя направляющая; 7 – хвостовик; 8 – зубья, режущие по генераторной схеме; 9 – зубья, режущие по профильной схеме.

Витебский государственный технологический университет

Протягивание отверстий производится в такой последовательности: заготовка с предварительно просверленным отверстием насаживается на переднюю направляющую часть протяжки, которая своим хвостовиком присоединяется к тяговому патрону станка. В процессе рабочего хода инструмент протягивается кареткой станка сквозь отверстие в заготовке, которая при этом упирается в опорную плоскость станка или приспособления и удерживается на ней силой трения. После прохождения протяжки через отверстие заготовка падает в корыто станка. Затем выполняется обратный ход. Протяжка отсоединяется от тягового патрона, очищается от стружки повторяется полный цикл работы.

Наружные протяжки применяются, как правило, при обработке разнообразных цилиндрических поверхностей деталей, имеющих незамкнутый контур. В отличие от внутренних протяжек наружные протяжки состоят только из режущей и калибрующей части. Это объясняется тем, что наружные протяжки, а также заготовки жестко закрепляются на вертикально-протяжных станках, за счет чего и обеспечивается определенное относительное движение и расположение инструмента и детали в процессе обработки.

Определенное взаимное расположение и относительное перемещение инструмента и заготовки создается с помощью соответствующих приспособлений и на горизонтально-протяжных станках при работе наружными протяжками. Из наружных протяжек наиболее распространены плоские протяжки для обработки одной или нескольких плоских поверхностей. Конструкция протяжки и ее размеры в значительной степени предопределяются принятой схемой резания.

Широко используются обыкновенные плоские протяжки с профильной схемой резания (рис. 6.36, б). В этом случае стружка срезается параллельными слоями во всю ширину протягиваемой поверхности. Для разделения стружки по ширине на режущих зубьях протяжки профильной схемы резания в шахматном порядке выполняются стружкоразделительные канавки. При обработке узких плоскостей шириной менее 10 – 12 мм стружкоразделительные канавки могут отсутствовать.

Применяются плоские протяжки с последовательной (генераторной) схемой резания (рис. 6.36, в, г, д, е). Эти протяжки предназначены для обработки поковок, относительно небольшой ширины. Для обработки широких плоскостей протяжки получаются довольно большой длины, что усложняет их конструкцию и эксплуатацию. Рассматриваемые протяжки подразделяют на прямые односторонние (рис. 6.36, в), прямые двусторонние (рис. 6.36, г), наклонные односторонние (рис. 6.36, д) и наклонные сдвоенные (рис. 6.36, е)

Протяжки имеют равные по высоте, но разные по длине режущие зубья. Толщина среза при рассматриваемой схеме обработки в несколько раз больше, чем у протяжек профильной схемы резания.

Наклонные протяжки имеют, кроме главных режущих зубьев, также зачищающие вспомогательные зубья. Позади черновых наклонных протяжек устанавливается обычная плоская протяжка профильной схемы резания, которая имеет 6 – 10 зубьев и производит чистовую обработку.

Витебский государственный технологический университет

Комбинированная протяжка (рис. 6.36, ж) предназначена для протягивания гранных отверстий в заготовках из труднообрабатываемых материалов, режущие зубья рабочего участка 8 работают по генераторной схеме резания; режущие зубья рабочей части 9 работают по профильной схеме резания.

Широко используются сборные протяжки (рис. 6.36, з). Их выполняют с хвостовиком из конструкционной стали, приваренным к рабочей части. Сборные протяжки собирают из отдельных колец или втулок, выполненных из быстрорежущей стали или твердых сплавов. Применяют сборные конструкции протяжек со сменными кольцами или втулками только на калибрующей части. При потере точности (износе) заменяют только кольца калибрующих зубьев, возобновляя точность и работоспособность протяжки. Кольца могут быть изготовлены с припаянными или механически закрепленными пластинами твердого сплава. Для протяжек малых диаметров кольца изготавливают целиком из твердых сплавов.

6.7. Зуборезные инструменты

Копирующие зуборезные инструменты. Инструменты этой группы имеют фасонный профиль режущих кромок и образуют впадину зубьев колес методом копирования.

Дисковая модульная фреза (рис. 6.37, а) представляет собой фасонную фрезу с затылованными зубьями, профиль зуба которой повторяет профиль впадины нарезаемого колеса. Зубья колеса обрабатывают последовательно с периодическим поворотом заготовки на угловой шаг после обработки каждой впадины.

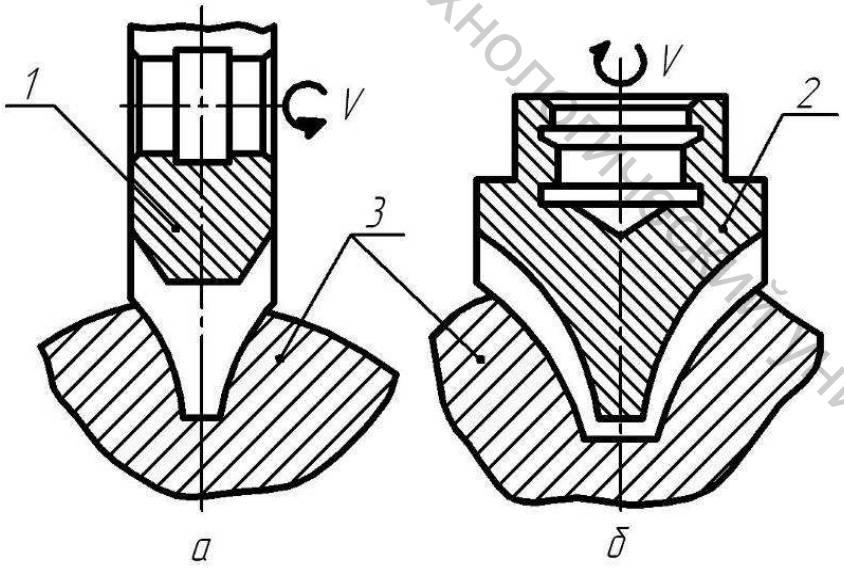


Рис. 6.37. Схемы фрезерования зубьев методом копирования
1 – модульная дисковая фреза; 2 – модульная пальцевая фреза; 3 – заготовка.

Серийно фрезы изготавливают наборами из восьми (А) или 15 (Б) штук каждого модуля. Фрезы набора обозначают номерами. Фрезы каждого номера

Витебский государственный технологический университет

имеют различную форму профиля режущих кромок в зависимости от числа зубьев колес, для обработки которых они предназначены.

Таблица 6.1Назначение дисковых зуборезных фрез в наборе из 8 (А) и 15 (Б) фрез.

№ фрезы	Число зубьев нарезаемого колеса в наборе	
	А	Б
1	12 -13	12
1,5	-	13
2	14-16	14
2,5	-	15-16
3	17-20	17-18
3,5	-	19-20
4	21-25	21-22
4,5	-	23-25
5	26-34	26-29
5,5	-	30-34
6	35-54	35-41
6,5	-	42-54
7	55-134	55-79
7,5	-	80-134
8	135 и более	135 и более

Диаметральные размеры фрез зависят от высоты зубьев колеса, т.е. от модуля. Ширина фрез зависит от ширины впадины у окружности вершин зубьев колеса. Дисковые зуборезные фрезы изготавливают цельными m = 1…16 мм диаметром 50…180 мм и сборными m = 8 … 30 мм диаметром 180 … 290 мм.

Из-за неточности профиля режущих кромок, возможной неточности установки фрезы относительно заготовки, несовершенства делительных механизмов дисковые фрезы не обеспечивают высокой точности нарезанных колес. Их применяют при изготовлении колес невысокой точности в единичном и мелкосерийном производстве.

Пальцевые фрезы (рис. 6.37, б) по конструкции аналогичны концевым фрезам с фасонным профилем режущих кромок. При установке ось фрезы совмещается с осью симметрии впадин зубьев нарезаемого колеса. Относительно нее осуществляется главное вращательное движение резания. По сравнению с дисковыми фрезами для обработки колес одинакового размера пальцевые фрезы имеют значительно меньшие габаритные размеры и размеры рабочей части.

Диаметральные размеры рабочей части фрезы определяются размерами впадины зубьев колеса. Вследствие сравнительно малых диаметральных размеров число зубьев пальцевых фрез небольшое (четыре-восемь). Из-за большого изменения диаметра фрезы по высоте ее рабочей части значительно изменяются окружной шаг и толщина зубьев при постоянной ширине стружечной канавки.

Пальцевые фрезы применяют для нарезания колес m = 10 … 50 мм преимущественно в тяжелом машиностроении для фрезерования профилей

Витебский государственный технологический университет

косозубых и прямозубых колес крупного модуля, в том числе и шевронных колес.

Зубообкатывающие инструменты. Поверхность зуба формируется методом обкатки в результате обработки инструментом, режущие кромки которого представляют сопрягаемый профиль, а во время обработки инструмент с заготовкой образуют сопряженную зубчатую пару. Этот метод является более производительным и поэтому находит применение в основном в условиях серийного и массового производства деталей зубчатых зацеплений.

К преимуществам метода обкатки можно отнести следующие:

- профиль инструмента чаще всего не зависит от числа зубьев нарезаемого колеса, а поэтому одним и тем же инструментом можно нарезать зубчатые колеса с любым числом зубьев;

- ввиду отсутствия процесса деления и холостых движений метод обкатки является непрерывным, а следовательно и высокопроизводительным;

- непрерывность и равномерность процесса обкатки, отсутствие случайных отклонений повышают точность зубчатых колес.

Конструкции долбяков. Схемы обработки долбяками включают взаимосвязанные вращение долбяка и заготовки вокруг своих осей (рис. 6.38, а, б). Обычно оси долбяка и заготовки устанавливаются параллельно. Кроме движения обкатки долбяк совершает возвратно-поступательное движение вдоль оси заготовки. В результате этих движений профиль заготовки относительно инструмента занимает ряд последовательных положений, огибающая к которым будет профилем долбяка, и наоборот, профиль долбяка относительно заготовки занимает ряд последовательных положений, огибающая к которым будет профилем зубьев заготовки. Иными словами, профиль зубьев заготовки и инструмента являются взаимосопряженными.

Долбяки предназначены для обработки прямозубых, косозубых и шевронных колес. По конструкции долбяки делятся на дисковые (рис. 6.38, в), хвостовые (рис. 6.38, г), чашечные (рис. 6.38, д), сборные (рис. 6.37, е). Основными являются дисковые, чашечные и хвостовые. Базой дисковых и чашечных долбяков являются отверстия и внешний базовый торец. Долбяки на штосселе зубодолбежного станка крепят гайкой. Гайка и резьбовой конец штосселя станка могут препятствовать обработке блочных колес. Для их обработки применяют чашечные долбяки, у которых передний рабочий торец отстоит на большом расстоянии от базового торца и имеется выемка для рабочей гайки.

Витебский государственный технологический университет

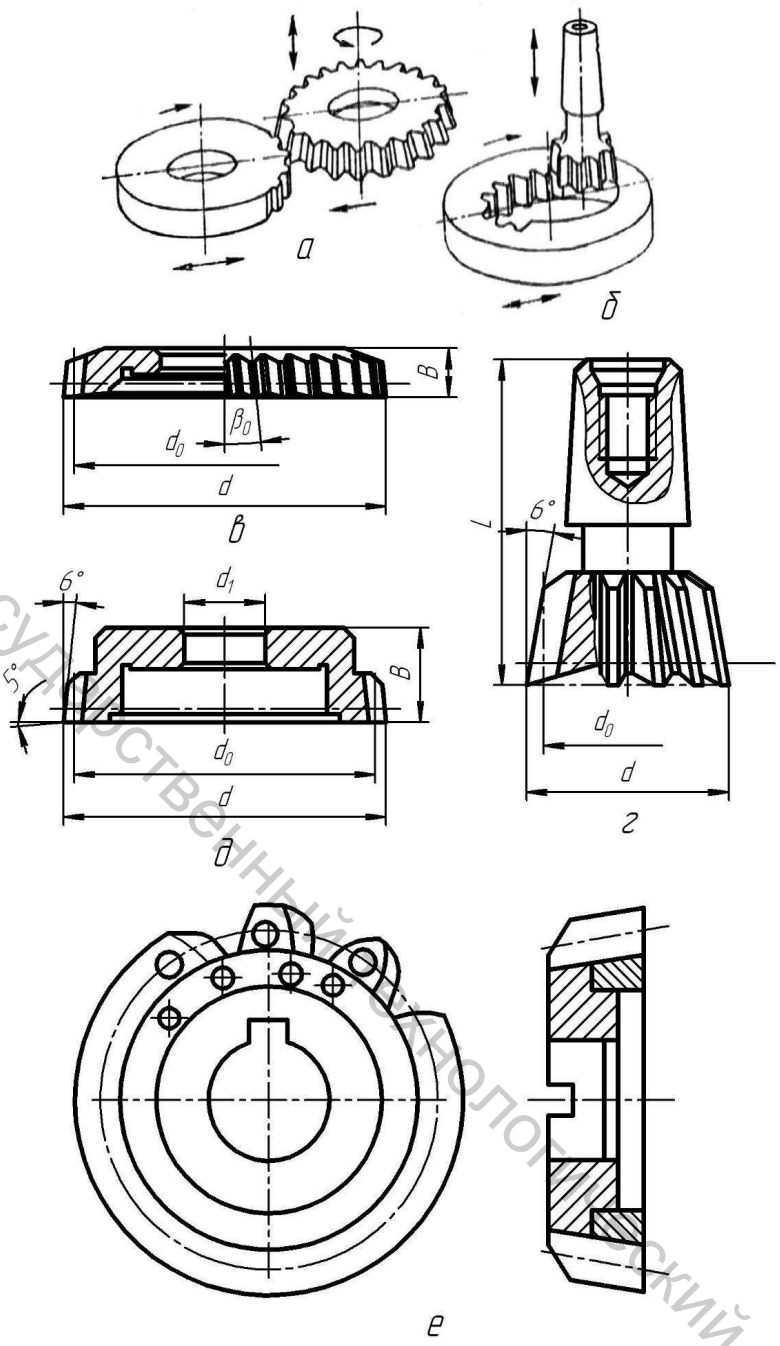


Рис. 6.38. Схемы обработки и типы долбяков:
а, б – соответственно наружная и внутренняя схемы долбления
в, г, д, е – типы долбяков; в – дисковый, г – хвостовой,
д – чашечный, е – сборный.

Для нарезания внутренних зубчатых колес применяют долбяки хвостовой конструкции (рис. 6.38, г). Диаметральные размеры таких долбяков должны обеспечивать размещение долбяка внутри отверстия заготовки. Сборные и составные конструкции (рис. 6.38, е) применяют для крупногабаритных долбяков и долбяков с режущей частью, оснащенной пластинами из твердого сплава. Пластины из твердого сплава припаивают на каждый зуб или крепят механически.

Витебский государственный технологический университет

Долбяки для колес с винтовыми и шевронными зубьями имеют ту же конструкцию, что и прямозубые, но зубья у них винтовые. Переднюю поверхность зубьев выполняют или перпендикулярно к направлению зуба или в торцовой плоскости.

Основными определяющими размерами долбяков являются модуль, номинальный диаметр делительной окружности и угол профиля. Модуль определяет диаметр делительной окружности, число и размеры зубьев. Модуль долбяка равен модулю нарезаемого колеса. Требования по точности, предъявляемые к долбякам, определяются требуемой точностью зубчатых колес.

Червячные фрезы относятся к группе обкатных многолезвийных инструментов с конструктивным движением обката. Режущие кромки зубьев расположены по винтовой поверхности. При работе оси фрезы и нарезаемого колеса перекрещиваются (рис. 6.39, а). При главном вращательном движении фрезы режущие кромки вступают в контакт с заготовкой в последовательно смещенных положениях, что в сочетании с вращательным движением заготовки образует движение обката (рис. 6.39, б). Винтовая поверхность, на которой расположены режущие кромки фрезы, образует витки червяка. По существу червячная фреза представляет собой исходный червяк, превращенный в режущий инструмент путем прорезания стружечных канавок и затылования зубьев (рис. 6.39, в). Пересечение передних поверхностей стружечных канавок и затылованных задних поверхностей образует режущие кромки.

К основным конструктивным элементам червячных фрез относятся: диаметр и длина фрезы, диаметр отверстия, число и форма зубьев, направление стружечных канавок, геометрические параметры, размеры и форма режущих кромок и др.

Диаметральные размеры фрезы влияют на ее конструкцию, точность обработанных зубьев, погрешность конструкции фрезы и производительность процесса обработки. С увеличением диаметра фрезы можно увеличить число ее зубьев, при этом уменьшается угол подъема витков фрезы, уменьшаются огранка и волнистость поверхностей зубьев нарезаемого колеса, увеличивается в процессе резания угол контакта зубьев фрезы и заготовки, а, следовательно, повышается равномерность фрезерования. Можно увеличить диаметр посадочного отверстия, что способствует повышению жесткости технологической системы и производительности обработки, но при этом увеличивается длина врезания, а, следовательно, машинное время обработки, увеличивается крутящий момент и расход материала, необходимый для изготовления фрезы, а также трудоемкость ее изготовления. Размеры узла крепления фрезы на станке ограничивают максимально допустимый ее диаметр.

Витебский государственный технологический университет

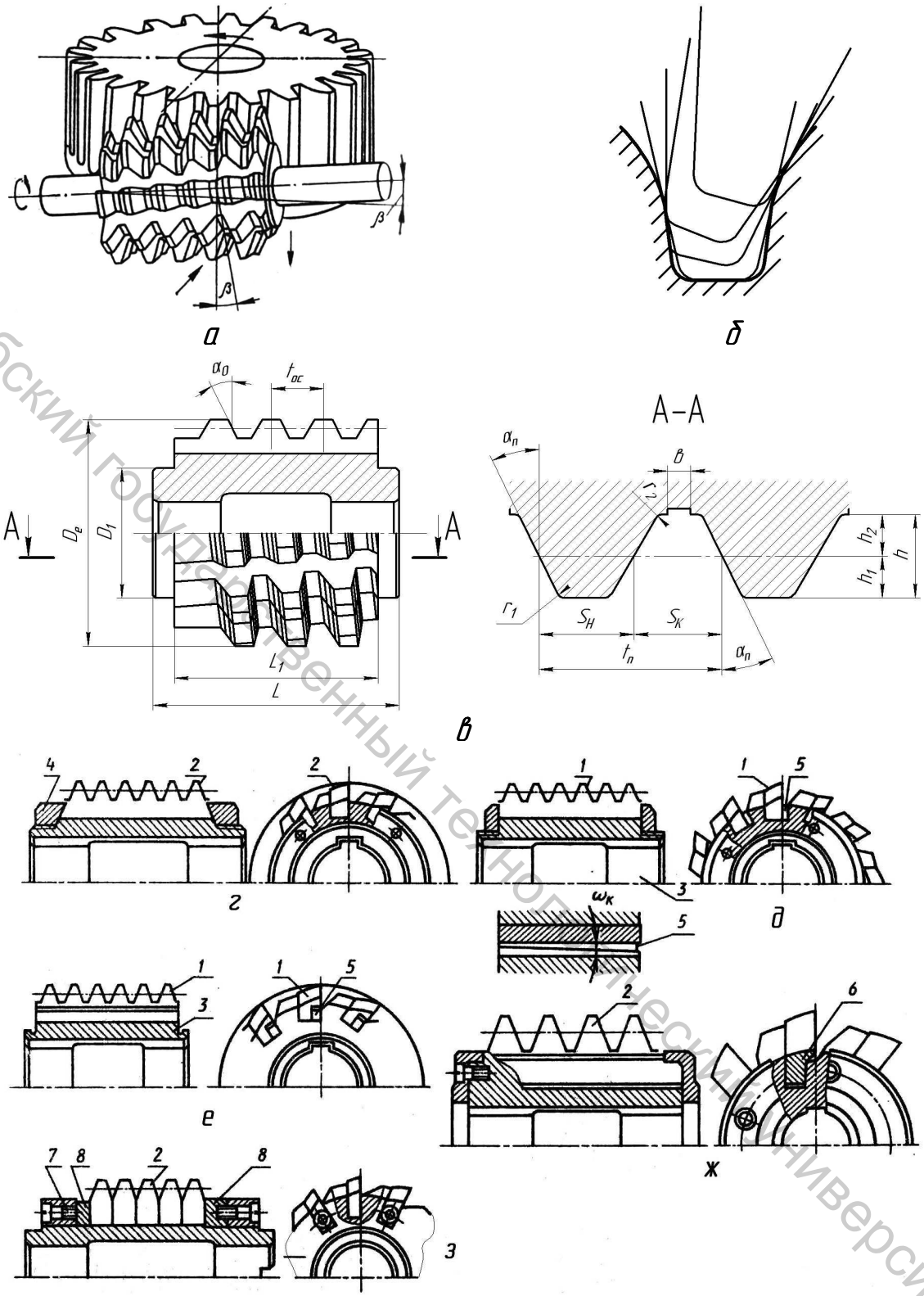


Рис. 6.39. Схемы резания (а, б) и конструкции червячных фрез (в – з):

t_{oc} – шаг профиля в осевом сечении; D_e – наружный диаметр фрезы; D_1 – диаметр буртиков; α_n – угол профиля в нормальном сечении; t_n – шаг профиля зуба в нормальном сечении; $S_н$ – толщина зуба; S_k – ширина канавки; h_1, h_2 – соответственно высоты головки и ножки зуба; h – высота зуба; 1 – рейка; 2 – зубья; 3 – корпус; 4 – гайка; 5 – продольный клин; 6 – посадочная часть рейки; 7 – торцевой винт; 8 – ступенчатая шайба.

Витебский государственный технологический университет

Сборные червячные фрезы со вставными гребенчатыми ножами изготовляют для экономии инструментального материала. Корпус таких фрез изготовляют из конструкционной стали, а гребенчатые ножи – из быстрорежущей стали или твердого сплава. Имеется много конструкций сборных червячных фрез, основные из которых представлены на рис. 6.39. Их изготовляют с рейками 1 или отдельными зубьями 2, устанавливаемыми в продольные пазы корпуса 3. Крепление реек или отдельных зубьев осуществляют различными способами в прямоугольных точно выполненных пазах торцовыми гайками 4 с конической зажимной поверхностью (рис. 6.39, г), продольными клиньями (рис. 6.39, д, е), с помощью клиновой формы посадочной части реек 6 (рис. 6.39, ж). Крепление отдельных зубьев в пазах крупногабаритных фрез осуществляется торцовыми винтами 7 (рис. 6.39, з). В последнем случае расположение режущих кромок в винтовой поверхности основного червяка обеспечивается прокладками 8 с последовательно изменяемой от паза к пазу шириной на $1/z_0$ осевого шага.

Конструкции шеверов. *Шевингование* – процесс скобления или шабрения боковых поверхностей зубьев колес и осуществляется при свободном беззазорном зацеплении зубьев шевера и заготовки (рис. 6.40, а). Принудительное вращение сообщается шеверу. Заготовка колеса, находясь с ним зацеплении, свободно вращается на оправке, установленной в центрах. Для обработки колеса по всей длине его зубьев один элемент пары (шевер или колесо) перемещается относительно другого, осуществляя продольную подачу. В конце продольного хода сообщается радиальная подача – сближение осей шевера и заготовки. Радиальная подача обеспечивает врезание режущих кромок шевера в обрабатываемую поверхность зубьев заготовки.

Шевингование обеспечивает в основном повышение параметров плавности работы колес и контакта зубьев, а также повышается качество поверхности.

Конструктивно шевер представляет собой зубчатое колесо, на боковых поверхностях которого выполнены канавки для образования режущих кромок (рис. 6.40, б).

Обычно канавки выполняют в радиальном направлении (рис. 6.40, в). Канавки могут быть выполнены трех форм: прямоугольными со сторонами параллельно торцу (рис. 6.40, г), со сторонами, нормальными к направлению зуба (рис. 6.40, д) и тангенциальной формы, одна сторона которых нормальна к направлению зуба, а вторая – нормальная торцу (рис. 6.40, е). От шага канавок зависит число режущих кромок, находящихся одновременно в работе. Размеры канавки должны обеспечить помещение срезаемой стружки.

Для возможности дробления на зубьях канавок в основании зуба необходимо обеспечить свободное пространство для выхода долбежного резца. Для этого делают круглые отверстия в основании впадин зубьев, наклонно расположенные по отношению к оси шевера в соответствии с углом наклона зубьев.

Витебский государственный технологический университет

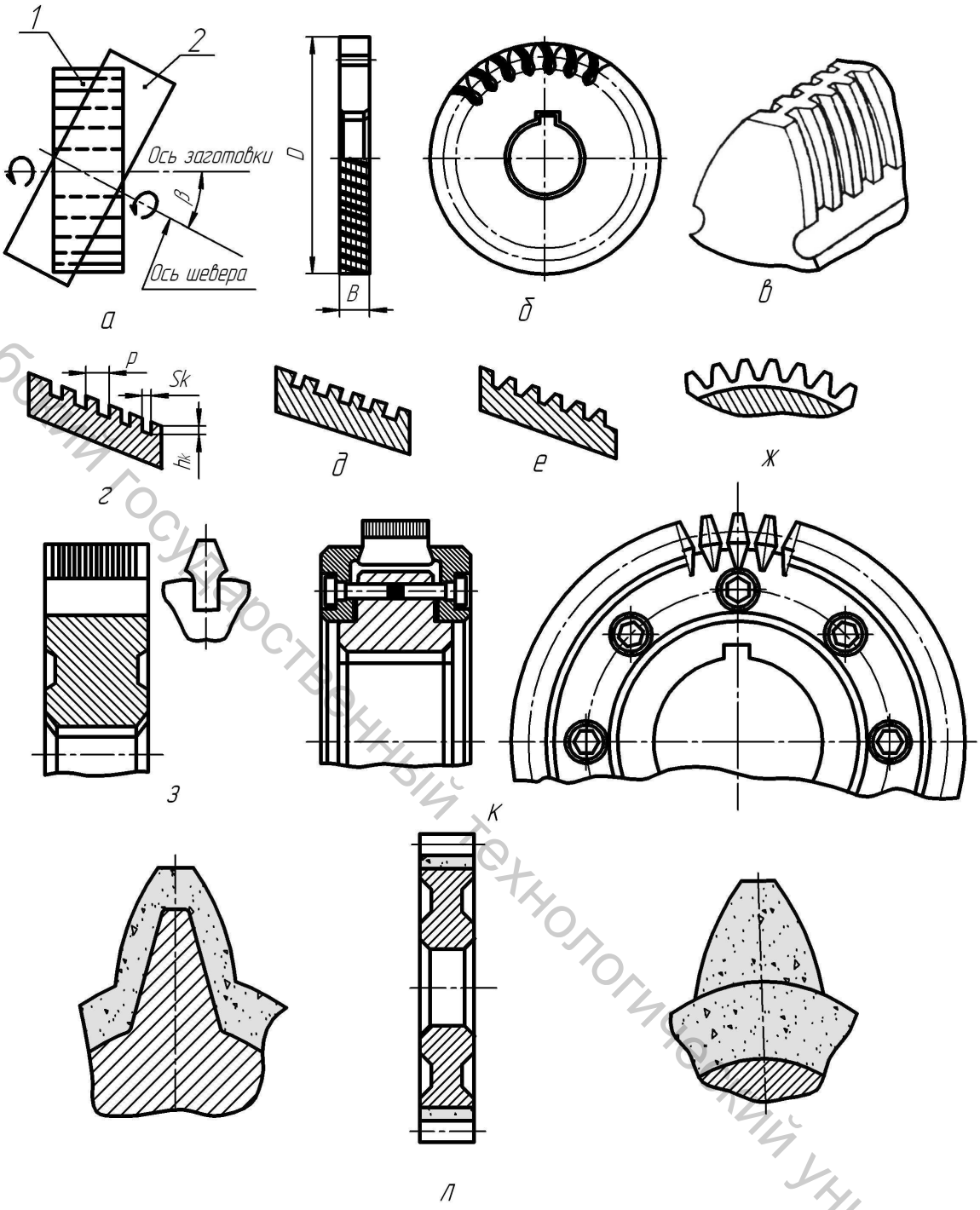


Рис. 6.40. Шевингование зубчатых колёс:
а – схема шевингования; б – шевер; в, г, д, е, ж – формы стружечных канавок; з, к – сборные твёрдосплавные шеверы; л – шеверы с режущим слоем из алмазных и композиционных материалов.

Мелкомодульные шеверы (m < 2) имеют специфическую форму стружечных канавок. Для образования режущих кромок зубья шевера нарезают сквозными канавками трапецеидальной формы (рис. 6.40, ж). Шеверы этой конструкции имеют шлифованную не только заднюю поверхность зубьев, но и переднюю поверхность канавки, более качественные режущие кромки, и, следовательно, лучшие режущие свойства.

Витебский государственный технологический университет

Для повышения режущих свойств и работоспособности шеверов разработаны конструкции с режущими элементами из твердых сплавов, алмазных и композиционных материалов. Режущие элементы из твердых сплавов применяют в составных и сборных конструкциях. Составные конструкции с отдельными зубьями, закрепляемыми в корпусе пайкой, и сборные конструкции с отдельными зубьями, закрепляемыми механическими клиньями или винтами (рис. 6.40, з,к) большого применения не нашли.

Шеверы с режущим слоем из абразивных, алмазных и композиционных материалов делают составной конструкции (рис. 6.40, л). Обод делают с зубьями из этих материалов (аналогично шлифовальным кругам) или на металлические зубья корпуса наносят слои указанных материалов. Такие шеверы применяют для обработки термических колес с высокой твердостью.

6.8. Абразивный инструмент

Абразивный инструмент широко применяется при обработке различный деталей машин, механизмов, приборов, инструмент обеспечивает точность обработки IT 4 – 5 и параметр шероховатости поверхности Ra 0,20 – 0,08 мкм. Более 21% всего парка металлорежущих станков работает с использованием абразивного инструмента. В подшипниковой, автомобильной и моторостроительной промышленности более 50% станков работает с использованием абразивного инструмента. Расширение областей применения труднообрабатываемых сталей и сплавов, повышение требований к точности изготовления и качеству поверхности расширяет область применения абразивных инструментов.

Абразивные материалы. Наиболее распространенными абразивными материалами являются электрокорунды, карбиды кремния и бора.

Электрокорунд представляет собой в основном кристаллический оксид алюминия, выплавляемый из бокситов или глинозема. Электрокорунд нормальный 12А, 13А, 14А, 15А, 16А содержит 92…95% оксида алюминия. Он применяется для обработки различных материалов повышенной прочности: углеродистой и легированной сталей, ковкого и высокопрочного чугуна, никелевых и алюминиевых сплавов. Электрокорунд белый (22А, 23А, 24А, 25А) содержит 98…99% оксида алюминия. По сравнению с электрокорундом нормальным он является более твердым, имеет повышенную абразивную способность и хрупкость. Электрокорунд белый используется для обработки тех же материалов, что и электрокорунд нормальный. Однако из-за более высокой стоимости его применения на более ответственных работах для операций окончательного и профильного шлифования, резьбошлифования, заточки режущего инструмента.

Витебский государственный технологический университет

Электрокорунд хромистый (32А, 33А, 34А) наряду с оксидом алюминия Al_2O_3 содержит до 2% оксида хрома Cr_2O_3. По прочности электрокорунд хромистый приближается к нормальному, а по режущим – к белому. Рекомендуется применять электрокорунд хромистый для круглого шлифования изделий из конструкционных и углеродистых сталей при интенсивных режимах, где он обеспечивает повышение производительности на 20…30% по сравнению с электрокорундом белым.

Электрокорунд титанистый (37А) наряду с оксидом алюминия содержит оксид титана TiO_2. Он отличается от электрокорунда нормального большим постоянством свойств и повышенной вязкостью. Это позволяет использовать его в условиях тяжелых и неравномерных нагрузок. Электрокорунд титанистый применяется на операциях предварительного шлифования с увеличенным съемом металла.

Электрокорунд циркониевый (38А) наряду с оксидом алюминия содержит оксид циркония. Он имеет высокую прочность и применяется в основном для обдирочных работ с большим удельными давлениями резания.

Монокорунд (43А, 44А, 45А) имеет более высокие режущие свойства, чем электрокорунд, применяется при шлифовании труднообрабатываемых сталей и сплавов.

Карбид кремния черный (53С, 54С, 55С) содержит 95…98% SiC, а зеленый (63С, 64С) содержит 97…99% SiC. Карбид кремния обладает большой твердостью, превосходящей твердость электрокорунда, высокой режущей способностью. Карбид кремния зеленый имеет несколько большую твердость, обеспечивает большую производительность, но дороже черного. Зеленый карбид кремния используется для тонкого шлифования инструментов, твердых сплавов, керамики, камня и для правки шлифовальных кругов. Карбид кремния черный применяется для шлифования чугуна, цветных металлов, стекла, пластмасс, кожи и резины.

Карбид бора (B_4C) имеет твердость, приближающуюся к твердости алмаза, и высокую абразивную способность. Вместе с тем карбид бора очень хрупок. Он применяется в виде порошка или пасты для отделки точных поверхностей.

Абразивные материалы характеризуются такими основными свойствами, как форма абразивных зерен, зернистость, твердость, механическая прочность, абразивная способность зерен. По форме абразивные зерна имеют округлую форму, а зерна пластинчатые и мечевидные – ярко выраженную несимметричную форму. Изометрические зерна предпочтительны для инструментов, работающих при обдирочных режимах с тяжелой переменной нагрузкой в условиях больших давлений на инструмент. Зерна пластинчатые и мечевидные, обладающие большей способностью скалывания, самозатачивания, более целесообразны при чистовых операциях и обработке труднообрабатываемых материалов.

Абразивные зерна имеют определенную округлость своих режущих элементов. Установлено, что при уменьшении размеров абразивных зерен соответственно уменьшаются как радиусы округлений, так и углы при вершине

Витебский государственный технологический университет

их режущих элементов. Зерна из электрокорунда имеют радиусы округлений от 4 до 180 мкм. Зерна из карбида кремния имеют, как правило, меньшие радиусы округлений. Абразивные материалы по размерам зерна подразделяются на шлифзерно, шлифпорошки и микропорошки. Номер зернистости шлифзерна и шлифпорошков выражается в сотых долях миллиметра, а номер зернистости микропорошков – в микрометрах. Номер зернистости шлифзерен изменяется от 200 до 16, шлифпорошков – от 12 до 3, микропорошков – от М63 до М1. Например, номер зернистости 50 означает, что зерна имеют размер от 630 до 500 мкм. Зернистость абразивного инструмента выбирают в зависимости от его назначения. Например, применяют круги зернистостью: для зачистки заготовок – 125…80; для плоского шлифования торцом круга – 80…50; для чистого шлифования – 32…16; для отделочного шлифования – 12…6.

Абразивные порошки одной и той же зернистости могут выпускаться с различным содержанием основной фракции. В зависимости от содержания основной фракции в обозначение порошков после номера вводят одну из букв В, П, Н или Д. Буква В характеризует порошок с наиболее высоким содержанием (60…55%) основной фракции, а буква Д – с наименьшим (42…36%). Абразивные материалы характеризуются высокой твердостью и теплостойкостью. Так, микротвердость электрокорунда (18…26) х 10^3 МПа и термостойкость 1300…2000^{0}С. Карбид кремния имеет микротвердость (28…36) х 10^3 МПа и термостойкость 1300…1400^{0}С.

Абразивные зерна должны быть достаточно прочными, чтобы выдержать без разрушения давления резания, когда кромки еще достаточно остры, и допускать откалывание от них кусочков лишь тогда, когда кромки в должной мере затупятся. При обдирочных режимах с большим съемом металла требуются прочные абразивы, а при чистовом шлифовании и обработке труднообрабатываемых материалов предпочтительны абразивы с большей хрупкостью и способностью к самозатачиванию. Абразивная способность характеризуется количеством материала, сошлифованного испытываемыми зернами за определенный промежуток времени, отнесенного к массе израсходованного шлифованного материала. В порядке снижения абразивной способности абразивные материалы располагают в такой последовательности: карбид бора, карбид кремния, монокорунд, электрокорунд.

Связующие материалы. Соединение абразивных зерен в целое тело производится с помощью связок, которые подразделяются на органические (бакелитовая, глифталевая и вулканитовая) и неорганические (керамическая, магнезиальная, силикатная).

Бакелитовая связка приготовляется на основе бакелита (искусственной смолы) и формалина. Круги на этой связке обладают высокой прочностью и упругостью, допускают большие окружные скорости. Бакелитовая связка оказывает полирующее действие, что уменьшает шероховатость поверхности; по сравнению с другими связками она меньше нагревает обрабатываемые изделия. Круги на бакелитовой связке недостаточно устойчивы против действия охлаждающих жидкостей, особенно содержащих щелочи. Они имеют малую

Витебский государственный технологический университет

пористость, что затрудняет удаление стружки. При повышенных температурах (200…250^0) прочность рассматриваемой связки и сила ее сцепления с абразивными зернами падает, что ускоряет износ круга. Бакелитовая связка бывает трех основных видов: жидкий бакелит Б1, пульвербакелитБ2 и Б3. Круги на бакелитовой связке применяются при плоском шлифовании торцом круга, отрезке заготовок и прорезке пазов, отделочном шлифовании мелкозернистыми абразивными инструментами.

Глифталевая связка ГФ применяется для изготовления шлифовальных кругов, предназначенных для отделочного шлифования деталей из закаленных сталей. Глифталь – это синтетическая смола из глицерина и фталевого ангидрида. Круги на глифталевой связке обладают повышенной упругостью.

Вулканитовая связка состоит из искусственного каучука с вулканизирующими добавками. Абразивные инструменты на вулканитовой связке имеют большую упругость и плотность, обладают повышенным полирующим действием по сравнению с инструментами на бакелитовой связке, но они менее прочны и теплостойки, при этом прочность снижается под действием керосина.

Керамическая связка является самой распространенной. На керамической связке можно получить круги почти всех видов шлифования. Эта связка огнеупорна, водостойка, обладает химической стойкостью, имеет относительно высокую прочность. Инструменты на керамической связке чувствительны к ударам и изгибающим нагрузкам и поэтому не могут использоваться при обрезке и прорезке узких пазов.

Керамическую связку приготовляют из огнеупорной глины, полевого шпата, кварца, талька, мела, жидкого стекла и других веществ, взятых в определенных пропорциях. Керамические связки разделяются на плавящиеся (стекловидные) и спекающиеся (фарфоровидные). Первые используются при изготовлении электрокорундовых кругов, а второе – кругов из карбида кремния.

Магнезиальная связка (М) приготовляется из магнезита и хлористого магния. Шлифовальные круги на этой связке гигроскопичны, имеют повышенный износ, нестойкий профиль, но работают с относительно небольшим нагревом шлифуемой поверхности. Они применяются ограниченно для плоского шлифования, заточки бритв и т.п.

Силикатная смазка (С) приготовляется из жидкого стекла, глины, мела и т.п. Инструменты на этой связке работают с малым нагревом деталей и имеют преимущества при тех операциях, где нагрев деталей недопустим. Эта связка используется редко. Предложено в качестве связки использовать также воду или другую соответствующим образом подобранную жидкость. Изготовление кругов в этом случае производится замораживанием воды вместе с абразивными зернами.

Сопротивляемость связки вырыванию абразивных зерен с поверхности круга под действием внешних сил характеризуется твердостью шлифовального круга. Круг относится к мягким, если его зерна относительно легко вырываются из связки, и, наоборот, к твердым, если зерна прочно удерживаются связкой. Твердость абразивных инструментов зависит от количества и качества связки,

Витебский государственный технологический университет

вида абразивного материала, степени шероховатости и конфигурации абразивных зерен и технологического процесса изготовления.

Правильный выбор круга по твердости имеет огромное значение для его работоспособности. Если выбран слишком твердый круг, будут возникать прижоги шлифуемой поверхности и засаливание круга, так как в этом случае затупившиеся зерна, несмотря на возросшие усилия резания, воздействующие на них, будут удерживаться на поверхности круга. При слишком мягком круге происходит осыпание еще работоспособных зерен, и круг быстро теряет свой профиль.

При подборе кругов по твердости следует учитывать, что при шлифовании мягких материалов абразивные зерна незначительно изнашиваются; в этих случаях применяются более твердые круги. При обработке твердых и закаленных материалов берут круги на 1…2 степени мягче. Исключение составляют такие очень вязкие и мягкие материалы, как свинец, медь и латунь, для обработки которых следует применять мягкие круги, так как вязкая стружка быстро заполняет поры твердого круга, и он засаливается. При обдирочных работах, когда снимаются большие припуски (особенно при шлифовании черной поверхности) применяются круги большей твердости, чем при чистовых операциях.

При шлифовании одной и той же стали мелкозернистые круги должны быть более мягкими, чем крупнозернистые, так как у последних на каждое зерно приходится относительно большая нагрузка. Важно при выборе твердости учитывать состояние станка. Если обработка производится на изношенном станке, необходимо выбирать круг с повышенной твердостью. Твердость кругов должна понижаться с увеличением площади зоны шлифования, с уменьшением разницы между диаметрами круга и заготовки, с повышением скорости резания и подачи, жесткости и виброустойчивости станков. Основные шлифовальные операции производятся кругами, твердость у которых лежит в пределах от мягких до среднетвердых.

Количественное соотношение в круге зерен, связки и пор характеризует структуру круга. Структура определяет число режущих зерен, приходящихся на единицу рабочей площади круга, а также число и размер пор между зернами. Принято обозначать структуры номерами. Чем меньше номер структуры, тем больше плотность расположения зерен. В структуре № 1 объемное содержание зерна составляет 60%. Каждый последующий номер структуры имеет объемное содержание зерен на 2% меньше предыдущего номера. Структуры № 0…4 относят к плотным. Они имеют наиболее высокое содержание абразивных зерен. Структуры № 5…8 включительно называют среднеплотными, а - № 9…12 – открытыми. Бывают и более высокие номера структур у высокопористых кругов. Открытая структура обеспечивает большое расстояние между абразивными зернами, лучший отвод стружки и позволяет работать на повышенных режимах. Однако круги открытой структуры обладают меньшей прочностью. Следует выбирать круги с меньшим номером структуры при переходе от грубой к чистовой обработке. Для обычных работ рекомендуется применять круги со структурой № 5…8.

Витебский государственный технологический университет

Сверхтвердые материалы. К инструментальным сверхтвердым материалам относятся алмазы и материалы на основе кубического нитрида бора. Различают природные (А) и синтетические (АС) алмазы. Алмаз является самым твердым материалом. Он обладает высокой износостойкостью, хорошей теплопроводностью, малыми коэффициентами линейного и объемного расширения, небольшим коэффициентом трения и малой адгезионной способностью к металлам за исключением железа и стали. Однако прочность алмаза невелика. Твердость и прочность алмаза различная в разных направлениях. Обрабатываемость алмаза легче в направлении параллельном граням кристалла, так как в этом направлении атомы наиболее удалены друг от друга. Теплостойкость алмаза характеризуется тем, что при температуре около 800^0С в обычных условиях он начинает превращаться в графит. Вместе с тем алмаз обладает наиболее высокой абразивной способностью по сравнению с другими абразивными материалами. К недостаткам алмаза относится его способность интенсивно растворяться в железе и его сплавах при температуре $750…800^0$С. Алмазные инструменты характеризуются высокой производительностью и стойкостью. Они наиболее эффективно применяются при обработке твердых сплавов, цветных металлов и их сплавов, титана и его сплавов, а также пластмасс. При этом обеспечивается высокая точность размеров и качество поверхности.

В природе чаще всего встречаются агрегатные разновидности алмаза: борт, карбонадо и баллас. К борту относятся все зернистые и неправильные сростки кристаллов алмаза, часто без признаков граней и ребер.

К карбонадо относятся тонкозернистые, плотные или несколько пористые агрегаты буровато-черного цвета. Синтетические алмазы могут быть различных марок, которые отличаются между собой прочностью, хрупкостью, удельной поверхностью и формой зерен.

В порядке возрастания прочности, снижения хрупкости и удельной поверхности шлифовальные порошки из синтетических алмазов располагаются так АС2(АСО), АС4 (АСР), АС6 (АСВ), АС15 (АСК), АС32 (АСС). Зерна АС2 хорошо удерживаются в связке и рекомендуются для изготовления инструментов на органической связке. Зерна АС4 предназначены в основном для изготовления различного инструмента на металлической и керамической связках, АС6 – для изготовления инструмента на металлических связках, работающего при повышенных удельных давлениях; АС12 – для обработки камня и других твердых материалов; АС32 – для правки абразивных кругов, обработки корунда, рубина и других особо твердых материалов.

Из природных алмазов микропорошки марок АМ и АН, а из синтетических – АСМ и АСН. Микропорошки АМ и АСМ нормальной абразивной способности предназначены для изготовления абразивного инструмента, которым обрабатывают твердые сплавы и другие твердые и хрупкие материалы, а также детали из стали, чугуна, цветных металлов при необходимости получения высокой чистоты поверхности.

Микропорошки АН и АСН, имеющие повышенную абразивную способность, рекомендуются для обработки сверхтвердых, хрупких,

Витебский государственный технологический университет

труднообрабатываемых материалов. Зернистость порошков обозначается дробью, числитель которой соответствует наибольшему, а знаменатель – наименьшему размеру зерен основной фракции. С целью повышения эффективности работы алмазного абразивного инструмента применяют алмазные зерна, покрытые тонкой металлической пленкой. В качестве покрытий используют металлы с хорошими адгезионными и капиллярными свойствами по отношению к алмазу – медь, никель, серебро, титан и их сплавы. Покрытие повышает сцепление зерен со связкой, способствует отводу тепла из зоны резания, обеспечивает возможность ориентации зерен в магнитном поле при изготовлении инструмента.

Кубический нитрид бора (эльбор, кубонит) применяют для обработки заготовок из стали и чугуна. Особенно эффективно применение при окончательном и профильном шлифовании термообработанных заготовок из высоколегированных конструкционных жаропрочных и коррозионностойких сталей высокой твердости и заточки стальных режущих инструментов. При этом расход абразивного инструмента снижается в 50 – 100 раз по сравнению с расходом электрокорунда.

В зависимости от показателя механической прочности эльбор разделяют на марки: ЛО – обычной прочности, ЛП – повышенной механической прочности, ЛКВ – высокопрочный.

Эльбор обычной механической прочности применяют для изготовления инструментов на органической связке и шлифовальной шкурки. Эльбор повышенной механической прочности применяют для изготовления инструментов на керамической и металлических связках, для обдирочного шлифования, глубинной заточки, обработки заготовок из труднообрабатываемых конструкционных сталей.

Эльбор марки ЛКВ используют для производства инструментов на металлической связке, предназначенных для работы в тяжелых условиях.

Кубонит выпускают двух марок: КО – обычной прочности, КР - повышенной прочности. Кроме того, из кубонита выпускают две марки микропорошков: нормальной КМ и повышенной КН абразивной способности. Инструменты из кубонита имеют одинаковые с эльборовым инструментом эксплуатационные свойства. Его используют в тех же целях.

Схемы шлифования. Существует три способа круглого наружного шлифования: с продольной подачей (рис. 6.41, а), глубинное шлифование (рис. 6.41, б), с поперечной подачей (метод врезания, рис. 6.41, в). Наружное круглое шлифование с продольной подачей применяется для шлифования заготовок значительной длины. Припуск на сторону назначается в пределах 0,15 – 1,15 мм и зависит от длины и диаметра заготовки, шероховатости и точности предварительной обработки, степени искажения геометрической формы после термической обработки.

Глубинное шлифование применяют при обработке коротких (жестких) заготовок.

Витебский государственный технологический университет

При наружном круглом шлифовании с поперечной подачей (метод врезания) продольное перемещение круга или заготовки отсутствует. Шлифовальный круг перекрывает всю длину обрабатываемой поверхности. Шлифовальный круг вращается и одновременно перемещается в поперечном направлении. Этот способ применяют при шлифовании заготовок относительно небольшой длины.

Шлифование винтовых поверхностей осуществляется методом обкатки: заготовке сообщают поступательное осевое и вращательное движения подачи, а инструменту – вращательное движение резания. Обработка осуществляется торцевой или периферийной поверхностями инструмента по одной или двум винтовым поверхностям (Рис. 6.41, г – ж).

Внутреннее шлифование предполагает размещение круга внутри обрабатываемого отверстия, а диаметр круга определяется диаметром отверстия и составляет $D_К = (0,75 \div 0,95)\ D_З$.

Шлифование небольших заготовок внутренних поверхностей осуществляется по схеме (рис. 6.41, з). Шлифование отверстий тяжелых и громоздких заготовок, закрепление и вращение которых затруднительно, производится планетарным движением круга (рис. 6.41, к). В этом случае заготовка неподвижна, а круг совершает не только вращательное движение вокруг своей оси, но и одновременно и круговое движение вокруг оси шлифуемого отверстия.

Плоское шлифование осуществляется как периферией, так и торцом круга (рис. 6.41, л – п). При шлифовании торцом круга вследствие большой площади соприкосновения с заготовкой происходит большое тепловыделение, вызывающее прижог обработанных поверхностей и коробление тонких заготовок. Во избежание этого тонкие плоские заготовки рекомендуется шлифовать сегментными брусками или периферией круга, что приводит к уменьшению тепловыделения.

Форма абразивного инструмента. В соответствии с разнообразными условиями работы шлифовальные круги изготовляются различных форм и размеров (рис. 6.42). Плоские круги прямого профиля (рис. 6.42,а – г) применяют для круглого наружного, внутреннего и бесцентрового шлифования, для плоского шлифования периферией круга и для заточки инструмента. Плоские круги с двусторонним коническим профилем (рис. 6.42, д) применяют для шлифования зубьев шестерен и шлифования резьбы. Выточки в плоских кругах – односторонние (рис. 6.42, б,в), двухсторонние (рис. 6.42, г), предназначены для размещения зажимных фланцев. Утопленные в выточках фланцы позволяют более свободно подвести круг к обрабатываемой заготовке. Отрезные работы и шлифование узких пазов производится тонкими кругами-дисками (рис. 6.42, е). Чашечные цилиндрические и конические круги (рис. 6.42, ж, з) применяют для заточки инструментов и плоского шлифования торцем. Тарельчатые круги (рис. 6.42, к) имеют две конические поверхности, что облегчает правку круга. Большинство форм остальных кругов являются модификациями рассмотренных.

Витебский государственный технологический университет

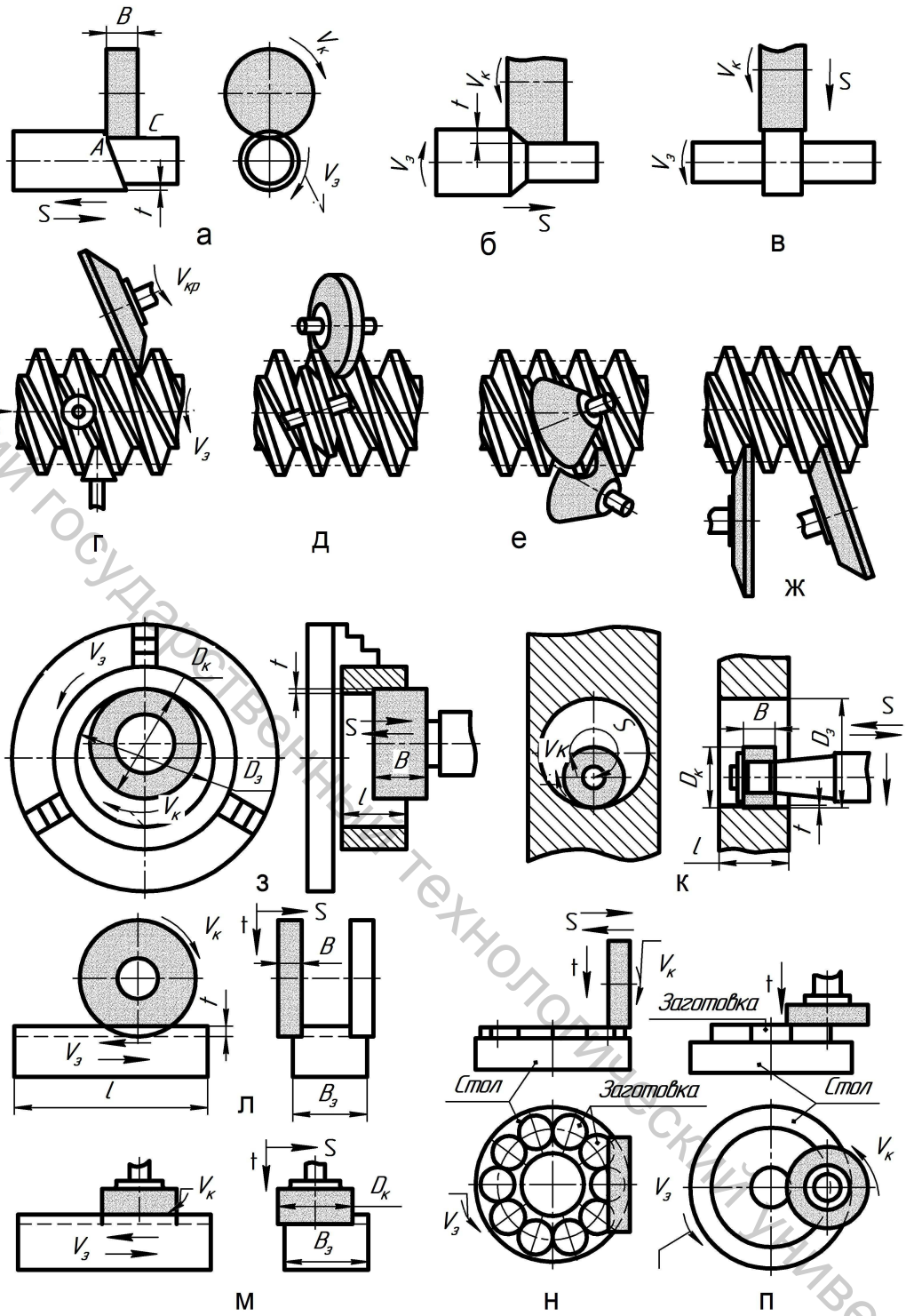


Рис. 6.41. Схемы шлифования:
а – продольное; б – глубинное; в – врезное; г, д, е, ж – схемы шлифования наружных винтовых поверхностей; з – внутреннее простое; к – внутреннее планетарное; л, н – плоское периферией круга; м, п – плоское торцом круга.

B – ширина круга; $B_з$ – ширина заготовки; t – глубина резания; S – подача; $V_к$ – скорость круга; $V_з$ – скорость заготовки; $D_к$ – диаметр круга; $D_з$ – диаметр заготовки.

Витебский государственный технологический университет

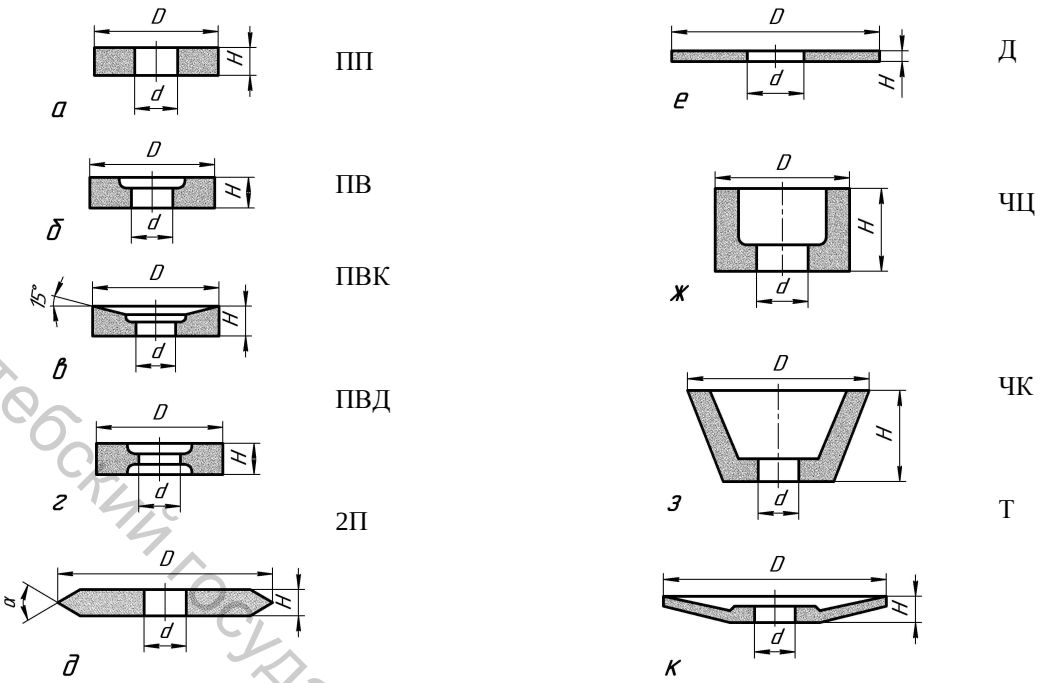


Рис. 6.42. Основные типы абразивных кругов на керамической и органической связках: а – прямого профиля; б – с прямой выточкой; в – с конической выточкой; г – с двусторонней выточкой; д – с коническим двусторонним профилем; е – диск; ж – чашечный цилиндрический; з – чашечный конический; к – тарельчатый.

Шлифовальные круги малых размеров (D < 50 мм) называют шлифовальными головками, которые бывают цилиндрическими, угловыми, коническими, сводчатыми, шаровыми. Они обычно закрепляются на гибком валу и используются для зачистки фасонных поверхностей и снятия заусенцев.

Алмазные и эльборовые круги по форме аналогичны абразивным кругам из электрокорунда и карбида кремния. Они могут быть плоскими (рис. 6.43, а, б, г), цилиндрическими (рис. 6.43, в), чашечными (рис. 6.43, д – ж), тарельчатыми (рис. 6.43, з, к), плоскими коническими или полукруглыми (рис. 6.43, м, н).

Алмазные и эльборовые круги состоят из корпуса и закрепленного на нем рабочего слоя. Корпуса кругов обычно изготовляют из алюминия или из стали. Для кругов на органической связке применяют также корпуса из пластмассы и алюминобакелита (90% алюминиевого порошка и 10% пульвербакелита). У кругов на керамической связке корпуса делают керамические из нормального или белого электрокорунда, связка та же, что и у рабочего слоя. Рабочий слой у кругов состоит из алмазных или эльборовых порошков, связки и наполнителя. Аналогичная конструкция и у кругов из кубонита.

Витебский государственный технологический университет

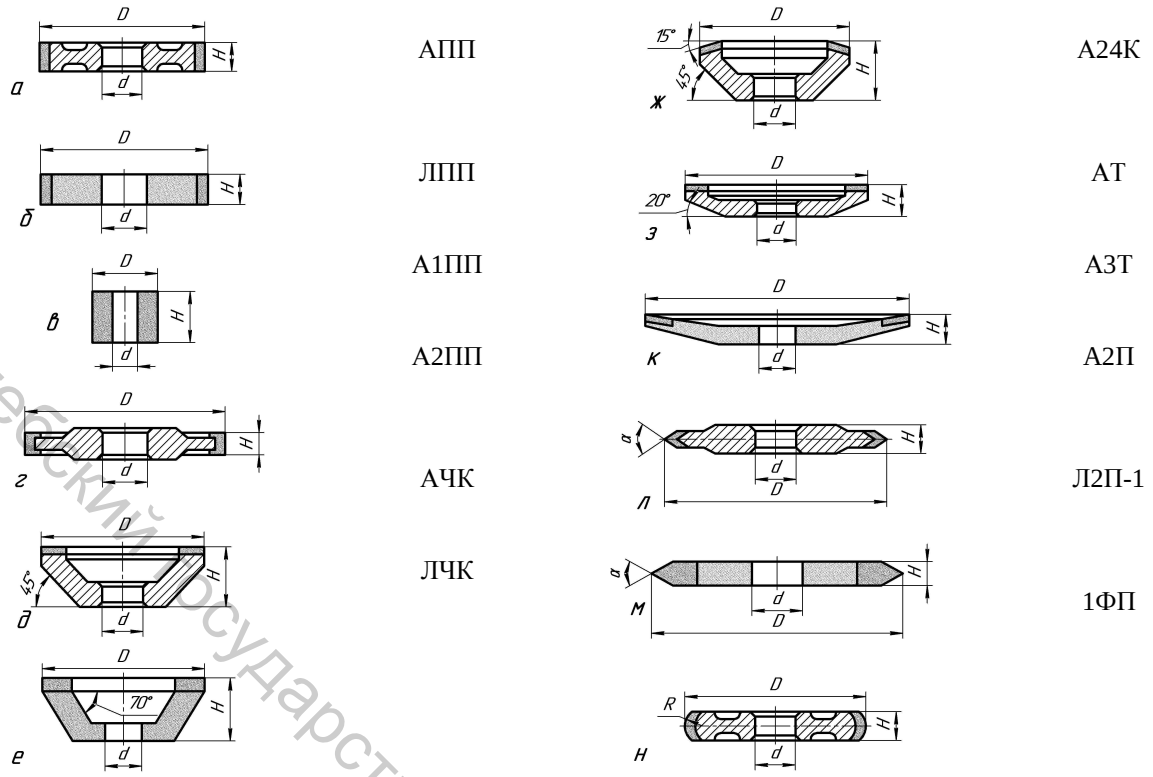


Рис. 6.43. Основные типы кругов из сверх твёрдых материалов:
а – алмазный шлифовальный плоский прямого профиля; б – эльборовый плоский прямого профиля; в – алмазный плоский прямого профиля без корпуса; г – алмазный плоский трёхсторонний; д – алмазный чашечный конический; е – эльборовый чашечный конический; ж – алмазный чашечный конический; з – алмазный тарельчатый; к – эльборовый тарельчатый; л – алмазный плоский с двусторонним коническим профилем; м – эльборовый плоский двусторонний конический; н – алмазный плоский полукруглый.

Прогрессивным процессом обработки деталей абразивным инструментом является ленточное шлифование. Ленты, обладая большой эластичностью, позволяют успешно обрабатывать разнообразные поверхности, в том числе сложные криволинейные поверхности. Абразивные ленты изготовляют из шлифовальной шкурки, разрезанием на полосы требуемой ширины и склеиванием концов либо нанесением клея и абразивных зерен на бесконечную тканевую, бумажную или другую основу.

Хонинговальные головки. В процессе работы хонинговальной головке сообщается вращательное и возвратно-поступательное движения, причем поверхность отверстия обрабатывают как при прямом, так и при обратном ходе. Для обеспечения высокого качества обработанной поверхности необходимо, чтобы получаемые в процессе обработки штрихи пересекались под углом $2\alpha = 40…60^0$. Развертка сетки следов обработки на поверхности хонингуемого отверстия приведена на рис. 6.44, а.

Цифрами I, II, III обозначены последовательные положения бруска за один двойной ход головки. Для повышения качества обработанной поверхности число оборотов хонинговальной головки не должно быть кратно числу ее двойных ходов. При этом режущие зерна брусков при возвратно-поступательном движении не повторяют путь предыдущего хода, а смещаются на некоторую

Витебский государственный технологический университет

величину t, что улучшает качество обработанной поверхности. Изменение направления движения брусков в процессе каждого двойного хода улучшает процесс самозатачивания и восстановления режущей способности брусков.

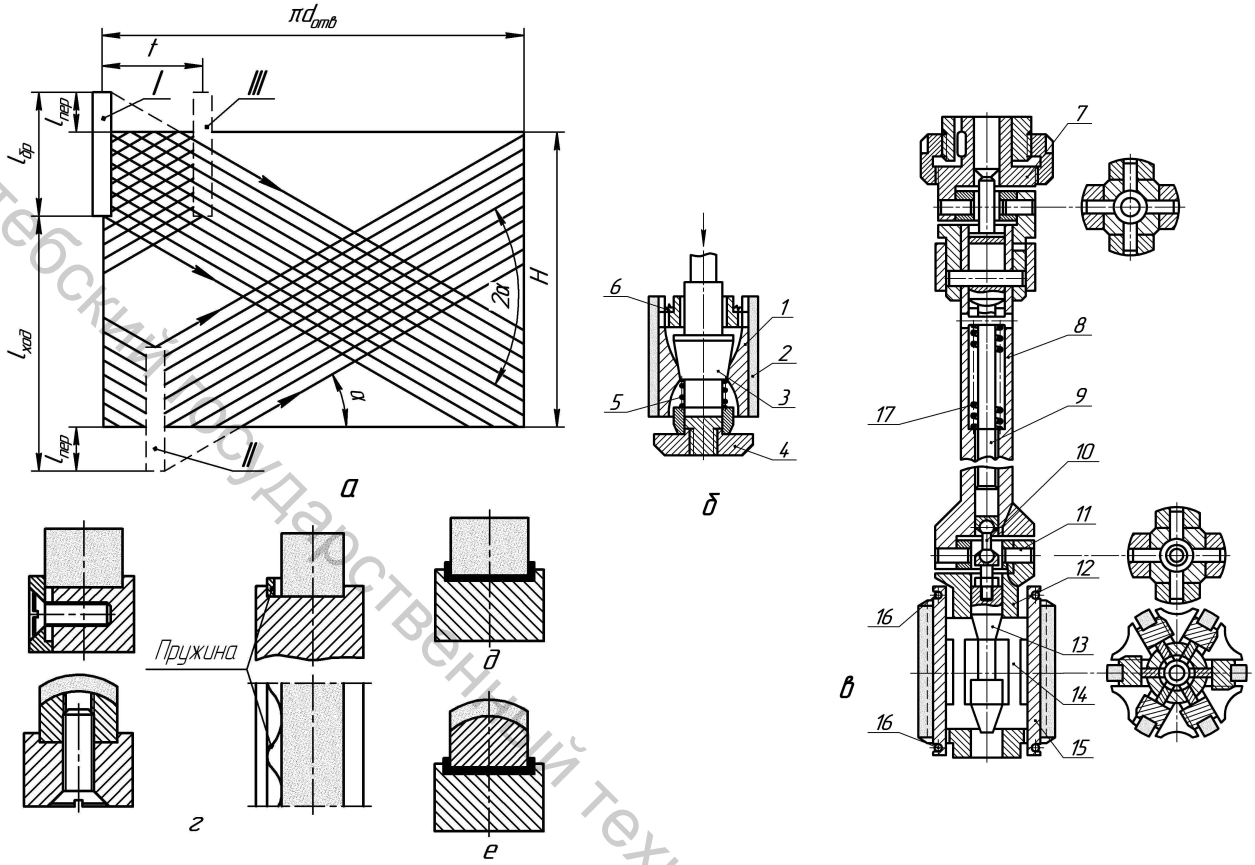


Рис. 6.44. Схема работы и конструкция хонинговальной головки: а – сетка следов обработки, б – механизм раздвижения брусков одним конусом; в – механизм раздвижения брусков двумя конусами; г – способы механического крепления брусков; д и е - соответственно приклеивание и припаивание брусков: I, II, III – последовательные положения бруска за один двойной ход. $l_{бр}$ – длина хонинговального бруска, H – высота отверстия; $l_{пер}$ – перебег; 1 – державка; 2 – брусок; 3 – конус; 4 – регулировочная гайка; 5 – винтовая пружина; 6 – кольцевая пружина; 7 – механизм разжима; 8 – стержень; 9 – толкатель; 10, 11 – шарнирные поводки; 12 – корпус; 13 – разжимной корпус; 14 – конусные планки; 15 – колодки с брусками; 16 – кольцевая пружина; 17 – винтовая пружина.

Перемещение хонинговальной головки за каждый ход $l_{ХОД} = H + 2l_{ПЕР} + l_{БР}$. В процессе хонингования в резании участвует в 100 – 1000 раз больше абразивных зерен, чем при шлифовании, что обеспечивает высокую производительность процесса.

Для удаления из зоны резания продуктов изнашивания брусков и микрочастиц снимаемого слоя металла и охлаждения обрабатываемой заготовки процесс хонингования происходит при обильном применении СОЖ. В зависимости от условий обработки применяют водные растворы, составы на основе минеральных масел и на основе керосина. Сравнительно небольшие скорости резания и применение обильного охлаждения приводят к тому, что деталь при алмазном хонинговании нагревается не выше 30 – 50^0С. Такая температура не влияет на структуру поверхности обрабатываемой детали.

К конструкциям хонинговальных головок предъявляют следующие требования: обеспечение точности и формы обрабатываемого отверстия,

Витебский государственный технологический университет

возможность самоустановки головки в случае несовпадения осей отверстия и шпинделя; возможность самоустановки абразивных брусков для исправления формы обрабатываемого отверстия и компенсации неравномерности изнашивания брусков; возможность автоматического сжатия абразивных брусков при снятии рабочего движения; возможность тонкого и удобного регулирования подачи брусков.

В хонинговальных головках должен быть предусмотрен механизм для регулирования раздвижения абразивных брусков. Регулирование может осуществляться вручную и автоматически гидравлическим (от общей гидравлической системы станка) или механическим способом. Наиболее эффективен гидравлический способ, который обеспечивает постоянное давление на бруски. Все механизмы раздвигают абразивные бруски с помощью конусов, которые упираются в колодки с закрепленными на них абразивными брусками. В практике встречаются головки с одним или двумя конусами. Хонинговальная головка с одним конусом показана на рис 6.43, б Державка 1 с брусками 2 прилегает к поверхности конуса 3. Благодаря этому обеспечивается их самоустановка в отверстии и устраняется неравномерность изнашивания брусков. Для предохранения от выпадения из колодок бруски сжимаются по концам кольцевыми пружинами 6. При снятии со штока давления шток с конусами приподнимается под действием пружины 5, и бруски сжимаются. Давление пружины 5 регулируется гайкой 4. Головки с одним конусом имеют простую конструкцию, удобны в эксплуатации, но из-за неустойчивого положения брусков допускают разбивку отверстия на входе и выходе.

Конструкция хонинговальной головки с зажимом колодок брусками двумя конусами, направленными в одну сторону, представлена на рис. 6.44, в. Привод механизма разжима 7 встроен в шпиндельную бабку станка и соединен со стержнем 8. Поступательное движение от привода передается толкателю 9 и через шарнирные поводки 10, 11 на корпус 12, внутри которого перемещается разжимной конус 13. Последний передает давление на конусные планки 14 и разжимает колодки с брусками. При снятии рабочего давления пружина 17 приподнимает толкатель, и колодки с брусками сжимаются под действием кольцевых пружин 16.

Хонинговальные бруски в колодках крепят механическим путем, приклеивают или припаивают. Крепление механически путем (рис. 6.44, г) производят винтом или гофрированными пружинами. Приклеивание (рис. 6.44, д) применяют при креплении абразивных брусков, а также алмазных и эльборовых брусков на органической и керамической связках. Припаивание (рис. 6.44, е) применяют для крепления алмазных брусков на металлической связке.

Витебский государственный технологический университет

Рекомендуемая литература:

1. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

1. Вайнтрауб Д.А., Клепиков Ю.М. Холодная штамповка в мелкосерийном производстве. – Л.: Машиностроение, 1975.
2. Клименков С.С. Инструмент и обработка материалов.: Витебск, 1997.
3. Ковка и штамповка. Т.4. Листовая штамповка.: Машиностроение, 1987.
4. Любченко А.А. Конструирование штампов.: Машиностроение, 1974.
5. Нефедов А.П. Конструирование и изготовление штампов. :Машиностроение, 1973.
6. Попов Е.А., Ковалев В.Г., Шубин И.Н. Технология и автоматизация листовой штамповки.
7. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки.: Машиностроение, 1974.
8. Справочник конструктора штампов. Листовая штамповка. Под общей редакцией Рудмана Л.И.: Машиностроение, 1988.
9. Шевелев В.В. Конструкции и основы проектирования универсальных штампов.: Машиностроение, 1964.
10. Шишков Б.И. Точная штамповка в приборостроении.: Свердловск, 1960.
11. Шипилов А.Н., Шульга С.А. Формоизменение секционным разжимным инструментом. Учебное пособие. Ростов, 1990.

2. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБЪЁМНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

1. Бабенко В.А., Бойцов В.В., Волин Ю.П., Объемная штамповка. Атлас схем и типовых конструкций штампов. М.; Машиностроение 1982.
2. Горячая объёмная штамповка. Т.2. Справочник под ред. Семенова Е.И.. 1986.
3. Евстратов В.А.. Основы технологии выдавливания и конструирования штампов. Харьков. 1982.
4. Клименков С.С.. Проектирование и производство заготовок. Витебск. 2005.
5. Колпашников А.И. Гидропрессование металлов. М.; Металлургия. 1973.
6. Короткевич В.Г.. Проектирование инструмента для пластического деформирования. Минск. Вышэйшая школа. 2000.
7. Северденко В.П. и др. Горячее гидродинамическое выдавливание режущего инструмента. Минск. «Наука и техника». 1974.
8. Холодная объёмная штамповка. Т.3. Справочник под ред. Семенова Е.И.. 1987.
9. Холодная объёмная штамповка. Справочник под ред. Навроцкого Г.В.. 1973.
10. Хомяк Б.С.. Твёрдосплавный инструмент для холодной высадки и выдавливания. М.; Машиностроение. 1981.
11. Шевакин Ю.В. и др. Инструмент для горячего прессования тяжёлых цветных сплавов. М.; Машиностроение. 1983.
12. Штампы для горячего деформирования металлов. Учебное пособие под ред. Тылкина М.А., М.; Машиностроение. 1977.

3. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОРОШКОВ

1. Анциферов В.И. и др. Порошковая металлургия и напыленные покрытия. М.; Металлургия. 1987.
2. Грабчак А.К., Радомысельский И.Д., Сердюк Г.Г. Расчет и конструирование пресс-форм для прессования металлических порошков. – Киев. Изд. ИПМ АН УССР., 1983.
3. Джеймс П. процессы изостатического прессования. М.; Металлургия. 1990.
4. Кипарисов С.С. Оборудование предприятий порошковой металлургии. М.; Металлургия. 1988.
5. Клячко Л.И. Оборудование и оснастка для формования порошковых материалов. М.; Металлургия. 1986.
6. Радомысельский Д.И., Пегеитковский Е.Д., Сердюк Г.Г. пресс-формы для порошковой металлургии. – Киев. Техника. 1970.
7. Раковский В.С., Саклинский В.В. Порошковая металлургия в машиностроении. Справочник. – М.; Металлургия. 1973.
8. Технология порошковой металлургии. Киев. «Высшая школа». 1989.
9. Федорченко И.М. и др. Порошковая металлургия. М.; Металлургия. 1983.

Витебский государственный технологический университет

4. ЛИТЬЕВОЙ ИНСТРУМЕНТ

1. Антонов В.А. Машины для литья под давлением М,: Машиностроение, 1973.
2. Батышев А.И. Кристаллизация металлов и сплавов и напыленные покрытия. М.; Металлургия. 1987.
3. Беккер М.Б. и др. Литьё под давлением. М,: Машиностроение. 1990.
4. Вейник А.И. и др. Литьё в кокиль. М,: Машиностроение. 1980.
5. Горюнов И.И. Пресс-формы для литья под давлением. Справочное пособие. Л,: Машиностроение.
6. Заславский М.Л., Шестопалов В.М. Литьё под давлением М,: Машиностроение. 1971.
7. Кокильное литьё. / Под ред. Н.П. Дубинина. М,: Машиностроение. 1980.
8. Литьё под давлением / Под. ред. А.К. Белопухова. М,: Машиностроение. 1973.
9. Машины для литья под давлением / Под ред. Б.Е. Резенберга М,: Машиностроение. 1973.
10. Руденко А.Б. Серебро В.С. Литьё в облицованный кокиль. М,: Машиностроение. 1987.
11. Святкин Б.К., Егорова М.Б. Производство отливок в кокиль. М,: «Высшая школа». 1989.
12. Специальные способы литья / Справочник под ред. Ефимова В.А. М,: Машиностроение. 1991.
13. Штамповка жидкого металла. / Под ред. А.И. Батышева. М,: Машиностроение. 1979.
14. Цветное литьё. / Справочник под ред Галдина Н.М. М,: Машиностроение. 1989.

5. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ФОРМООБРАЗАВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

1. Басов Н.И., Брагинский В.А., Казанков Ю.В. расчет и конструирование формующего инструмента для изделий из полимерных материалов .М,: Химия. 1991.
2. Видгоф Н.Б. Основы конструирования литьевых форм для термопластов. М,: Машиностроение. 1979.
3. Глухов Е.Е. Конструирование пластмассовых изделий и формующего инструмента. М., 1977.
4. Демин Е.Н. Справочник по пресс-формам. Лениздат. 1967.
5. Дубов К.Х., Шнейдерман М.А. Литьевые формы для деталей из термопластов. Каталог-справочник. М., УНИИТЭстроймаш. 1978.
6. Лейкин Н.Н. Конструирование пресс-форм для изделий из пластических масс. М,: Машиностроение. 1966.
7. Основы конструирования и расчета деталей из пластмасс и технологической оснастки для их изготовления. М,: Машиностроение. 1978.
8. Пантелеев А.П., Шевцов Ю.М., Горячев И.А. Справочник по проектированию оснастки для прессования пластмасс. М,: Машиностроение. 1986.
9. Петряев С.В. Пресс-формы для литья под давлением,: Справочное пособие Л,: Машиностроение. 1973.
10. Петряев С.В., Лангин О.Н. Пластмассовые пресс-формы для литья под давлением термопластов. Л,: Машиностроение. 1989.
11. Филатов В.И., Корсаков В.Д., Технологическая подготовка процессов формования изделий из пластмасс . Л,: Политехника. 1991.

6. РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

1. Аршинов В. А., Алексеев Г.А. Резание металлов и режущий инструмент. М,: Машиностроение. 1976.
2. Баранчиков В.И. и др. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник. М,: Машиностроение. 1990.
3. Горбунов Б.И. Обработка металлов резанием. Металлорежущий инструмент и станки. М,: Машиностроение. 1981.
4. Грановский Г.И., Панченко К.П., Фасонные резцы. М,: Машиностроение. 1975.
5. Жедь В.П. и др. Режущие инструменты, оснащенными сверхтвердыми и керамическими материалами и их применение. Справочник. М,: Машиностроение. 1987.
6. Жигалко Н.И., Кселев В.В. Проектирование и производство режущих инструментов. Минск. «Высшая школа». 1975.
7. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов. М,: Машиностроение. 1984.
8. Королев В.А., Зотов П.М. Марголин Л.С. Справочник инструментальщика. Минск. Изд. «Беларусь». 1976.
9. Резников А.Н. и др. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник. М,: Машиностроение. 1977.
10. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов. Киев. «Высшая школа». 1990.
11. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты. Киев. «Высшая школа».
12. Самойлов В.С. и др. металлообрабатывающий твердосплавный инструмент. Справочник. М,: Машиностроение. 1988.
13. Сахаров Г.Н. и др. Металлорежущий инструмент. М,: Машиностроение. 1989.

Витебский государственный технологический университет