

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Учреждение образования "Витебский государственный
технологический университет"**

С.С. Клименков

**РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ
ФОРМООБРАЗУЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

Допущено

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

В 2 частях

Часть 2

Библиотека ВГТУ



**Витебск
2009**

УДК 621.7; 621.9
ББК 34.39
К49

Рецензенты :

к.т.н. Харченко В.В. – старший научный сотрудник Физико-технического института НАН Б

к.т.н. Михайлов М.И. – доцент, зав. кафедрой Учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

К49 Клименков, С. С. Расчет и конструирование формообразующего инструмента : учебное пособие. В 2-х ч. Ч.2 / С. С. Клименков. – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – 250 с.

ISBN –978-985-481-178-9

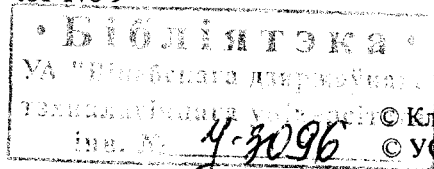
В учебном пособии рассматриваются вопросы расчета проектирования инструмента для производства изделий из порошковых материалов, форм для литья под давлением металлов и сплавов, инструмента для формообразования изделий из пластмасс.

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

Предназначено для студентов высших учебных заведений.

УДК 621.7; 621.9
ББК 34.39

ISBN –978-985-481-178-9



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

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть 2

4. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	5
4.1 Конструкторско-технологические особенности деталей из порошковых материалов.....	9
4.2 Расчет формообразующего инструмента.....	17
4.2.1. Расчет параметров изделия.....	17
4.2.2. Расчет размеров матриц.....	18
4.2.3. Расчет размеров стержней.....	19
4.2.4. Расчет размеров пресс-форм.....	20
4.3 Конструирование съемных разборных пресс-форм.....	22
4.4 Стационарный неразборный инструмент.....	30
4.4.1 Стационарные пресс-блоки.....	31
4.4.2 Расчет пресс-блоков.....	33
4.5 Типовые конструкции сменных пресс-форм.....	36
4.5.1. Формообразующие детали сменных пресс-форм.....	41
4.6 Штампы для прессования спеченных порошковых заготовок.....	55
4.6.1 Штампы для горячего прессования.....	55
4.6.2 Штампы для холодной калибровки спеченных порошковых заготовок.....	63
5. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ФОРМ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ.....	69
5.1 Технологичность отливок.....	72
5.2 Конструкции типовых литформ.....	82
5.3 Системы термостабилизации литформ.....	96
5.3.1 Расчет теплового баланса литформы.....	96
5.3.2 Конструкции систем термостабилизации.....	100
5.4 Литниково-вертикальные системы.....	103
5.4.1 Литниковая система.....	103
5.4.2 Вентиляционная система.....	108
5.5 Конструирование механизмов литформ.....	112
5.5.1 Стержнеизвлекающие механизмы.....	112
5.5.2 Механизмы фиксации стержней.....	116

5.5.3	Механизмы выталкивания отливок.....	118
5.6	Расчет основных параметров литформ.....	122
5.6.1	Расчет литформы на раскрытие.....	122
5.6.2	Расчет исполнительных размеров оформляющей полости пресс-формы.....	124
5.7	Формообразующие детали литформ.....	126
5.8	Детали общего назначения.....	133
6.	РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС.....	138
6.1	Конструкторско-технологические особенности изделий из пластмасс.....	144
6.2	Конструкции форм для прессования.....	158
6.2.1	Узлы пресс-форм для прямого и литьевого прессования.....	168
6.2.2	Конструирование пресс-форм.....	169
6.3	Расчет размеров формообразующих элементов форм.....	179
6.4	Типовые конструкции литьевых форм.....	182
6.5	Специальные литьевые формы.....	189
6.6	Групповые переналаживаемые формы.....	196
6.6.1	Групповые переналаживаемые пресс-формы для изготовления изделий из реактопластов.....	196
6.6.2	Групповые переналаживаемые пресс-формы для изготовления изделий из термопластов.....	199
6.7	Системы литьевых форм.....	208
6.7.1	Литниковая система.....	208
6.7.2	Система термостатирования.....	220
6.7.3	Система извлечений изделий из форм.....	226
6.7.4	Система перемещения оформляющих элементов.....	234
6.7.5	Система привода плит.....	240
6.8	Материалы и шероховатость деталей форм.....	243
	РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	248

4 Расчет и проектирование инструмента для производства изделий из порошковых материалов

Общие сведения

Сущность порошковой металлургии заключается в производстве порошков и изготовлении из них или их смесей с неметаллическими порошками изделий. Методами порошковой металлургии возможно получение изделий, которые нецелесообразно или невозможно изготовить другими методами. В первую очередь это тугоплавкие материалы, сложнелегированные жаропрочные сплавы, псевдосплавы, композиции из металлов с неметаллами, пористые изделия.

Формообразование из порошков осуществляется методами: холодного или горячего прессования, холодной или горячей штамповки.

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 преодоление 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 также изделий типа гладких втулок с отношением высоты к минимальному значению толщины стенки $h/S_{min} \leq 3$. (рис. 4.1, а, б).

Распределение плотности по объёму прессовки при одностороннем 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.

Двухстороннее прессование осуществляется приложением давления 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 $1 \leq h/d < 5$, а так же деталей типа втулок при $3 \leq h/S_{min} < 20$. Такое прессование осуществляется по трём основным схемам (рис. 4.1, в, г, д).

Первая схема (рис. 4.1, 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. 4.1, 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.

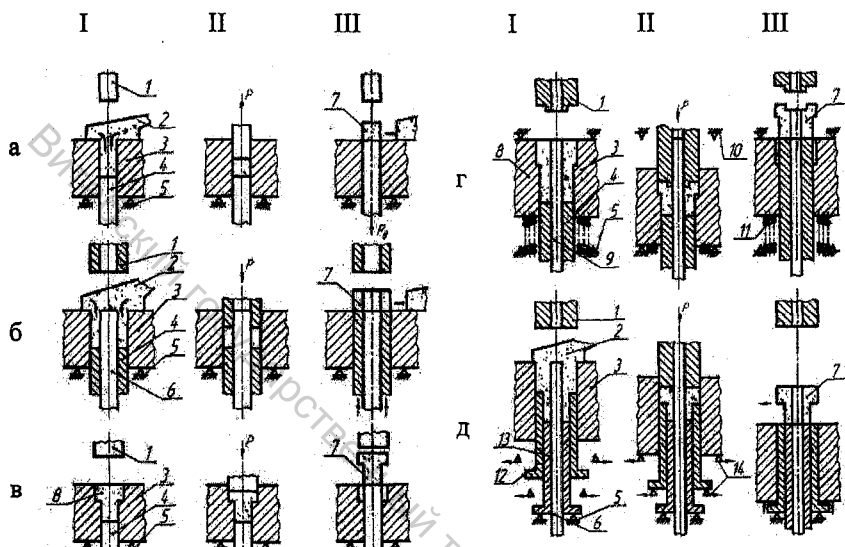


Рис. 4.1 Схемы: одностороннего (а,б) и двустороннего (в, г, д) прессования. Стадии прессования: I – загрузка порошка; II – прессование; III – удаление изделия.

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

По третьей схеме (рис. 4.1, д) прессование производится при неподвижном нижнем внутреннем пуансоне, а для изделий с отверстием неподвижной остаётся также и игла. Подвижная матрица, установленная на пружинах или гидро(пнеumo)цилиндрах, перемещается до регулируемых упоров.

При прессовании матрица перемещается вниз и вместе с ней наружный пуансон до убираемых упоров. При достижении 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.

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 °С. 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 °С. 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 сопротивления металла деформированию; интенсификацию диффузионных процессов и гомогенизацию материала; технологическую прочность для предотвращения разрушений.

4.1 Конструкторско-технологические особенности деталей из порошковых материалов

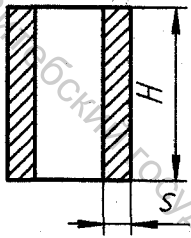
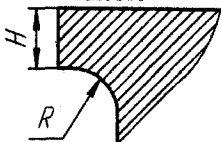
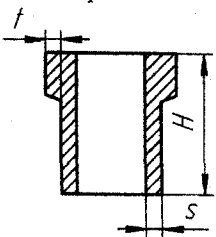
Сложность изготовления прессующего инструмента, его стойкость и стоимость во многом определяют целесообразность изготовления той или иной детали методами порошковой металлургии. Особенно важно определить оптимальную конфигурацию детали. В ряде случаев целесообразно, рассмотрев конструкцию узла машины, изменить конфигурацию изготавливаемой детали и, соответственно, сопрягаемой с ней детали таким образом, чтобы сделать ее более технологичной при изготовлении методами порошковой металлургии (уменьшить число переходов, сгладить выступы и т.д.). Это позволит изготовить более простой технологичный инструмент и создать предпосылки для массового изготовления. В таблице 4.1 приведены рекомендуемые параметры элементов изделий из порошков.

Одним из основных геометрических показателей, характеризующих возможность изготовления детали методами порошковой металлургии, является отношение ее длины к поперечным размерам изделия. Особо благоприятным для получения равномерной плотности прессовки является соотношение этих показателей 1:1. Однако практически это соотношение может изменяться в широких пределах. Например, при двустороннем прессовании на прессах-автоматах можно получить удовлетворительные результаты по равномерному распределению плотности прессовки при соотношении 3 : 1 или даже 4 : 1. При изостатическом и мундштучном формовании его можно значительно увеличить.

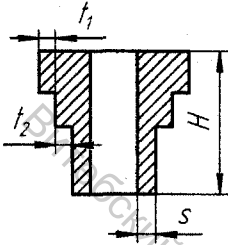
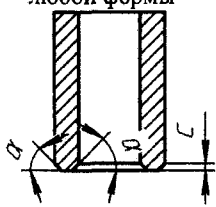
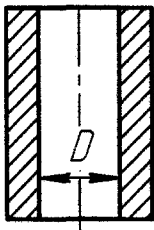
Если деталь имеет выступ на одном конце, что создает значительную разницу в прилегающих сечениях, то целесообразно пресовать с симметричным выступом на другом конце, удалив выступ механической обработкой после спекания. Тонкие стенки, острые углы, узкие шпоночные канавки ослабляют деталь и при выталкивании за счет сил упругого последействия она может разрушиться в этих местах, поэтому их следует избегать, а при необходимости после спекания получать механической обработкой.

Таблица 4.1

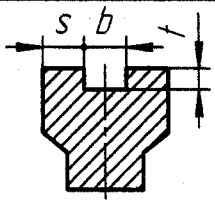
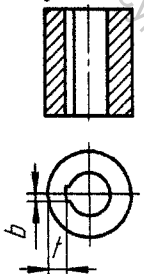
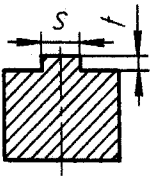
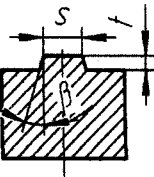
Требования к конструктивным элементам порошковых изделий

Элемент, тип изделия	Рекомендуемые параметры	Рекомендуемая технология
Стенка: изделия типа цилиндра 	$s \geq 0,8 \text{ мм}; \frac{H}{s} \leq 1$ $s \geq 0,8 \text{ мм}; \frac{H}{s} \leq 1$ $s \geq 2 \text{ мм}; \frac{H}{s} \leq 1 \text{ мм}$	Пористое изделие
		Формование: односторонним прессованием; двухсторонним прессованием; поперечным прессованием
	$s \geq 2 \text{ мм}; \frac{H}{s} \leq 1$ $s \geq 2 \text{ мм}; \frac{H}{s} \leq 1$ $s \geq 2 \text{ мм}; \frac{H}{s} \leq 5; H \geq 40 \text{ мм}$	Высокоплотное изделие
		Штамповка высокоплотных изделий из пористых заготовок: односторонней осадкой; двухсторонней осадкой; поперечным уплотнением
Скругление: изделия с переходами по высоте 	$R \geq 0,25 \text{ мм};$ $R = (0,3 + 0,5)H$	Высокоплотное изделие
		Прессование пористых заготовок; Штамповка пористых заготовок
Бурт: изделие с одним переходом по высоте на наружной поверхности 	$t \geq 0,8 \text{ мм}$ $t \leq 3 \text{ мм}; \frac{H}{s} \leq 2$ $t > 3 \text{ мм}; \frac{H}{s} \leq 2$ $t > 3 \text{ мм}; 2 < \frac{H}{s} \leq 15$	Высокоплотное изделие Двухстороннее прессование пористых изделий; Штамповка высокоплотных изделий из пористых заготовок: двухсторонней осадкой заготовки без бурта с поперечным течением материала; двухсторонней осадкой заготовки с буртом; двухсторонней осадкой бурта с последующим поперечным уплотнением всей заготовки

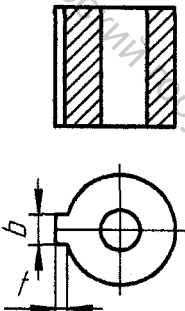
Продолжение таблицы 4.1

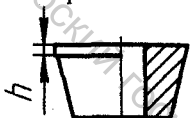
Изделия с двумя и более переходами на наружной поверхности	$t_1, t_2 \geq 0,8 \text{ мм}$	Пористое изделие
		Двухстороннее прессование
	$t_1 \leq 3 \text{ мм}, \frac{H}{S} \leq 2$ t_2 — не регламентируется $t_1 > 3 \text{ мм}, \frac{H}{S} \leq 2$ t_2 — не регламентируется $t_1 > 3 \text{ мм}, \frac{H}{S} \leq 2$ t_2 — не регламентируется	Высокоплотное изделие
		Штамповка: двухсторонней осадкой пористой заготовки без бурта с поперечным течением материала; двухсторонней осадкой пористой заготовки с буртом; двухсторонней осадкой бурта с последующим поперечным уплотнением всей заготовки
Фаска: изделия любой формы 	$0 < \alpha < 90^\circ$ $0,15 \leq c \leq 0,5 \text{ мм}$	Пористое изделие
		Прессование
		Высокоплотное изделие
Отверстие: изделия любой формы 	$D > 1 \text{ мм}$	Пористое изделие
		Прессование пористой заготовки
	$D > 10 \text{ мм}$	Высокоплотное изделие
Паз: изделия любой формы с пазами на торцах	$s, b \geq 2 \text{ мм};$ t — не регламентируется	Пористое изделие
		Прессование пористой заготовки

Продолжение таблицы 4.1

	$s \geq 2 \text{ мм}; b \geq 5 \text{ мм};$ t — не регламентируется $s, \geq 2 \text{ мм}; b \geq 5 \text{ мм};$ $t < 3 \text{ мм}.$	Высокоплотное изделие Штамповка пористой заготовки: осадкой с предварительно выполненным пазом; осадкой пористой заготовки без предварительно выполненного паза
Паз: изделия любой формы с пазами на внутренней и наружных поверхностях 	$s \geq 2 \text{ мм};$ b и t — не регламентируется	Высокоплотное изделие Прессование пористых заготовок; штамповка осадкой пористой заготовки с предварительно выполненным пазом
Выступ: изделие любой формы с выступами на торце  	$s \geq 2 \text{ мм}; t > 0,5 \text{ мм}$ $s \geq 5 \text{ мм}; t \geq 3 \text{ мм}$ $s \geq 2 \text{ мм}; t \leq 0,5 \text{ мм}; \beta \geq 3^\circ$	Пористое изделие Прессование пористых изделий составным пуансоном Штамповка высокоплотных изделий осадкой пористой заготовки с предварительно выполненным выступом Пористое изделие Прессование пористых изделий цельным пуансоном

Продолжение таблицы 4.1

	$s \geq 2 \text{ мм}; t \leq 3 \text{ мм}; \beta \geq 5^\circ$	Высокоплотное изделие
		Штамповка осадкой с выдавливанием пористой заготовки без предварительно выполненного выступа
Изделия с выступами на внутренней или наружной боковой поверхности	$b \geq 2 \text{ мм};$ t – не регламентируется	Пористое изделие
	$b \geq 5 \text{ мм}; t \leq 3 \text{ мм}$	Прессование пористых заготовок
		Высокоплотное изделие
		Штамповка осадкой пористой заготовки с предварительно выполненным выступом
Уклон: изделия типа шестерен, шкивов и т.п.	$\beta \geq 5^\circ$	Пористое изделие
		Прессование
		Высокоплотное изделие
		Штамповка пористой заготовки
Зуб: изделия типа цилиндрической шестерни	$m \geq 0,5 \text{ мм}$	Прессование изделий
	$0,5 \leq m \leq 2 \text{ мм}$	Штамповка осадкой с поперечным течением материала пористой заготовки без предварительно выполненных зубьев
	$m \geq 2 \text{ мм}$	Штамповка осадкой пористой заготовки с предварительно выполненными зубьями

Рифленая поверхность: изделия с рифленой поверхностью 	$\gamma \geq 30^\circ$	Прессование. Штамповка высокоплотных изделий из пористых заготовок с нерифленой поверхностью
Поясок: изделия с конической поверхностью 	$h \geq 1 \text{ мм}$	Прессование. Штамповка высокоплотных изделий из пористых заготовок

Закругленные углы в прямоугольных отверстиях способствуют лучшему передвижению порошка при прессовании (рис. 4.2, а), а небольшие площадки при прессовании круглых поверхностей обеспечивают повышенную стойкость пуансонов, так как устраняют острые углы на торцевых поверхностях (рис. 4.2, б).

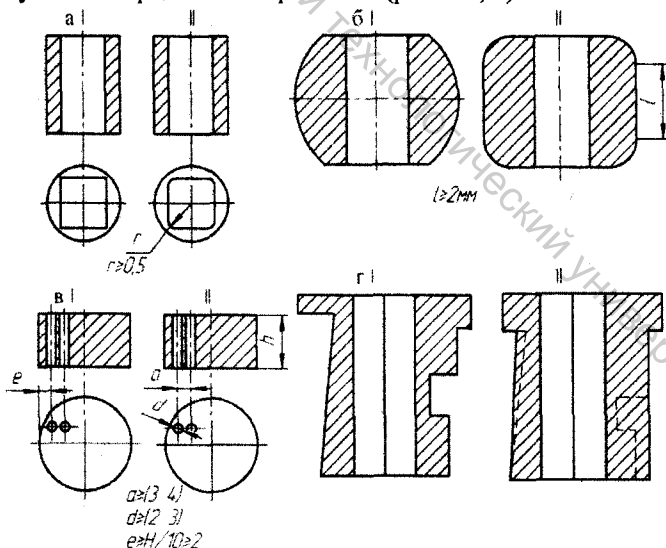


Рис. 4.2 Нерациональные (I) и рациональные (II) конструкции порошковых деталей: а – с прямоугольными отверстиями; б – с плоскими площадками; в – с эксцентричными отверстиями; г – с прямоугольными пазами

Рекомендуется скосы на пуансонах заканчивать не острыми углами, а площадкой шириной 0,12—0,25 мм. Закругления в местах присоединения фланца к корпусу детали необходимо делать радиусом не менее 0,25 мм, причем слишком большой радиус также нежелателен.

Выполнение отверстий любой конфигурации в направлении прессования не представляет большой сложности, но если отверстия небольшого сечения, то необходимо применять тонкие стержни, однако они изгибаются в процессе прессования и быстро изнашиваются под действием порошка. Надо также учитывать, что для выполнения цилиндрических отверстий используют круглые стержни, которые легко обрабатываются. Для прессования деталей с прямоугольными, эллипсными, квадратными и другими фигурными отверстиями требуется более сложный инструмент и, соответственно, более сложное оборудование для его изготовления. Поэтому целесообразно, где это не сказывается на технических характеристиках детали, прессовать их с отверстиями круглой формы. При изготовлении заготовки с несколькими отверстиями рекомендуются для применения соотношения размеров (рис. 4.2, в).

Круглые канавки, резьбу, обратную конусность лучше выполнять механической обработкой после спекания, а в прессуемой детали их надо убрать (рис. 4.2, г). Это относится и к отверстиям, находящимся под прямым углом к направлению прессования. Изготовление глухих отверстий в процессе прессования не представляет особых затруднений. Однако в данном случае необходимо предусмотреть скосы на дне полости и определенные соотношения между высотой детали и глубиной отверстия (рис. 4.3, а).

При глубоких и узких шлицах и выступах в детали значительно усложняется изготовление матриц и уменьшается их прочность. Поэтому целесообразно изменить конфигурацию детали (рис. 4.3, б, в). Для повышения стойкости пуансонов выступы на переходах должны быть толщиной не менее 3—4 мм и не должно быть больших перепадов по высоте в направлении прессования (рис. 4.3, г).

Толщина стенок должна быть не менее 0,8 мм. Если деталь имеет большие различия в толщине стенок ($> 2,5$ мм), то необходимо изменить конструкцию. Если деталь имеет длинную выступающую часть, то для увеличения жесткости следует прессовать ее с дополнительным ребром. Иногда в подобных случаях более целесообразно изменить конструкцию детали, увеличив толщину выступающей части или приблизив ее к одному из торцов детали (рис. 4.3, а, б, в).

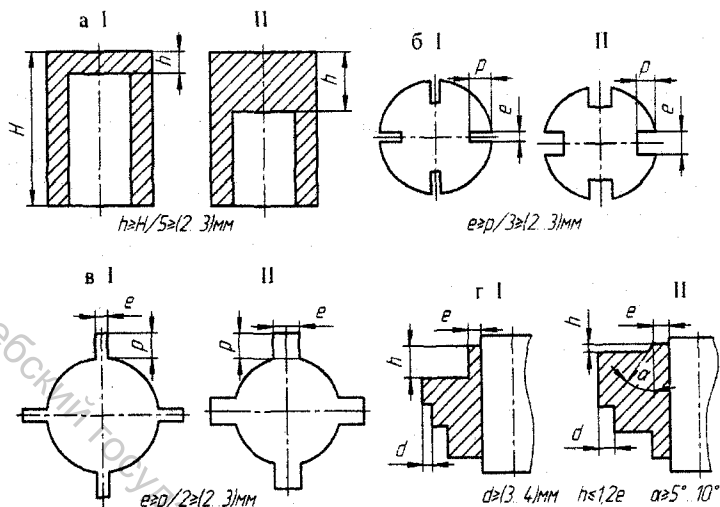


Рис. 4.3 Нерациональные (I) и рациональные (II) конструкции порошковых деталей: а – с глухими отверстиями; б – с продольными пазами; в – с продольными выступами; г – ступенчатых.

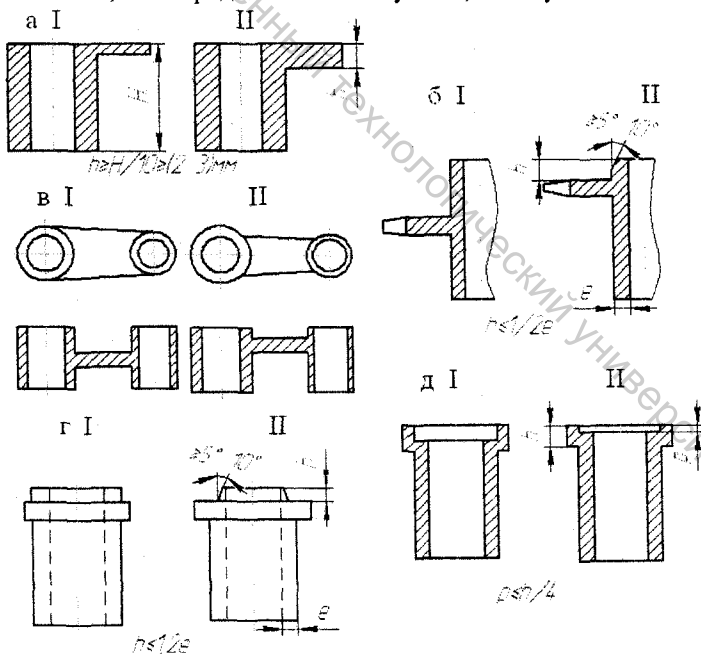


Рис.4.4 Нерациональные (I) и рациональные (II) конструкции порошковых деталей с выступами (а, б, в, д) и выемками (г)

4.2 Расчет формообразующего инструмента

4.2.1 Расчет параметров изделия

Исходными данными для расчета являются: плотность изделия ρ_u ; насыпная плотность порошка ρ_n ; упругие последствия по линейным размерам при прессовании (калибровании) в процентах a_n, a_k , или в абсолютной величине l_n, l_k ; 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 P_k . Плотность изделия задается, а остальные параметры определяются экспериментально.

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:

$$\frac{H}{h} = \frac{H_1}{h_1} = \frac{\rho_u}{\rho_n}, \quad (4.1)$$

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

$$V_u = V_o (1 + \xi/100), \quad (4.2)$$

где V_o – объем спеченной заготовки.

Масса изделия определяется по формуле

$$G_u = \rho_u V_u. \quad (4.3)$$

Масса навески порошковой шихты определяется по формуле

$$G_n = (1,02 \div 1,05) G_u, \quad (4.4)$$

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 последствий, роста или усадки при спекании и припуска на дополнительную обработку

$$H_u = H - l_n \pm \varepsilon + P_k. \quad (4.5)$$

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

4.2.2 Расчет размеров матриц

Высота загрузочной камеры, т. е. высота части формирующей камеры, заполняемой порошком H_3 (рис. 4.5), определяется по формуле

$$H_3 = k H_u, \quad (4.6)$$

где k — коэффициент уплотнения.

Величина k определяется по формуле

$$k = \rho_u / \rho_n. \quad (4.7)$$

Общая высота матрицы H_M определяется с учетом высоты загрузочной камеры и величин захода в матрицу верхнего h_B и нижнего h_N пуансонов (рис. 4.5).

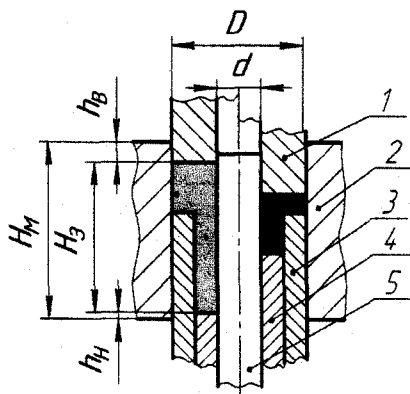


Рис. 4.5 Схема для расчета геометрических параметров матрицы: 1 — верхний пуансон; 2 — матрица; 3, 4 — соответственно наружная и внутренняя втулки нижнего пуансона; 5 — стержень

$$H_M = H_3 + h_B + h_N. \quad (4.8)$$

Поперечные 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_M) определяется по формуле

$$D_{Mmin} = D_{min} - l \pm \varepsilon \pm P_k - l_k, \quad (4.9)$$

где D_{min} — минимально допустимый размер готовой детали, мм.

Максимально допустимый (конечный) размер рабочей полости матрицы

$$D_{Mmax} = D_{max} - l \pm \varepsilon \pm P_k, \quad (4.10)$$

где D_{max} — максимально допустимый размер готовой детали, мм.

Припуск на износ матрицы определяется по формуле

$$\Delta D_{Mmax} - D_{Mmin} - T_M, \quad (4.11)$$

где T_M — действительный допуск начального размера рабочей полости матрицы при ее изготовлении.

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

Минимальный размер рабочей полости калибрующей матрицы

$$D_{k \min} = D_{\min} - l_k. \quad (4.12)$$

Максимально допустимый размер рабочей полости калибрующей матрицы

$$D_{k \max} = D_{\max} - l_k. \quad (4.13)$$

Размеры изделий после спекания

$$D_{cn} = D_{\min} \pm \Pi_k. \quad (4.14)$$

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

Размеры изделий после прессования

$$D_{np} = D_{cn} \pm \varepsilon. \quad (4.15)$$

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

Номинальный размер рабочей полости матрицы для холодного прессования

$$D_M = D_{np} - l_n \quad (4.16)$$

4.2.3 Расчет размеров стержней

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

Максимально допустимый размер рабочей части стержня

$$d_{cm \max} = d_{\max} \pm l_n \pm \varepsilon \pm \Pi_k \pm l_k, \quad (4.17)$$

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

Минимально допустимый размер стержня

$$d_{cm \min} = d_{\min} \pm l_n \pm \varepsilon \pm \Pi_k \pm l_k, \quad (4.18)$$

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

$$d_k = d_{\max} \pm l_k. \quad (4.19)$$

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

Размер отверстия после спекания

$$d_{cn} = d_k \pm \Pi_k. \quad (4.20)$$

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

Размер отверстия после прессования

$$d_{np} = d_{cn} \pm \varepsilon. \quad (4.21)$$

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

Размер рабочей части стержня

$$d_{ст.р} = d_{np} \pm l_n. \quad (4.22)$$

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

4.2.4 Расчет размеров пресс-форм

Первоначально для расчета пресс-форм необходимо определить: усилие пресса P ; усилие выталкивания $P_{выт}$; ход верхнего пуансона $H_{вп}$; расстояние между столом пресса в нижнем положении и ползуном в верхнем положении H_p ; ход выталкивателя пресса $H_{выт}$.

Усилие пресса P выбирают на основании усилия прессования $P_{пр}$ изделия:

$$P_{np} = pS, \quad (4.23)$$

где p — давление прессования; S — площадь проекции детали на горизонтальную плоскость.

Усилие выталкивания равно

$$P_{выт} = kP_{np}, \quad (4.24)$$

где $k = 1,25 - 1,3$ — коэффициент запаса.

Ход верхнего пуансона $H_{вп}$ (рис. 4.6) складывается из расстояния h_1 от нижнего торца верхнего пуансона до верхнего торца матрицы и величины осевого сжатия порошка h_2 :

$$H_{вп} = h_1 + h_2. \quad (4.25)$$

Расстояние h_1 зависит от принятого метода засыпки шихты в формулирующую полость пресс-формы. Для стационарных пресс-форм при массовой объемной дозировке, производимой вне пресса, это расстояние должно обеспечивать возможность удобной засыпки порции шихты в полость матрицы. В этом случае величина h_1 зависит от устройства, предназначенного для транспортировки шихты от места

дозировки до формирующей полости. Обычно эта величина составляет не менее 40 мм.

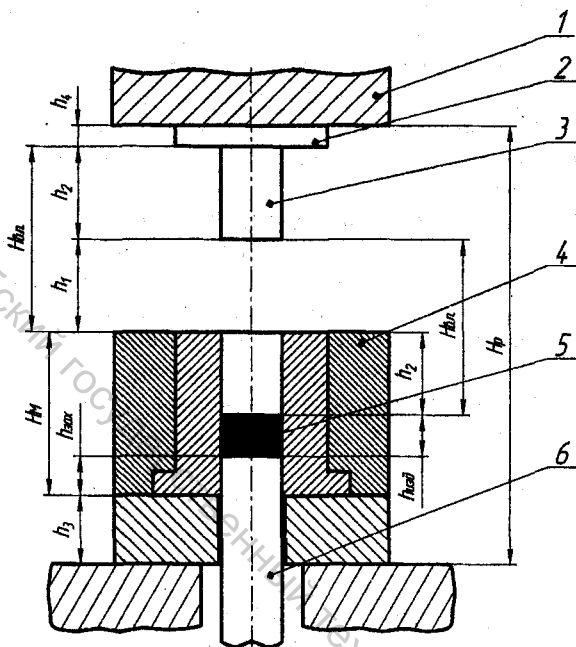


Рис. 4.6 Схема для расчета размеров пресс-формы: 1 - ползун; 2 - плита; 3 - пуансон; 4 - пресс-форма; 5 - прессовка; 6 - выталкиватель

Величина осевого сжатия порошка равна:

$$h_2 = h_{изд} \left(\frac{\rho_n}{\rho_n} - 1 \right), \quad (4.26)$$

где $h_{изд}$ - высота изделия; ρ_n , ρ_n - соответственно плотность прессовки и насыпная плотность порошка.

Необходимое для установки пресс-формы расстояние H_p определяется как сумма

$$H_p = H_M + H_{вп} + h_3 + h_4, \quad (4.27)$$

где H_M - высота матрицы; h_3 и h_4 - толщина плит верхнего пуансона и матрицы.

Высота изделия связана с ходом выталкивателя пресса $H_{выт}$ следующей зависимостью:

$$H_{выт} \geq \frac{\rho_n}{\rho_{n \min}} h_{изд}, \quad (4.28)$$

где $\rho_{n \min}$ - минимальная насыпная плотность порошка.

4.3 Конструкции съемных разборных пресс-форм

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

- по эксплуатационным особенностям – съемные и стационарные;
- по способу прессования – односторонние и двухсторонние;
- по способу извлечения изделий – разборные и неразборные;
- по конструкции используемых прессов – универсальные и специализированные.

Съемные разборные пресс-формы для универсальных прессов предназначены для изготовления небольших экспериментальных партий изделий из металлических порошков, а также при отработке технологии холодного формования и определении оптимальной формы изделия. Экономически целесообразно использовать при этом широко распространенные гидравлические универсальные прессы для прессования пластмасс. Такие пресс-формы воспроизводят одностороннее и последовательное двустороннее формование.

Съемная пресс-форма для изготовления изделий типа «втулка» представлена на рис. 4.7.

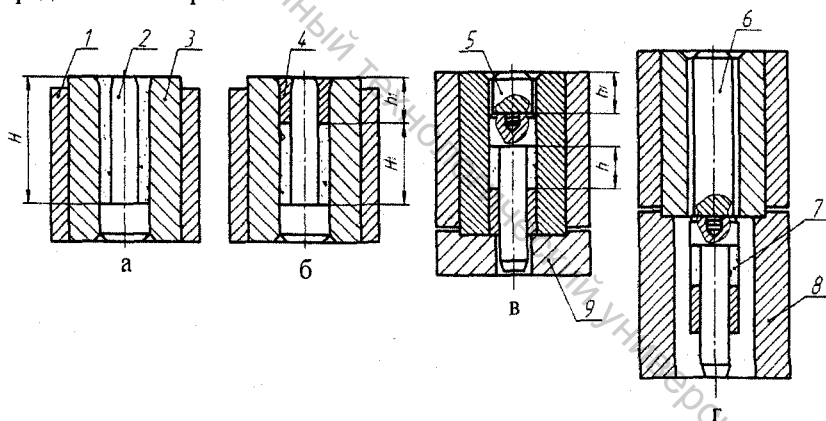


Рис. 4.7 Технологическая схема выполнения операций формования втулок в съемной пресс-форме: а – засыпка порошка; б – установка пуансона и прессование;

в – переворот пресс-формы и установка ее на опору; г – выталкивание изделия из пресс-формы: 1 – обойма; 2 – пуансон; 3 – матрица; 4 – пуансон; 5 – проставка; 6 – стержень; 7 – изделие; 8, 9 – опоры

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.

Формование изделий выполняется в несколько приемов. Предварительно осуществляется засыпка порошка (рис. 4.7, а), после чего в матрицу 3 устанавливается пуансон 4 и производится одностороннее формование изделия (рис. 4.7, б). Затем пресс-форма переворачивается и размещается на опоре 9 (рис. 4.7, 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. 4.7, 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. 4.7):

- при двустороннем прессовании

$$h_1 = \frac{H - h}{2}; \quad (4.29)$$

- при одностороннем формовании

$$h_1 = H - h, \quad (4.30)$$

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

$$H = kh, \quad (4.31)$$

h – высота изделия; k – коэффициент высоты засыпки, зависящий от плотности изделия $\rho_{\text{п}}$ и от насыпной массы порошка $\rho_{\text{н}}$, который определяется из соотношения

$$k = \rho_{\text{н}} / \rho_{\text{п}}. \quad (4.32)$$

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

$$H_1 = H - h_1, \quad (4.33)$$

Съемная пресс-форма для продольно - последовательного прессования длинномерных втулок из хрупких труднопрессуемых порошков представлена на рис. 4.8.

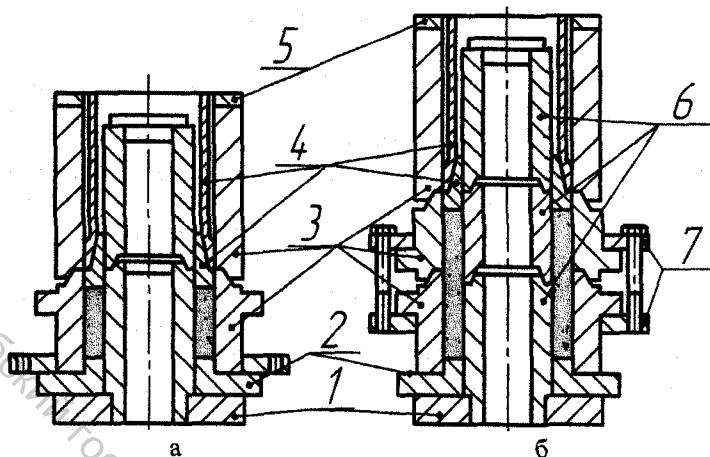


Рис 4.8 Технологические схемы формирования длиномерных втулок в съемной пресс-форме: а – прессование первой части заготовки; б – прессование последующей части заготовки:
1 – подкладка; 2 – кольцо промежуточное; 3 – матрица составная; 4 – пуансон составной; 5 – ограничитель; 6 – стержень составной; 7 – замковый элемент

Пресс-форма включает подкладку 1, кольцо промежуточное 2, матрицу составную 3, пуансон составной 4, стержень составной 6.

Верхние части составных матриц и стержня образуют загрузочную полость; нижние части – формообразующую. Составные части матриц и стержня устанавливаются последовательно друг на друга, а их количество определяется числом последовательно прессуемых частей заготовки.

Пуансон 4 также выполнен составным и включает нижнюю прессующую часть и верхнюю передающую усилие втулку.

Составные части пресс-формы скреплены между собой замковыми элементами 7.

Процесс формообразования изделия заключается в последовательном прессовании отдельных частей заготовки. Сначала прессуют первую часть заготовки, после чего из пресс-формы извлекают составной пуансон, специальной иглой взрыхляют торцевую часть заготовки. Затем устанавливают промежуточные части стержня и матрицы, стягивают их с помощью специального замка 4, наращивают загрузочную часть пресс-формы, засыпают следующую порцию порошка, устанавливают пуансон и нагружают его до давления прессования первой части заготовки. Далее цикл прессования повторяется (обычно два-четыре) до получения заготовки необходимой высоты.

Съемная комбинированная пресс-форма (рис. 4.9) позволяет реализовать прессование втулок и колец или последующую их калибровку после спекания. Пресс-форма состоит из матрицы 1, центрального стержня 2, пуансонов 3, 4 соответственно для прессования и калибрования. Матрица выполнена в форме ступенчатого отверстия. Диаметр первой ступени D_1 равен наружному диаметру прессуемой заготовки; диаметр второй ступени D_2 равен наружному диаметру готового изделия. Центральный стержень имеет три ступени. Диаметр первой ступени d_1 равен внутреннему диаметру заготовки; диаметр второй ступени стержня d_2 равен диаметру отверстия готового изделия; диаметр третьей ступени d_3 равен диаметру первой ступени отверстия матрицы $d_3 = D_1$.

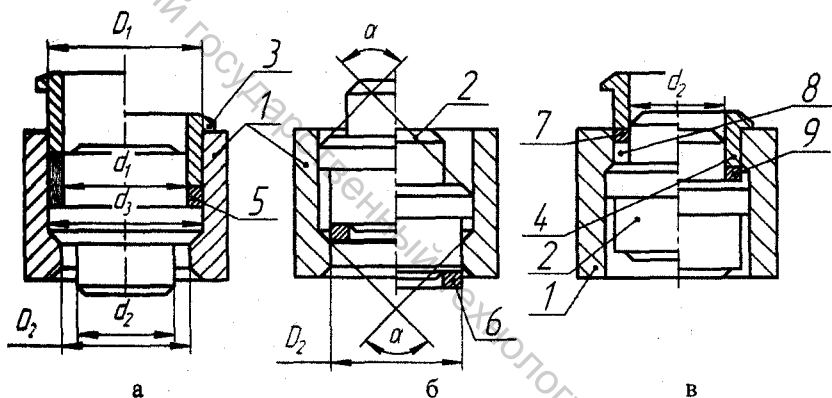


Рис. 4.9 Технологические схемы прессования заготовки и последующей калибровки в съемной комбинированной пресс-форме: а – прессование заготовки; б – калибровка заготовки по внешней поверхности;

в – калибрование заготовки по внешней и наружной поверхностям:

1 – матрица; 2 – стержень центральный; 3, 4 – пуансоны соответственно для прессования и калибрования; 5 – прессовка; 6 – изделие после спекания и калибровки по наружному диаметру; 7 – изделие перед калибровкой;

8 – калибровочная полость; 9 – деталь после калибровки по наружной и внутренней поверхности.

Пресс-форма работает следующим образом. Перед прессованием стержень опускается в нижнее положение до упора конусного бурта в выступ отверстия матрицы; в образовавшуюся полость засыпается порошок и вставляется пуансон (рис. 4.9, а слева). При его опускании порошок уплотняется (рис. 4.9, а справа). Спрессованная заготовка выталкивается из матрицы движением стержня в направлении обратном прессованию. Спрессованные заготовки подвергаются спеканию.

При калибровке внешней поверхности спеченную заготовку устанавливают в конусное отверстие матрицы и проталкивают движением стержня (рис. 4.9, б). Для одновременного калибрования внешней и внутренней поверхности пресс-форму переворачивают на 180° , заготовку устанавливают над щелью между второй ступенью отверстия матрицы и стержнем, который находится в верхнем положении (рис. 4.9, в слева). Затем движением пуансона вниз заготовку проталкивают через щель, извлекают стержень и снимают с него готовое изделие.

Съемные пресс-формы могут использоваться для изготовления промышленных партий изделий. Примером являются многоместные пресс-формы для прессования алмазных брусков (рис. 4.10). Пресс-формы компактны, имеют малую металлоемкость, удобны в эксплуатации, обеспечивают свободное извлечение изделий после разъема матриц, легко реставрируются и эксплуатируются.

Одноуровневая съемная пресс-форма (рис. 4.10, а) состоит из обоймы 1, в которую при помощи клина 2 закреплены разъемные матрица 3. В камеры, образованные матрицами и нижними пуансонами 4, засыпают порошок и проводят прессование пуансонами 5.

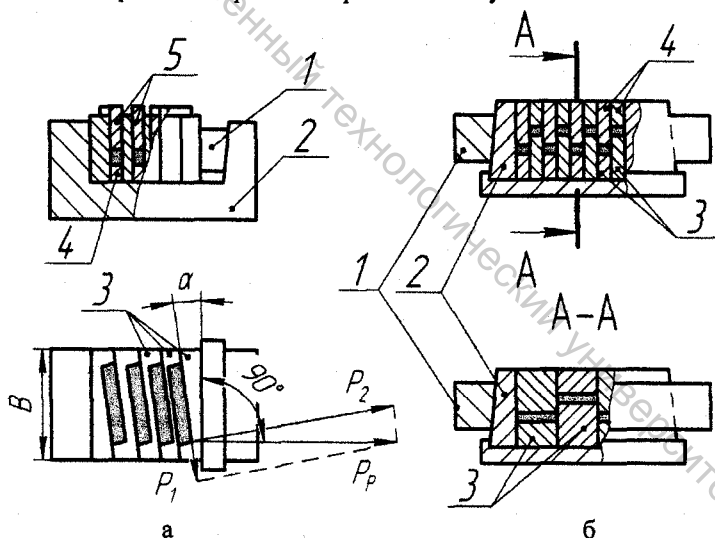


Рис. 4.10 Схемы одноуровневой (а) и двухуровневой (б) съемных пресс-форм: а – 1 – обойма; 2 – клин; 3 – матрица; 4, 5 – соответственно нижний и верхний пуансоны; б – 1 – обойма; 2 – матрица; 3, 4 – соответственно нижний и верхний пуансоны

Особенность данной конструкции пресс-формы состоит в том, что плоскость разъема матриц, являющихся продолжением боковых

сторон прессуемого бруска, наклонена к плоскости зажима клином под углом α . Угол α выбирается в пределах 5-30° исходя из условия

$$\alpha = \arctg b/l, \quad (4.34)$$

где b – ширина бруска; l – длина бруска.

В этом случае равнодействующая P_p боковых сил P_1, P_2 , действующих на матрицу в процессе прессования, параллельна усилию зажима клином. При этом исключается смещение частей матрицы относительно друг друга в процессе прессования.

Двухуровневая съемная пресс-форма (рис. 4.10, б) обеспечивает более высокую производительность, большее количество мест по сравнению с одноуровневой, а значит и большую производительность. Она состоит из круглой с внутренним конусом обоймы 1, в которую вставляется матрица 2, образующая общую камеру. Длина и ширина общей камеры кратны размерам бруска. В общую камеру помещаются верхний 4 и нижний 3 пуансоны, имеющие различные по высоте размеры. В результате камеры для прессования брусков размещаются в шахматном порядке на двух уровнях.

Конструкции съемных разборных пресс-форм обеспечивают формообразование изделий сложной геометрической формы. На рис. 4.11 представлена схема пресс-формы для изготовления заготовки корпусной детали. Пресс-форма состоит из разъемной корпусной матрицы 4, помещенной в обойму 5, верхнего 1 и нижнего 6 пуансонов, составного ступенчатого стержня 3 и приставок 7, 8.

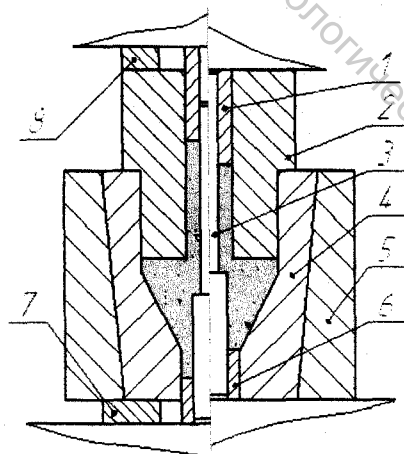


Рис. 4.11. Схема разъемной пресс-формы для формование заготовки корпуса:

- 1 – верхний внутренний пуансон; 2 – верхний наружный пуансон;
3 – стержень составной; 4 – матрица разъемная; 5 – обойма; 6 – нижний пуансон; 7, 8 – приставки.

Пресс-форма работает следующим образом. Первоначально производится сборка пресс-формы; обойма 5 и матрица 4 помещаются на приставку 7. В матрицу устанавливается нижний пуансон 6, составной стержень 3 и верхний наружный пуансон 2. Пластифицированным порошком заполняют образованную полость. На торец наружного пуансона 2 устанавливают приставку 8, а в отверстие вводят внутренний пуансон 1 и производят предварительное прессование путем передачи усилия через приставки 7, 8. Затем приставки убирают окончательно и прессование осуществляется пуансоном 1, 6. Полученную заготовку удаляют путем разборки пресс-формы.

Особенности конструирования съемных пресс-форм

Конструирование пресс-формы и деталей предусматривает выбор посадок, назначение допусков и отклонений линейных размеров, формы и расположения, определение параметров шероховатости.

На рис. 4.12 приведена схема пресс-формы, на примере которой рассматриваются некоторые вопросы конструирования съемных пресс-форм.

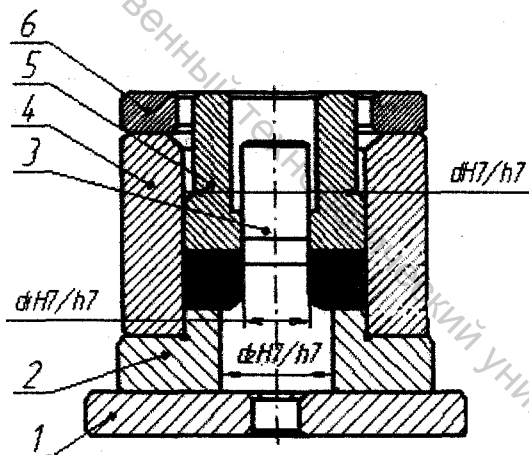


Рис. 4.12 Конструктивная схема пресс-формы: 1 – подкладка; 2 – кольцо промежуточное; 3 – сердечник; 4 – матрица; 5 – пуансон; 6 – ограничитель

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 конструирования 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 качеством 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 $\leq 0,01/100$ мм; отклонение от перпендикулярности образующей внутренней поверхности матрицы к верхней торцевой поверхности $\leq 0,02/100$ мм; отклонение от параллельности опорных поверхностей верхнего и нижнего пуансонов и стержня относительно верхней торцевой поверхности матрицы $\leq 0,01/100$ мм; отклонение от параллельности хода прессующего пуансона, стержня и выталкивателя относительно внутренней поверхности матрицы $\leq 0,02/100$ мм; отклонение от перпендикулярности направляющих поверхностей колонок относительно верхней торцевой поверхности матрицы $\leq 0,02/100$ мм; отклонение от параллельности плоскостей прилегания опорных плит, подставок и др. $\leq 0,01/100$ мм; эксцентриситет, конусность, овальность в пределах допуска на диаметр.

Типовые требования к шероховатости поверхности деталей пресс-форм представлены на рис. 4.13. В условиях устойчивой номенклатуры порошковых изделий используют принцип нормализации деталей пресс-форм, который является базой автоматизации технологической подготовки производства.

В общем случае пресс-блок состоит из следующих основных деталей и узлов: плиты верхних пуансонов; плиты матриц с гнездами под толкатели подвижных упоров или без них; плиты нижних пуансонов с местами крепления подвижных упоров или без них; плиты стержней или узла крепления стержней; направляющих колонок и втулок, связывающих все плиты пресс-блока 4 дозатора; узла крепления блока к прессу; узла смазки.

Основные требования к пресс-блокам следующие:

- оптимальное использование пространства пресса с целью возможности формования изделия, максимального по площади и высоте;

- максимальная жесткость пресс-блока, позволяющая формировать 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.

4.4.1 Стационарные пресс-блоки

Пресс-блоки для универсальных прессов

На рис. 4.14 изображен инструментальный пресс-блок для прессования втулки с буртом, предназначенный для эксплуатации на универсальном гидравлическом прессе.

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 поджимается пружинами 9, находящимися 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 17 является упором в процессе прессования.

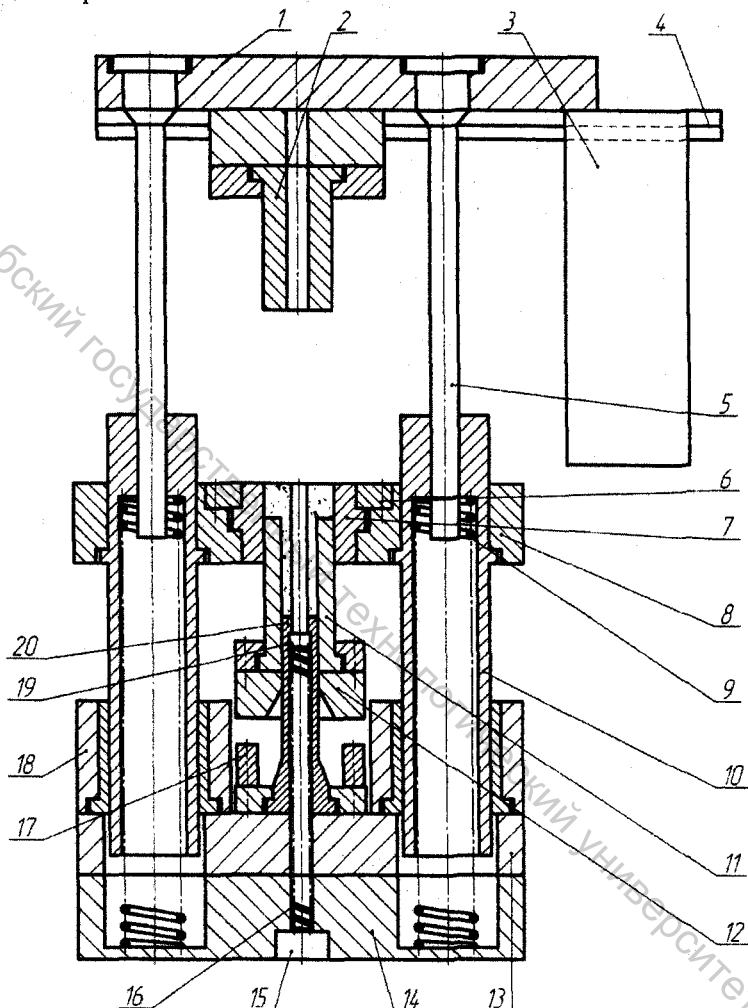


Рис. 4.14 Стационарный пресс-блок в сборе с пресс-формой для универсального пресса: Детали пресс-блока: 1 – плита верхняя; 3 –

выталкиватель;

4 – направляющие; 5 – колонки; 6 – крышка; 8 – плита; 9 – пружина; 10 – колонка – втулка; 13 – плита промежуточная; 14 – плита нижняя; 15 – пробка; 16 – пружина; 17 – вилка; 18 – плита; 20 – нижний внутренний пуансон. Детали пресс-формы: 2 – верхний пуансон; 7 – матрица; 11 – нижний наружный пуансон; 12 – плита; 19 – стержень центральный;

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.

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 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 для специальных прессов

На рис. 4.15 представлен специальный пресс-блок в сборе с пресс-формой, предназначен для автоматизированного пресса. Наиболее характерными изделиями, изготавливаемыми на пресс-автоматах, являются втулки и стаканы. Пресс-форма (рис. 4.16) предназначена для формования втулок, деталей типа "стакан".

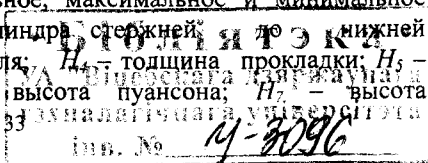
Формообразование изделия осуществляется следующим образом. Порошок питателем пресса (на рис. не показан) подается в полость матрицы 16, ограниченную центральным стержнем 14 и нижним пуансоном 15. Верхним пуансоном 17 производится уплотнение порошка. При этом, по мере уплотнения порошка, вниз перемещается центральный стержень 14 и матрица 16. Удаление прессовки осуществляется нижним пуансоном 15.

4.4.2 Расчет пресс-блоков

Цель расчета — определение высотных размеров верхних, нижних пуансонов и стержней.

Данные пресса: H_n — ход формующей головки, H_6 — ход выталкивателя (максимальный).

Данные штампового блока (рис.4.15): 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 плит; H_6 — высота пуансона; H_7 — высота



выталкивателя; H_8 – расстояние от зеркала матрицы до торца штока цилиндра стержней.

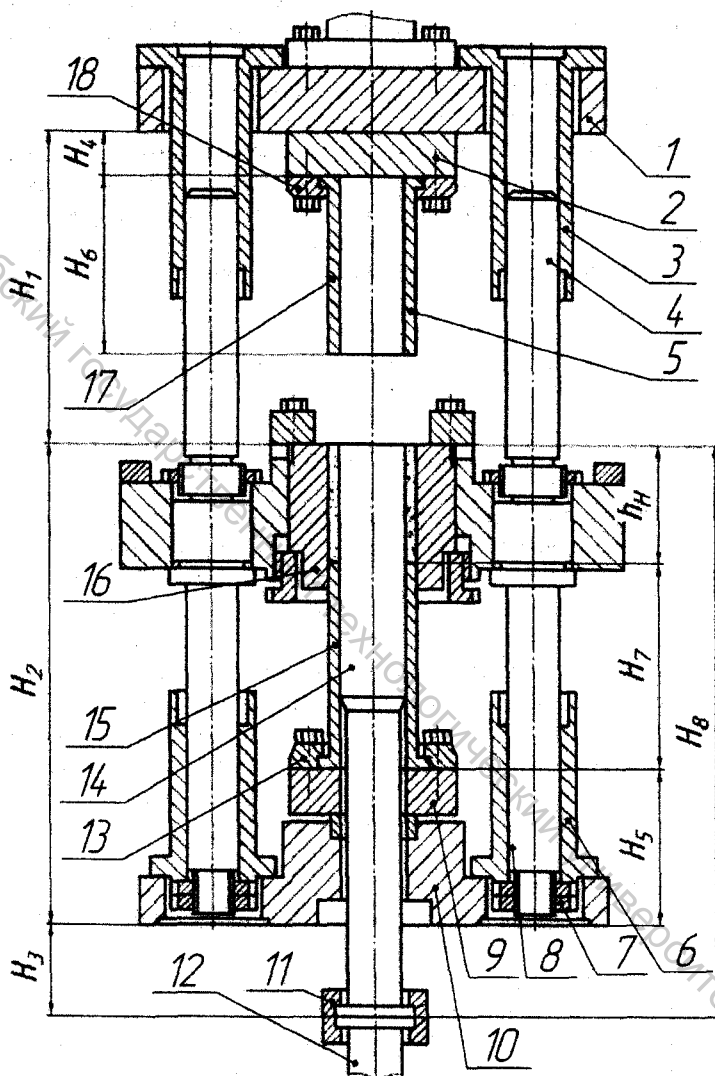


Рис. 4.15 Стационарный пресс-блок в сборе с пресс-формой для автоматизированного прессы:

Детали пресс-блока: 1 – плита верхняя; 2 – плита промежуточная; 3, 6 – втулки; 4, 8 – колонки; 5 – плита матрицы; 7 – гайки; 10 – плита нижняя; 11 – скоба; 12 – шток превмоцилиндра; Детали пресс-формы: 9 – плита опорная; 13, 18 – пуансонодержатели; 14 – стержень; 15 – пуансон нижний; 16 – матрица; 17 – пуансон верхний

Ход нижнего пуансона (выталкивателя) равен

$$H_6 = h_n = H_{2.\max} - H_{2.\min}, \quad (4.35)$$

где H_6 – ход выталкивателя; h_n – насыпная высота изделия.

$$h_n = \frac{\rho_u}{\rho_n} h_u, \quad (4.36)$$

где ρ_u , ρ_n – плотность изделия и насыпная плотность порошка соответственно; h_u – высота изделия.

Высота H_6 верхнего пуансона 17 определяется из соотношений

$$H_1 + h_n = H_4 + H_6 + H_n + H_u; \quad (4.37)$$

$$H_6 = H_1 + h_n - (H_n + H_4 + h_u) \quad (4.38)$$

Высота нижнего пуансона (выталкивателя) 15 определяется из соотношения

$$H_7 = H_{2.\max} - (H_6 + H_5). \quad (4.39)$$

Максимальная длина H_8 стержня 5 определяется из соотношений

$$H_8 = (H_{2.\max} + H_{3.\max}) - (H_6 - h_n) - \frac{1}{3} h_n \quad (4.40)$$

$$H_8 = (H_{2.\max} + H_{3.\max}) - H_6 + \frac{2}{3} h_n \quad (4.41)$$

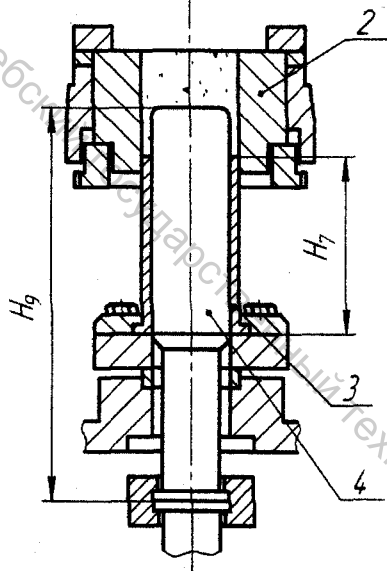
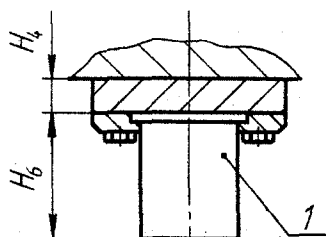
Сменная пресс-форма для изготовления прессовок типа «стакан» устанавливаемая на пресс-блок (рис 4.16), состоит из верхнего пуансона 1, матрицы 2, центрального пуансона 4 и нижнего пуансона 3.

Пресс-форма работает следующим образом. Полость матрицы, образованная нижним 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 двухстороннее 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 донная часть и боковые стенки прессовки. Высота H_6 пуансона 1 и высота H_7 пуансона 3 определяются по формулам (4.38) и (4.39).

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

$$S = (h_n - h_{\partial.n}) - (h - h_{\partial}), \quad (4.42)$$



где h_n – насыпная высота стенки прессовки;
 $h_{д.н}$ – насыпная высота дна;
 h – конечная высота прессовки; h_0 – конечная толщина дна.

Длина H_9 центрального пуансона определяется по формуле (рис. 4.16).

$$H_9 = H_3 + H_5 + H_7 \quad (4.43)$$

Рис. 4.16 Пресс-форма для формирования стакана на пресс-автомате: 1 – пуансон верхний; 2 – матрица; 3 – нижний пуансон; 4 – центральный пуансон.

4.5 Типовые конструкции сменных пресс-форм

Всю номенклатуру изделий, получаемых на пресс-автоматах, условно можно разделить на две преобладающие группы: изделия с наружным буртом и полые изделия.

Пресс-форма для изготовления втулок с наружным буртом

Пресс-форма (рис. 4.17) содержит матрицу 11, закреплённую 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 верхней плите блока на прокладке 8 пуансонодержателем 7 крепится верхний пуансон 9.

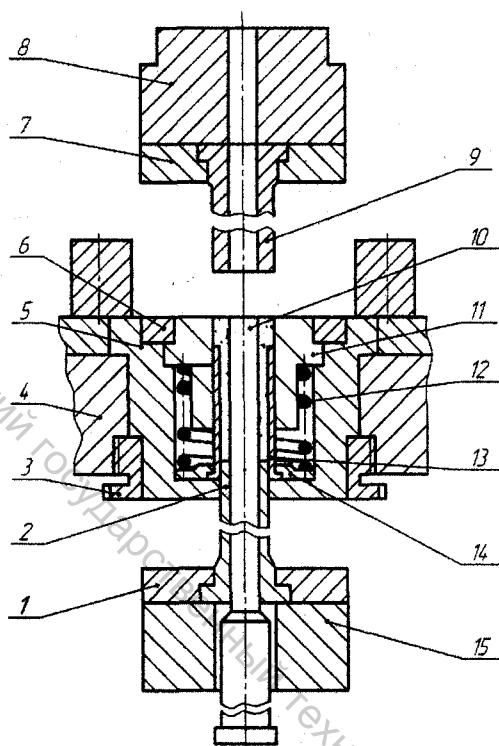


Рис. 4.17 Пресс-форма для формования втулки с буртом:

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 формируется 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.

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

Пресс-форма для изготовления втулок с наружным зубчатым венцом

Конструкция пресс-формы исключает возможное заклинивание подвижных частей и повышает надежность работы. Пресс-форма (рис. 4.18) устроена следующим образом.

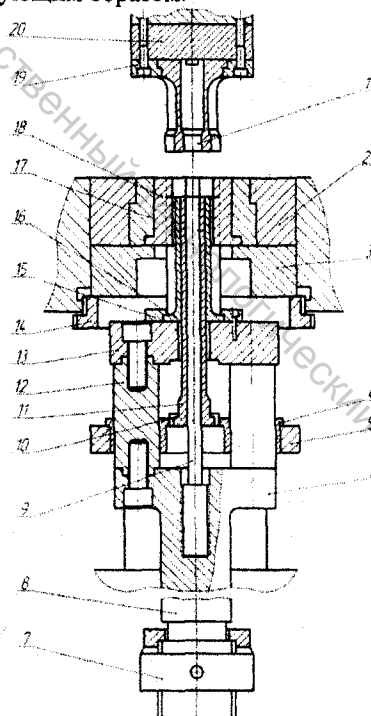


Рис. 4.18 Пресс-форма для формирования втулки с зубчатым венцом:
1 – верхний пуансон; 2 – фланец; 3 – подкладка; 4 – втулка; 5 – плита; 6 – опора;
7, 14 – гайки; 8 – хвостовик; 9 – стержень; 10, 15, 19 – пуансонодержатели;
11 – пуансон; 12 – колонка; 13 – плита; 16 – выталкиватель; 17 – обойма;
18 – матрица разъемная; 20 – подкладка

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 матрицу 18, 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, формирующий зубчатый венец. Выталкиватель 16 остается неподвижным. Перемещение пуансона 11 продолжается до нижнего упора, расположенного на прессе. На этом процесс формования заканчивается.

Пуансон 1 возвращается в исходное положение и одновременно происходит выталкивание прессовки. Оно осуществляется перемещением вверх выталкивателя 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.

Пресс-форма с регулируемой высотой насыпки

Рассмотренные выше конструкции типовых пресс-форм предполагают постоянство насыпной высоты порошка в матрице. Насыпная высота рассчитывается и корректируется при доводке пресс-формы. В процессе производства порошок поставляемых партий отличается насыпной плотностью. Это приводит к изменению плотности изделий. Ниже (рис. 4.19) рассматривается пресс-форма, конструкция которой позволяет регулировать размеры полости матрицы, а значит и изменять насыпную высоту. В результате плотность изделий обеспечивается стабильной, независимо от насыпной плотности поставляемого порошка.

Пресс-форма устроена следующим образом. Верхний пуансон 3 пресс-формы через подкладку 1 пуансонодержателем 2 крепится к ползуну пресса. На выталкиватель пресса устанавливается плита 17, на которой находятся две призмы 9. На последних неподвижно установлена плита 14 с закрепленным на ней посредством держателя 24 выталкивателем 7.

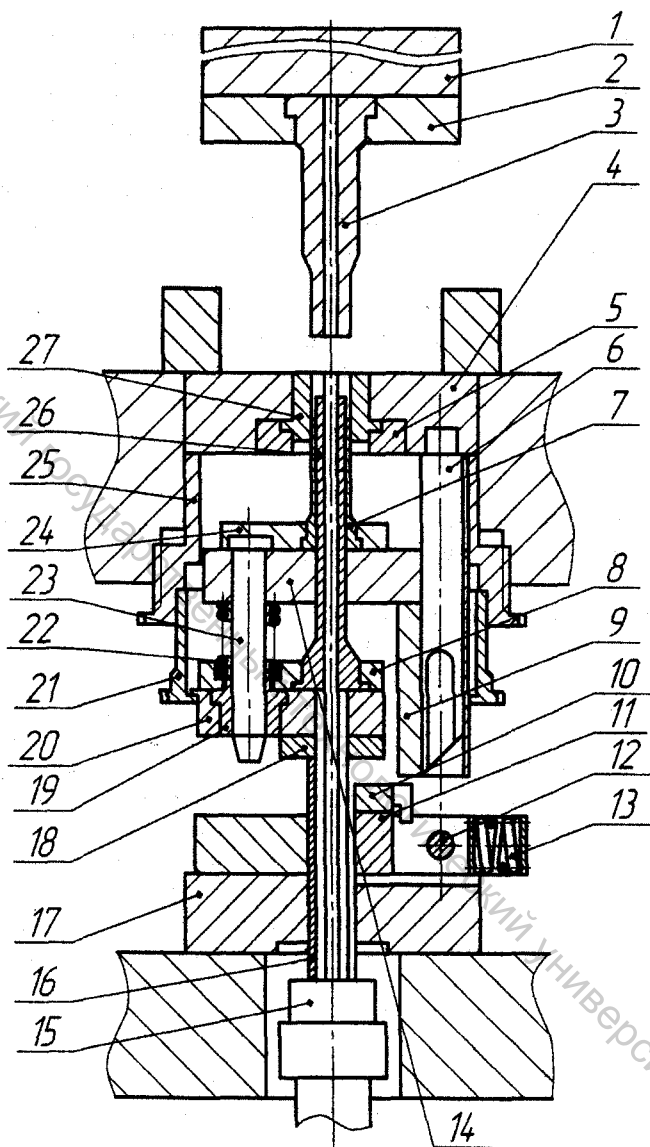


Рис. 4.19 Пресс-форма с регулируемой высотой насыпки:
 1 – подкладка; 2, 8 – пуансонодержатели; 3 – пуансон верхний; 4 – кольцо; 5 –
 фланец; 6 – клин; 7 – выталкиватель; 9 – призма; 10 – упор подвижный; 11 –
 ползушка; 12 – ролик; 13 – пружина; 14, 17, 20 – плиты; 15 – втулка разъемная; 16 –
 стержень; 18 – упор; 19 – втулка; 21, 25 – гайки; 22 – пружина; 26 – пуансон
 подвижный; 27 – матрица

В плиту 14 запрессованы две колонки 23, центрирующие через втулку 19 подвижную плиту 20, вертикальное положение которой устанавливается гайкой 21. Между плитами 20 и 14 находятся пружины 22. Сверху на плите 20 с помощью пуансонодержателей 8 закреплен подвижный пуансон 26, к нижней части плиты 20 прикреплены два упора 18. Матрица 27 установлена в кольце 4 и зафиксирована фланцем 5. Подставка крепится в плите матрицы штампового блока гайкой 25 и имеет два клина 6, которые взаимодействуют с роликами 12 двух ползушек 11, установленных с возможностью поступательного перемещения и взаимодействующих с пружиной 13. На ползушках установлены упоры 10. В отверстиях, выполненных в пуансоне 26, размещены стержни 16, которые крепятся к прессу разъемной втулкой 15.

Установленный на пресс инструмент загружается порошком и работает следующим образом. Пуансон 3 перемещается вниз, входит в матрицу и уплотняет порошок. Одновременно под действием усилия формования вниз перемещается пуансон 26, который, воздействуя на плиту 20 через гайки 21 и 25, перемещает матрицу вниз. Формование считается законченным после того, как упор 18 встанет на подвижный упор 10. После этого осуществляется процесс выталкивания, при котором вверх перемещаются плиты 17, 20 и выталкиватель 7, а клин 6 вступает во взаимодействие с роликом 12. Когда верхний торец выталкивателя придет на уровень плоскости матрицы, а торец пуансона 26 переместится вверх на высоту полости в формируемой детали, ползушка 11 выйдет из-под упора 18. Под действием пружин 22 плита 20 опустится, в результате чего торцы матрицы, пуансона 26 и выталкивателя окажутся в одной плоскости. В этот момент опускаются стержни 16 и деталь выталкивается.

Особенность рассмотренной конструкции заключается в том, что регулирование насыпной высоты над пуансоном 26 осуществляется гайкой 21.

4.5.1 Формообразующие детали сменных 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. 4.20). Конструкция матрицы определяется формой изделия и давлением прессования.

Сплошные матрицы (рис. 4.20, а) применяются при небольших нагрузках; **составные цельные** (рис. 4.20, б) – при больших нагрузках и при необходимости обеспечить жесткость конструкции. Матрицы, у которых отдельные части собираются по подвижным посадкам и скрепляются крепежными деталями (винтами), называются **сборными** (рис. 4.20, в, г).

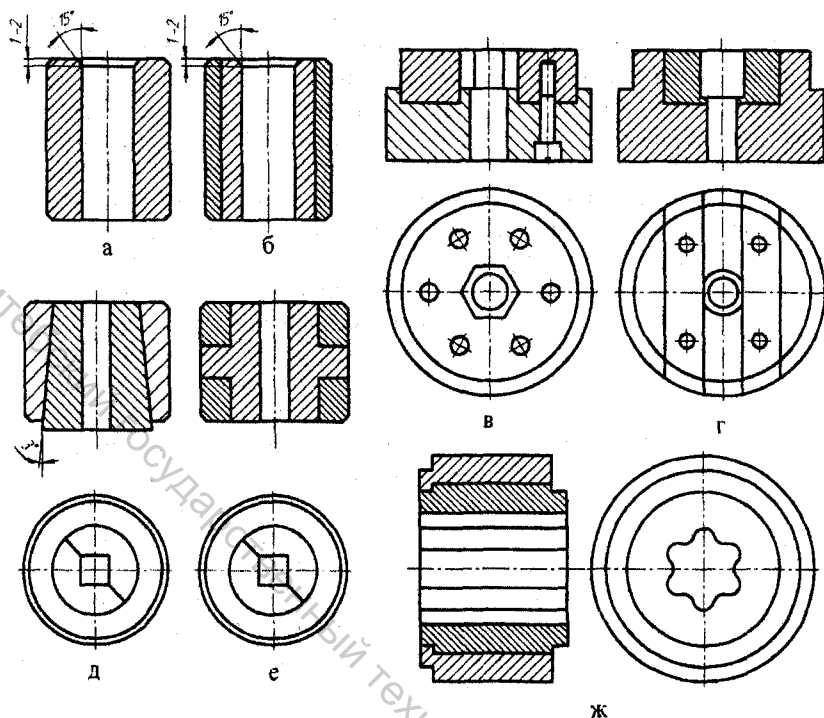


Рис. 4.20 Матрицы для холодного прессования: а – сплошные; б – составные цельные; в, г – сборные; д, е, ж – разрезные неразъёмные

Применение сборных матриц обуславливается сложной формой прессуемого изделия. Преимуществом составных и сборных матриц является возможность восстановления путем перешлифовки каждой секции, причем многократной. На рис. 4.20, д, е, ж приведены конструкции составных неразъёмных матриц.

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 последнего действия (рис. 4.21, 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. 4.21, б);

- следует избегать в сечении одной секции параллельных плоскостей, что обеспечит возможность восстановления размеров износившейся матрицы с помощью перешлифовки плоскостей разреза (рис. 4.21, б, в);

- при симметричном сечении полости матрицы сечения каждой секции должны быть одинаковыми (рис. 4.21, б, в, г);

- плоскости разреза должны быть по возможности радиальными: при этом упрощается технологический процесс изготовления разрезной матрицы и обеспечивается удобная подгонка секций (рис. 4.21, а, б, в, д);

- плоскости разреза матриц, состоящих из трех и более секций, должны быть расположены таким образом, чтобы при совместной обработке наружных поверхностей секции не могли смещаться друг относительно друга в радиальном направлении (рис. 4.21, д, е, ж);

- плоскости разреза должны располагаться так, чтобы ни одна секция не имела узких глубоких пазов, труднодоступных для обработки (рис. 4.21, ж).

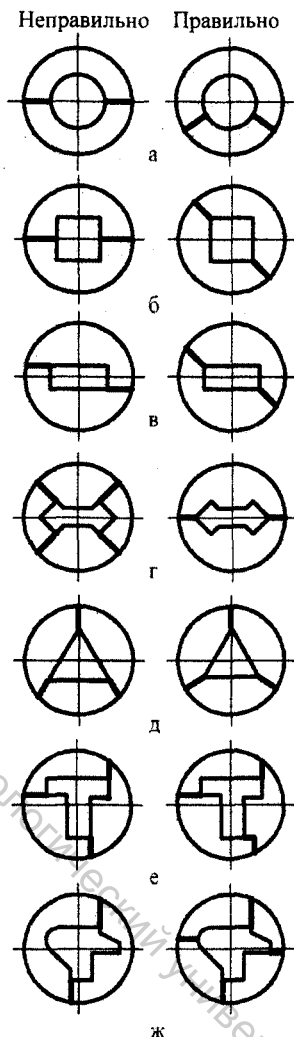


Рисунок 4.21 Расположение плоскостей разреза разрезных матриц

Входная кромка рабочей поверхности матрицы выполняется скошенной под углом 15° 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

последствие 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 последствия составляет 0,5% от диаметра прессовки:

$$D_1 = 1,005 D_M, \quad (4.44)$$

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

$$\alpha = \arctg[(D_1 - D_M)/2h], \quad (4.45)$$

где h – высота конуса; α – угол конуса.

Значения угла α в зависимости от диаметра и высоты конуса приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2
Зависимость угла конуса от высоты конусной части матрицы

Высота конуса, мм	Значения α , град-мин, при диаметрах матрицы D_M , мм					
	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 4.22, а размеры назначать по таблице 4.3.

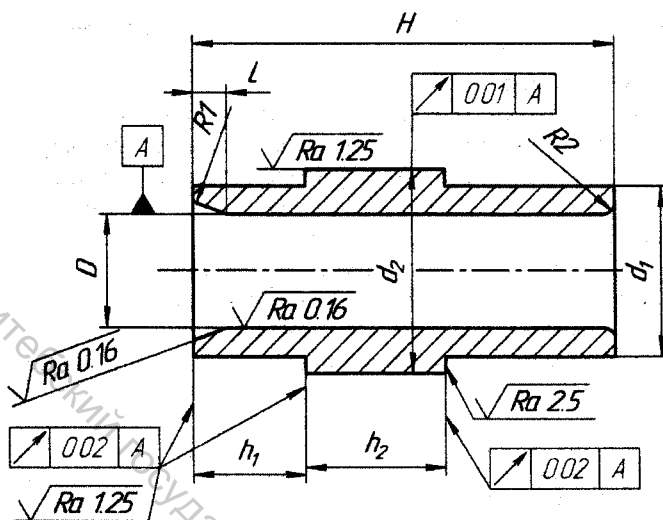


Рис. 4.22 Чертеж цельной матрицы

Таблица 4.3

Размеры круглых матриц (рис. 4.22)

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 торцов при их закруглении в процессе эксплуатации.

На рис 4.23 приведены схемы крепления верхних пуансонов. Крепление фланцем (рис. 4.23, а) или гайкой (рис. 4.23, б) позволяет центрировать их 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. 4.23, в) или шариком (рис. 4.23, г).

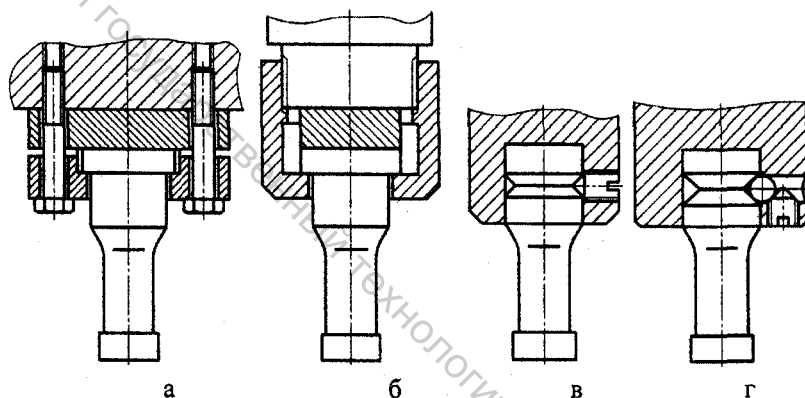


Рис. 4.23 Схемы крепления верхних пуансонов: а – фланцем; б – гайкой; в – винтом; г – шариком

Твердосплавные пуансоны состоят из двух частей: твердосплавной рабочей части и стального основания. Крепление такого пуансона показано на рис. 4.24, 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. Крепление тонкостенного пуансона к фланцу осуществляется посредством разъемного кольца (рис. 4.24, б) или при помощи легкоплавкого сплава (рис. 4.24, 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.

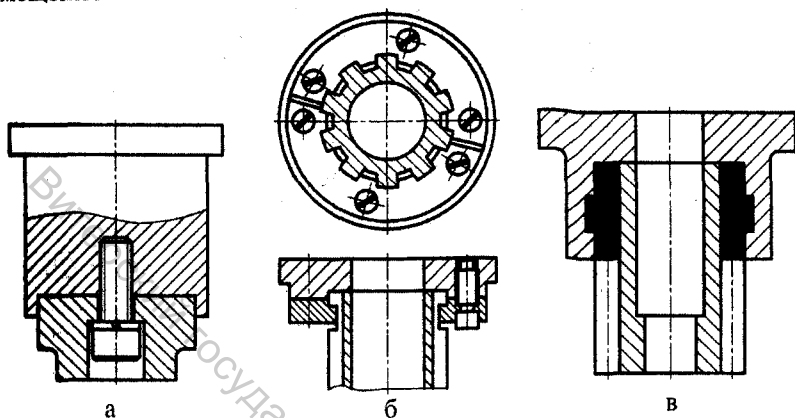


Рис. 4.24 Схемы крепления профильной части твердосплавных пуансонов сложного профиля: а – болтами; б – разъемным кольцом; в – лёгкоплавким сплавом

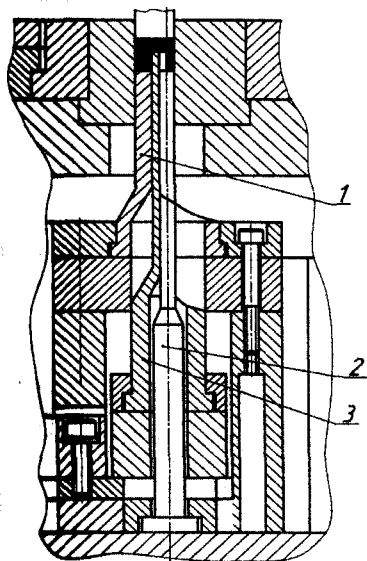


Рис. 4.25 Конструкция нижней части пресс-формы:
1, 2, 3 – соответственно наружный
внутренний и промежуточный пуансоны

На рис. 4.25 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.

Конструкции нижних пуансонов можно назначать в соответствии с рис. 4.26, а размеры – в соответствии с табл. 4.4.

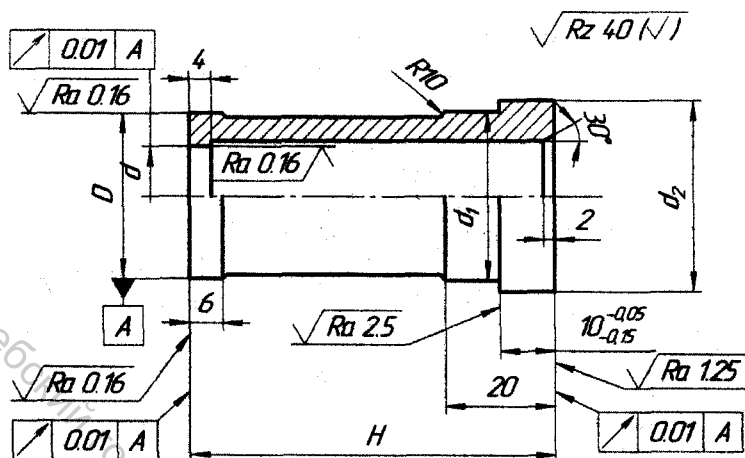


Рис. 4.26 Чертеж нижнего пуансона

Таблица 4.4

Размеры нижних круглых пуансонов (рис. 4.26)

D, мм	d ₁ , мм	d ₂ , мм	D, мм	d ₁ , мм	d ₂ , мм
20	20	28	60,1...70	70	78
20,1...30	30	38	70,1...80	80	88
30,1...40	40	48	80,1...90	90	98
40,1...50	50	58	90,1...110	110	118
50,1...60	60	68	119,1...125	125	133

Стержни

Типовые конструкции и методы крепления стержней представлены на рис. 4.27.

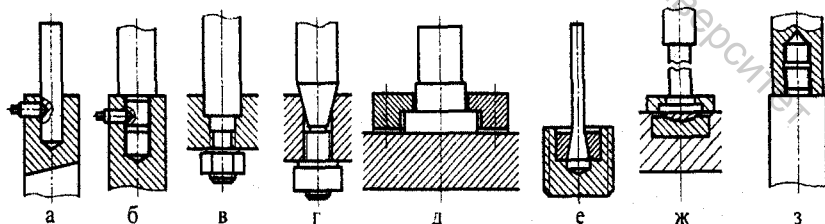


Рис. 4.27 Схемы крепления тонких стержней: для малых нагрузок (а – г), для больших нагрузок (д – ж) и стержней больших размеров (з)

Заходная кромка стержней 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 литформе 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.

Конструкция крепления стержней (рис.4.27.а) применяется для невысоких изделий малого диаметра. Широко распространена конструкция для крепления стержней разного диаметра (рис. 4.27, б). Крепление стержней в гнезде (рис. 4.27, в, г) применяется большей частью в стационарных литформах. Крепление разрезным кольцом (рис. 4.27, д) обеспечивает быструю и удобную замену, часто без разборки пресс-формы. Тонкие стержни можно крепить с помощью державки с наружной резьбой (рис. 4.27, е). Целесообразно использовать (где это возможно) шаровые опоры (рис. 4.27, ж), исключающие перекося стержня при центрировании. Крепление (рис. 4.27, 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. 4.28, а размеры принимать по табл. 4.5; конструкцию стержней с диаметром больше 30 мм рекомендуется выполнять в соответствии с рис. 3.34, а размеры принимать согласно табл. 4.6.

Таблица 4.5

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

Таблица 4.6

Размеры круглых стержней с диаметром рабочей части свыше 30 мм

d,мм	Б,мм
30...40	M24x2
40...50	M30x2
свыше 50	M36x2

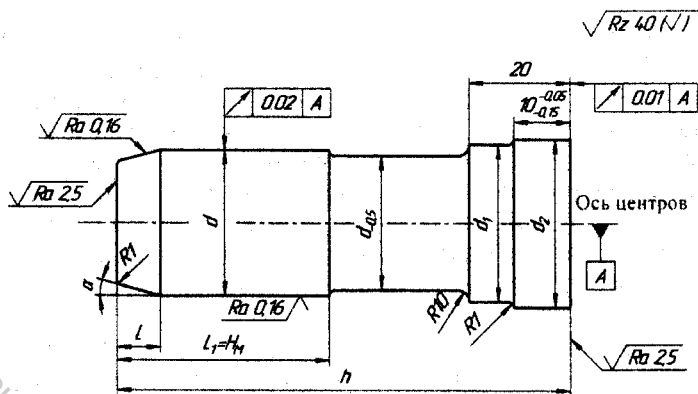


Рис. 4.28 Чертеж стержня диаметром до 30 мм

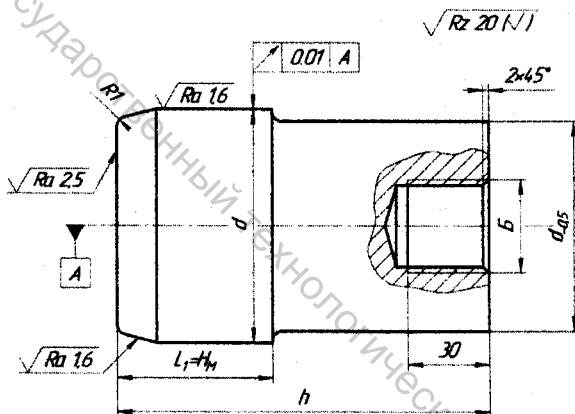


Рис. 4.29 Чертеж стержня диаметром более 30 мм

Вкладыши – это части матриц, пуансонов или стержней, составляющие формообразующие полости. При изготовлении изделий сложной конфигурации форма матриц, стержней, пуансонов часто бывает нетехнологичной с позиции механической обработки. В этом случае сложные формообразующие элементы целесообразно расчленить на геометрически простые детали (вкладыши).

На рис. 4.30, а представлена матрица и три вкладыша, которые образуют формующую полость. Такая конструкция составной матрицы по сравнению с цельной значительно упрощает изготовление.

На рис. 4.30, б показаны стержень и вкладыш, формообразующие отверстие и шпоночный паз. Обработка стержня и вкладыша по отдельности не вызывает сложности.

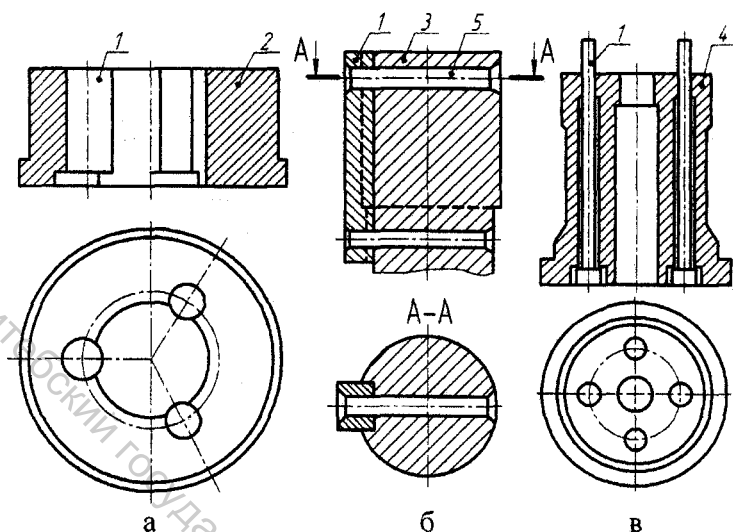


Рис. 4.30 Варианты применения вкладышей при изготовлении матрицы (а), стержня (б) и пуансона (в): 1 – вкладыш; 2 – матрица; 3 – стержень; 4 – пуансон; 5 – заклёпка

Приведенные на рис. 4.30, в четыре вкладыша, расположенных в пуансоне, оформляют глухие отверстия в изделии. Вкладыши устанавливаются в пуансоне по переходным посадкам. Такая конструкция обеспечивает возможность взаимозаменяемости вкладышей.

Шероховатость поверхностей матриц пуансонов и стержней применяется в соответствии с рис. 4.31.

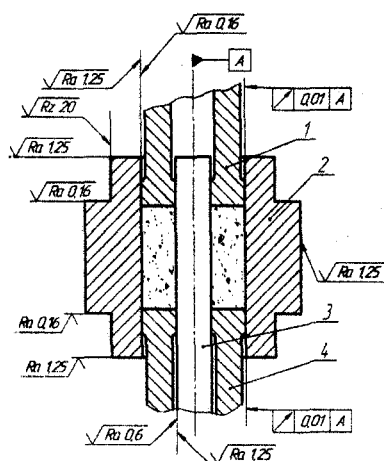


Рис. 4.31 Формующий инструмент: 1 – верхний пуансон; 2 – матрица; 3 – стержень; 4 – нижний пуансон

Рекомендуемые посадки, предельные отклонения и зазоры для инструмента пресс-форм, обеспечивающие надежную работу без задиrow и заклиниваний, приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7

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, мм
	$D_M H6 / D_{П} h5$	$D_{П} H6 / D_C h5$	
	Предельные отклонения		
1	2	3	4
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 _М , D _П и D _С – диаметры соответственно матрицы, пуансона и стержня			

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°C;

- обладать высокой твердостью, ибо процесс прессования можно выполнить при условии, что твердость материала инструмента значительно больше микротвердости прессуемого порошка;

- износостойкими, 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. 4.8).

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. Если 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.

Матрицы, работающие в тяжелых условиях абразивного износа, изготавливают из стали марок типа 3X2B8ФА,

закаливается до твердости *HRC* 43-46 и подвергается азотированию на глубину 0,2—0,3 мм, до твердости *HRA* 83-85.

Таблица 4.8

Материалы деталей пресс-форм

Деталь	Материал	
	Сталь	Твердый сплав
Матрица	3Х2В8	ВК10КС ВК2
	Х12Ф1	ВК15 ВК4
	Х12М	ВК15КС ВК6
	ХВГ	ВК20 ВК8
		ВК20КС ВК11
		ВК20К
Деталь	Сталь	
Пуансон	Х12М	
	ХВГ	
	40Х	
	5ХНВ	
Стержень	Х12М	
	ХВГ	
	ШХ15	
	40Х	

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, зависящий 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, закаливается до твердости *HRC* 45-50, а хвостовая часть и резьба не закаливается. Хорошо зарекомендовали в работе 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.

4.6 Штампы для прессования спеченных порошковых заготовок

4.6.1 Штампы для горячего прессования

Горячая штамповка спеченных порошковых заготовок является эффективным методом получения беспористых или малопористых изделий из порошков. К исходным спеченным порошковым заготовкам предъявляются следующие требования:

- размеры заготовки в сечении, нормальном к направлению осадки, должны максимально приближаться к размерам полости инструмента;

- заготовки должны иметь необходимую прочность;

- целесообразно покрытие заготовки защитной смазкой.

Штамповка преимущественно осуществляется в закрытых штампах, которые классифицируются по следующим признакам: схеме приложения давления на заготовку (одно- и двустороннее прессование); для универсальных и специализированных прессов; способу крепления на столе пресса (подкладные и стандартные); количеству деформирующих гнезд (одно- и многоступенчатые); конструкции матриц (разъемные, цельные, составные); способу охлаждения и смазки штамповочного инструмента (охлаждаемые, подогреваемые, с принудительной смазкой); характеру деформирования заготовки в матрице (пуансонами, заходящими и не заходящими в полость матрицы); способ подачи заготовок (с ручной установкой, автоматизированные).

Штамп для одностороннего прессования горячих заготовок представлен на рис. 4.32. Штамп состоит из плит 1, 2, к которым крепятся пуансон 3 и стакан 4. В корпусе 6 установлена матрица 13. На

торце корпуса крепится 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.

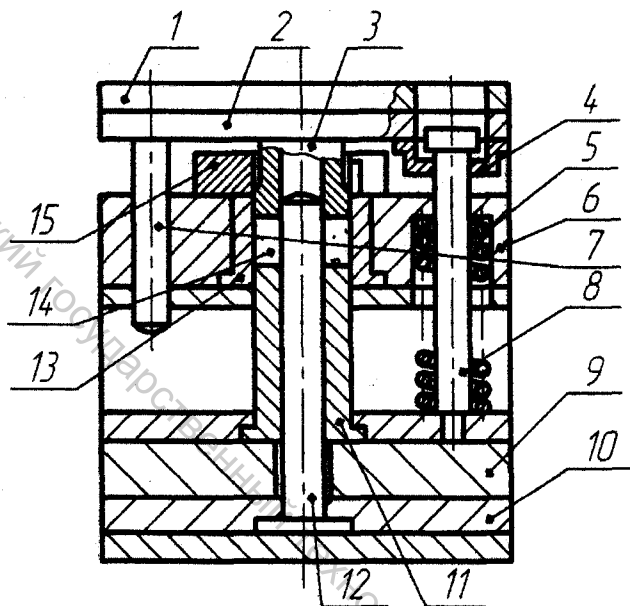


Рис. 4.32 Схема штампа для одностороннего горячего прессования толстостенных втулок: 1 – плита верхняя; 2 – плита специальная; 3 – пуансон; 4 – стакан; 5 – пружина; 6 – корпус; 7 – направляющая; 8 – тяга; 9 – траверса; 10 – плита нижняя; 11 – выталкиватель; 12 – стержень; 13 – матрица; 14 – заготовка; 15 – плита позиционирующая

Штамп работает следующим образом. В исходном положении пуансон 3 и выталкиватель 11 находятся в крайнем верхнем положении. При этом торец выталкивателя совпадает с зеркалом (торцом) матрицы. Заготовка укладывается в центрирующее отверстие позиционирующей 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 прессы через траверсу 9 сообщается выталкивателю 11, который осуществляет удаление заготовки из полости матрицы.

Штампы для двустороннего прессования разработаны в двух вариантах: с подвижной матрицей и с подвижными верхним и нижним пуансонами. Штамп с подвижной матрицей представлен на рис. 4.33, 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.

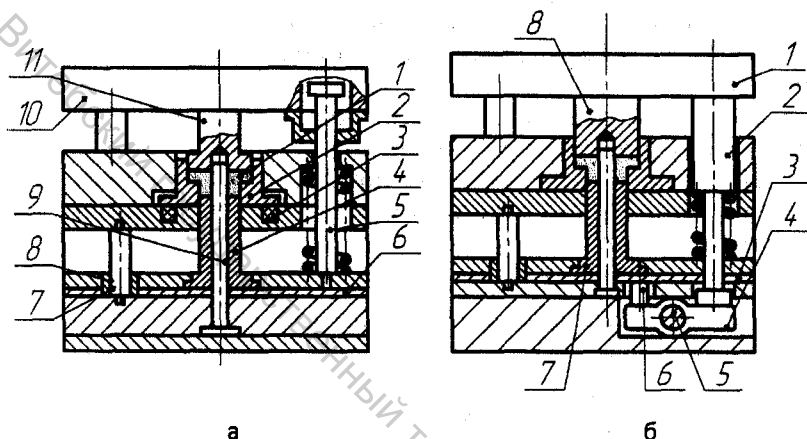


Рис. 4.33 Схемы штампов для горячего двухстороннего прессования толстостенных втулок :а – штамп с подвижной матрицей: 1 – заготовка; 2 – матрица; 3 – упругий элемент; 4 – выталкиватель; 5 – тяга; 6 – траверса; 7 – колонка направляющая; 8 – втулка; 9 – стержень; 10 – плита верхняя; 11 – пуансон верхний;

б – штамп с подвижными пуансонами: 1 – плита верхняя; 2 – колонка толкающе - тянущая; 3 – траверса; 4 – рычаг; 5 – ось; 6 – толкатель; 7 – пуансон-выталкиватель; 8 – пуансон верхний

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 нижним 4 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.

Штампы с подвижными верхними и нижним пуансоном представлены на рис. 4.33, б. Верхний пуансон перемещается вниз от

ползуна пресса. Нижний пуансон совершает встречное движение снизу вверх от силового рычажного механизма.

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 торцом 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 двухстороннее 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

Штамп для двустороннего прессования с подвижными упорами (рис. 4.34) предназначен для горячей допрессовки тонкостенных втулок.

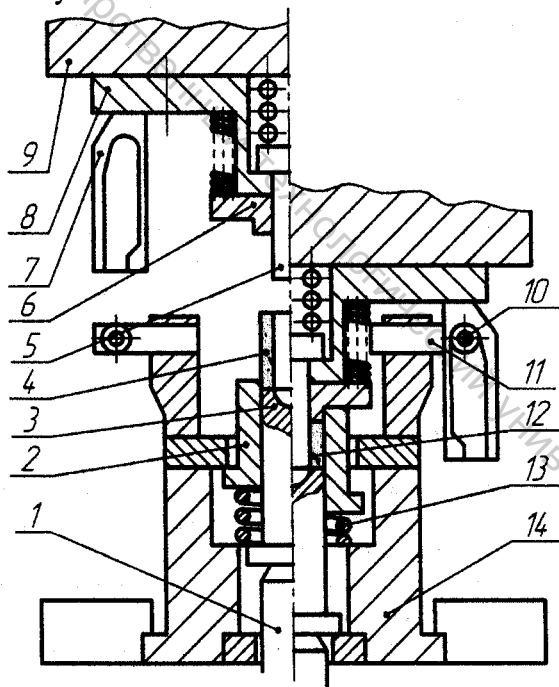


Рис. 4.34 Схема штампа для горячего двустороннего прессования с подвижными упорами: 1 – выталкиватель; 2 – матрица; 3 – пуансон нижний; 4 – исходная заготовка; 5 – подвижный стержень; 6 – пуансон верхний; 7 – копира; 8 – плита верхняя; 9 – ползун пресса; 10 – ролики; 11 – упор подвижный; 12 – конечная заготовка; 13 – пружина; 14 – корпус

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 двустороннего 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 поднимаются 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 матрицы спрессованную заготовку.

Штампы с нагревом (рис. 4.35) за счет термостабилизации формообразующих элементов обеспечивают повышение стойкости инструмента, точности размеров заготовки и качества поверхностных слоев материала.

Штамп с нагревом содержит следующие основные узлы и детали: сборный верхний пуансон 7, траверсу 6, съемник 12 и корпус 21. Внутри обоймы и корпуса размещены электронагреватели 4, 20, обеспечивающие нагрев и термостабилизацию формообразующих элементов. Матрица 14 крепится в обойме и опирается через кольцо 19 на подпружиненный корпус. Нижний пуансон — выталкиватель 18 установлен в матрице и приводится в движение толкателем буферного устройства пресса.

Штамп работает следующим образом. Нагретая порошковая заготовка укладывается на поверхность нижнего пуансона 18, находящегося в крайнем верхнем положении. При движении ползуна пресса вниз стержень верхнего пуансона прошивает отверстие заготовки и центрируется по отверстию в нижнем пуансоне. Заготовки деформируются по высоте между торцами верхнего и нижнего

пуансонов. В крайнем нижнем положении заготовка калибруется по высоте, отверстием наружной поверхности.

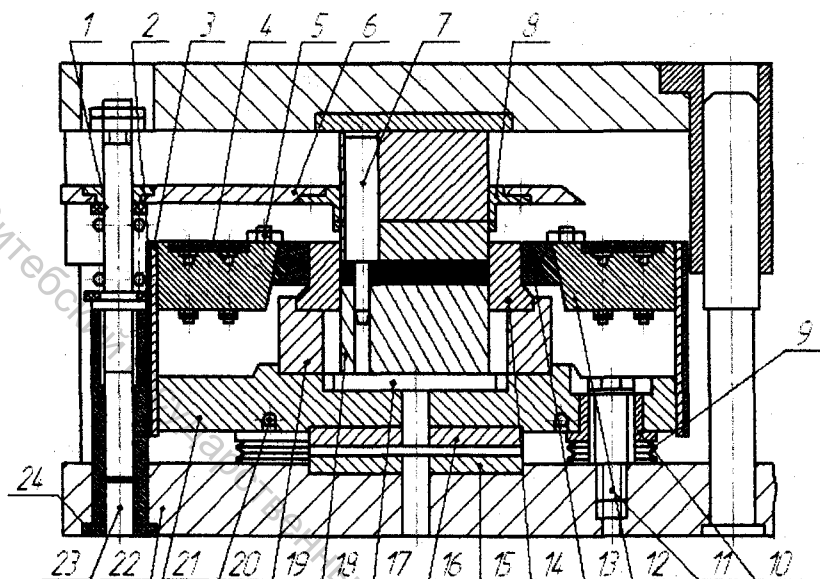


Рис. 4.35 Штамп с подогреваемой матрицей: 1 – пружина; 2 – кожух; 3 – прокладка теплоизоляционная; 4 – электронагреватели; 5 – соединение болтовое; 6 – траверса; 7 – стержень; 8 – съемник; 9 – пружина тарельчатая; 10 – втулка; 11 – стойка; 12 – обойма; 13 – матрица; 14 – матрица; 15, 16, 17 – плиты опорные; 18 – пуансон нижний; 19 – кольцо промежуточное; 21 – корпус; 22 – плита нижняя; 23 – колонка; 24 – держатель

Извлечение заготовки из матрицы осуществляется нижним пуансоном – выталкивателем 18. После выхода заготовки из отверстия матрицы в результате упругого расширения заготовка увеличивается в поперечном направлении и снимается со стержня съемником 8.

Штамп для автоматической горячей штамповки порошковых заготовок представлен на рис. 4.36. Штамп состоит из корпуса 1, на котором установлена матрица 2, корпус крепится на плите 3. Подача 4 позиционирование заготовки осуществляется по лотку в плите 4. Удаление заготовки производится сбрасывателем 8 по лотку 9. Внутри корпуса помещены подвижная траверса 10 с выталкивателем 11. Движение траверсы сообщается верхней подпружиненной тягой 15. Формообразующая полость образуется поверхностями матрицы 2, иглы 18 и торцем пуансона 17.

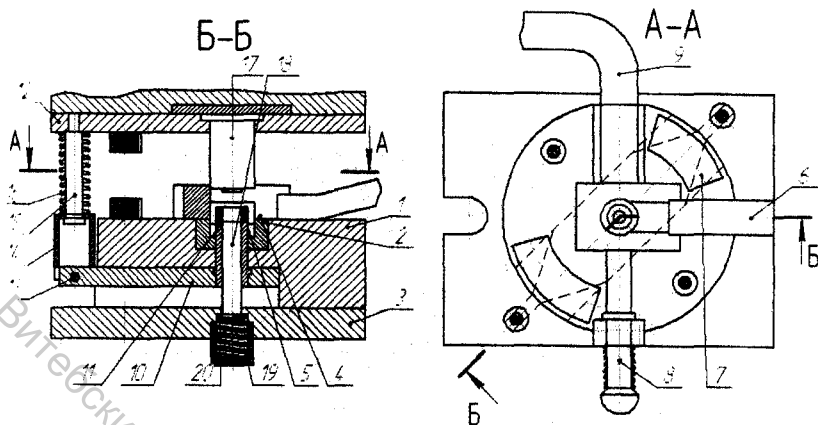


Рис. 4.36 Штампы для автоматической горячей штамповки:

1 – корпус; 2 – матрица; 3 – плита нижняя; 4 – плита; 5 – заготовка; 6, 9 – лотки; 7 – ограничитель хода; 8 – сбрасыватель; 10 – траверса; 11 – выталкиватель; 12 – плита верхняя; 13 – палец; 14 – направляющая; 15 – тяга; 16, 20 – пружина; 17 – пуансон; 18 – игла

Штамп работает следующим образом. Из печи нагретая заготовка 5 по лотку 6 поступает в паз плиты 4, где она позиционируется на матрице 2. В исходном положении торец выталкивателя 11 совпадает с торцом матрицы 2. При движении ползуна пресса вниз изделие деформируется в матрице, а при обратном ходе выталкивается из полости матрицы выше уровня верхней кромки матрицы, а затем сбрасывается 8 перемещается на лоток 9.

Универсальный штамповый блок (рис. 4.37) 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.

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 торцов верхней полуматрицы 14 и шлицевого стакана 13. В отверстие заготовки 12 вводится стержень 18.

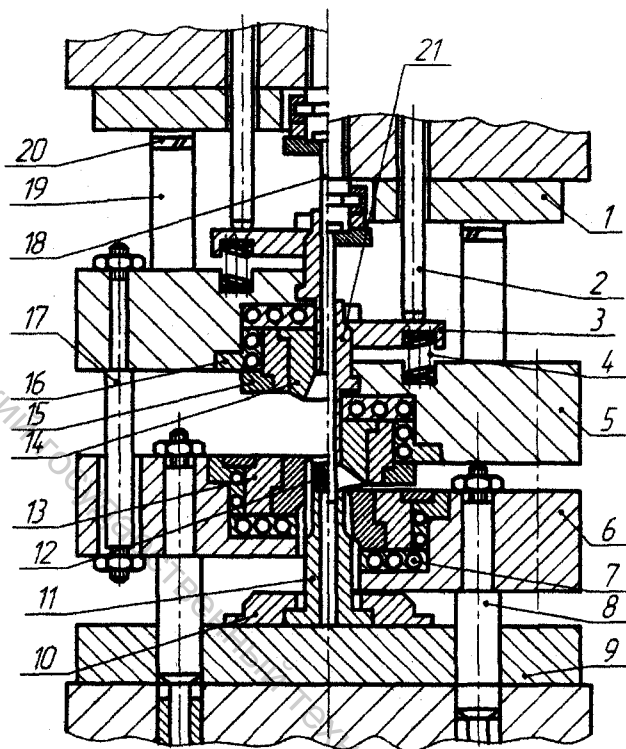


Рис. 4.37 Универсальный штамповый блок:

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 – охлаждающее устройство; 17 – колонка; 18 – верхний центральный стержень; 19 – стойка; 20 – шайба регулировочная; 21 – пуансон-выталкиватель

Заготовка оказывается в закрытой полости, образованной верхней полуматрицей, шлицевым стаканом и стержнем. Усилие замыкания создается в результате сжатия колонками 8 тарельчатых пружин пресса (на схеме не 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 пуансонов-выталкивателя 21 в исходное положение производится пружинами 4.

Такого типа штамповые блоки предназначены для использования на автоматизированных прессах или в автоматических линиях. Они позволяют изготавливать высокоплотные порошковые изделия широкой номенклатуры, в том числе зубчатые колеса.

4.6.2 Штампы для холодной калибровки спеченных порошковых заготовок

Калибровка применяется с целью повышения точности размеров и улучшения качества поверхности. Общие требования для проектирования, изготовления и эксплуатации калибровочных штампов изложены в следующем:

- обеспечение максимальной жесткости штампа, поскольку калибрование является заключительной операцией технологического процесса и жесткостью инструмента определяются размеры готового изделия;
- штампы должны иметь минимальное число зазоров и разъемов;
- конструкция штампа должна предусматривать элементы, обеспечивающие ориентировку и фиксацию калибруемых заготовок перед началом калибрования;
- наружные поверхности калибруют перед калибровкой внутренних поверхностей, что позволяет избежать трещин;
- поверхность калибрования заготовки должна оставаться в контакте с калибрующей поверхностью инструмента до завершения процесса калибрования заготовки в целом;
- для равномерного распределения плотности в разновысотных изделиях необходимо применять инструмент с независимым перемещением пуансонов и плавающей матрицы;
- шероховатость R_a калибрующих поверхностей пресс-формы не должна превышать 0,2 мкм;
- конструкция штампа должна учитывать способ смазки заготовки перед калиброванием и сопрягаться с конструкцией смазывающего устройства при его установке на прессе.

Штампы проектируются для универсальных и специализированных прессов. Конструкции штампов для калибрования втулок на универсальных прессах приведены на рис. 4.38.

Применение плавающих матриц (рис. 4.38, а) позволяет выполнить калибровку по наружной, внутренней поверхностям 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 торцом втулки и нижним пуансоном 4 имеется зазор, поскольку пуансон находится в крайнем нижнем положении.

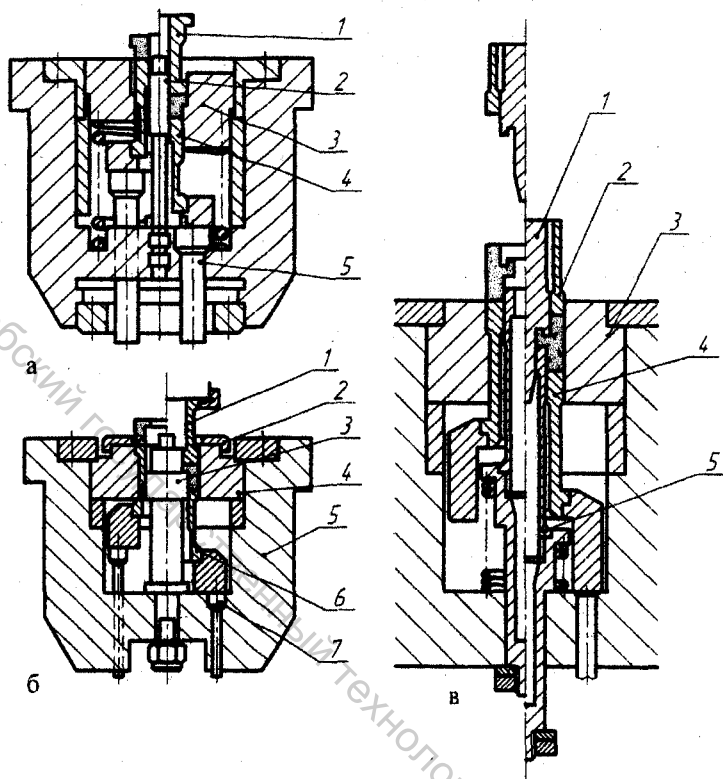


Рис. 4.38 Штампы для холодного калибрования втулок: а – с наружным буртом: 1 – пуансон верхний; 2 – стержень; 3 – матрица; 4 – пуансон нижний; 5 – тяги;

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

При дальнейшем движении верхнего пуансона бурт втулки передает движение подпружиненной матрице. Между торцом 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. 4.38, б представлен штамп 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. 4.38, 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 сама 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 выталкиванием стержень 1 и пуансон 2 отводятся вверх, а калиброванная втулка выталкивается пуансоном 4.

Конструкция автоматического калибровочного штампа для универсальных прессов представлена на рис. 4.39. Штамп содержит плиту верхнюю 1, плиту матрицы 5, плиту промежуточную 9 и плиту нижнюю 11. В плите нижней закреплены пуансон 3 и клин 2. Между плитами 5 и 9 установлены амортизаторы 6. В пазе плиты 9 размещены ползушка 8 с роликом 10 и пружиной 7. Стержень 12 защемлен втулкой в матрице 4. Заготовки подаются в зону калибровки шибберным устройством (на рисунке не показано).

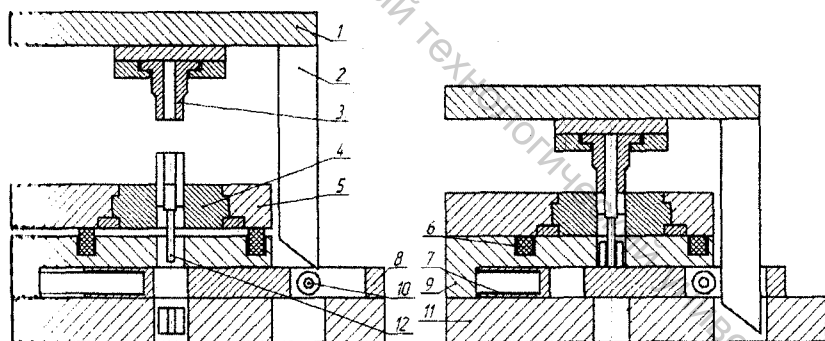


Рис. 4.39 Автоматический калибровочный штамп: 1 – плита верхняя; 2 – клин; 3 – пуансон; 4 – матрица; 5 – плита матрицы; 6 – амортизатор; 7 – пружина; 8 – ползушка; 9 – плита промежуточная; 10 – ролик; 11 – плита нижняя

Штамп работает следующим образом. В процессе движения ползуна пресса вниз клин 2 через ролик 10 перемещает ползушку 8 влево, а пуансон 3 продавливает заготовку в отверстие матрицы 4. Силы трения, возникающие между втулкой и стенкой матрицы, вынуждают сжиматься амортизаторы 6, а сама матрица упирается в ползушку 8.

Стержень 12 заземлен калибруемой втулкой и перемещается совместно с матрицей до ее соприкосновения с ползушкой. Заготовка калибруется одновременно по наружному и внутреннему диаметрам, при этом из матрицы на ползушки выталкивается предшествующая заготовка.

В процессе обратного хода ползушки пресса плита 5 амортизатором поднимается в исходное положение, а прижим 7 перемещает вправо ползушку 8.

Штампы для специализированных калибровочных прессов.

Производительность специализированных калибровочных прессов на 25% выше по сравнению с универсальными. Специализированные прессы оснащаются шиберной и грейферной подачами, вибробункером и лотками – магазинами. Шиберная подача предназначена для плоских изделий сложной конфигурации, вибробункер – для легкоориентированных. Конструкцией прессов предусмотрено повышение их надежности и долговечности.

Калибрование изделий типа гладких втулок на автоматических калибровочных прессах осуществляется по схеме, представленной на рис. 4.40.

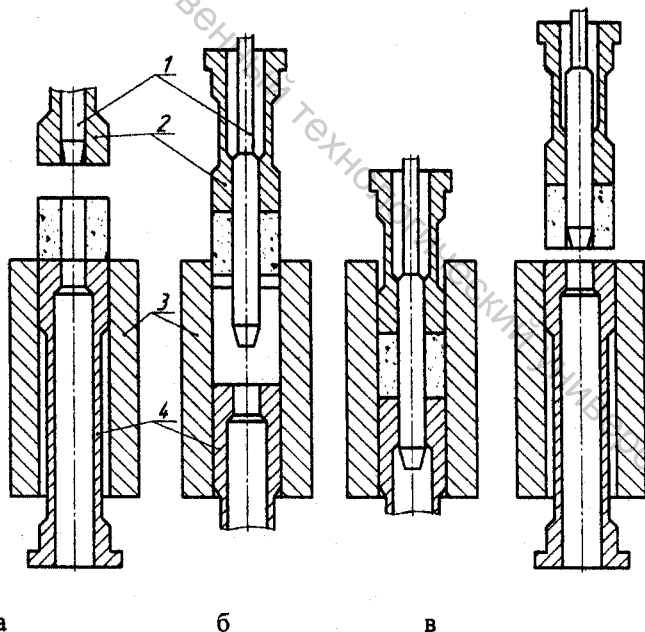


Рис. 4.40 Схема калибрования заготовок типа гладких втулок: а – исходное положение; б – калибрование по наружным и внутренним поверхностям; в – калибровка втулки по высоте; г – выталкивание втулки из матрицы:

1 – игла; 2 – пуансон; 3 – матрица; 4 – выталкиватель

Исходное положение движущихся частей инструмента перед началом калибрования (рис. 4.40, а): игла 1, пуансон 2 и выталкиватель 4 находятся в верхнем положении; матрица 3 в течение 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. 4.40, 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. 4.40, 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. 4.40, г) происходит ускоренный отвод верхнего ползуна с иглой вверх, пуансон остается неподвижным, облегчая выход иглы и втулки.

Пресс-блок для автоматизированного калибровочного пресса представлен на рис. 4.41.

Пресс-блок работает в следующей последовательности. Грейфер (на чертеже не показан) подает деталь на матрицу 6 и удерживается. Плита верхних пуансонов 1 движется вниз, а подпружиненный фиксатор 3, находящийся в верхнем внутреннем пуансоне 4, через центральное отверстие заготовки захватывает и удерживается. Грейферные захваты расходятся, верхние пуансоны 4 и 31 проталкивают заготовку, а вместе с ней и нижний пуансон 8 в матрицу 6. Фиксатор 3 соприкасается со стержнем, сжимая пружину 2. Матрица под действием усилия калибровки садится на упор 20, сжимая тарельчатые пружины. В крайнем нижнем положении плиты верхних пуансонов происходит калибровка заготовки. Плита 1 уходит вверх; плита выталкивателя 11 совместно с нижним пуансоном 8 движется вверх, выталкивая заготовку из матрицы. Нижний пуансон 8 занимает крайнее верхнее положение и удерживается стопором 22. Пуансонодержатель 21 при движении вниз вместе с плитой выталкивателя опускает нижний пуансон 8 на зеркало матрицы. Грейферный захват переносит откалиброванную заготовку на следующую позицию, а на ее место ставит новую. Далее цикл повторяется.

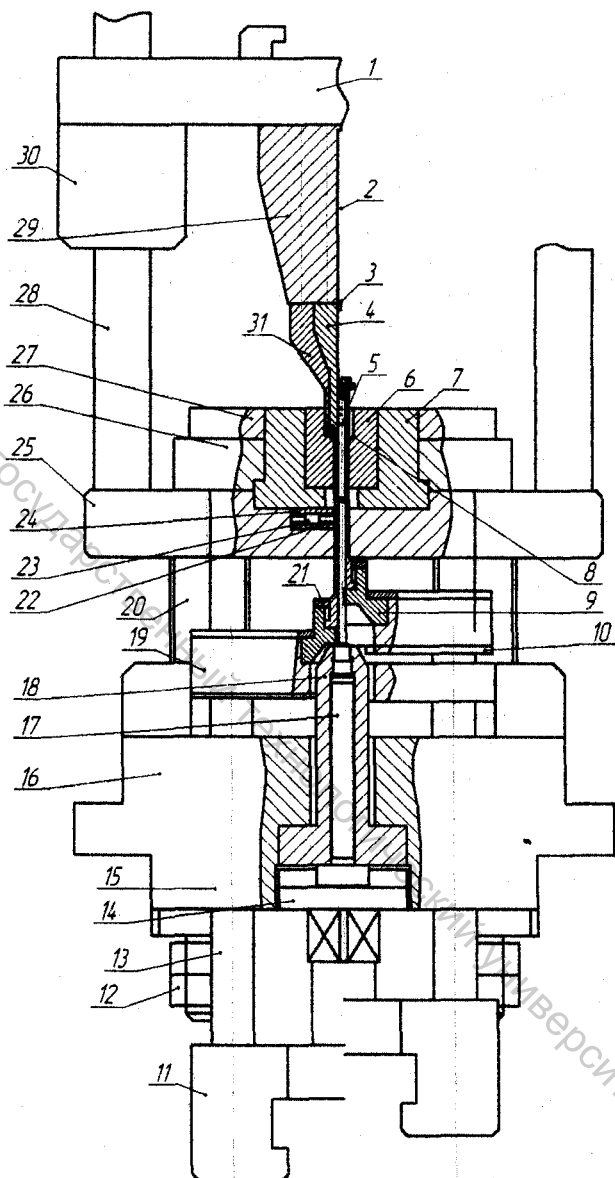


Рис. 4.41 Пресс-блок для калибровки ступенчатой втулки:

1 – плита; 2 – пружина фиксатора; 3 – фиксатор; 4 – пуансон внутренний;
 5 – стержень; 6 – матрица; 7 – обойма; 8 – пуансон нижний; 9 – опора; 10 – планка;
 11 – плита выталкивателя; 12 – гайка; 13,28 – колонки; 14 – заглушка стержня; 15,30
 – втулки; 16 – опора; 17 – опора; 18 – корпус стержня; 19 – плита нижнего пуансона;
 20 – упор; 21 – пуансонодержатель; 22 – стопор; 23 – винт; 24 – корпус; 25 – плита;
 26 – крышка; 27 – стол; 29 – опора; 31 – верхний наружный пуансон.

5 Расчет и конструирование форм для литья под давлением металлов и сплавов

Общие сведения о процессах литья под давлением

Номенклатура отливок, получаемых литьем под давлением, разнообразна. Наиболее широко этот способ литья применяют при изготовлении отливок из цинковых, магниевых, алюминиевых и медных сплавов. Этим способом изготавливают изделия, почти не требующие дальнейшей обработки резанием, так качество отливок по точности и шероховатости поверхности значительно превышают эти же качества отливок, полученных другими способами. Отливки могут иметь простую и очень сложную конфигурацию, толщину стенок 0,5-5мм, массу от нескольких грамм до 30-45кг, размеры от нескольких миллиметров до 1,5 м. Литьем под давлением можно получать детали с готовой внутренней и наружной резьбой, разнообразной арматурой, с полостями и каналами сложной конфигурации, образуемыми армирующими элементами.

Наиболее широко этот способ литья применяют при изготовлении отливок из цинковых, магниевых, алюминиевых и медных сплавов. Литье под давлением стольких отливок не получило широкого распространения из-за высокой стоимости литформ и низкой их стойкости.

Точность размеров соответствует: отливок 8-15 квалитет; элементов, оформленных стержнями – 8-10, расположенных в одной полуформе – 10-14, оформленных в обеих полуформах – 13-15.

Шероховатость поверхности отливок зависит от качества обработки рабочих поверхностей и от степени ее эксплуатации. Для

отливок, полученных в новых формах, минимальная шероховатость Ra составляет 0,32 мкм. После изготовления 10000 отливок шероховатость увеличивается до 1,25 мм.

Существуют три основные схемы процессов литья под давлением.

Первая схема – литье под давлением на машинах с горячей камерой прессования (рис. 5.1, 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 5.

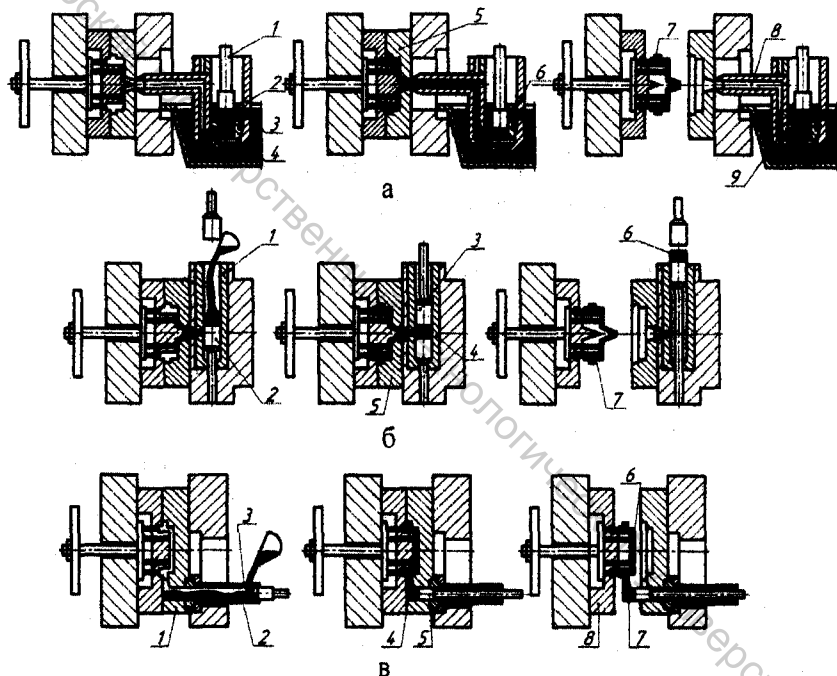


Рис. 5.1 Схемы литья под давлением: а – на машинах с горячей камерой прессования: 1 – поршень; 2 – камера прессования; 3 – заливное отверстие; 4 – тигль; 5 – форма; 6 – отверстие; 7 – отливка; 8 – канал мундштука; 9 – металлопровод; б – на машинах с холодной вертикальной камерой прессования: 1 – камера 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

Металл затвердевает, образуя отливку 7, а прессующий поршень поворачивается в исходное положение. Не затвердевшая часть металла сливается по каналу мундштука 8 и металлопроводу 9 в камеру прессования. После охлаждения до заданной температуры отливка удаляется из рабочей полости формы, которая 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. Взаимодействие жидкого металла с трущимися поверхностями прессующей пары – поршня и камеры прессования приводят к увеличению зазора и снижению давления. 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. 5.1, 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 под действием прессующего поршня заполняет полость 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.

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. 5.1, 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.

К недостаткам относятся: необходимость дозирования сплава и, как следствие, понижение производительности; сложность системы автоматизации процесса литья.

5.1 Технологичность отливок

Под технологичностью отливок подразумевают такое их конструктивное исполнение, которое способствует получению заданных физико-механических свойств, размерной точности и шероховатости поверхности при минимальной трудоемкости изготовления. В зависимости от конфигурации наружных и внутренних поверхностей отливки, предназначенные для изготовления литьем под давлением, условно разделены на четыре группы сложности (табл. 5.1). При разработке технологического процесса, расчете и конструировании литниковой системы и проектировании литформы исходят от группы сложности отливки.

По назначению отливки можно классифицировать по трем группам: особого назначения (с высокими требованиями по прочности), герметичные и декоративные.

При разработке чертежа отливки определяют оптимальную плоскость разъема литформы и указывают:

- все внешние и внутренние уклоны;
- поверхности, требующие дальнейшей механической обработки;
- отклонения на размеры;
- участки поверхности, которые не должны иметь следов от выталкивателей, а также следов течения металла;
- требования по герметичности;
- виды защитных или декоративных покрытий;
- участки, на которых не допускается пористость.

Расположение плоскостей разъема

При конструировании отливки следует стремиться к одной плоскости разъема. Для этого отливка не должна иметь внешних и

внутренних поднутрений, препятствующих свободному удалению ее из литформы. Возможность создания одной плоскости разреза определяют по правилу световых теней, по которому теневые участки при воображаемом освещении отливки параллельными лучами в направлении, перпендикулярном плоскости разреза, должны отсутствовать.

Таблица 5.1

Группы сложности отливок

Группы сложности отливок	Характеристика поверхностей		Примеры отливок
	наружных	внутренних	
I. Простые	Прямолинейные и гладкие, с невысокими усиливающими ребрами, с буртиками, бобышками, отверстиями, фланцами, невысокими выступами и углублениями	Отсутствуют	Крышки, фланцы, ручки, диски, втулки, маховики, барашки, корпуса подфарников, решетки радиаторов и тд.
II. Несложные	Прямолинейные и криволинейные, с наличием усиливающих ребер, буртиков, кронштейнов, бобышек, фланцев, с отверстием и углублениями, открытой коробчатой или открытой конфигурации	Простые, с гладкими ровными участками в виде простейших геометрических фигур, без выступов и углублений	Корпусы простой коробчатой или цилиндрической конфигурации, кронштейны, колпаки, тубусы объектов, фигурные фланцы
III. Сложные	Криволинейные и прямолинейные, с незначительным числом пересекающихся плоскостей, имеющей выступающие части и углубления сложной конфигурации	Сложные, с двумя пересекающимися плоскостями или цилиндрическими поверхностями, с углублениями и выступами, ребрами, перемычками, бобышками	Сложные корпуса приборов, корпуса двигателей мотоциклов, велосипедов, мотороллеров, насосов, редукторов, картеров и коробок передач
IV. Особо сложные и уникальные	Криволинейные и прямолинейные, пересекающиеся под углом, имеющие выступающие части и углубления очень сложной конфигурации	Сложные, с криволинейными и прямолинейными пересекающимися поверхностями, с наличием глубоких пересекающихся каналов, выступов, углубленных мест, ребер и перемычек	Блоки и головки блоков цилиндров автомобильных двигателей, сложные корпуса насосов, крыльчатки, сложные корпуса приборов и пр.

Необходимо создавать прямые углы и достаточно округлые кромки в тех местах, где это практически осуществимо. Выемки и отверстия следует по возможности располагать перпендикулярно плоскости разреза. Если отливка располагается в полуформах, то для уменьшения усадочных внутренних напряжений внутренние стенки выполняют наклонными (рис. 5.2, а).

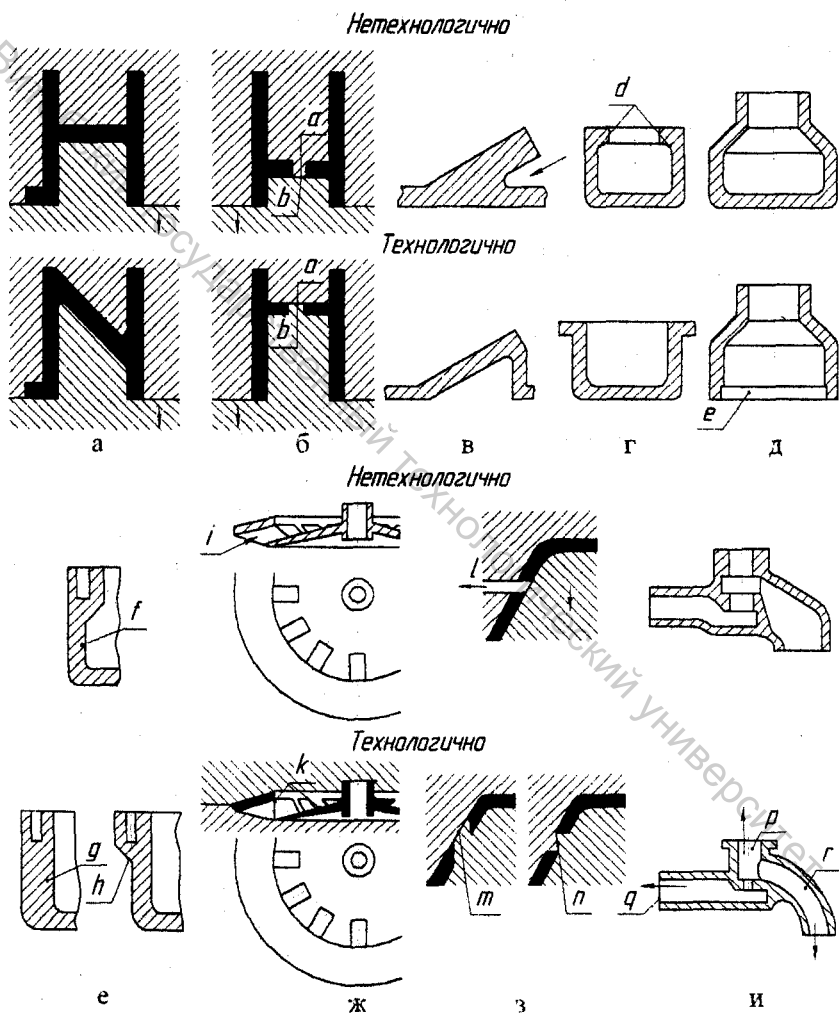


Рис. 5.2 Примеры выбора технологичного варианта конструкции отливки

Отливка, расположенная в неподвижной **а** и подвижной **б** полуформах, должна иметь наибольшую поверхность стержня в подвижной полуформе (рис. 5.2, б). Боковое поднутрение препятствует свободному удалению отливки из литформы и должно формироваться боковым стержнем или подвижной щекой (рис. 5.2, в). Устранение этого поднутрения позволяет удалять отливку в направлении, перпендикулярном плоскости разъема. Внутренние крепежные фланцы (рис. 5.2, г) с поднутрениями можно вынести наружу в плоскость разъема, обеспечив этим свободный выход центрального стержня из плоскости отливки. Если конфигурация внутренней полости с поднутрениями (рис. 5.2, д) не может быть изменена, то технологичная конструкция отливки предусматривает выемку **е** под фланец, изменяющий дно. Поднутрение **ф**, образованное утолщением под крепежное отверстие (рис. 5.2, е), можно заменить равномерным утолщением **г** или размещение утолщения утолщением **н** на внешней стороне отливки.

В нетехнологичной конструкции отливки колеса турбины стержень **и** должен удаляться в сторону (рис. 5.2, ж); технологичная конструкция предусматривает формирование выемок выступами **к** подвижной и неподвижной полуформ. Боковые отверстия или окна в стенках отливки (рис. 5.2, з), требующие удаление стержня перед раскрытием литформы, могут быть образованы выступами **л** или **п**. Отливку водопроводного крана (рис. 5.2, и) можно изготавливать литьем под давлением, если предусмотреть удаление стержня **р** вверх вместе с полуформой, стержня **q** – в сторону влево и криволинейного стержня **г** – по дуге вниз.

Толщина стенки определяется совокупностью конструктивных и технологических факторов, главными из которых являются: масса отливки; жесткость конструкции; требование по прочности и герметичности; возможность заполнения, подпрессовки и выталкивания отливки.

В процессах литья под давлением направленность затвердевания отливки затрудняется высокими скоростями кристаллизации. Поэтому необходимо разрабатывать такие конструкции отливок, в которых металл затвердевал бы во всех сечениях одновременно. Этим условиям удовлетворяют только равностенные конструкции отливок.

В конструкции должны отсутствовать массивные скопления металла, отделенные друг от друга тонкими перегородками. На рис. 5.3 приведены примеры ликвидации утолщенных мест, образующихся при сращивании или пересечении стенок литых конструкций.

Конструкция отливки зависит от соотношения пределов прочности при сжатии и растяжении. Например предел прочности при

сжатии для магниевых сплавов в 1,5 – 2 раза превышает предел прочности при растяжении.

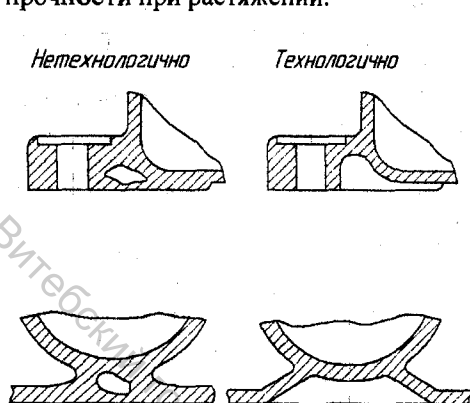


Рис. 5.3 Примеры устранения усадочных раковин

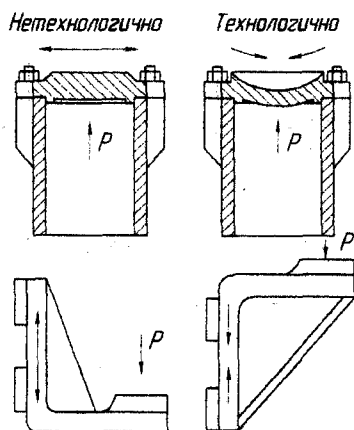


Рис. 5.4 Изменение конструкции отливки

Это обстоятельство необходимо учитывать при выборе конструкции отливки. На рис. 5.4 показаны примеры изменения конструкции отливки, обеспечивающие замену растягивающих напряжений на сжимающие.

Толщина сечения отливок зависит от прочности и технологичности свойств сплавов. Значения минимально допустимой толщины стенки для различных сплавов в зависимости от площади внешней поверхности отливки приведены в табл. 5.2.

Переходы и радиусы закруглений существенно влияют на величину внутренних напряжений, которые в местах сочленения разностенных отливок могут привести к появлению трещин. Поэтому необходимо предусматривать плавные переходы и радиусы закруглений.

Таблица 5.2

Минимально допустимая толщина стенки отливок, мм

Площадь сплошной поверхности в см ²	Основа сплава					
	Олово, свинец	Цинк	Алюминий	Магний	Медь	Железо
До 25	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7
25 – 100	0,7	1,0	1,5	1,8	2,0	2,2
100 – 125	1,1	1,5	2,0	2,5	3,0	3,2
250 – 400	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	-
400 – 1000	2,0	2,5	4,0	4,0	-	-

Конфигурация перехода зависит от соотношения толщины сопрягаемых элементов. При незначительной разнице в толщине ($\delta_1/\delta_2 \leq 2$) переходы рекомендуется осуществлять по радиусу R (рис. 5.5, а), величина которого составляет:

$$R = (0,25 \dots 0,2) (\delta_1 + \delta_2) > (0,8-1) \text{ мм.} \quad (5.1)$$

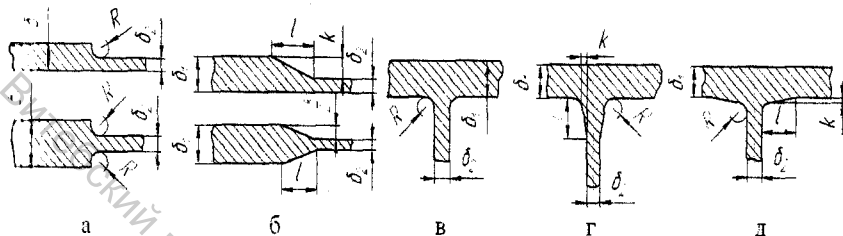


Рис. 5.5 Переходы от толстых стенок к тонким

Если $\delta_1/\delta_2 \geq 2$, то следует применять клиновые сопряжения (рис. 5.5, б), в котором $l \geq 4k$. Так как $k = \delta_1 - \delta_2$, то :

$$l \geq 4(\delta_1 - \delta_2) \quad (5.2)$$

При перпендикулярном соединении стенок и отношении $\delta_1/\delta_2 \leq 1,75$ (Рис. 5.5, в) возможно сопряжение по радиусу:

$$R = (\delta_1 + \delta_2)/4 \quad (5.3)$$

При соотношении $\delta_1/\delta_2 \geq 1,75$ рекомендуется клиновое сопряжение, которое в зависимости от конструктивных требований выполняется с утолщением на тонкой (рис. 5.5, г) или на толстой стенке (рис. 5.5, д). При клиновом сопряжении перпендикулярных стенок:

$$k \approx (\delta_1 + \delta_2)/2 \quad (5.4)$$

Ребра жесткости применяют для усиления тонких отливок. Ребра должны иметь уклоны, по возможности равномерную толщину, закругленные внешние и внутренние края. В целях обеспечения равномерного уплотнения и охлаждения металла толщину ребер принимают близкой к толщине стенок. Рекомендуется следующее соотношение (рис. 5.6):

$$\delta_p = (0,8 \dots 0,9) \delta_{отл}, \quad (5.5)$$

где δ_p – средняя толщина ребра, равная $0,5(\delta_1 + \delta_2)$.

Высота ребра S зависит от конфигурации отливки. Однако не рекомендуется:

$$S \geq 10 \delta_{отл} \quad (5.6)$$

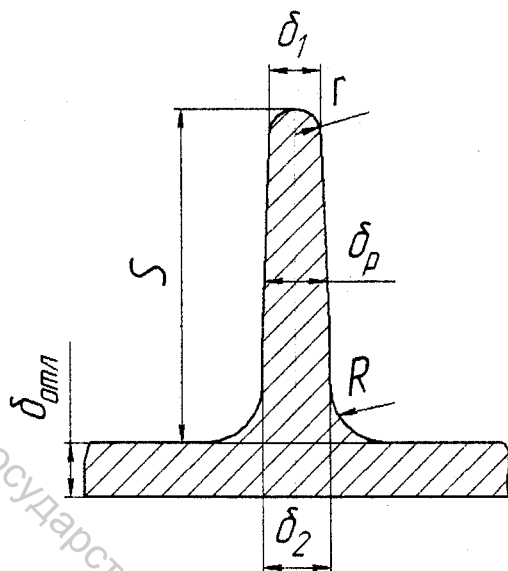


Рис. 5.6 Размеры ребра жесткости

Литейные уклоны и конусность предназначены для облегчения удаления отливки на поверхностях, перпендикулярных плоскости разреза. Особенно важны литейные уклоны на внутренних поверхностях, оформляемых стержнями. Для внутренних поверхностей отливок, образуемых неподвижными стержнями, которые извлекают при помощи выталкивателей, необходим уклон больший (рис. 5.7, а), чем при использовании подвижных стержней (рис. 5.7, б).

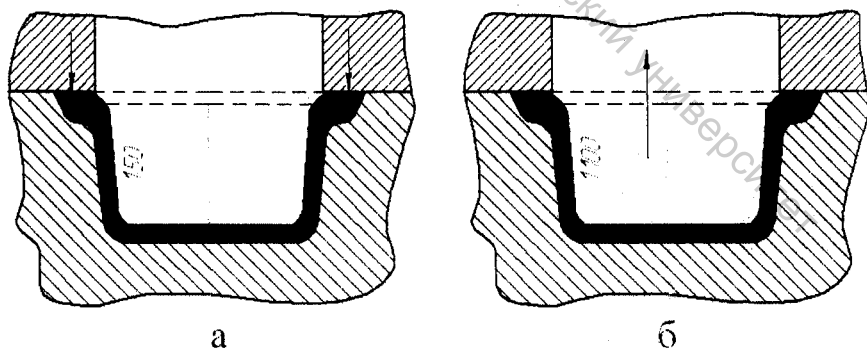


Рис 5.7 Внутренние литейные уклоны отливок, формируемых неподвижным (а) и подвижным (б) стержнями

Величина литейных уклонов или конусности зависит от вида сплава, стенок отливки. Уклоны внешних и внутренних поверхностей отливки определяют по таблице 5.3, но они не должны быть меньше минимально допускаемых (табл.5.4).

Таблица 5.3

Уклоны внешних и внутренних поверхностей

Основа сплава	Уклоны стенок			
	внешних	внутренних	внешних	внутренних
	в %			
Олово, свинец	0,1 – 0,2	0,2 – 0,5	До 0°20'	0°10' - 0°30'
Цинк	0,1 – 0,2	0,2 – 0,5	0°30' - 0°45'	0°30' - 1°
Алюминий	0,2 – 0,3	0,5 – 1,0	0°30' - 1°	0°30' - 1°
Магний	0,2 – 0,3	0,3 – 0,5	0°30' - 0°45'	0°30' - 1°
Медь	0,3 – 0,5	0,5 – 1,0	0°30' - 1°	1° - 1°30'
Железо	0,5 – 0,7	0,7 – 1,2	0°45' - 1°	1° - 1°45'

Таблица 5.4

Минимальные уклоны поверхностей отливок при литье под давлением

Сплавы	Поверхности				Сплавы	Поверхности			
	посадо- чные		прочие			посадо- чные		прочие	
	Наружные	Внутренние	Наружные	Внутренние		Наружные	Внутренние	Наружные	Внутренние
Алюминиевые	15'	25'	30'	1°	Цинковые	15'	35'	15'	30'
Магниеые	15'	35'	30'	1°	Медные	30'	1°	45'	1°30'

Отверстия в отливках, получаемых литьем под давлением, выполняют двумя способами: полностью литьем или частично литьем с последующей механической обработкой. В крупносерийном и массовом производстве выгодно получать литые отверстия. В толстостенных отливках из цинковых сплавов отверстия диаметром до 1 мм из алюминиевых и магниевых сплавов, отверстия диаметром до 1,5 мм из медных сплавов до 3мм следует выполнять сверлением, ибо тонкие отверстия быстро выходят из строя. Допустимые параметры литья цилиндрических и резьбовых отверстий приведены в таблицах 5.5 и 5.6.

Таблица 5.5

Допустимые параметры цилиндрических отверстий в отливке, мм

Сплавы	Минимальный диаметр, мм		Максимальная глубина, выраженная в диаметрах для отверстий		Конусность отверстий, % от длины
	практически рекомендуемый	технологически возможный	глухих	сквозных	
Цинковые	1,5	1,0	6	12	0,2 – 0,5
Алюминиевые	2,5	1,5	3	6	0,5 – 1,0
Магниеые	2,0	1,5	5	10	0,3 – 0,5
Медные	3,0	2,5	3	4	0,8 – 1,5

Таблица 5.6

Минимальные размеры резьбовых отверстий в отливке, мм

Сплавы	Шаг, мм	Диаметр, мм	
		наружный	внутренний
Цинковые	0,75	6	10
Магниеые	1,00	6	15
Алюминиевые	1,00	10	20
Медные	1,50	12	-

При конструировании отливок с отверстиями следует учитывать целесообразность применения длинных тонких стержней для оформления отверстий (рис.5.8, а). Отверстия в боковой стенке (рис.5.8, б), для оформления которых необходимы подвижные стержни, часто могут быть оформлены неподвижными выступами в полуформе. Отверстия в боковых стенках лучше располагать параллельно друг другу (рис.5.8, в), чтобы использовать для движения стержней один механизм. Боковая стенка с отверстием должна отстоять от другой стенки минимум на 3 – 4 мм. Следует избегать расположения отверстий в подвижной и неподвижной полуформах (рис.5.8, д). В этом случае целесообразно использовать последующую механическую обработку. Если литое отверстие трудновыполнимо, то оно может быть обозначено центром под сверление (рис.5.8, е). Нельзя допускать пересечения отверстий, требующих пересечения отверстий в литформе (рис. 5.8, з).

Толщина дна глухих отверстий должна быть минимальной, чтобы исключить действие чрезмерной усадки металла на стержень (рис. 5.8, и). Иногда с целью устранения локальных утолщений рекомендуется выполнять отверстия или окна (рис.5.8, к).

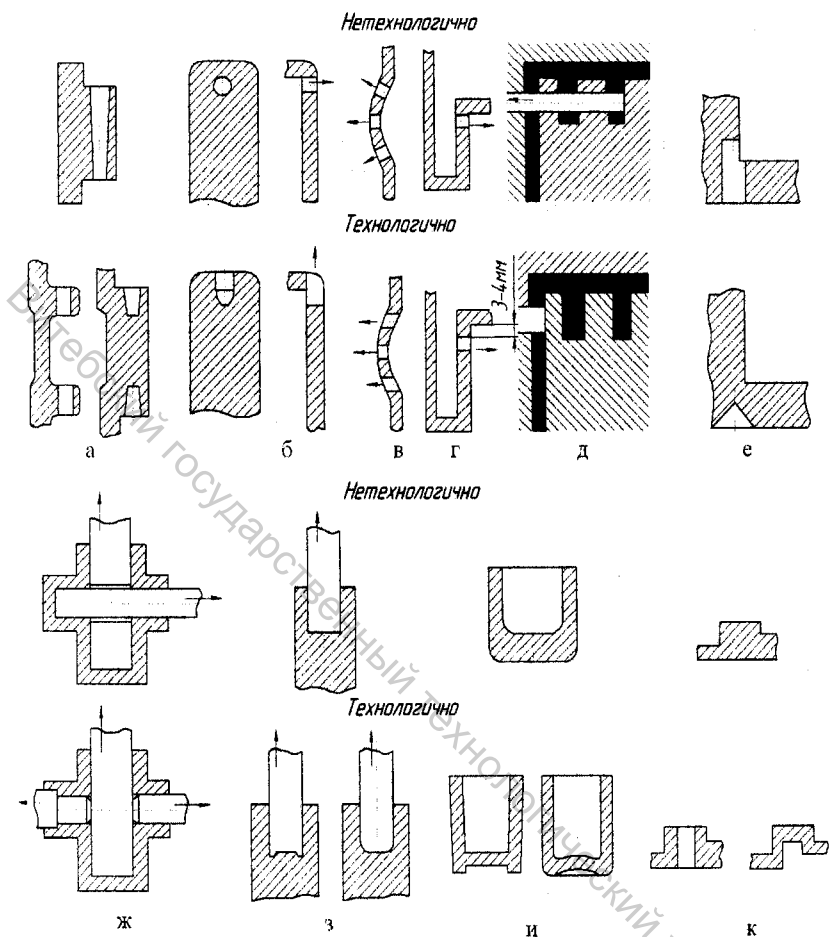


Рис. 5.8 Конструктивные варианты оформления отверстий в отливках

При разработке чертежа отливки необходимо учитывать: положение отливки в литформе, места подвода расплава, конструкции литниковой и вентиляционной системы, назначение припусков на механическую обработку, уклонов и допусков на размер.

Положение отливки в литформе и плоскость ее разреза должны обеспечить:

- извлечение отливки из неподвижной части литформы;
- минимальное количество разъемов и удобство извлечения стержней;
- рациональное расположение литниковой и вентиляционной системы;
- извлечение отливки из литформы манипулятором или роботом.

5.2 Конструкции типовых литформ

Форма для литья под давлением имеет одну или несколько формирующих полостей, очертания которых являются негативным отпечатком отливки. Размеры формирующих полостей литформы отличаются от размеров отливки на величину усадки заливаемого сплава. Собранный литформ состоит из двух основных частей – неподвижной и подвижной, в которых смонтированы все остальные детали.

Конструкции литформы зависят от конструкции отливки, свойств заливаемого сплава, типа машины и характера эксплуатации оборудования и оснастки. В зависимости от этих факторов литформы классифицируют по схеме, приведенной на рис.5.9.

В зависимости от вида заливаемого сплава литформы отличаются конструкцией и размерами литниковой системы, материалом для формообразующих деталей, конструкцией вкладышей. Литформы для отливок из сплавов на основе цинка, олова, свинца, магния не требуют системы охлаждения формообразующих частей. Например, температура заливки цинкового сплава – 450°C , алюминиевого – 650°C , кремнистых латуней – 930°C . Литформы для отливок из алюминиевых и медных сплавов работают в более жестких условиях, и поэтому необходимо предусматривать систему охлаждения и комплектацию запасными формообразующими деталями. Замена запасных деталей должна производиться при условии соблюдения строгой взаимозаменяемости без дополнительной механической или слесарной обработки.

Классификация литформ по типу заливаемого сплава

Стойкость литформ зависит от типа заливаемого сплава. Наиболее низкую стойкость имеют литформы при отливке изделий из стали. Поэтому формообразующие детали таких литформ изготавливают из тугоплавких металлов – молибдена, вольфрама, никеля.

Классификация литформ по типу производства

Литье под давлением чаще всего применяется в массовом и крупносерийном производстве. В отдельных случаях литье под давлением экономически выгодно для небольшого числа отливок. Литформы для мелкосерийного производства отличаются от литформ массового производства упрощенной конструкцией, применением ручных операций для извлечения стержней и выталкивания отливок (рис.5.10).

После раскрытия литформы оператор поворотом рычага 1 вращает зубчатый валик 5 и перемещает ползун 3. В результате стержень 4 извлекается из отливок. Выталкивание отливок осуществляется поворотом рычага 11. Зубчатый валик 10 приводит в движение рейку 9, закрепленную в плитах 7,8. При движении плит 7,8 выталкиватели 6 удаляют отливку.

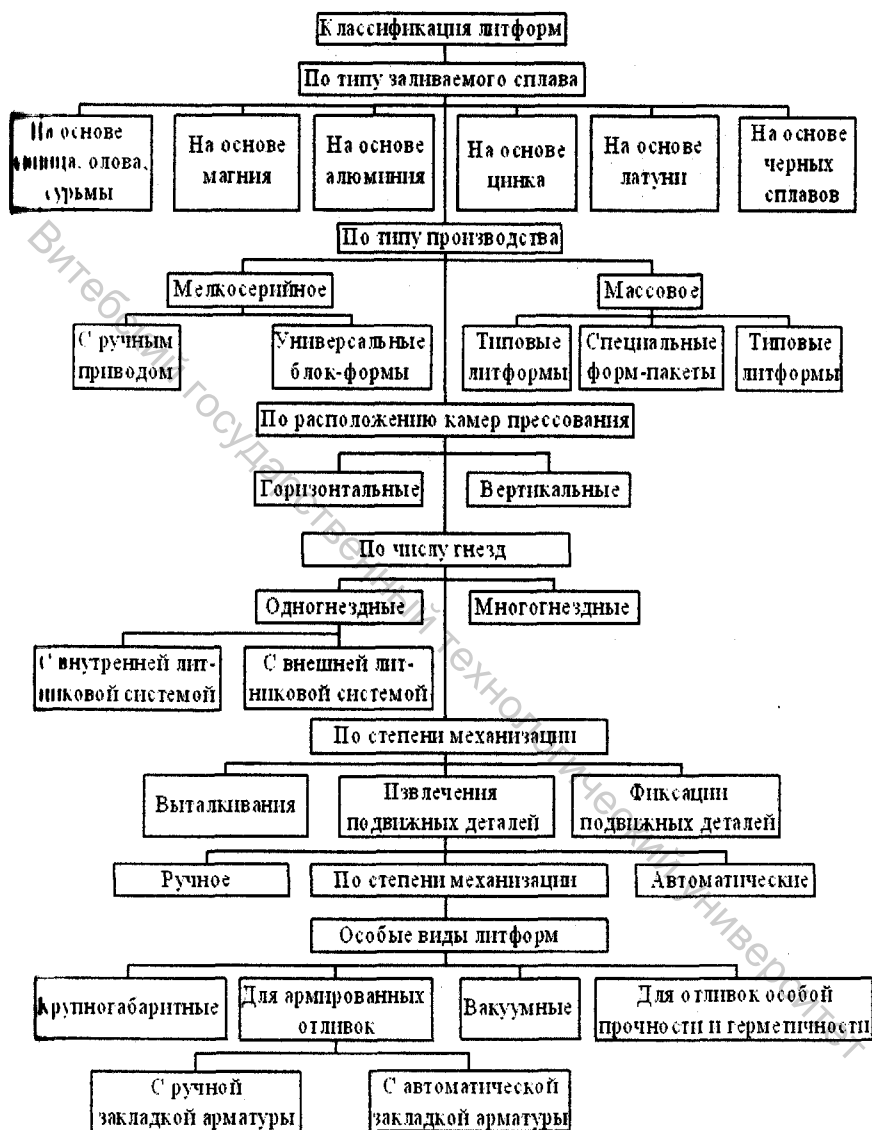


Рис.5.9 Классификация форм для литья под давлением металла и сплавов

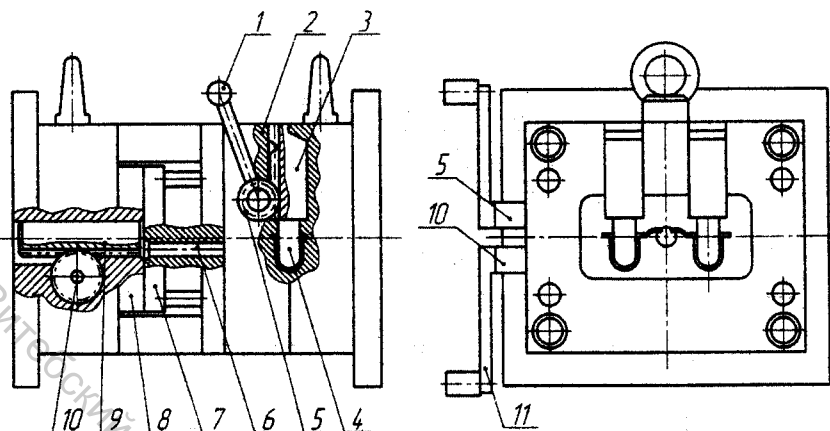


Рис. 5.10 Литформа с ручным извлечением

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

Типовые литформы для массового производства конструируют с полной автоматизацией всех операций по извлечению стержней, подвижных вкладышей, выталкиванию отливок, возврату стержней в исходное положение (рис.5.11).

Неподвижную часть двухгнездовой литформы с помощью плиты 3 крепят к прессующему блоку литейной машины с горизонтальной камерой прессования 25, а подвижную часть с помощью плиты 15 – к постаменту 23, установленному на подвижном запирающем блоке литейной машины. Расплавленный металл поступает в литформу через литниковую втулку 26, ударяется о рассекаль 18 и растекается по литниковым каналам в два гнезда, заполняя рабочую полость литформы, 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 к обойме 2 винтами.

При раскрытии литформы 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 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 литформы

обратные толкатели 20 упираются в неподвижную обойму 2 и возвращают выталкиватели в исходное положение.

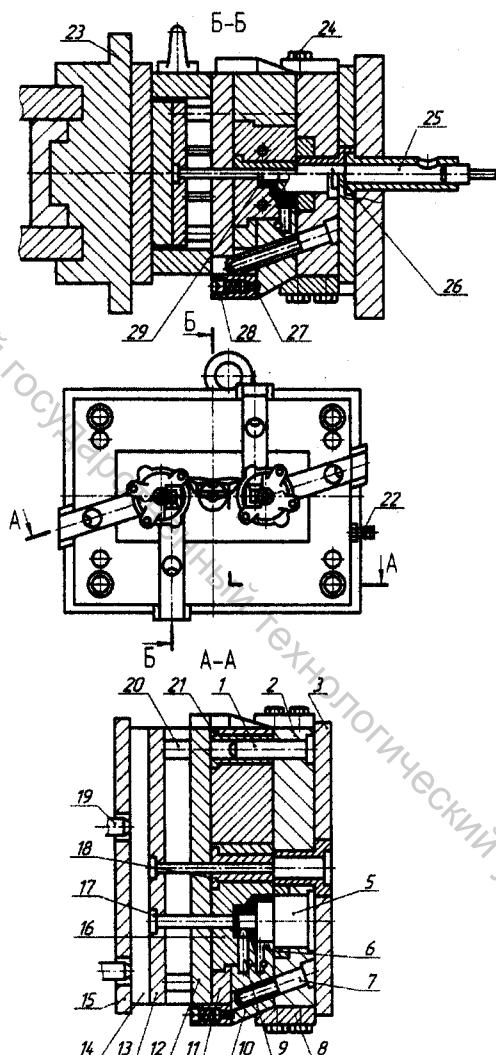


Рис. 5.11 Типовая форма для литья под давлением корпуса датчика:
 1 – колонка; 2, 11 – обоймы; 3, 15 – плиты; 5 – стержень неподвижный; 6 – вкладыш;
 7 – клин; 8 – замок; 9 – стержень подвижный; 10 – ползун; 12, 14 – плиты; 13 – плита
 выталкивателей; 16 – вкладыш подвижный; 17 – выталкиватель; 18 – рассекаль; 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

Центрирование подвижной и неподвижной полуформ осуществляется направляющими втулками 21 и колонками 1. Привернутые болтами 28 замки 8 служат для предотвращения смещения ползунов 10 и стержней 9 под давлением жидкого металла. Для предотвращения перемещения и поломок ползунов 10 при раскрытой литформе применяются фиксаторы 27. Во время работы литформа охлаждается водой, которая поступает по резиновому шлангу к штуцерам 22.

Большая часть стержней и выступов, оформляющих внутренние и наружные контуры отливки, располагается в подвижной полуформе таким образом, чтобы отливка при раскрытии литформы всегда оставалась в последней. Поэтому в подвижной полуформе располагаются устройства для выталкивания или сбрасывания отливок.

Для ускорения и упрощения проектирования и изготовления форм применяются универсальные форм-пакеты (УФП), представляющие заготовки форм (рис.5.12). В условиях крупносерийного и массового производства использование УФП дает возможность централизовать изготовление литформ, сократить время на замену оформляющих деталей и снизить себестоимость отливок.

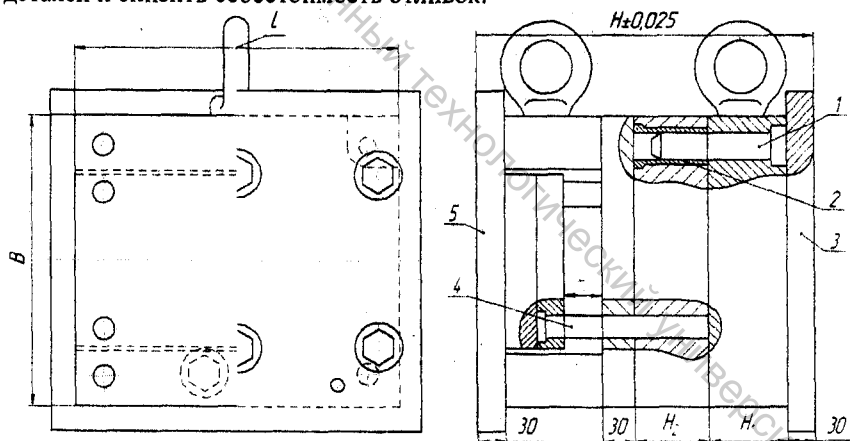


Рис.5.12 Универсальный форм-пакет:

1 – колонка; 2 – втулка; 3,5 – плиты; 4 – контролкатель

Универсальные форм-пакеты состоят из подвижных и неподвижных частей, которые плитами 3,5 крепят к соответствующим столам литейной машины. В конструкции УФП максимально использованы стандартные узлы и детали: колонки 1, втулки 2, контролкатели и др. Размеры универсальных форм-пакетов представлена в таблице 5.7.

Таблица 5.7

Основные типоразмеры (мм) плит универсальных форм-пакетов
(рис.5.13)

№ стандартного пакета	B	L	H	H ₁	H ₂	H ₃	№ стандартного пакета	B	L	H	H ₁	H ₂	H ₃
1	230	260	275	60	60	25	3	300	350	305	80	60	35
2	260	300	295	70	60	35	4	350	400	305	80	60	35

Для снижения затрат на литформы в условиях опытного и мелкосерийного производства применяют универсальные блок-формы (рис.5.13), которые представляют собой комплекс узлов и деталей, предназначенных для группы отливок. Изготовление отливок одной группы обеспечивается за счет использования сменных вкладышей.

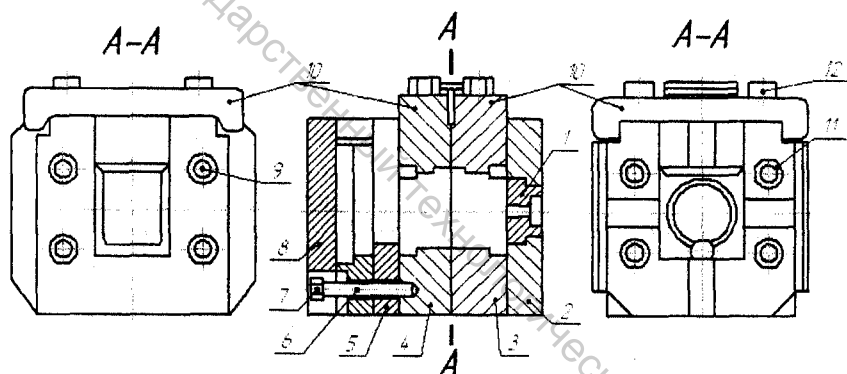


Рис. 5.13 Групповая блок-форма: 1 – литниковая втулка; 2,5 – опорные плиты; 3,4 – обойма; 6 – пуансонодержатель; 7 – болт ограничительный; 8 – основание; 9 – колонки; 10 – прижим; 11 – втулки; 12 – болт

Групповая блок-форма состоит из подвижной и неподвижной частей. Неподвижная часть состоит из литниковой втулки 1, опорной плиты 2 и обоймы 3, а подвижная часть – из обоймы 4, опорной плиты 5, пуансонодержателя 6 и основания 8. Обойма 4, плита 5, а также пуансонодержатель 6 и основание 8 попарно скреплены болтами. Пара деталей 4,5 имеет возможность двигаться по четырем колонкам 9, закрепленным в пуансонодержатель 6, которые одновременно фиксируют относительное положение подвижной и неподвижной частей. Болты 7 являются ограничителями для пары 4,5. Обоймы 3 и 4 имеют гнезда для установления сменных вкладышей и закрепление прижимами 10.

Классификация форм по расположению камер прессования и числу гнезд

Машины для литья под давлением бывают с горячими – горизонтальной и холодной камерами прессования и холодной – вертикальной камерой прессования. В соответствии с этим разделяются и литформы. Такое разделение вызвано тем, что в зависимости от устройства камеры прессования литформы отличаются друг от друга конструкциями литниковых систем.

В литформе (рис. 5.14, 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 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 литформе (рис. 5.14, 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.

Литформы для массового производства небольших отливок чаще всего изготавливаются многогнездовыми. Вместе с литформами изготавливаются комплекты запасных частей формообразующих деталей. Для очень мелких деталей применяются литформы 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 литформ значительно выше, чем одногнездовых. В массовом производстве для однотипных по конфигурации отливок проектируются типовые литформы, а для ускорения изготовления широко применяются универсальные стандартные и специальные форм-пакеты.

Наиболее трудоемкими в обработке и дорогостоящими деталями пресс-форм являются вкладыши, оформляющие отливку. Стоимость их изготовления в 10 – 15 раз выше стоимости всех остальных деталей. Анализ экономической целесообразности использования многогнездовых литформ показал, что для отливок средней сложности и массой до 0,15 кг из алюминиевых или магниевых сплавов оптимальное число гнезд – 6.

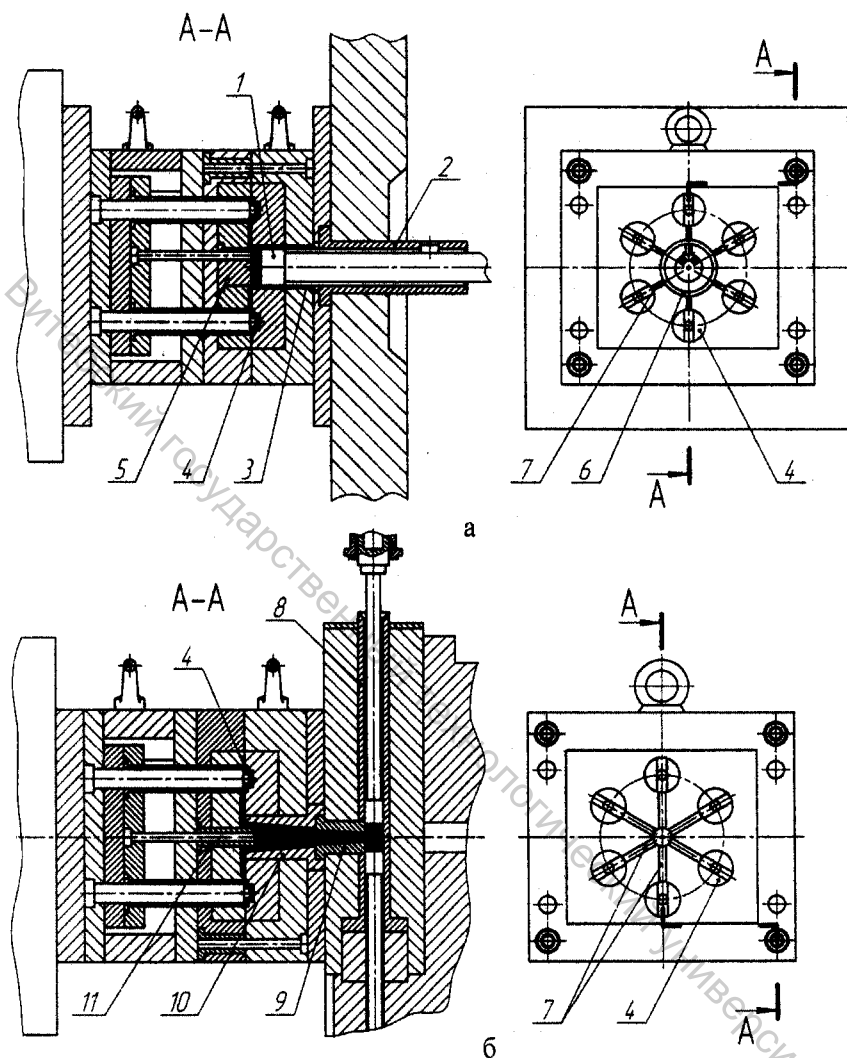


Рис. 5.14 Многогнездовые литформы для машин с холодной камерой прессования: а – горизонтальной; б – вертикальной: 1 – поршень; 2 – горизонтальная камера прессования; 3 – литниковая втулка; 4 – полость; 5 – сменная вставка; 6 – коллектор; 7 – питатели; 8 – вертикальная камера; 9 – мундштук; 10 – литниковая втулка; 11 – рассекатель

Классификация литформ по степени механизации

Конструкции литформ предусматривают использование специальных механизмов: фиксации подвижных стержней при открытом и закрытом положении литформы; извлечения стержней из

отливок при раскрытии пресс-формы; выталкивания отливок из подвижной части литформы. Применение того или иного механизма в отдельности или их комбинаций влияет на общую конструкцию литформ. Степень механизации литформы определяется характером производства и конструкцией отливок. При этом необходимо применять наиболее простые и экономически целесообразные механизмы и устройства.

На рис. 5.15 приведена литформа, в которой для освобождения отливки 2 необходимо только одно движение, т.е. достаточно перемещения подвижной части литформы перпендикулярно плоскости разъема. В этой литформе съем отливки производится подвижной плитой. Отливки 2 расположены во вкладыше 3 неподвижной полуформы. При раскрытии литформы отливки остаются на стержнях 1 и вместе с подвижной полуформой перемещаются до тех пор, пока плита 10 не натолкнется на упоры литейной 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 литформы производится направляющими втулками 5 и колонками 4. Для предохранения плиты 7 от выпадения в нее ввернут ограничительный винт 6.

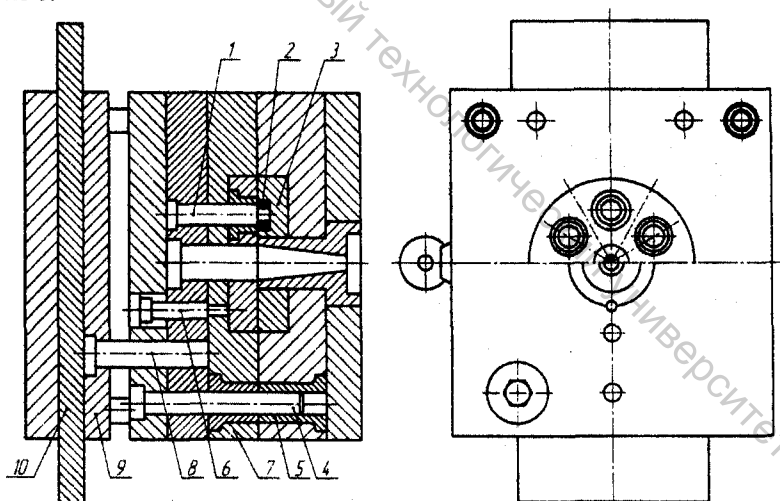


Рис. 5.15 Литформа с выталкиванием отливок плитой: 1 – стержень; 2 – отливка; 3 – вкладыш; 4 – колонка; 5 – втулка; 6 – ограничительный винт; 7 – плита; 8 – обратный толкатель; 9, 10 – плиты

На рис. 5.16 представлена двухгнездовая литформа, в которой для освобождения отливок требуется четыре движения.

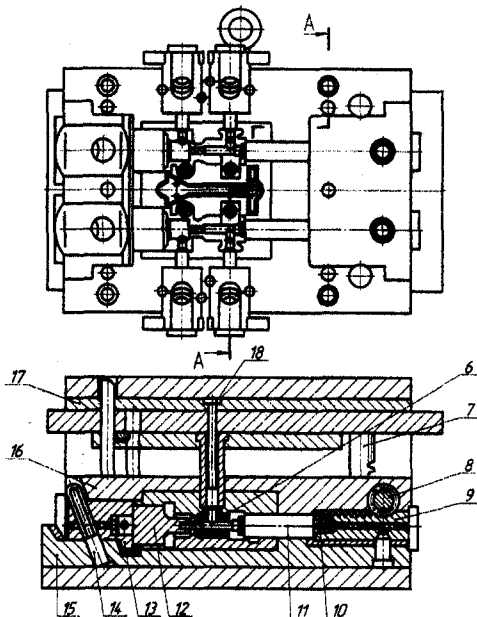
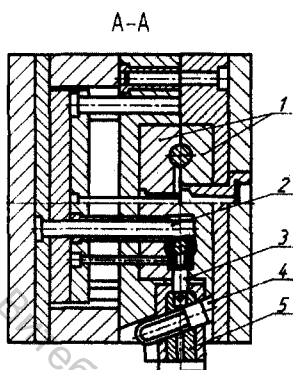


Рис. 5.16. Двухгнездовая литформа для литья под давлением корпуса крана:

- 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

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 литформы, кроме основного движения, необходимого для разъема литформы и выталкивания, требуется еще три дополнительных движения для извлечения подвижных стержней. При раскрытии литформы ползуны 5 и 13 скользят по наклонным клин - пальцам 4, 14, закрепленным 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 перекачивается по неподвижной рейке, получает вращательное движение, которое преобразуется в поступательное движение ползуна 9.

Особые виды литформ

Развитие технологий процессов литья под давлением и создание крупных литевых машин позволяет изготавливать сложные по конфигурации крупногабаритные отливки, масса литформ для которых

достигает 25 т. Выдвижение стержней и выталкивание отливок осуществляется только автоматически. Съем тяжелых отливок, вытолкнутых из полости литформы, производится специальным устройством – съемником, работающим в автоматическом или полуавтоматическом цикле машины.

Крупногабаритная литформа для отливки шестицилиндрового блока автомобильного двигателя из алюминиевого сплава (рис. 5.17) состоит из двух частей, которые крепят к подвижной и неподвижной плитам машины.

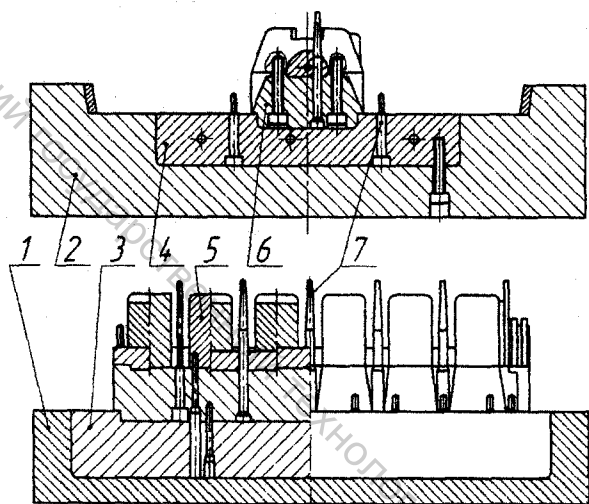


Рис. 5.17 Крупногабаритная форма для литья под давлением шестицилиндрового блока цилиндров автомобильного двигателя: 1, 2 – подвижная и неподвижная обоймы; 3, 4 – вкладыши; 5, 6 – вставки; 7 – стержни

Отливка оформляется вкладышами 3, 4 и вставками 5, 6, смонтированными на неподвижной 2 и подвижной 1 обоймах. Свыше ста отверстий в отливке оформляются неподвижными стержнями 7. Камера прессования монтируется в неподвижной части литформы. При раскрытии литформы для извлечения подвижных стержней и освобождения отливки применяются гидравлические приводы, работа которых управляется распределителем, включенным в общую гидравлическую систему машины. После раскрытия литформы и удаления подвижных стержней включается приспособление для извлечения отливки. Очень важно для обеспечения правильной работы подвижных деталей и сохранения высокого качества отливок стабилизация температуры каждой части пресс-формы. В подвижной и неподвижной полуформах, а также во вкладышах встроены термопары и

регуляторы расхода воды в системе охлаждения. Мелкие стержни охлаждаются в момент раскрытия литформы струей сжатого воздуха.

Литформы для армирования отливок оснащаются специальными устройствами фиксации арматуры в том положении, в котором она должна находиться в отливке. Литформы для армированных отливок могут быть ручные, полуавтоматические и автоматические.

В ручной литформе (рис. 5.18, а) установку арматуры и выталкивание отливки производит оператор. Арматура 1 устанавливается в неподвижной части литформы и удерживается в требуемом положении фиксаторами 9, 10. После раскрытия литформы 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 преобразуется в поступательное движение толкателя 6.

В полуавтоматических литформах (рис. 5.18, 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 литформы плита 7 натолкнётся 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. 5.18, 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 литформы. 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, 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 выталкивателями 8 и 9. При закрытии литформы выталкиватели возвращаются в исходное положение толкателем 10; при этом стержень 6 фиксирует положение арматуры.

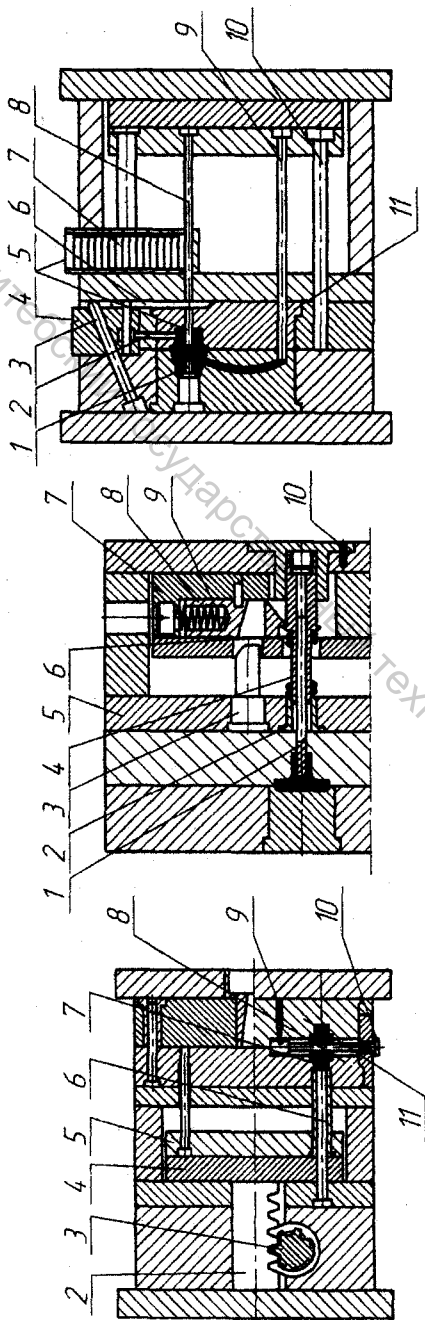


Рис. 5.18 Литформы для армированных отливок:

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

Вакуумные литформы

Вакуумирование формы изменяет газовый режим формы, снижая противодавление, способствует ликвидации крупной газовой пористости, особенно в утолщенных местах отливки, а также улучшает качество поверхности отливки. Вакуумирование позволяет изготавливать особо тонкостенные отливки с толщиной стенки меньше 0,1 – 1 мм, однако вакуумирование удорожает процесс. Вакуумирование рентабельно при необходимости снижения толщины стенки отливки на 30 – 50% ; повышения механических свойств, и улучшения качества поверхностей.

В машинах с горизонтальной камерой прессования чаще всего используют системы с размещением формы в вакуумной камере или системы, в которых форма вместе с камерой прессования заключена в вакуумный кожух. На машинах с вертикальной камерой прессования форма помещается в вакуумную камеру, а узел прессования герметизируется.

Вакуумная литформа с холодной горизонтальной камерой прессования (рис.5.19) представляет собой камеру, состоящую из плиты 2, закрепленной на подвижной плите 1 литейной машины, кожухов 3 и 4, неподвижной плиты 6, расположенной на неподвижной плите 7 литейной машины.

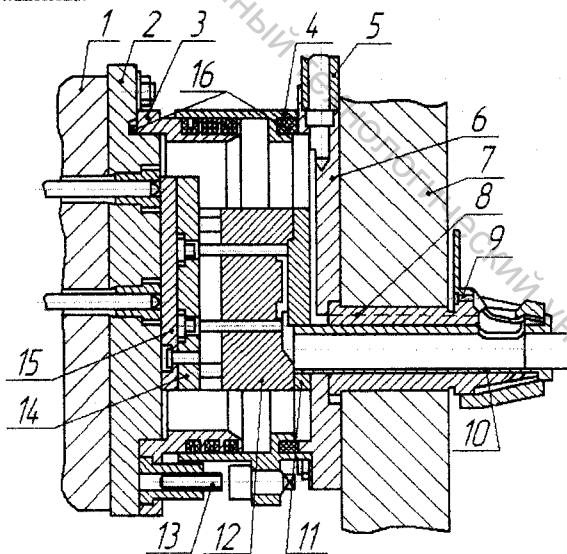


Рис. 5.19 Схема вакуумной литформы: 1,7 – подвижная и неподвижная плиты литейной машины; 2,6 – плиты литформы; 3,4 – кожухи; 5 – вакуум провод; 8 – камера прессования; 9 – поворотная муфта; 10 – сменная втулка; 11,12 – неподвижная и подвижная полудормы; 13 – упоры; 14,15 – плиты толкателей; 16 – уплотнения

Внутри кожухов 3 и 4 размещается литформа, состоящая из неподвижной 11 и подвижной 12 полуформ, плит и толкателей 14 и 15. Камера прессования 8 каналом (штриховая линия), проходящим между камерой 8 и сменной втулкой 10, соединяется с вакуум-проводом 5. При закрытии литформы уплотнение 16 и упоры 13 обеспечивают герметичность вакуумной камеры.

После заливки расплава в камеру прессования поворотной муфтой 9 закрывают заливное окно камеры, и она с помощью электромагнитного золотника соединяется через вакуум-провод 5 с вакуумным ресивером или вакуумным насосом. В камере создается необходимое разрежение. Воздух, продукты разложения смазочного материала литформы удаляются из ее полости через вентиляционные каналы; одновременно или с некоторой задержкой осуществляется подача расплава в литформу.

5.3 Системы термостабилизации литформ

5.3.1 Расчет теплового баланса литформы

Температурное поле литформы является нестационарным, т.е. изменяется во времени. При соприкосновении жидкого металла со стенкой литформы возникает интенсивная теплоотдача от жидкого металла к ее стенкам. При ритмичной работе литформы через некоторое время температура литформы достигает вполне определенного значения. Эта температура не зависит от начальной температуры, а определяется преимущественно теплофизическими свойствами металла, отливки и литформы, а также технологическими параметрами принятого процесса и конструкцией литформы.

При установившемся процессе подвод тепла Q_n равен отводу тепла $Q_{от}$, т.е. $Q_n = Q_{от}$, что является основным условием теплового баланса.

Подвод тепла с достаточной точностью можно рассчитать по следующим формулам:

$$Q_n = Q_{пер} + Q_{кр} + Q_{от} + Q_{тр} = m_0 \left[C'_0 (T_0 - T_{кр}) + Q_{кр} + C_0 (T_{кр} - T_{от}) + \frac{A P_{пр}}{F_{ст} + \gamma_{ж}} \right], \quad (5.7)$$

где $Q_{пер} = m_0 \cdot C'_0 (T_0 - T_{кр})$ – теплота перегрева металла;

$Q_{кр} = m_0 \cdot Q_{пл}$ – теплота кристаллизации;

$Q_{от} = m_0 \cdot C_0 (T_{кр} - T_{от})$ – теплота твердой отливки;

$Q_{тр} = A \cdot L_{тр} = A \cdot P_{тр} \cdot S = \frac{A \cdot P_{пр} \cdot m_0}{F_{ст} + \gamma_{ж}}$ – теплота трения;

$S = \frac{V_0}{F_{ст}}$ – рабочий ход прессующего поршня;

$V_0 = \frac{m_0}{\gamma_{лс}}$ – объем полости стакана;

$P_{тр} \approx P_{пр}$ – сила трения и усилия прессования;

C_0 и C'_0 – теплоемкость твердого и жидкого металла, ккал/кг·град;

$F_{ст}$ – площадь сечения стакана, м²; m_0 – масса порции жидкого металла, кг;

$\gamma_{ж}$ – плотность жидкого металла, кг/м³;

A – механический эквивалент работы 1/427 ккал/кг·м³;

$Q_{пл}$ – удельная теплота кристаллизации, ккал/кг;

$T_{от}$ – температура удаления отливки, °C;

$L_{тп}$ – рабочая температура, ккал/кг.

В таблице 5.8 приведены результаты расчета теплового баланса литформы (рис.5.20) при изготовлении отливок из стали 20Л (масса отливки 0,5 кг). Вкладыши литформы выполнены из стали 3Х13; $C_0 = 0,16$ ккал/кг·град; $C'_0 = 0,2$ ккал/кг·град; $Q_{пл} = 65$ ккал/кг; $T_0 = 1539$ и 1639 °C; $T_{кр} = 150$ °C; $T_{от} = 800, 1000$ и 1200 °C; $P_{пр} = 130000$ Н; $F_{ст} = 0,004$ м²; $\gamma_{ж} = 7000$ кг/м³.

Таблица 5.8

Результаты расчета теплового баланса литформ (рис. 5.20)

Вид отводимого тепла	$T_0, ^\circ\text{C}$	Количество теплоты в зависимости от температуры ($^\circ\text{C}$) отливки					
		800		1000		1200	
		ккал	%	ккал	%	ккал	%
$Q_{пер}$	1539	2,0	2,2	2,0	2,6	2,0	3,4
$Q_{кр}$		32,5	35,2	32,5	42,6	32,5	54
$Q_{от}$		56,8	61,5	40,8	53,5	24,5	40,8
$Q_{тр}$		1,0	1,1	1,0	1,3	1,0	1,7
Q_n	1539	92,3	100	76,3	100	60	100
$Q_{пер}$	1639	10	10	10	12	10	14
$Q_{кр}$		32,5	32	32,5	38,4	32,5	48,3
$Q_{от}$		56,8	56	40,8	48,4	24,5	36
$Q_{тр}$		1	1	1	1,2	1	1,4
Q_n	1639	100,3	100	84,3	100	68	100

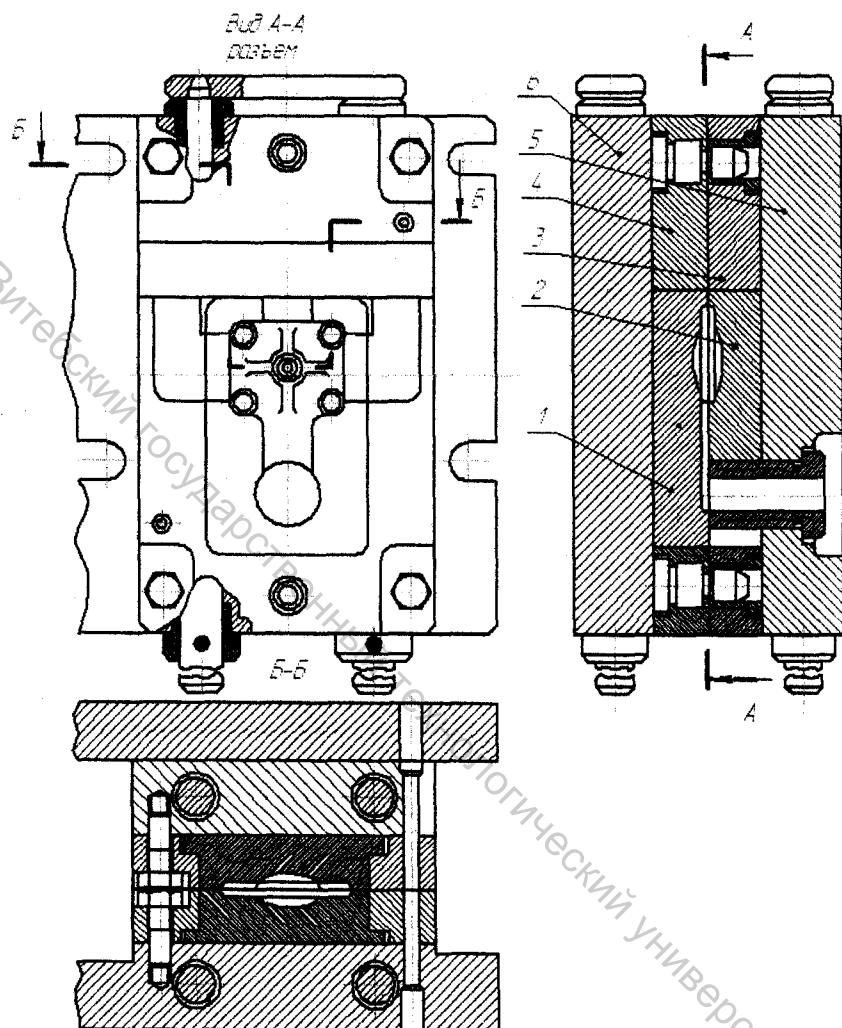


Рис.5.20 Конструкция простейшей литформы:
1,2 – вкладыши; 3,4 – плиты (обоймы); 5,6 – плиты

Результаты расчета показывают, что теплота трения составляет 1 – 1,7 %; теплота перегрева в комнатных условиях – 2 – 5 %; при перегреве на 100 °С – 10 – 14 %. Тепловой поток в основном состоит из теплоты кристаллизации и теплоты отливки в твердом состоянии.

Отвод тепла от литформы в атмосферу вызван наличием зазоров, а также двумя периодами охлаждения. Первый период отвода тепла

характеризуется непрерывным поступлением тепла от отливки к литформе и отводом его через боковые поверхности и плоскости крепления к машине. Второй период отвода тепла наступает после удаления отливки. В этот период поступления тепла нет, отвод происходит через плоскости разъема литформы.

Экспериментальное определение температуры показало, что при установившемся режиме работы температура внешней поверхности литформы практически мало изменяется.

Для упрощения расчета можно принять, что между станинами машины и полуформами находится теплоизоляционный материал и отвод тепла на машину отсутствует. Тогда количество тепла, отведенного наружной поверхностью литформы, за счет теплообмена в первый период:

$$Q'_T = \alpha_L (T_\Phi - T_c) \cdot F_{\text{нп}} \cdot t' \quad (5.8)$$

во второй период

$$Q''_T = \alpha_L (T_\Phi - T_c) \cdot F_{\text{нп}} \cdot t'' \quad (5.9)$$

Общее количество отведенного тепла за счет теплообмена за два периода (цикл)

$$Q_{\text{нп}} = \alpha_L (T_\Phi - T_o) \cdot F_{\text{нп}} \cdot t_{\text{ц}}, \quad (5.10)$$

где $t_{\text{ц}} = t' + t''$

Количество тепла, отведенного во втором периоде за счет теплообмена по разъему литформы:

$$Q_p = \alpha_L (T_\Phi - T_c) \cdot F_p \cdot t'' \quad (5.11)$$

Общее количество тепла, отведенного за цикл теплообмена:

$$Q_T = Q_{\text{нп}} + Q_p = \alpha_L (T_\Phi - T_c) \cdot (F_{\text{нп}} \cdot t_{\text{ц}} + F_p \cdot t'') \quad (5.12)$$

В формулах 5.8 .. 5.12 приняты следующие обозначения: T_c – температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$; $F_{\text{нп}}$ – площадь общей верхней поверхности литформы, м^2 ; F_p – площадь поверхности разъема двух полуформ, м^2 ; t' , t'' – продолжительность первого и второго периодов, ч; $t_{\text{ц}}$ – продолжительность литейного цикла, ч; α_L – коэффициент лучеиспускания:

$T_\Phi, ^{\circ}\text{C}$	100	200	300	400	500
α_L	5,5	8,9	13,6	20	28,1

Общее количество тепла, отведенного лучеиспусканием, определяется из выражений:

$$Q_{\text{п}} = C \left[\left(\frac{T'_\Phi}{100} \right)^4 - \left(\frac{T'_c}{100} \right)^4 \right] (t_{\text{ц}} \cdot F_{\text{нп}} + t'' \cdot F_p), \quad (5.13)$$

где C – коэффициент лучеиспускания (для стали $C = 3,97 \text{ ккал/м}^2$)

$$T'_\Phi = T_\Phi + 273; T'_c = T_c + 273, ^{\circ}\text{C} \quad (5.14)$$

Температуру литформы можно определить из уравнения теплового баланса при установившемся режиме работы, т.е.

$$T_{\phi} = T_c + \frac{m_0 \left[C_0 (T_0 - T_{кр}) + L_{кр} + C_0 (T_{кр} - T_{от}) + \frac{A \cdot P_{пр}}{F_{от} \cdot \gamma_{ж}} \right]}{\alpha_{л} \cdot t_{ц} (F_{пр} + F_p)} \quad (5.15)$$

В формуле (5.15) не учтено $Q_{л}$, так его значение очень мало по сравнению с $Q_{т}$, также принято $t'' = t_{ц}$.

5.3.2 Конструкции систем термостабилизации

Предварительный нагрев литформ позволяет избежать таких дефектов поверхности отливок, как неслитины, неспай, узорчатость и др. Кроме того, предварительный нагрев предупреждает поверхностное трещинообразование, возможное при резком тепловом ударе. Перед началом работы литформы должны быть подогреты до температуры, установленной при разработке технологических режимов и откорректированной в процессе освоения пресс-форм.

Предварительный нагрев литформ осуществляется различными способами:

- заливкой горячего сплава в камеру прессования с последующей подачей в полость литформы и некоторой выдержкой сплава в ней. В этом случае одновременно подогревается вся литформа 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 литформы образуется сетка трещин;

- пламенем газовой горелки или паяльной лампы. Обогрев паяльной лампой допустим только при условии перекрытия железными или медными листами лицевых поверхностей литформы с направлением пламени лампы на эти листы. Для уменьшения потерь теплоты литформу снаружи защищают теплоизоляционными листами. Предпочтительным является нагрев литформы 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 100°C жидкостью (маслом или лучше невоспламеняющейся жидкостью), циркулирующей по каналам в теле литформы.

Охлаждение литформ в процессе работы. Перегрев литформ снижает темп работы или вызывает необходимость остановки машины. Для повышения производительности труда, а также для улучшения качества отливок и повышения стойкости литформ 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 литформ.

Наиболее распространен способ охлаждения литформ водой, циркулирующей по каналам, расположенным в обоймах или вкладышах (рис. 5.21, а). Вода к литформе подводится по резиновым трубкам 2 через штуцера 1, ввернутые в обоймы или вкладыши. Каналы изготавливаются чаще всего сверлением. Поперечные каналы заглушаются пробками 4.

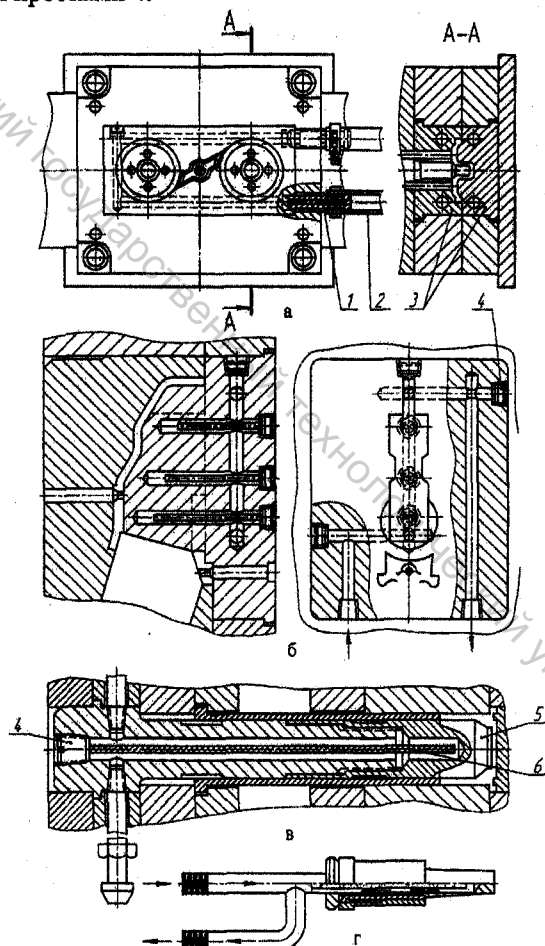


Рис. 5.21 Охлаждение: вкладышей (а, б), неподвижных стержней (в) и подвижных (г): 1 – штуцер; 2 – подводящая трубка; 3 – вкладыши; 4 – пробка; 5 – стержень; 6 – перегородка

Охлаждение непосредственно вкладышей или вставок осуществляется через разветвленную систему каналов (рис. 5.21, б), число которых зависит от конфигурации отливки, интенсивности охлаждения и массы заливаемого металла. В крупногабаритных неподвижных стержнях, например, в литформе для литья под давлением блока цилиндров автомобильного двигателя, вода подается автономно через отдельные штуцера в каждую вставку.

Неподвижные центральные стержни охлаждаются через штуцера, ввернутые в их посадочную часть в крепежной плите подвижной полуформы (рис. 5.21, в). Циркуляция воды осуществляется с помощью перегородки, разделяющей охлаждающий канал. Для охлаждения подвижных стержней (рис. 5.21, г) значительной длины применяется система трубок, ввернутых в стержень и перемещающихся вместе с ним по клин-пальцу при раскрытии литформы.

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. 5.22, а) рекомендуется вводить дополнительные обоймы-холодильники вокруг вкладышей (рис. 5.22, б).

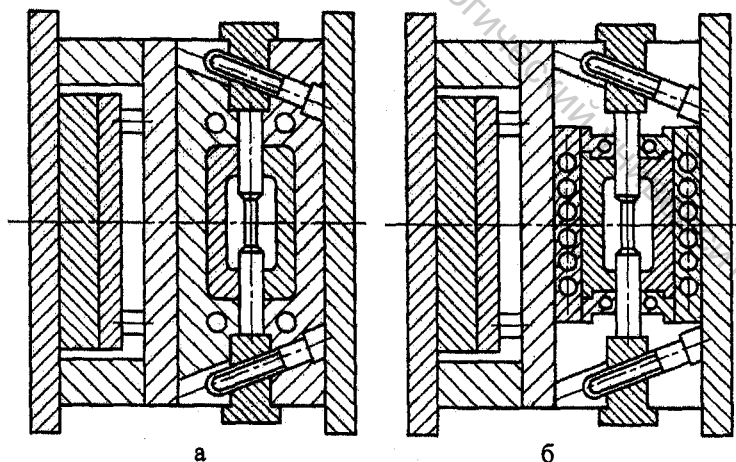


Рис. 5.22 Литформы с умеренным охлаждением (а) и с интенсивным охлаждением (б) вкладышей

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.

5.4 Литниково-вертикальные системы

5.4.1 Литниковая система

Литниковая система представляет совокупность каналов, по которым жидкий металл поступает из камеры прессования в формирующую полость литформы. Литниковая система в литформах, предназначенных для установки на машинах с вертикальной камерой прессования, состоит из следующих элементов (рис. 5.23, а): пресс - остатка 1; литникового хода или конического литника 2, соединяющего камеру прессования с плоскостью разъема литформы; подводящего канала (или коллектора) 3, по которому металл подводится к оформляющей полости; питателя (или впускного канала) 4, являющегося основным элементом литниковой системы, определяющим направление и скорость движения потока металла.

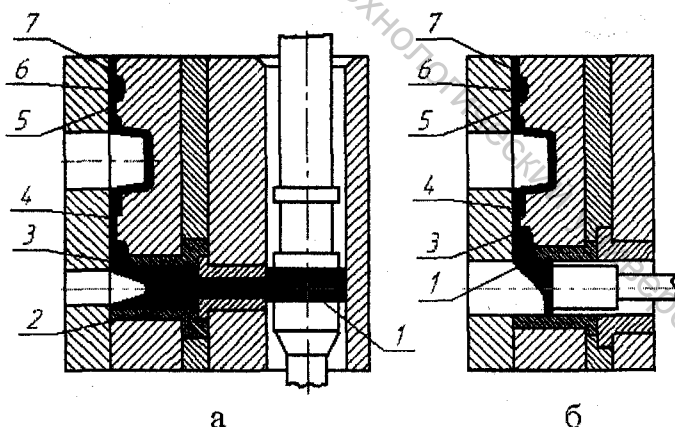


Рис. 5.23 Элементы литниково-вентиляционных систем для машин с вертикальной (а) и горизонтальной (б) камерами прессования: 1 – пресс - остаток; 2 – конический литник; 3 – подводящий канал; 4 – питатель; 5 – соединительный канал; 6 – промывник; 7 – воздуховод

Литниковая система литформы для машины с горизонтальной камерой прессования (рис.5.23, б) не имеет литникового хода; пресс – остаток 1 переходит сразу в подводящий канал 3. Пресс-остаток одновременно является элементом литниковой системы литформы и камеры прессования. Его диаметр определяется диаметром камеры прессования. В тоже время масса пресс-остатка сильно влияет на условия заполнения и затвердевания отливки. Высота пресс-остатка должна быть оптимальной в целях экономия металла, но она должна быть не меньше диаметра входного отверстия литникового хода для машин с вертикальной камерой прессования и не меньше размера входного отверстия в подводящий канал для литформ на машинах с горизонтальной камерой прессования.

В зависимости от расположения литникового хода или камеры прессования относительно отливки выделяют три типа литниковых систем: прямые, внутренние, внешние.

В прямой литниковой системе (рис.5.24, а) отсутствует подводящий канал; металл из литникового хода поступает в полость формы. При наличии в отливке центрального отверстия литниковый вход переходит в кольцевой питатель, расположенный вокруг рассекателя.

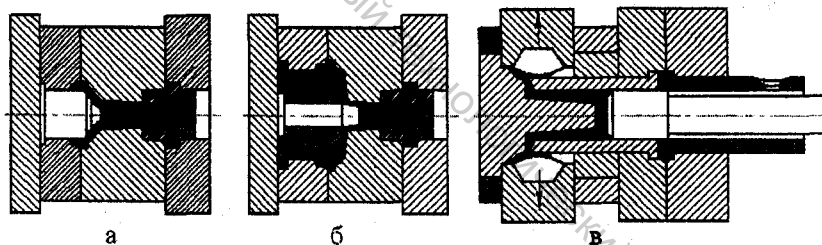


Рис.5.24 Типы литниковых систем:

а – прямая; б, в – внутренняя

Внутреннюю литниковую систему (рис.5.24, б) применяют для отливки, имеющих центральное отверстие или какое-либо другое отверстие, размеры которого позволяют разместить внутри полости литформы подводящие каналы и питатели. Внутренняя литниковая система дает возможность уменьшить размеры формы. При установке специального рассекателя, препятствующего предварительному затеканию металла в полость формы, внутреннюю систему можно применять для круговой подачи металла в отливку на машинах с горизонтальной камерой прессования (Рис. 5.24, в).

Внешняя литниковая система представляет собой наиболее распространенный вариант подвода металла к полости литформы и является единственной для подвода металла в многогнездных формах (рис. 5.25).

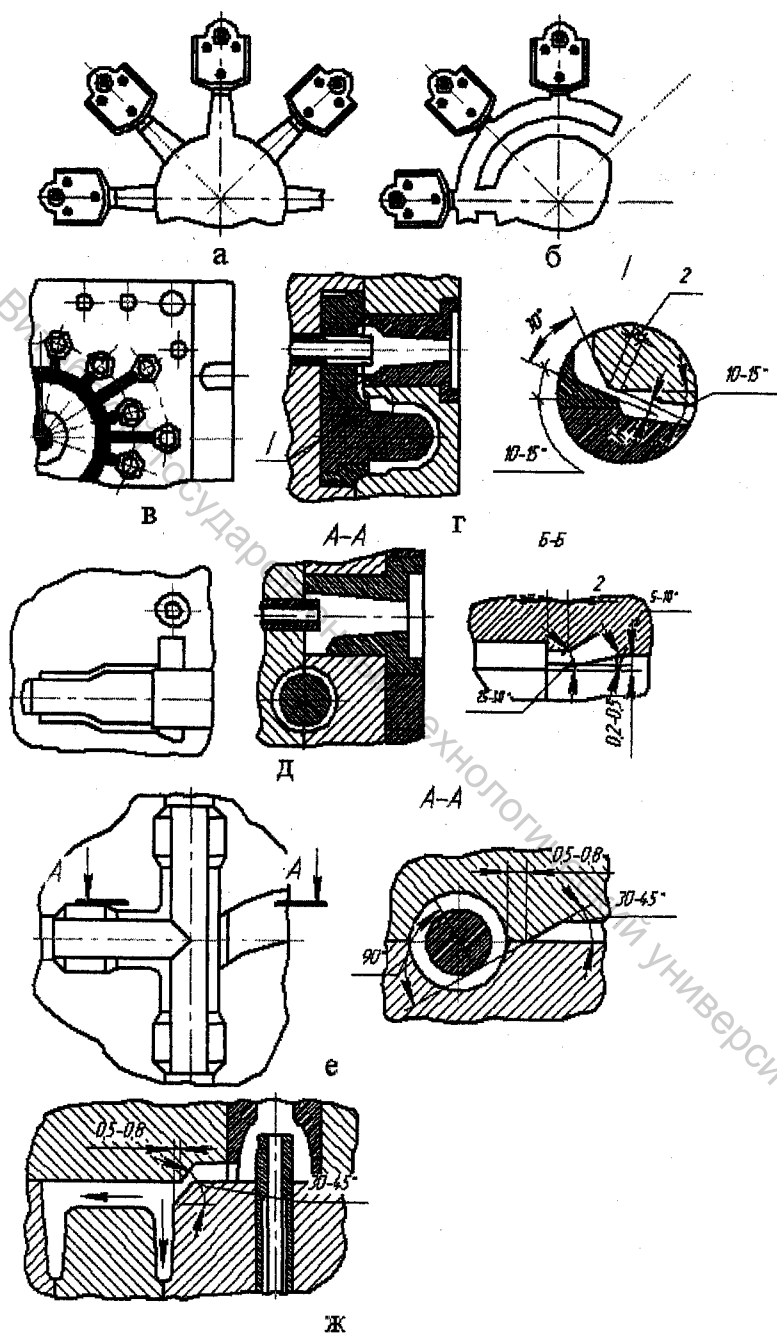


Рис. 5.25 Внешняя литниковая система

Для увеличения числа отливок, получаемых в одной форме, используют внешний подвод металла от промежуточных каналов – коллекторов (рис. 5.25, б, в). Коллекторы служат в качестве дополнительных теплоносителей при необходимости поддержания высокой температуры в питателе. В одногнездных формах коллекторы используют для одновременного подвода металла к различным участкам оформляющей полости.

На рис. 5.25, г – ж представлены наиболее распространенные варианты внешней литниковой системы.

Проектирование литниковой системы начинается с определения места установки питателя, соблюдая условия: избегать лобового удара струи о стенки, большой протяженности, стержни, выступы, вызывающих завихрения в потоке; избегать встречи потоков расплава в форме; расплав должен поступать параллельными струями; располагать питатели так, чтобы движение потока расплава способствовало последовательному вытеснению воздуха и продуктов разложения смазочного материала через вентиляционные каналы из полости литформы.

Одним из главных принципов конструирования литниковой системы является принцип сужения каналов от камеры прессования к литформе. Сужающаяся литниковая система уменьшает захват воздуха первыми порциями расплава. Площадь поперечного сечения питателей в литниковых системах любой конструкции делают меньше площади поперечного сечения подводящего канала или коллектора. Проходя через такой питатель, поток металла начинает двигаться с ускорением. В ускоряющем потоке пузырьки воздуха объединяются и выносятся.

Питатель обычного сечения имеет прямоугольную форму, а сечение подводящего канала – трапециевидную (рис. 5.26). Площадь поперечного сечения подводящего канала:

$$F_{п.к.} = (1,2 - 1,5) \cdot f_{лит} \quad (5.16)$$

$$\text{где } f_{лит} = \delta \cdot B_{лит}$$

Толщину подводящего канала (или коллектора) $H_{п.к.}$ можно рассчитать по эмпирической формуле:

$$H_{п.к.} = 0,77 \sqrt{f_{лит}}, \quad (5.17)$$

а ширину подводящего канала – по формулам:

$$B_{п.к.} = \frac{F_{п.к.}}{H_{п.к.}} \quad (5.18)$$

или

$$B_{п.к.} = (1,55 - 1,95) \sqrt{f_{лит}} \quad (5.19)$$

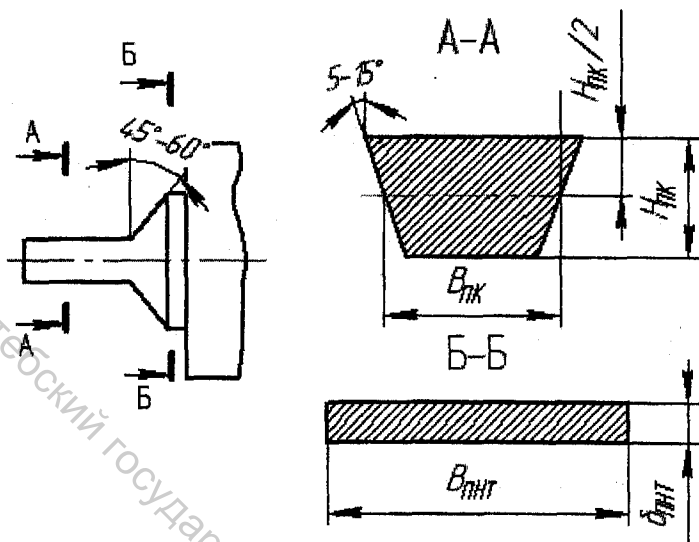


Рис.5.26 Размеры поперечных сечений подводящего канала и питателя

Питатели влияют на режимы литья, и от них зависит качество отливок. Определение размеров питателей вследствие сложности физико – химических процессов, происходящих при заполнении формы, вызывают значительные трудности. Поэтому на практике используют методы расчета, основанные на опытных данных.

Площадь поперечного сечения питателя определяется по формуле:

$$F_{\text{п}} = \frac{M_{\text{отл}}}{\gamma \cdot V \cdot t}, \quad (5.20)$$

где $M_{\text{отл}}$ – масса отливки, кг; γ – плотность сплава, кг/м³; V – скорость течения расплава в питателе, м/с; t – время заполнения полости формы; $F_{\text{п}}$ – площадь поперечного сечения питателя, м².

Метод сложен, поэтому на практике часто определяют минимальные площади сечений питателя, пользуясь коэффициентом K , полученным опытным путем.

Расчет основан на том, что произведение $\gamma \cdot V \cdot t$, входящее в знаменатель формулы (4.5), можно считать величиной постоянной для каждой группы сложности отливок. Тогда:

$$F_{\text{п}} = \frac{M_{\text{отл}}}{K} \quad (5.21)$$

Ширина питателя определяется по формуле:

$$B_{\text{п}} = F_{\text{п}} / \delta_{\text{к}} \quad (5.22)$$

Экспериментальные значения коэффициента К приведены в таблице 5.9.

Таблица 5.9

Значение коэффициента К для расчета сечения питателя

Сплавы	Коэффициент К, кг/мм ² , для отливок разных групп сложности		
	простые	сложные	Очень сложные
Для сплавов на основе цинка, алюминия, меди	1,45	1,25	1,05
Для сплавов на основе магния	1,15	0,95	0,75

5.4.2 Вентиляционная система

Вентиляционная система (рис.5.27) включает соединительные каналы 5, промывники 6 и воздуховоды 7. Литниковая система и правильное расположение отливки в полости формы должны обеспечить постепенное вытеснение воздуха и газов к вентиляционным каналам, которые не должны быть закупорены сплавом. Встречное движение сплава и воздуха не допускается.

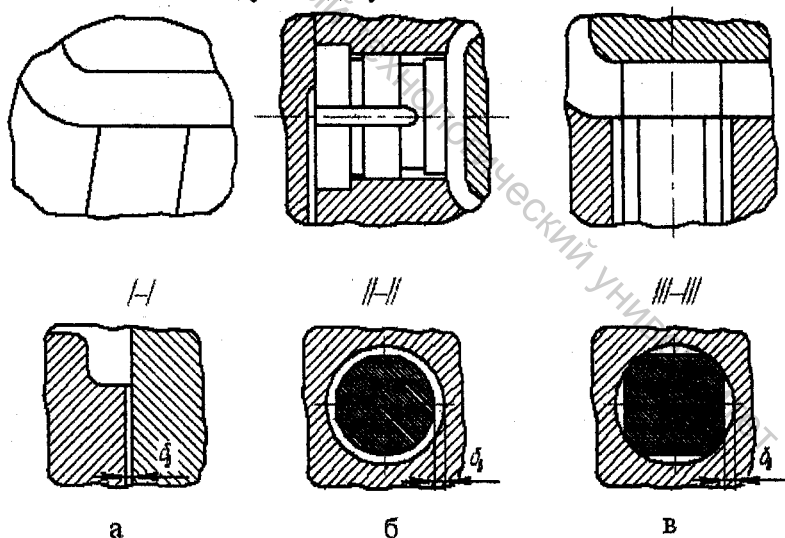


Рис.5.27 Вентиляционные каналы в полости разъема (а), на специальных вставках (б) и подвижных стержнях (в)

Расположение вентиляционных каналов зависит от характера заполнения. При заполнении сплошными потоками их делают в местах,

наиболее удаленных от питателя или в метак образования гидравлического подпора. При заполнении дисперсными или дисперсно турбулентными потоками желательно располагать вентиляционные каналы на всех участках заполнения.

Вентиляционные каналы могут располагаться в плоскости разреза (рис.5.27, а), в специальных вставках (рис.5.27, б) или выполняются в виде проточек на подвижных стержнях (рис. 5.27, в). Вентиляционные каналы имеют вид прямоугольных каналов, глубина δ_v которых зависит от типа заливаемого сплава (табл.5.10).

Таблица 5.10

Зависимость глубины вентиляционных каналов от типа заливаемого сплава (рис.5.27)

Сплав	$\delta_v, \text{мм}$	Сплав	$\delta_v, \text{мм}$
Свинцово-сурьмяной	0,05 – 0,10	Магниевый	0,10 – 0,15
Цинковый	0,08 – 0,12	Медный	0,15 – 0,20
Алюминиевый	0,10 – 0,12	Сталь	0,20 – 0,30

Ширина каналов не должна превышать 30 мм.

Для глубоких и узких полостей рекомендуется выполнять индивидуальные вентиляционные каналы. Их выполняют в элементах вкладышей, которые выполняют составными (рис.5.28, а). Для уменьшения сопротивления воздуха применяют промежуточные трапецевидные полости (рис.5.28, б). Такая система вентиляции снижает возможность закупоривания каналов дисперсными частицами расплава или нагара.

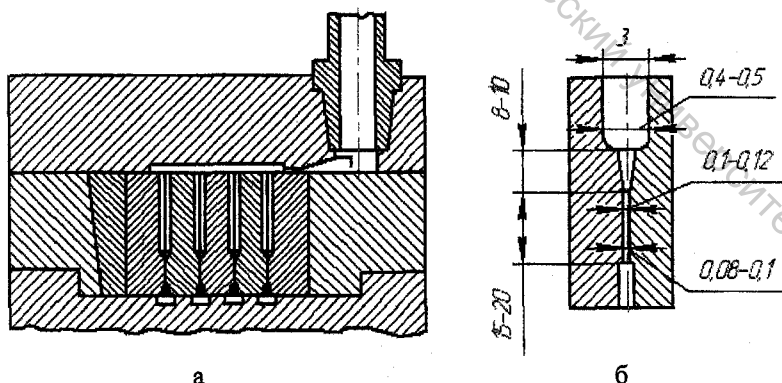


Рис. 5.28 Система вентиляции узких глубоких полостей формы (а) и размеры вентиляционных каналов (б)

Для увеличения суммарной площади вентиляционных каналов рекомендуется устанавливать фильтры, изготовленные из пористой керамики или собранные из металлических игл. Фильтры могут быть расположены в любой части формы, в том числе в глухих поднутрениях.

Игольчатые фильтры (рис.5.29) обладают в несколько раз большей пропускной способностью, по сравнению с пористыми керамическими. Они состоят из игл или стержней 1, соединенных между собой кольцом 2. Максимальный зазор между иглами при их плотной упаковке составляет 0,35 диаметра иглы. Диаметр игл не должен превышать 0,6 мм. Для сплавов с повышенной жидкотекучестью применяют иглы диаметром 0,15 мм.

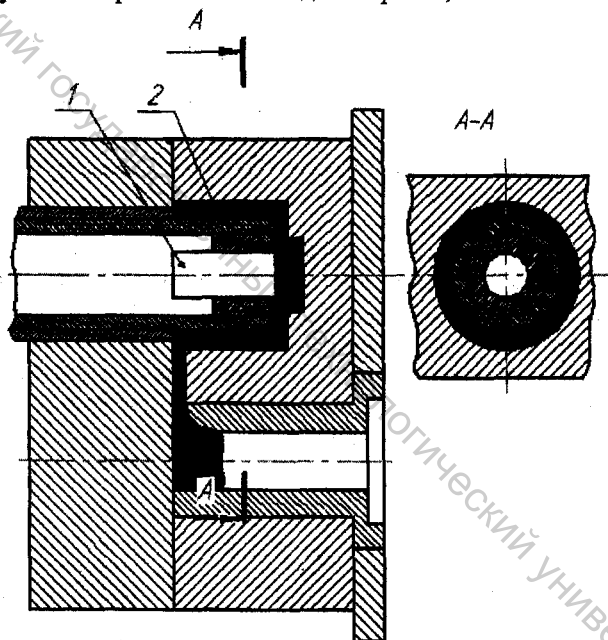


Рис.5.29 Литформа с игольчатым фильтром: 1 – игла; 2 – кольцо

Промывники – это перегонные резервуары, предназначенные для уменьшения пористости отливки. Промывники также способствуют сохранению оптимального теплового баланса формы. В зависимости от назначения и места установки промывники подразделяются на общие и местные. Общие промывники предусматриваются при проектировании литформы и могут располагаться во вкладышах матриц, пуансонах и плитах полуформ. Суммарный объем общих промывников, предназначенных для удаления металлогазовой смеси, составляет 20 –

40 % объема отливки, а объем промывников, предназначенных для стабилизации теплового режима, может составлять от 50 до 100 % объема отливки. Местные промывники устанавливают в зоне слияния двух или нескольких потоков расплава. Они имеют небольшой объем (от 5 до 20 % объема отливки) и предназначены в основном для дополнительного разогрева формы в местах образования дефектов.

Толщина соединительных каналов между оформляющей полостью и промывником должна быть не меньше 0,5 мм. Если промывник предназначен для удаления насыщенного газами металла, то толщина соединительного канала должна составлять 0,7 – 0,8 мм толщины стенки отливки, а если промывники используются как теплоносители, то меньше 0,4 толщины стенки отливки.

Типичный пример расположения промывников в литформе для отливки “Основание” приведен на рис. 5.30. В плоскости разреза находятся три промывника: 1, 2 и 3. Промывник 1 соединяется с формообразующей полостью двумя каналами, промывники 2 и 3 – каждый своим каналом.

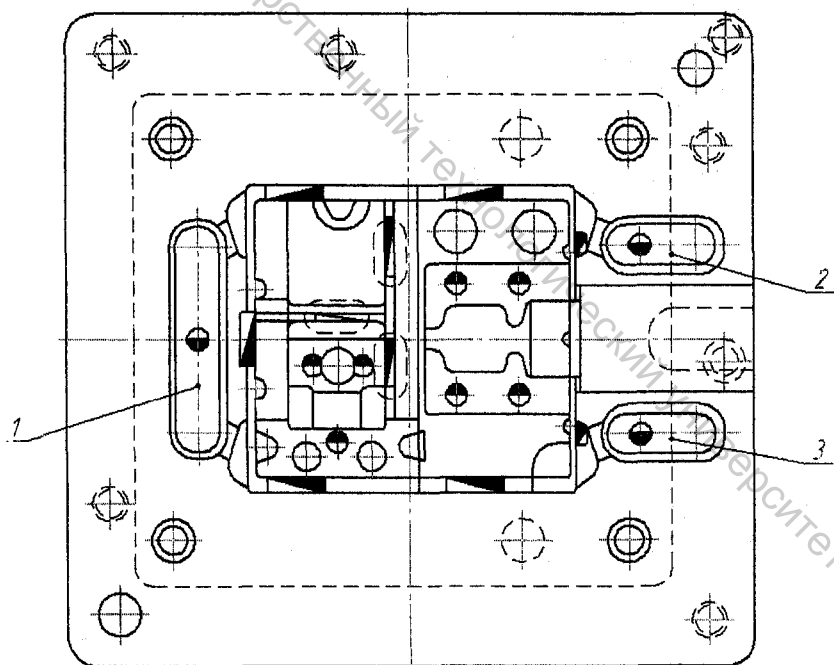


Рис.5.30 Расположение промывников в литформе для отливки
“Основание”:

1, 2, 3 – промывники

5.5 Конструирование механизмов литформ

Механизмы литформы по их назначению можно разделить на три группы: стержнеизвлекающие механизмы, механизмы фиксации подвижных деталей и механизмы выталкивания отливок.

5.5.1 Стержнеизвлекающие механизмы

Стержнеизвлекающие механизмы разделяются на клиновые, реечные, комбинированные и гидравлические.

Клиновые механизмы предназначены для автоматического удаления стержней из тела отливки в процессе раскрытия литформы (рис. 5.31).

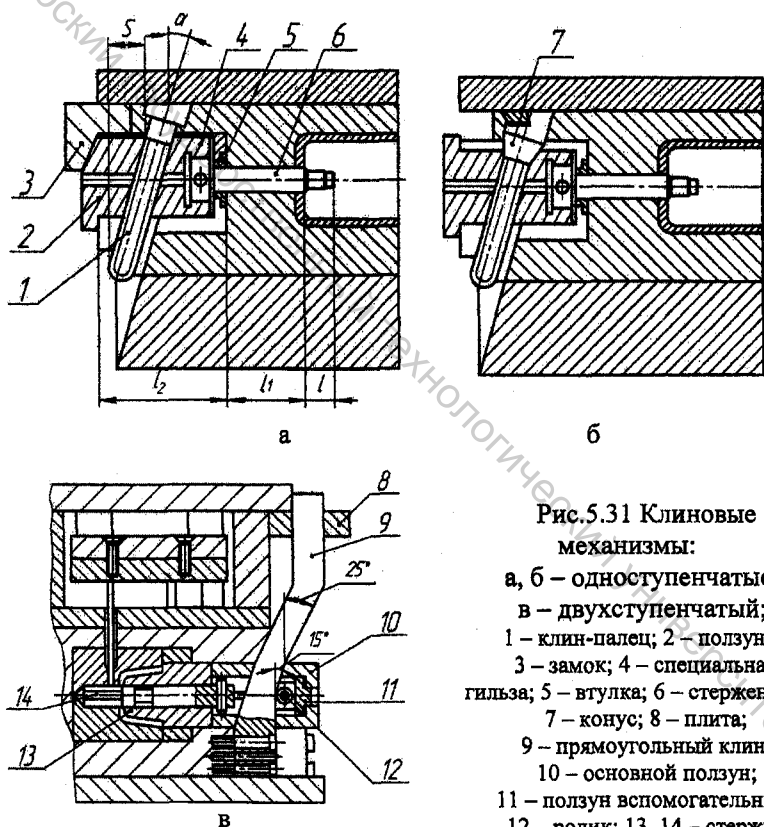


Рис.5.31 Клиновые механизмы:

- а, б – одноступенчатые;
- в – двухступенчатый;
- 1 – клин-палец; 2 – ползун;
- 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

На рис. 5.31, а приведен простейший клиновой механизм с наклонным цилиндрическим клин - пальцем. По клин - 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 25° . Длина рабочей части клин - пальца L зависит от максимального хода S ползуна:

$$L = S / \sin \alpha = [l + (3 + 5)] / \sin \alpha, \quad (5.23)$$

где l – длина оформляющей части стержня. Длина направляющей части стержня $l_1 = l + (6 + 10)$ мм; длина ползуна $l_2 = S + (2 + 3)D$, 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. 5.31, 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 лит-формы металлом под давлением.

Двухступенчатые клиновые механизмы (рис. 5.31, 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 лит-формы первоначально из отливки извлекается внутренний стержень 14 в результате перемещения ролика 12 участком клина, наклонённым под углом 15° к вертикальной оси. В процессе дальнейшего движения подвижной части лит-формы начинается совместное вытягивание стержней 13, 14 основным ползуном 10, скользящим по второму участку клина, который имеет наклон 25° .

Клин-палец имеет прямоугольное сечение и позволяет извлекать стержни больших поперечных размеров, превышающих 90 мм.

Реечные механизмы рекомендуется использовать при ходе стержней более 50 мм. На рис. 5.32 представлен реечный механизм для извлечения параллельно расположенных стержней. Механизм устроен следующим образом. Рейка 3 закреплена в неподвижной части лит-формы, а зубчатый вал 5 и ползун 6 – в подвижной. При этом вал 5 находится в зубчатом зацеплении с неподвижной рейкой 3 и подвижным ползуном 6. В процессе раскрытия лит-формы зубчатый вал поступательно перемещается вдоль неподвижной рейки и одновременно вращается вокруг своей оси (перекачивается 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.

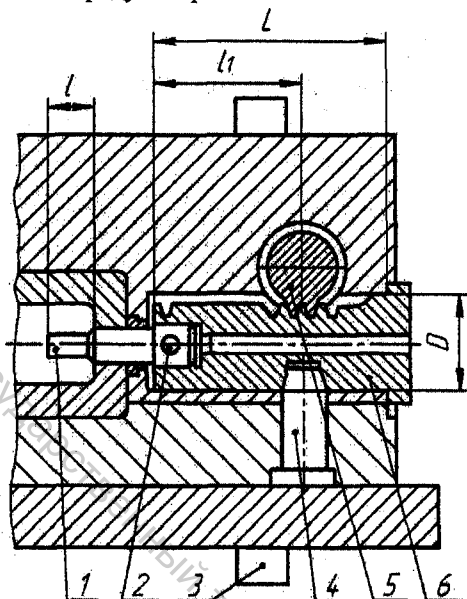


Рис. 5.32 Реечный механизм для извлечения стержней:

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 большем модуле увеличиваются размеры лит-формы. Полный ход S ползуна, который должен на несколько миллиметров превышать длину оформляющей части стержня l , определяется по формуле

$$S = nt + T, \quad (5.24)$$

где n – число шагов на рейке ползуна; t – шаг зубьев рейки; T – добавочное расстояние на выход и вход зубчатого вала в зацеплении (таблица 5.11)

Таблица 5.11

Значения t и T для зубчатого 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 устранения недостатков, присущих клиновым и реечным механизмам в отдельность каждому. На рис. 5.33 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 котором выполнен наклонный паз.

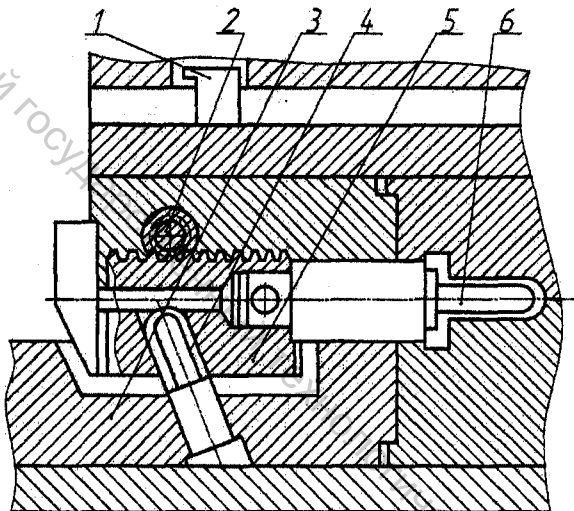


Рис. 5.33 Комбинированный механизм для извлечения стержней:
1 – рейка; 2 – зубчатый вал; 3 – обойма; 4 – клин; 5 – ползун; 6 – стержень

Комбинированный механизм работает последовательно. Первоначально стержень из отливки извлекает клиновой механизм, а потом – реечный.

При раскрытии лит-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 лит-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 извлечения больших боковых стержней диаметром более 300 мм и длиной оформляющей

части более 50 мм. При извлечении приходится преодолевать значительную силу сцепления стержня с отливкой.

Гидравлический привод стержней применяется в большинстве конструкций современных литейных машин (рис. 5.34). 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 лит-формы, а при обратном ходе – выводит стержень. Управление гидроцилиндром осуществляется золотником литейной машины или специальным распределительным устройством.

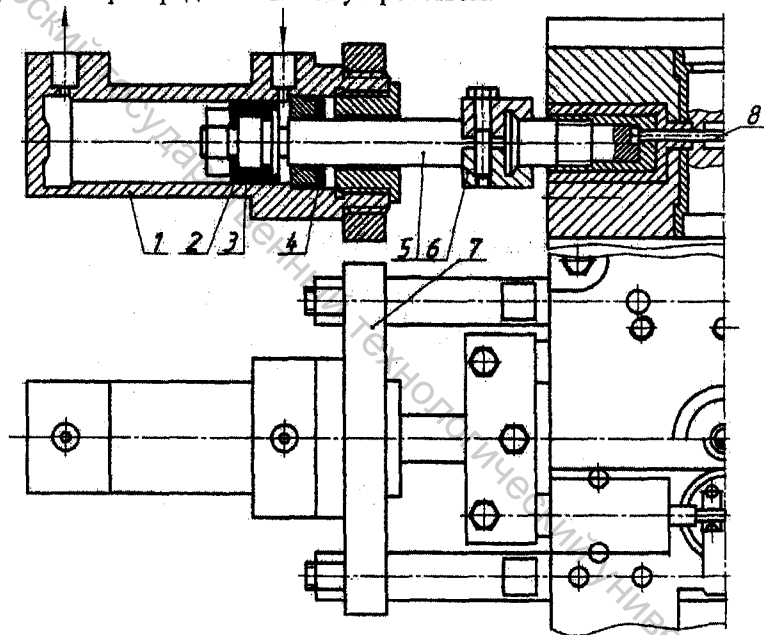


Рис. 5.34. Гидравлический привод: 1 – гидроцилиндр; 2 – поршень; 3 – манжета; 4 – сальник; 5 – шток; 6 – муфта; 7 – кронштейн; 8 – стержень

5.5.2 Механизмы фиксации стержней

Фиксация стержней должна осуществляться в закрытом рабочем, закрытом и исходном раскрытом положении литформы. В рабочем положении стержни испытывают со стороны расплава высокое давление (80 – 100 МПа), поэтому конструкция фиксирующих механизмов должна обеспечивать надежное гарантированное

удержание стержней от возможного смещения. **Замковые механизмы** применяются для фиксации стержней в закрытом положении (рис.3.35).

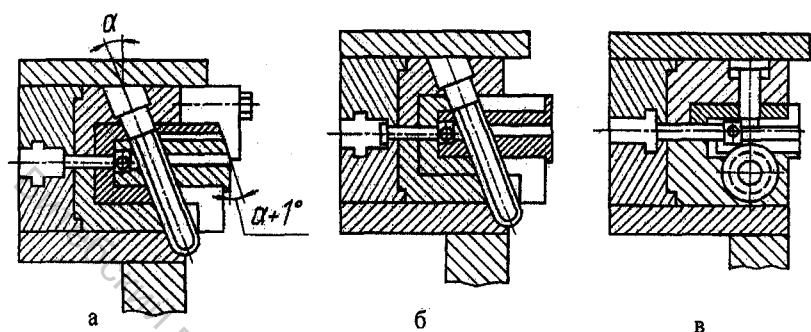


Рис. 5.35 Замковые механизмы для фиксации подвижных стержней в закрытой литформе:

а – клиновой; б – конический; в – пальцевый

Клиновой замковый механизм (рис.5.35, а) закрепляется снаружи литформы. Угол наклона замка не больше 1° . Применяют при небольших усилиях выталкивания стержней.

Конический замковый механизм на клин-пальце (рис. 5.35, б) используется при ограниченном конструктивном пространстве и близком расположении деталей. Рекомендуемый угол наклона клина $12-15^\circ$. Конические замковые механизмы применяют в лит-формах малых размеров и незначительных осевых усилиях.

Пальцевый замковый механизм (рис. 5.35, 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.

Пружинные механизмы (рис.5.36) применяют для фиксации стержней в раскрытом положении.

Фиксация ползунов осуществляется двумя типами механизмов. В одном случае фиксирование осуществляется ловителем 2 по специальным отверстиям, выполненным в ползуне 1 (рис. 5.36, а). Такие фиксаторы не всегда обеспечивают надёжное удержание ползунов во время работы. В процессе раскрытия лит-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.

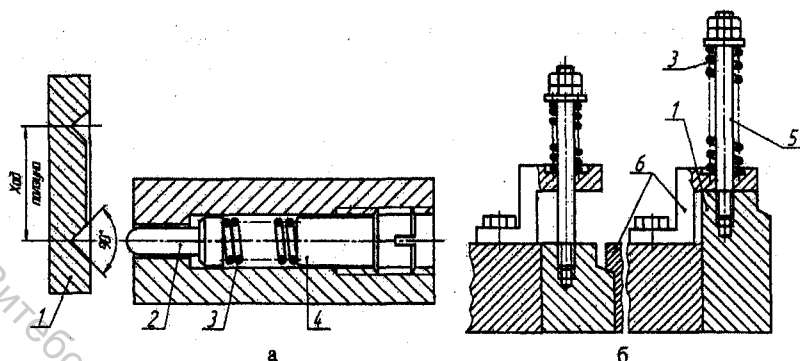


Рис. 5.36 Прижимные механизмы для фиксации стержней в открытой литформе: а – ловителем; б – упором

Второй тип механизма более надёжный. Ползун фиксируется в результате прижима подпружиненной штангой 5 к неподвижному упору 6 (рис. 5.36, б). Остановка движущегося ползуна сопровождается ударом, а при наличии большого количества ползунов работа пресс-формы сопровождается нежелательным шумовым эффектом.

5.5.3 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.

Принцип действия механического привода выталкивателей заключается в том, что в процессе раскрытия литформы плиты выталкивателей упрутся в неподвижные упоры литейной машины, а вся литформа продолжит движение. В результате происходит изменение положения выталкивателей относительно подвижного вкладыша и находящейся в нём отливки, которая выталкивается.

В рабочее положение выталкиватели возвращаются при смыкании литформы обратными толкателями, находящимися в плитах выталкивателей и упирающимися в неподвижную часть литформы.

В некоторых случаях боковые ползуны или стержни в момент закрытия литформы пересекаются с толкателями. Для предотвращения столкновения и неизбежной поломки применяются специальные механизмы отвода плит выталкивателей.

На рис. 5.37, а представлен механизм отвода плиты выталкивателей серьгой. К неподвижной половине литформы крепится 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, один из которых соприкасается с толкачом 1, и второй – с закаленной планкой 5, закреплённой на плите 11. Для предохранения отжима толкача 1 на подкладной плите 12 закреплена упорная скоба 4.

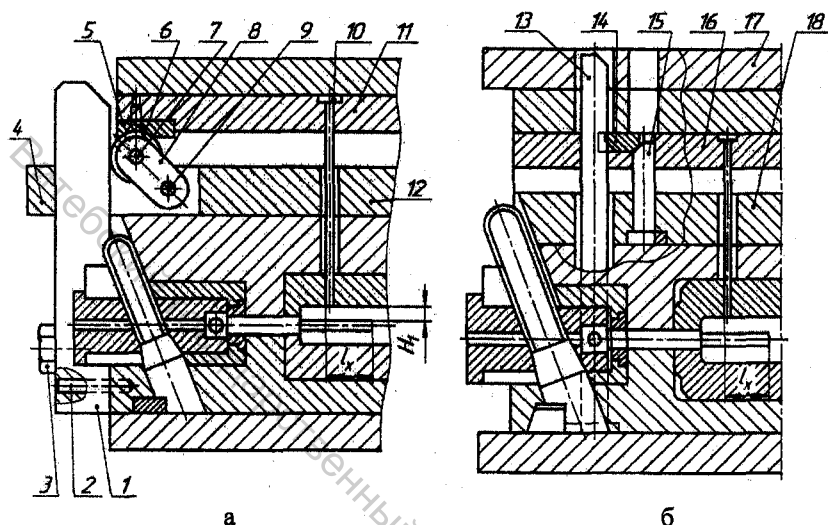


Рис. 5.37 Механизмы предварительного отвода плит выталкивателей:
а – серьгой; б – ползушкой: 1 – толкач; 2 – штифт; 3 – болт; 4 – скоба;
5 – планка; 6 – ролик; 7, 9 – оси; 8 – серья; 10 – выталкиватель; 11, 12 – плиты;
13 – толкач; 14 – ползушка; 15 – замок; 16, 17, 18 – плиты

При закрытии литформы 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 литформе устанавливаются два таких механизма – один против другого. Они применяются в том случае, когда расстояние H_1 между стержнем и выталкивателем определяется неравенством

$$H_1 < l_x \operatorname{ctg} \alpha,$$

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. 5.37, б). В неподвижной части лит-формы установлен толкач 13 со скосом на конце под углом 45° . Длина толкача меньше на 2 – 8 мм длины всей лит-формы. В подкладной плите 18 закреплён замок 15 со скосом на конце под углом 45° . Толкач и замок

фиксируются шпонками. В гнезде плиты выталкивателей 16 находится ползушка 14 со скосом с двух сторон под углом 45° . При закрытии лит-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 лит-формы, не сталкиваясь с выталкивателем. При дальнейшем закрытии лит-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 лит-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 лит-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 лит-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 лит-формы. Поэтому в указанных случаях применяются механизмы предварительного отвода выталкивателей серьгой с роликом.

Выталкиватели предназначены для снятия отливки с выступающих элементов вкладышей и стержней, расположенных в подвижной полуформе. Конструкция и количество выталкивателей зависит от конфигурации отливки и расположения ее в литформе. Наиболее распространены цилиндрические выталкиватели (рис. 5.38, 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. 5.38, б).

Для удаления тонкостенных отливок, глубоко расположенных в подвижном вкладыше, применяются выталкиватели прямоугольного сечения (рис. 5.38, в). Ширина выталкивателя a не должна превышать его толщину b более чем в 3 раза. Такие выталкиватели имеют, как правило, круглое основание. Для снятия отливок с неподвижных цилиндрических стержней диаметром d используются трубчатые выталкиватели с наружным диаметром D (рис. 5.38, г), основным преимуществом которых является сосредоточенное приложение усилия сталкивания непосредственно по контуру стержня.

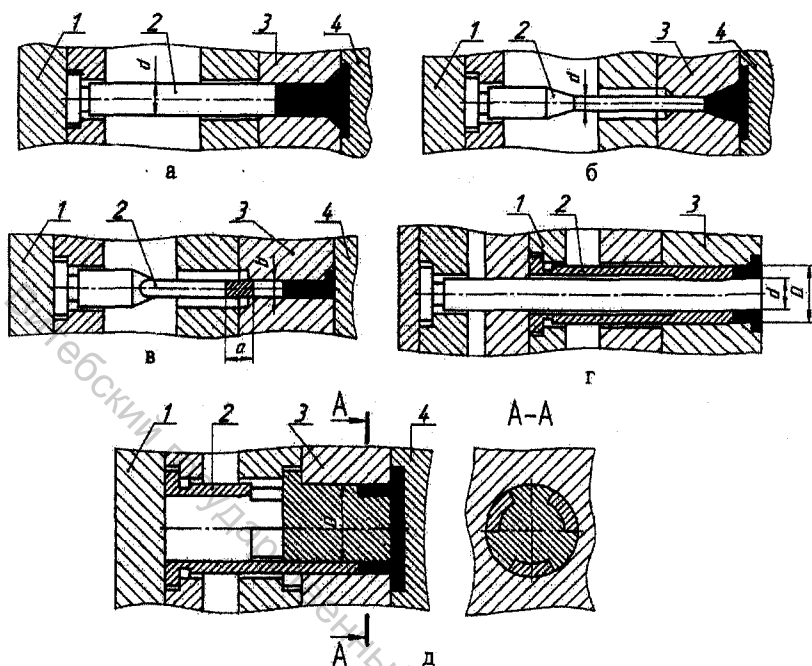


Рис. 5.38 Конструкции выталкивателей:

а – цилиндрический; б – ступенчатый; в – прямоугольный; г – трубчатый; д – сегментный; 1 – плита; 2 – выталкиватель; 3 – подвижная половина лит-формы; 4 – неподвижная половина лит-формы

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. 5.38, д). Число выталкивающих сегментов зависит от размеров отливки.

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 качеству и шероховатостью поверхности $Ra\ 1,25$ мкм. Выталкиватели крепятся в плите с помощью буртика. Для упрощения сборки литформы диаметры отверстий в плите выталкивателей увеличиваются на 1 мм.

5.6 Расчет основных параметров литформы

5.6.1 Расчет литформы на раскрытие

При неплотном прилегании полуформ имеет место падение давления, вызывающее брак. Кроме того, возможен выброс жидкого металла, опасный для оператора и вызывающий порчу литейной машины. Усилие запираания литформы должно обеспечить плотное смыкание полуформ, а значит оно с запасом превышает распирающие усилие жидкого металла внутри сомкнутой формы.

Расчет на раскрытие ведется в зависимости от расположения отливки относительно оси запирающего механизма машины.

1. Поверхности отливок и литниковой системы расположены симметрично относительно оси (рис. 5.39, а). В этом случае усилия $P_{\text{зап}}$ должны превосходить разжимающее усилие P_{ϕ} от давления жидкости металла p_{ϕ} :

$$P_{\text{зап}} \geq k \cdot P_{\phi} \geq k \cdot p_{\phi} \Sigma F_{\text{отл}}, \quad (5.25)$$

где k – коэффициент запаса для машин с вертикальной камерой прессования ($k=1,15$) с горизонтальной камерой ($k=1,25$); p_{ϕ} – давление металла в литформе, которое допустимо принять равным давлению в камере прессования.

2. Площадь проекции отливки $F_{\text{отл}}$ расположена асимметрично относительно оси литниковой втулки и оси запирающего механизма (рис. 5.39, б). В этом случае сила P_{ϕ} , действующая по оси машины со стороны литформы, определяется из уравнений множества сил, стремящихся раскрыть (поверхность) литформу относительно точки А:

$$P_{\phi} = \frac{P_1(l_0 + l_1) + P_2(l_0 + l_2)}{l_0}, \quad (5.26)$$

где $P_1 = p_{\phi} \cdot F_L$ – сила действия металла со стороны литниковой системы;

$P_2 = p_{\phi} \cdot F_{\text{отл}}$ – сила действия металла со стороны отливки; l_0 – расстояние от оси машины до точки А; l_1 – расстояние от оси литниковой втулки и машины до центра приложения силы; l_2 – расстояние от оси машины до центра приложения силы P_2 .

Величина l_0 определяется из неравенства:

$$l_0 \geq \frac{P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2}{\frac{P_{\text{зап}}}{k} - P_1 - P_2} \geq \frac{F_L \cdot l_1 + F_{\text{отл}} \cdot l_2}{\frac{P_{\text{зап}}}{k \cdot p_{\phi}} - F_L - F_{\text{отл}}} \quad (5.27)$$

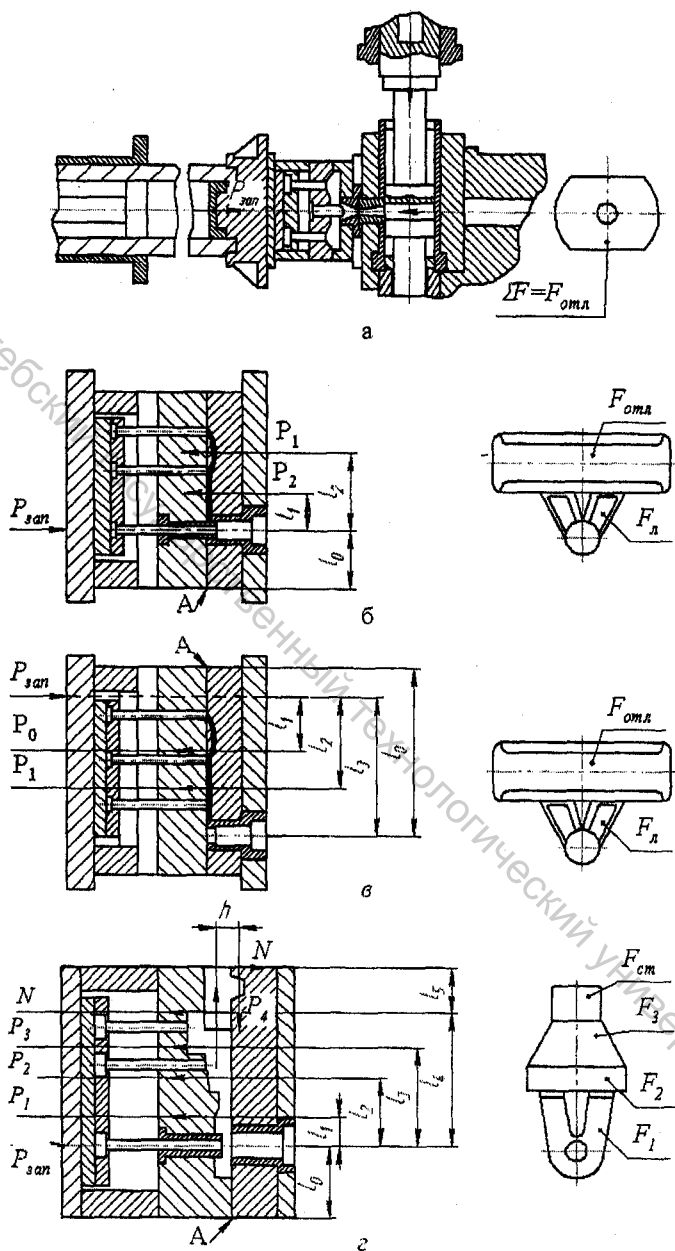


Рис.5.39 Схема расположения отливок и литниковых каналов относительно оси запирающего механизма

3. При расположении оси камеры прессования или литниковой втулки, ниже оси запирающего механизма (рис. 5.39, в) расстояние l_0 , от осей камеры до точки А определяется неравенством:

$$l_0 \geq \frac{F_{\text{л}} \cdot l_1 + F_{\text{отл}} \cdot l_2}{\frac{P_{\text{зап}}}{k \cdot p_{\phi}} - F_{\text{л}} - F_{\text{отл}}} - l_3 \quad (5.28)$$

4. Поверхности проекций отливок и литниковой системы расположены асимметрично относительно камеры прессования, а литформа имеет боковой подвижный стержень (рис. 5.39, г). В этом случае подвижный стержень создает дополнительный момент, требующий увеличения запирающего усилия. Условие нераскрытия литформы в этом случае выражается неравенством:

$$\begin{aligned} l_0 &\geq \frac{P_1 l_1 + P_2 l_2 + P_3 l_3 + P_4 l_4 \cdot \frac{h}{l_5}}{\frac{P_{\text{зап}}}{k} \cdot p_{\phi} - F_1 - F_2 - F_3 - F_4 \cdot \frac{h}{l_5}} \\ &\geq \frac{F_1 l_1 + F_2 l_2 + F_3 l_3 + F_4 l_4 \cdot \frac{h}{l_5}}{\frac{P_{\text{зап}}}{k} \cdot p_{\phi} - F_1 - F_2 - F_3 - F_4 \cdot \frac{h}{l_5}} \end{aligned} \quad (5.29)$$

5.6.2 Расчет исполнительных размеров оформляющей полости литформы

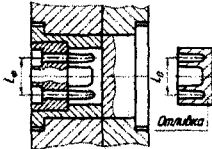
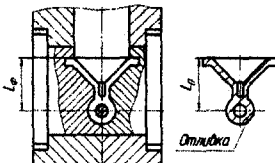
Расчет выполняется в следующей последовательности. По чертежу детали разрабатывается чертеж отливки, на котором указываются оптимальные плоскости разреза, места выталкивания, подвода питателей и отвода соединительных каналов к промывникам.

Сложные по конфигурации отливки имеют большое число размеров, выполняемых несколькими оформляющими элементами, вычерченными на 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 5.12

Таблица 5.12

Исполнительные размеры полостей литформ

Наименование	Эскиз	Расчетные формулы
1	2	3
Наружный размер отливки $L_0^{-T_0}$		$L_{\Phi}^{+T_{\Phi}} = L_0 \cdot \left(1 + \frac{k}{100}\right) - 0,7T_0$
Размер отливки, связанный с разъемом литформы, $L_0^{-T_0}$		$L_{\Phi}^{+T_{\Phi}} = L_0 \cdot \left(1 + \frac{k}{100}\right) - 0,7T_0 - T_1$
Размер отливки, не связанный с разъемом литформы, $L_0 \pm T_0/2$		$L_{\Phi} \pm T_{\Phi}/2 = L_0 \left(1 + \frac{k}{100}\right)$
Размер сквозного отверстия в отливке $L_0^{+T_0}$		$L_{\Phi}^{+T_{\Phi}} = L_0 \cdot \left(1 + \frac{k}{100}\right) - 0,7T_0 - T_1$
Размер глухого отверстия в отливке $L_0^{+T_0}$		$L_{\Phi-T_{\Phi}} = L_0 \cdot \left(1 + \frac{k}{100}\right) - 0,7T_0$

1	2	3
Размер между осями отверстий в отливке $L_0 \pm T_0/2$		$L_\phi \pm T_\phi/2 = L_0(1 + \frac{k}{100})$
Размер между осью отверстия в отливке и торцевой частью стержня $L_0 \pm T_0/2$		$L_\phi \pm T_\phi/2 = (L_0 - \frac{T_2}{2}) \cdot (1 + \frac{k}{100})$
ПРИМЕЧАНИЕ: L_ϕ – номинальный исполнительный размер оформляющей полости λ , N, мм; L_0 – номинальный размер отливки по чертежу, мм; $L_{o.o}$ – действительный размер отливки, мм; k – коэффициент усадки заливаемого сплава, %; T_0 – допуск на соответствующий номинальный размер отливки, мм; T_1 – дополнительный допуск на размеры отливок, связанный с разъемом литформы, мм; T_2 – дополнительный допуск на размеры отливок, связанный с подвижными стержнями, мм; T_ϕ – допуски на исполнительный размер оформляющей полости литформы, мм.		

5.7 Формообразующие детали литформ

Формообразующие детали являются наиболее ответственными. Они соприкасаются с жидким сплавом, сильно подвергаются термическому воздействию и механическим нагрузкам. Эти детали изготавливаются 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 литформы и повышения качества поверхности отливок рекомендуется обрабатывать рабочие поверхности формообразующих деталей до шероховатости Ra 0,32.

Вкладыши и вставки – это детали литформ, имеющие полость, в которой оформляются наружные поверхности отливок. Конструкции вкладышей и расположение в них оформляющих полостей определяют размеры литформы, 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 литформы 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 равенности сечений. Местные утолщения затрудняют термообработку и могут привести к короблению, появлению закалочных трещин и дополнительных внутренних напряжений, снижающих стойкость вкладышей.

Вкладыши крепятся в обоймах литформ различными способами. Врезные вкладыши крепятся винтами (рис. 5.40, а). По мере износа резьбы и снижения усилия затягивания вкладыш может расшатываться в гнезде. Сквозные вкладыши закрепляются в обоймах с помощью опорного буртика (рис. 5.40, 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. 5.40, в) или шпонками (рис. 5.40, г). Оформляющая полость иногда изготавливается не в отдельных вкладышах, а непосредственно в обойме (рис. 5.40, д), которую часто называют матрицей. Использование таких конструкций литформ 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. 5.40, 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 литформы. 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.

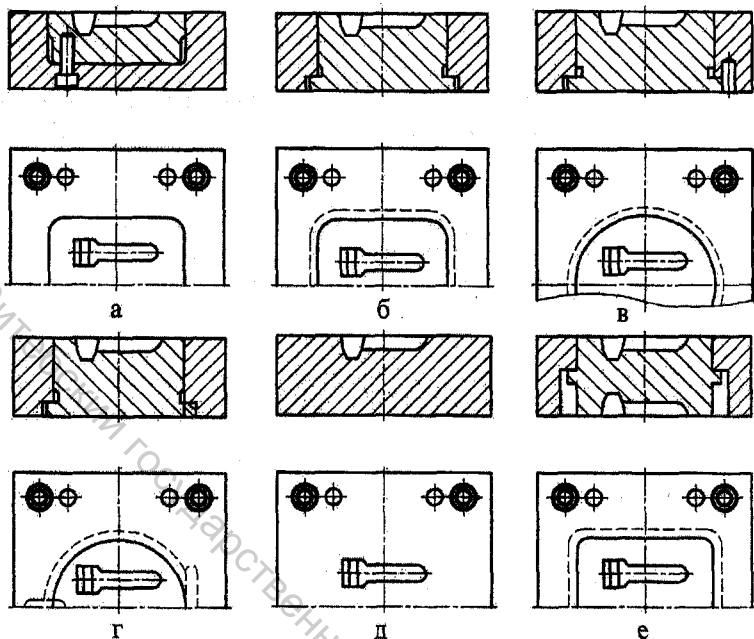


Рис. 5.40 Конструктивные варианты крепления вкладышей в обойме:

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 класс выше, чем допускаемые размеры отливок. Посадочные размеры выполняются с точностью по 7 – 8-му качеству (рис. 5.41). 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 и подвижными (рис. 5.41 ... 5.44).

Неподвижные стержни устанавливаются в литформе 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.

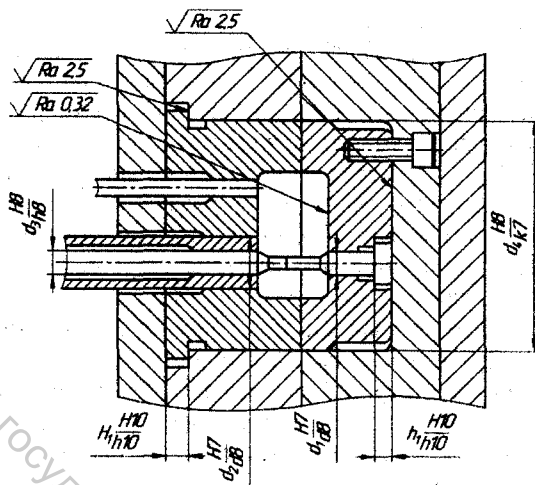


Рис. 5.41. Посадочные размеры и шероховатость поверхностей вкладышей

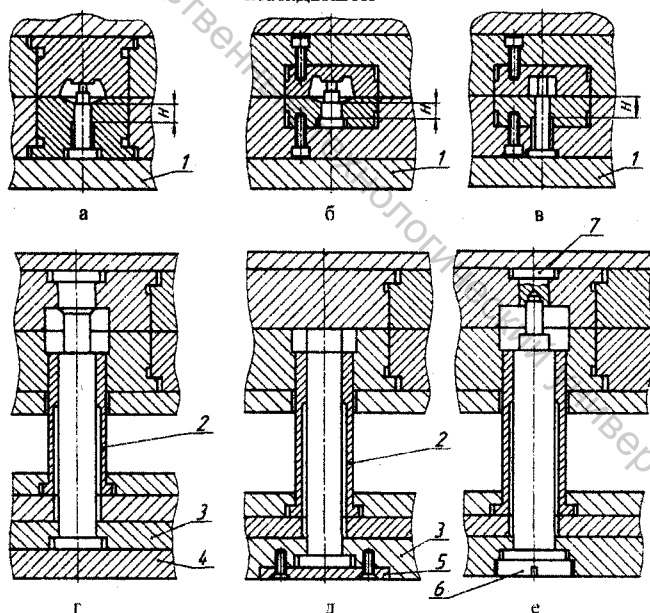


Рис. 5.42 Конструктивные варианты крепления неподвижных стержней в плитах литформы:

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 (рис. 5.42). Наиболее распространен способ крепления стержней буртиком, опирающимся на подкладную плиту 1 (рис. 5.42, а). Высота H посадочной части стержня зависит от размера оформляющей части. При наличии врезных вкладышей стержни опираются на дно обоймы (рис. 5.42, б). Стержни небольшого диаметра рекомендуется пропускать через обойму до упора в подкладную плиту (рис. 5.42, в). В многогнездовых литформах, в которых центральный стержень является одновременно и рассекателем, крепление стержней осуществляется в дополнительной плите 3 (рис. 5.42, г). Иногда для крепления таких стержней применяется планка 5 (рис. 5.42, д) или прижимная гайка 6 (рис. 5.42, 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. 5.43 показаны различные способы фиксации неподвижных стержней во вкладышах.

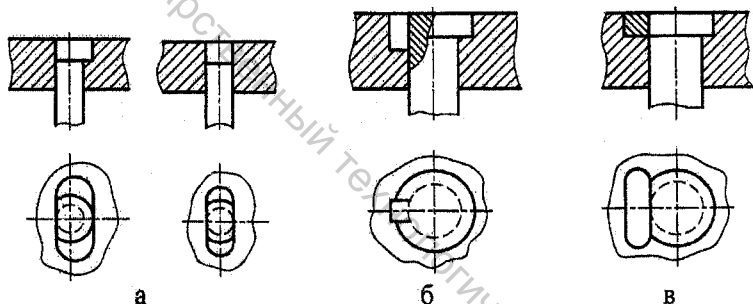


Рис. 5.43 Конструктивные варианты крепления неподвижных стержней во вкладышах:

а – одной или двумя лысками; б – продольной шпонкой (штилькой);
в – поперечной шпонкой

Неподвижные и подвижные стержни имеют посадочную, направляющую и оформляющую части. Посадочная часть стержня предназначена для закрепления в литформе. Посадочная часть стержня чаще всего выполняется цилиндрической (кроме крупногабаритных стержней). Направляющая часть предназначена для фиксации стержня в оформляющей полости. Направляющая часть стержня изготавливается 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

литформы. Требования к оформляющей части этих стержней такие же, как и оформляющей части неподвижных стержней. Для обеспечения плавного возвратно-поступательного движения в литформе подвижные стержни имеют увеличенную длину направляющей части. Это позволяет избежать 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 (рис. 5.44, а). На рис. 5.44, б показан стержень, расположенный в плоскости разреза 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.

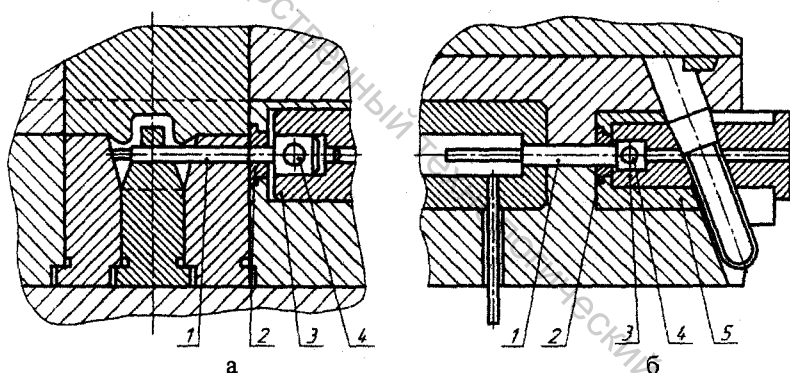


Рис. 5.44 Конструктивные варианты крепления подвижных стержней:

а – направляющая часть стержня расположена в обойме или вкладыше; б – стержень расположен в плоскости разреза 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 качеству. 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. 5.45 показан пример оформления подвижными щеками внешних поверхностей блока цилиндров двигателя автомобиля. К щекам предъявляются те же 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.

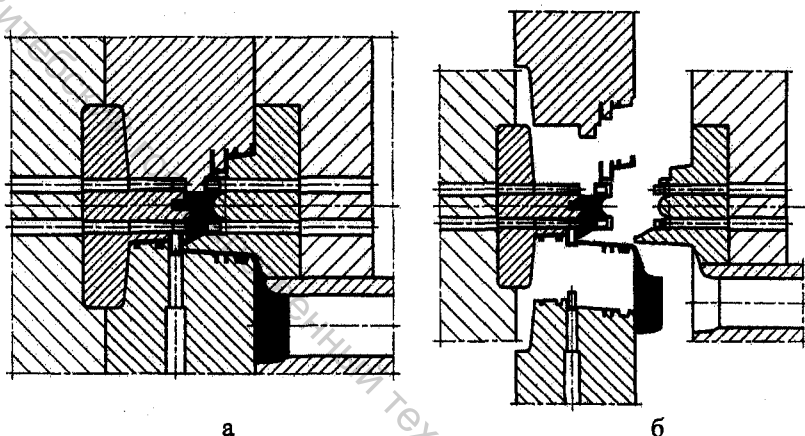


Рис. 5.45 Оформление подвижными щеками внешних поверхностей отливки блока цилиндров двигателя автомобиля:

а — закрытая литформа; б — литформа в момент раскрытия

Литниковые втулки и рассекатели. Литниковые втулки предназначены для сопряжения литформы с камерой прессования литейной 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 литформы подвержены динамическому, химическому и термическому воздействию жидкого металла, поэтому они всегда изготавливаются сменными.

Диаметр отверстия литниковой втулки литформы машины с горизонтальной камерой прессования равен диаметру отверстия камеры прессования, так как втулка является продолжением камеры и в нее входит прессующий поршень (рис. 5.46, а). Рассекатель служит не только для направления потока, но и для защиты подвижной обоймы от действия жидкого металла.

Диаметр отверстия литниковой втулки литформы машин с вертикальной камерой прессования (рис. 5.46, 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 литформы свободно проходил через канал литниковой втулки. Для облегчения удаления литника втулка имеет конусность 3 – 5°. Поверхность канала втулки полируется до шероховатости Ra 0,16 мкм. Чем лучше обработана поверхность литниковой втулки, тем ниже ее гидродинамическое сопротивление и меньше износ.

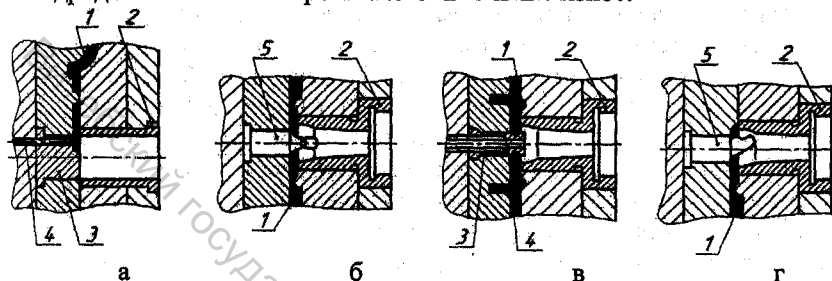


Рис. 5.46 Расположение в литформе литниковых втулок (а, б) и рассекателей (в, г): 1 – отливка; 2 – литниковая втулка; 3 – защитная вставка-рассекатель; 4 – выталкиватель; 5 – рассекатель

Рассекатель представляет цилиндрическую деталь, которая закрепляется во вкладыше подвижной полуформы. Для задерживания литника в подвижной части после раскрытия литформы на боковой поверхности рассекателя выполняется канавка шириной 2 – 3 мм и глубиной 1 мм (рис. 5.46, 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. 5.46, г).

Рассекатели могут быть одновременно неподвижными стержнями, оформляющими центральное отверстие или другие внутренние части отливки.

5.8 Детали общего назначения

Обоймы предназначены для крепления в литформе вкладышей, вставок, щек и стержней. Между неподвижной и подвижной обоймами находится плоскость разъема литформы. 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 не менее 50 мм.

В неподвижной обойме предусматриваются отверстия для монтажа направляющих втулок или колонок, а при наличии в литформе 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 литформы. Минимальная толщина обойм составляет 40 мм.

Плита неподвижной обоймы предназначена для крепления неподвижной части литформы 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 литформы 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 изготавливается шире обоймы на 20 мм на сторону для крепления прихватями.

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 литформы малых и средних размеров толщина подкладной плиты может составлять 30-50 мм, для крупногабаритных литформ — до 70 мм. В крупногабаритных литформах 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 литформы и поэтому должна быть достаточно жесткой. В плитах монтируются направляющие втулки для колонок, фиксирующих положение плит 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 литформы к подвижному блоку машины. В плите выполняются отверстия или пазы для крепления болтами подвижной полуформы на постаменте литейной 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.

Контролкатели служат для возвращения плит выталкивателей в исходное положение. Контролкатели монтируются в плите таким образом, чтобы в закрытой литформе они торцами соприкасались с неподвижной обоймой или с вкладышем. При закрытии литформы выступающие над плоскостью разреза контролкатели, упираясь торцами в неподвижную обойму, возвращают плиты выталкивателей и установленные в них выталкиватели в исходное положение. Обычно в литформе монтируются четыре контролкатели для равномерной работы всей выталкивающей системы.

Детали литформ подвергаются воздействию температур, быстро нагреваются и охлаждаются, поэтому стали, применяемые для их изготовления, должны обладать следующими свойствами: высокой твердостью, ударной вязкостью, сопротивлением тепловому удару, малым коэффициентом расширения, хорошей ковкостью и обрабатываемостью; малой величиной деформации при термообработке, а также способностью не взаимодействовать с заливаемым металлом. В наибольшей степени этим требованиям

отвечают стали, содержащие вольфрам, хром, молибден, ванадий, кобальт и некоторые другие элементы (табл. 5.13).

Таблица 5.13

Стали для изготовления деталей литформ

Детали	Стали	Термообработка
1	2	3
Матрицы, вкладыши, щеки для отливок из цинковых сплавов	5XHM 40XH2MA	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	5XHM 40XH2MA	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 X	Закалка HRC 49-53
Литниковые втулки, рассекатели для отливок из цинковых сплавов	5XHM 40XH2MA	Закалка HRC 43-47
Матрицы, вкладыши, щеки для отливок из алюминиевых сплавов	3X3M3Ф 4X5MФC	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	3X3M3Ф, 4X5MФC	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	3X3M3Ф, 4X5MФC	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	3X3M3Ф	Закалка HRC 43-47
Колонки направляющие, втулки к колонкам, толкатели обратные, клинья, замки для отливок из любых сплавов	У8, У10А	Закалка HRC 51-56

1	2	3
Обоймы вкладышей, плиты подкладные, втулки к ползунам, втулки стержневые, рейки, валики зубчатые для отливок из любых сплавов	40X	Закалка с высоким отпуском HRC 29-34
Ползуны для отливок из любых сплавов	40X	Низкотемпературное цианирование на глубину 0,15-0,20 мм HRC 51-56 на поверхности и HRC 30-34 в сердцевине
Плиты для пакетов литформ для отливок из любых сплавов	Сталь 35	-

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.

6 Расчет и конструирование инструмента для формообразования изделий из пластмасс

Общие сведения о процессах прессования пластмасс

Пластмассы в зависимости от поведения при нагреве разделяются на термопластичные и термореактивные. Термопластами называют материалы, обладающие свойством размягчаться при нагреве и становиться вязкотекучими, а при охлаждении переходить в твердое состояние без изменения первоначальных свойств. Термореактивные материалы (реактопласты) при нагреве отверждаются, 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. 6.1 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.

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.

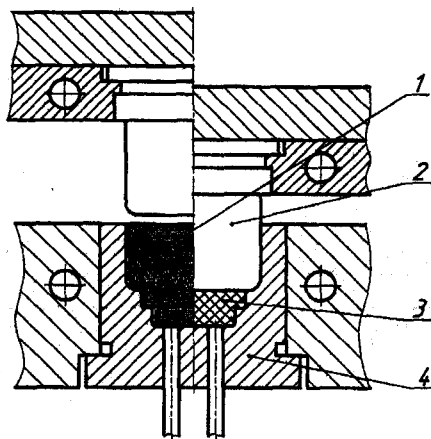


Рис. 6.1 Технологическая схема прямого прессования:
1 – материал; 2 – пуансон; 3 – изделие; 4 – матрица

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. 6.2).

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.

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%.

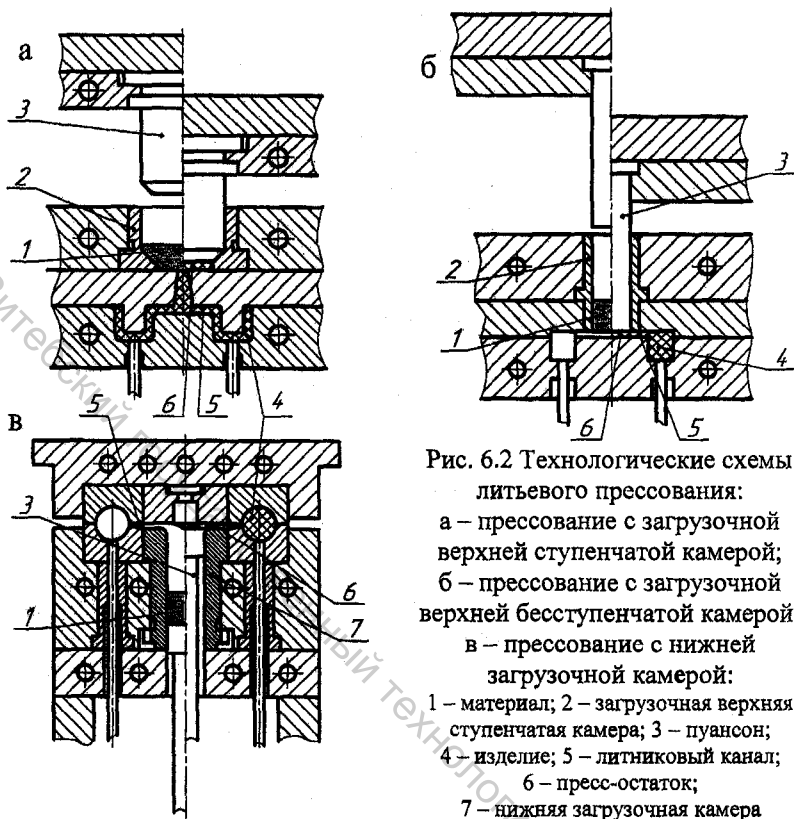


Рис. 6.2 Технологические схемы литьевого прессования:
 а – прессование с загрузочной верхней ступенчатой камерой;
 б – прессование с загрузочной верхней бесступенчатой камерой;
 в – прессование с нижней загрузочной камерой:
 1 – материал; 2 – загрузочная верхняя ступенчатая камера; 3 – пуансон;
 4 – изделие; 5 – литниковый канал;
 6 – пресс-остаток;
 7 – нижняя загрузочная камера

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.

Общие сведения о процессах литья под давлением

Литье термопластов. Сущность способов литья под давлением изделий из термопластичных материалов иллюстрируются рис. 6.3. 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.

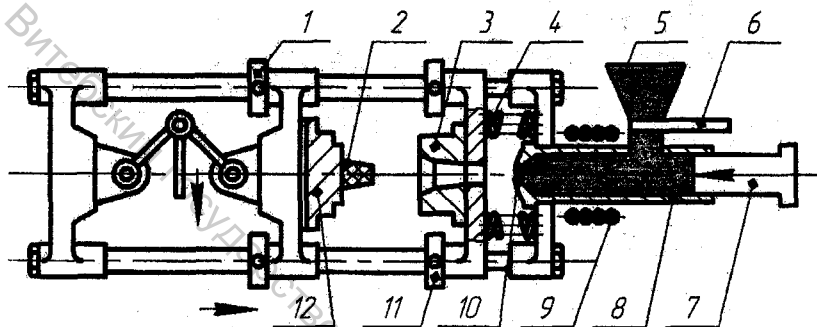


Рис. 6.3 Схема установки для литья термопластов: 1,11 – упоры; 2 – литник; 3 – неподвижная полуформа; 4 – пружина; 5 – бункер; 6 – дозатор; 7 – плунжер; 8 – цилиндр; 9 – обогревательный элемент; 10 – сопло; 12 – подвижная полуформа

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 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. 6.4 показаны разновидности технологических схем литья под давлением реактопластов.

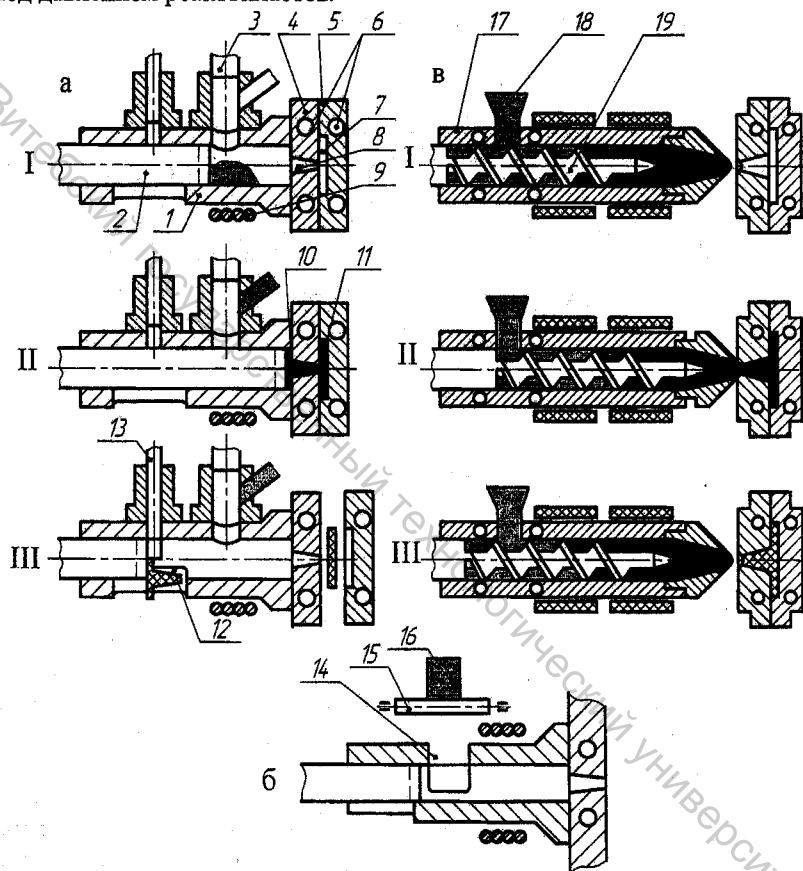


Рис. 6.4 Изготовление изделий из реактопластов литьем под давлением:

- 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 – литевой цилиндр; 2 – поршень литевой; 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

Изготовление изделий по схеме, изображенной на рис. 6.4 а, заключается в следующем. Порция порошкообразного материала, находящаяся при комнатной температуре, после подъема дозирующего поршня 3 стекает в камеру цилиндра 1, нагретого электрообогревателем 9. При движении литейного 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 литейного 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 литейной поршень 2 продолжает оказывать на расплав в камере давление. В течение этого времени расплав продолжает нагреваться, и в нем начинает интенсивно протекать реакция отверждения. Так как температуры цилиндра и формы 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 отверждение. При этом литейной поршень 2 не оказывает давления на материал. После завершения реакции отверждения начинается операция извлечения изделия 11. При этом литейной 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.

Технологическая схема (рис. 6.4, б) отличается от предыдущей схемы тем, что материал перед подачей в цилиндр предварительно подогревается. Предварительный подогрев материала обеспечивает снижение давления в камере 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 объем 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. 6.4, 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.

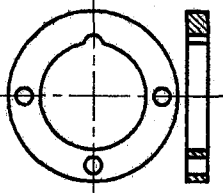
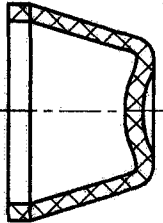
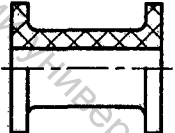
Кроме пластикации и впрыска шнек создает давление на материал, находящийся в формообразующей полости формы. Цикл начинается смыканием подвижной полуформы с неподвижной (поз. I). Затем пластикационный цилиндр со шнеком перемещается вправо до контакта сопла с литниковой частью формы (поз. II). При осевом движении шнека давление, обеспечивающее заполнение оформляющей полости формы, вызывает обратное течение материала: из сопловой части по винтовому каналу шнека в направлении загрузочного отверстия цилиндра. Поэтому только часть подготовленного к впрыску материала попадает в форму.

6.1 Конструкторско-технологические особенности изделий из пластмасс

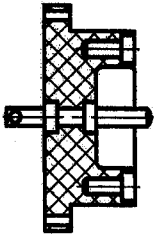
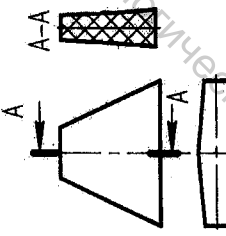
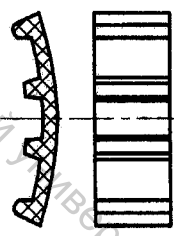
Для создания рациональной конструкции изделия из пластмассы необходимо выбрать и определить способ формования, обеспечивающий получение требуемых характеристик. Способ формования изделия зависит от материала, формы, размеров, точности и других показателей изделия (табл. 6.1).

Выбор способа формообразования изделий из пластмасс

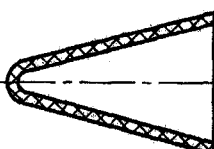
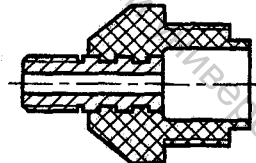
Таблица 6.1

Группы деталей	Эскиз	Характеристика деталей	Тип материала	Возможный метод формования
Плоские детали с отверстиями и без отверстий (панели, колодки, платы и др.)		Толщина детали более 5мм	Реактопласт	Прессование
		Толщина детали менее 5 мм	Слоистый пластик	Штамповка
		Детали повышенной сложности с мелкими отверстиями глубиной более трех диаметров	Термопласт	Литье под давлением, литьевое прессование
			Реактопласт	Литьевое прессование
Коробчатые детали прямоугольной, цилиндрической или конической формы с плоским или сферическим дном		Детали малых и средних габаритов	Реактопласт	Литьевое прессование
		Детали средних и больших размеров	Термопласт	Литье под давлением, литьевое прессование
			Термопласт в листах	Вакуум-формование
		Детали больших габаритов	Стеклопластик	Вакуум-автоклавное формование, контактное формование, напыление
Детали типа катушек		Детали невысокой точности	Реактопласт	Прессование в прессформе с вертикальным разъемом метадны
			Реактопласт	Литьевое прессование
		Детали повышенной точности	Термопласт	Литьевое прессование, литье под давлением

Продолжение таблицы 6.1

Группы деталей	Эскиз	Характеристика деталей	Тип материала	Возможный метод формования
Армированные детали с двухсторонней арматурой или с расположением арматуры перпендикулярно оси прессования детали, имеющие отверстия глубиной больше 4-6 диаметров		Детали различной сложности	Реактопласт	Литьевое прессование
Детали двойной кризизны типа лопаток		Детали, работающие на изгиб	Стеклопластики на основе ткани или широкополосных однонаправленных лент	Прессование набора пропитанных связующим и подсушенных заготовок из тканей или ленты
Рёбристые панели большого радиуса и кризизны		Детали повышенной прочности и жесткости	Стеклопластики на основе ткани или широкополосных однонаправленных лент	Прессование в заготовок
			Стекловолокнит	Прессование

Продолжение таблицы 6.1

Группы деталей	Эскиз	Характеристика деталей	Тип материала		Возможный метод формования
			Реактопласт	Прессование	
Конические сквозные несковзные полые детали		Углы наклона внутренней и наружной образующей более 15°	Термопласт	Вакуум-формование	Намотка
		Углы наклона внутренней и наружной образующей менее 15°	Стеклопластик (наполнитель: стекловолокно; связующие: полиэфирная, эпоксидная, эпоксифенольная смола)		
		Детали малых габаритов	Термопласт	Литьевое прессование, литье под давлением	
			Реактопласт	Прессование	
Детали различной сложности с сопрягаемыми и несопрягаемыми элементами, без арматуры или с односторонней арматурой жесткой конструкции, установочные и монтажные детали приборов и аппаратуры.		Детали небольшой точности и сложности	Реактопласт	Прессование, литьевое прессование	Литьевое прессование, литье под давлением
		Детали повышенной точности	Термопласт		

Геометрическая форма изделий из пластмасс предопределяет не только способ формования, но и конструкцию инструмента. Для получения технологичной конструкции изделия необходимо соблюдать ряд требований.

На наружных и внутренних боковых поверхностях изделий, расположенных в направлении плоскости разреза, следует предусматривать технологические уклоны, необходимые для беспрепятственного извлечения изделия из пресс-формы (рис. 6.5). При назначении размера уклона в пределах допуска на размер изделия двухсторонний уклон (конусность) не должен превышать одной трети допуска.

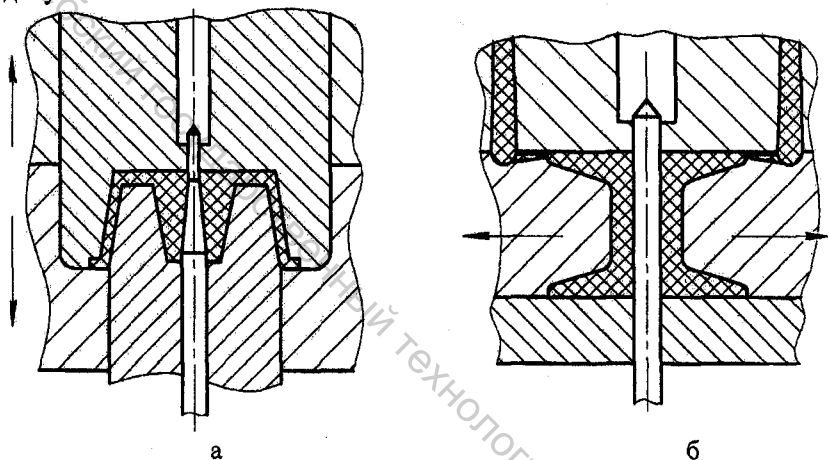


Рис. 6.5 Расположение технологических уклонов на изделиях:
а – горизонтальная плоскость разреза; б – вертикальная плоскость разреза

Рекомендуемые значения угла конуса для различных поверхностей изделий: наружные поверхности 15'; 30'; 1°
внутренние поверхности 30'; 1°; 2°
отверстие глубиной до 1,5d 15'; 30'; 45'
ребра жесткости, выступы 2°; 3°; 5°; 10°; 15°.

На наружных и внутренних боковых поверхностях изделий, расположенных в направлении формования, следует избегать поднутрений (рис. 6.6, а), которые значительно усложняют конструкцию пресс-форм и снижают производительность. Изменение конструкции изделий (рис. 6.6, б) позволяет избежать этих недостатков.

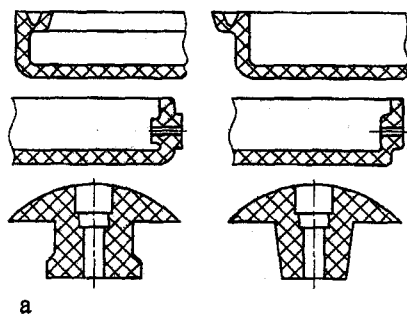


Рис. 6.6 Изделия с поднутрениями: а – нетехнологичные (с закрытыми отверстиями и закрытыми выступами); б – технологичные (без закрытых отверстий и выступов)

Сплошную опорную поверхность следует заменять отдельными опорными площадками или кольцевой опорой по периметру, которые образуются за счет дополнительной плоскости (Рис. 6.7)

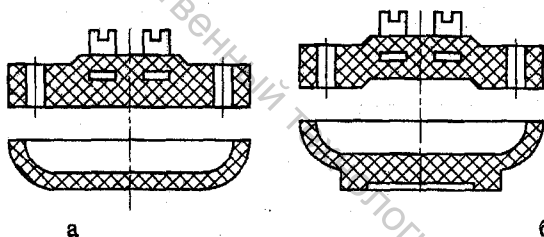


Рис. 6.7 Опорные поверхности конструкций изделий: а – нетехнологичные; б – технологичные

Торцы полых изделий (рис. 6.8, а) не должны иметь острых кромок, излишних утолщений буртов. Кроме того, расположение буртов не должно прерываться по периметру, так как в местах разрыва возникают трещины за счет концентрации напряжений. Для повышения жесткости буртик на торце рекомендуется выполнять по всему контуру (рис. 6.8, б).

Стенки изделия должны быть равномерной толщины без местных уплотнений (рис. 6.9, а), в противном случае неравномерность толщины стенок приводит к короблению. На рис. 6.9, б показаны варианты конструкций изделий с равномерной толщиной.

Толщина стенок и дна изделий назначается в зависимости от габаритных размеров или с учетом механической прочности изделия. Рекомендуемая оптимальная толщина стенок в зависимости от габаритных размеров изделия приведена в таблицах 6.2, 6.3.

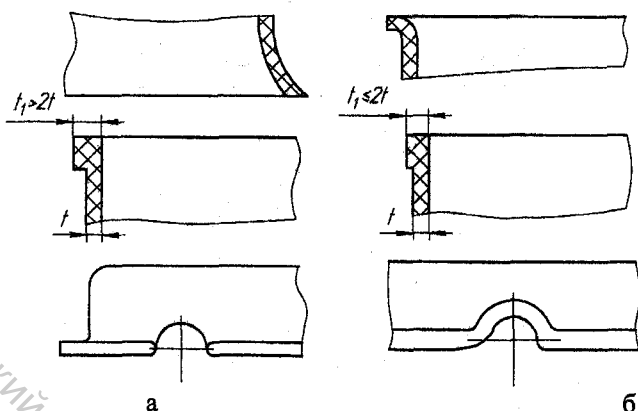


Рис. 6.8 Торцы и буртики изделий:
а – нетехнологичные; б – технологичные

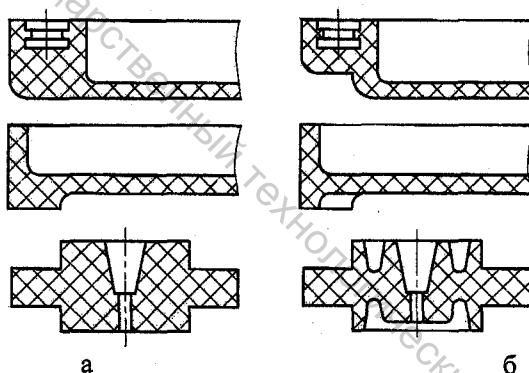


Рис. 6.9 Местные утолщения конструкций изделий:
а – нетехнологичные; б – технологичные

Таблица 6.2

Рекомендуемая оптимальная толщина стенок деталей из
термореактивных пластмасс; размеры, мм

Размеры детали	Толщина стенки детали из		
	Фенопласта порошкообразного	Фенопласта волокнистого	Аминопласта
До 50	0,7-1,5	1,5	0,9
Св. 50 до 80	2,0-2,5	2,5-3,5	1,3-1,5
Более 80	5,0-6,5	6,0-8,0	3,0-3,5

Таблица 6.3

Рекомендуемая оптимальная толщина стенок деталей из термопластов; размеры, мм

Максимальные размеры деталей		Толщина стенок	Максимальные размеры деталей		Толщина стенок
Призматической	Цилиндрической		Призматической	Цилиндрической	
20×20×20	20×20	0,5	180×180×180	180×180	2,5
50×50×50	50×50	1,0	250×250×250	250×250	3,0
80×80×80	80×80	1,5	300×300×300	300×300	3,5
150×150×150	150×150	2,0	400×400×400	400×400	4,0

Ребра жесткости применяются для обеспечения жесткости, а в ряде случаев необходимой прочности. Вместо нерационального утолщения изделия назначают ребра жесткости (рис. 6.10, а, б).

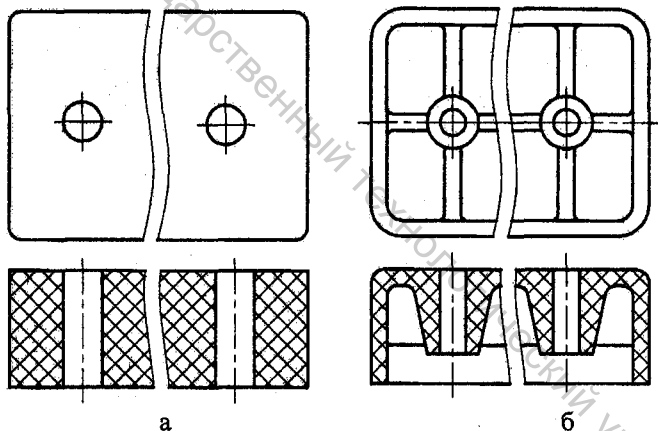


Рис. 6.10 Примеры ребер жесткости:

а – нетехнологичная конструкция; б – технологичная конструкция

Ребра жесткости должны иметь толщину, равную или примерно равную толщине стенки изделия. Рекомендуемая форма сечения ребра – усеченный конус с углом наклона 10° и закругленной вершиной. Ребра жесткости не должны препятствовать свободной усадке материала, которая направлена к центру. Необходимо стремиться к тому, чтобы направление ребра совпадало с направлением усадки. Концентрические ребра препятствуют свободной усадке (рис. 6.11), и не обеспечивают надлежащей жесткости. При затвердевании пресс-материала внутренние поверхности концентрических ребер охватывают формообразующие

части пресс-формы, затрудняют извлечение изделия и создают дополнительные возможности для деформации.

Диаметральные ребра (рис. 6.11, б), направленные к центру, создают жесткую конструкцию и не препятствуют извлечению изделия. Усадка наружной стенки происходит равномерно.

Для увеличения жесткости тонких стенок поверхности придают прогиб или излом (рис. 6.12).

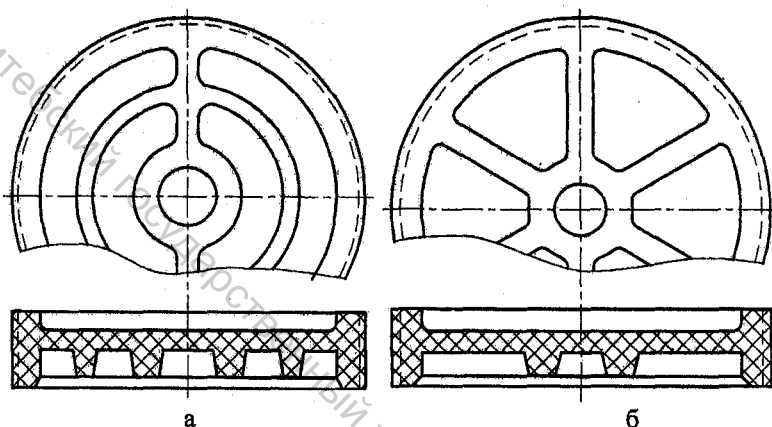


Рис. 6.11 Варианты ребер жесткости:
а — концентрические; б — радиальные

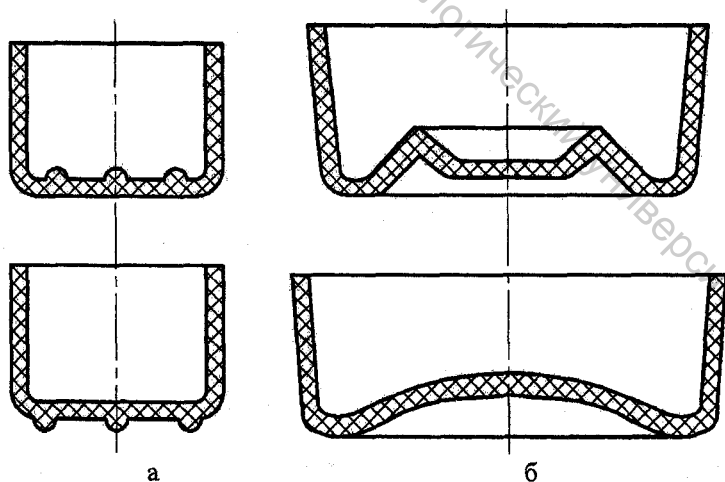


Рис. 6.12 Примеры увеличения жесткости тонкостенных конструкций:
а — с помощью ребер жесткости; б — с помощью излома и прогиба поверхности (дна)

Радиусы закруглений внутренних поверхностей рекомендуется в зависимости от типа пластмассы и толщины стенок назначать в пределах 0,5-3,0 мм, для наружных поверхностей – 5-10 мм.

Радиусы закругления внутренней и наружной сторон изделий коробообразной формы при равных толщинах стенок составляют

$$R_B = S; R_H = 2S,$$

где R_B и R_H - внутренний и наружный радиусы; S - толщина стенок;

при разных толщинах сопрягаемых стенок

$$R_B = 0,5(S+S_1); R_H = R_B + S.$$

Бобышки и выступы закругляют радиусами $R_B \leq 0,5S$ и $R_H \geq 0,25S$.

Отверстия в изделиях из пластмасс располагают таким образом, чтобы толщина материала вокруг отверстия была одинаковой (Рис. 6.10). Это необходимо для выравнивания боковой нагрузки на элементы пресс-форм, воспроизводящие отверстия.

Расположение отверстий по центру изделия или близко к нему повышает стойкость оформляющих знаков. При расположении отверстий близко к краю изделия формообразующие знаки подвергаются срезающим усилиям.

Для предотвращения поломки оформляющих знаков или смещения осей отверстий рекомендуется придерживаться соотношения глубины (h) и диаметра (d) в соответствии с таблицей 6.4.

Таблица 6.4

Предельные соотношения диаметров и глубин отверстий деталей из пластмасс в зависимости от метода оформления отверстий

Характер отверстия	Метод оформления отверстия	h/d не более
Сквозное	Прямое прессование	
	одностороннее оформление.....	1,5-3,0
	одностороннее оформление с протаскиванием формующей шпильки....	5-8
	двустороннее оформление *.....	4-6
	Пресс-литье и литье под давлением.....	10
Глухое	Прямое прессование.....	2,5
	Пресс-литье или литье под давлением.....	4,0
* Прямолинейность оси не гарантирована		

На рис. 6.13 приведены формы и соотношения геометрических параметров отверстий.

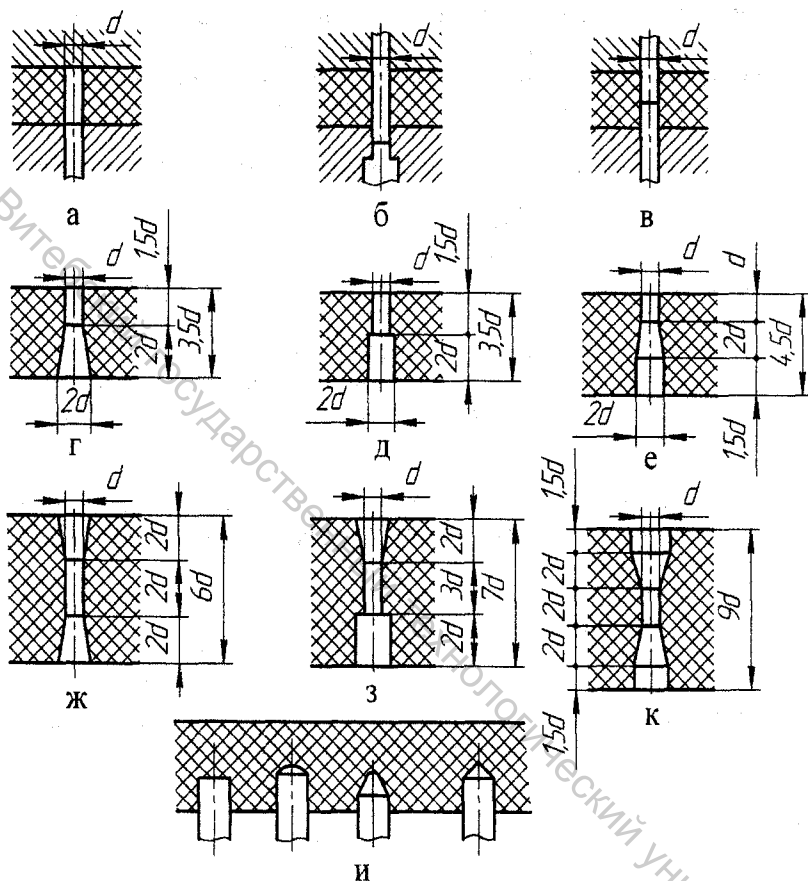


Рис. 6.13 Отверстия, формируемые в пресс-формах: а – одностороннее оформление; б – одностороннее оформление с протаскиванием оформляющей шпильки; в – двухстороннее оформление; г – и – примеры конструкций сквозных отверстий; к – примеры конструкций сквозных отверстий

Рекомендации по оформлению отверстий и углублений приведены в таблицах 6.5, 6.6, 6.7.

Таблица 6.5

Относительные размеры отверстий и величины перемычек

Диаметр отверстия, мм	Отношение диаметра отверстия к его глубине		Величина перемычки		Мини- маль- ная толщин а, мм
	для отверстий по краям (d/H)	для отверстий по центру детали (D/h)	между отверстия ми (b), мм	от отверстия до края детали (b ₂ , b ₃), мм	
До 2,5	2,0	3,0	0,5-0,7	1,0	1,0
Св. 2,5 до 3	2,3	3,5	0,8-1,0	1,25	1,0
Св. 3 до 4	2,5	3,8	0,8-1,0	1,50	1,25
Св. 4 до 5	2,8	4,2	1,0-1,2	1,75	1,5
Св. 5 до 6	3,0	4,7	1,0-1,2	2,00	1,5
Св. 6 до 8	3,4	5,1	1,2-1,5	2,25	2,0
Св. 8 до 10	3,8	5,5	1,2-1,8	2,75	2,5
Св. 10 до 12	4,2	6,0	2,0-2,2	3,25	2,5
Св. 12 до 14	4,6	6,5	2,2-2,5	3,75	3,0
Св. 14 до 18	5,0	7,0	2,5-3,0	4,00	3,0
Св. 18 до 30	-	-	4,0	4,00	4,0
Св. 30 до 50	-	-	5,0	5,00	5,0

Примечание. При конструировании кольцевых выступов (эскиз в) рекомендуется выдерживать соотношение $h_1: b_3 \leq 3$ при $b_3 \geq 0,3$ мм.

Таблица 6.6

Соотношение диаметров и глубин боковых отверстий,
оформляемых методами прямого и литьевого прессования из
реактопластов, мм

Диаметр отверстий	Прямое прессование		Пресс-литье	
	Консольное закрепление знаков	Двухстороннее закрепление знаков	Консольное закрепление знаков	Двухстороннее закрепление знаков
До 2	1,0-1,2	4	2,5	4
Св. 2 до 4	1,5	5	3	7
Св. 4 до 6	1,8	6	3,5-4	8
Св. 6 до 8	2	6,5	4,5	9
Св. 8 до 10	2,5	7	5,5	10

Примечание. Глубина отверстий, расположенных на боковых поверхностях деталей, не должна превышать 50% от глубины отверстий для одностороннего формообразования в направлении приложения усилия замыкания формы.

Максимальные соотношения глубины и ширины прямоугольных углублений

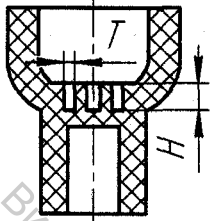
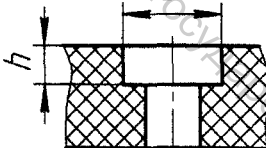
	Метод изготовления	Материал	Н/Т
	Прямое прессование	Порошкообразные	2,5
		Волокнистые материалы	2
	Пресс-литье	Порошкообразные	6
	Литье под давлением	Порошкообразные	6

Таблица 6.8

Размеры отверстий под головки нормальных болтов, мм

	Резьба	D	h	Резьба	D	h
	M2	4,5	2	M4	7	3,5
	M2,3	5	2,3	M5	8,5	4,3
	M2,6	5,5	2,5	M6	10,5	5,5
	M3	6	3	M8	13,5	7
	M3,5	6,5	3,1	M10	16,5	8,5

Оформление резьбовых отверстий. Рекомендуется резьба с закругленным профилем, обеспечивающим лучшее заполнение формы. Диаметр резьб должен быть не менее 2 мм, а длина свинчивания не более двух наружных диаметров. На рис. 6.14 показана геометрическая форма резьбовых отверстий и резьбовых выступов в изделиях. Для упрочнения резьбы и оформляющих ее элементов необходимо предусматривать пояски у входа и выхода резьбы.

Шаг резьбы, мм

До 0,7	Св. 0,7 до 1,5	Св. 1,5 до 2	Св. 3
1	1,3	2	3

Высота пояска, мм

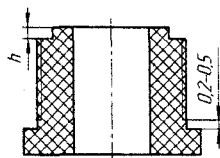
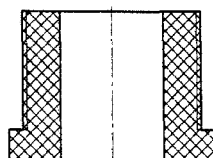
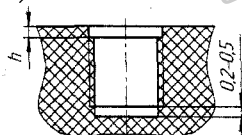
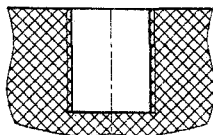


Рис 6.14 Оформление входа и выхода резьбы: а – неправильное; б – правильное

Минимальные размеры перемычек между резьбовыми отверстиями приведены в таблице 6.8. Размеры отверстий под головку болтов приведены в таблице 6.9.

Таблица 6.8

Минимально допустимые размеры (в мм) перемычек между резьбовыми отверстиями и толщина дна при глухом отверстии

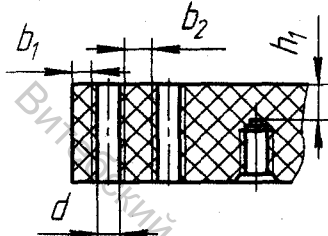
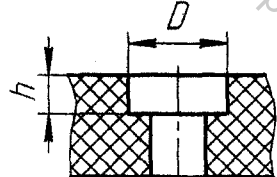
	d	b ₁	b ₂	h ₁
	3	1,3	2,0	2,0
3-6	2,0	2,5	3,5	
6-10	2,5	3,0	3,8	
10	3,8	4,3	5,0	

Таблица 6.9

Размеры отверстий под головки нормальных болтов, мм

	Резьба	D	h	Резьба	D	h
	M2	4,5	2	M4	7	3,5
M2,3	5	2,3	M5	8,5	4,3	
M2,6	5,5	2,5	M6	10,5	5,5	
M3	6	3	M8	13,5	7	
M3,5	6,5	3,1	M10	16,5	8,5	

Армирование изделий из пластмасс. В зависимости от требований, предъявляемых к изделию, оно может быть армировано металлической, керамической, стеклянной, пластмассовой (другого вида), резиновой и другой арматурой. Чаще всего используют металлическую арматуру, которая придает изделию прочность, износостойкость, размерную точность, улучшает магнитную и электромагнитную проводимость. В зависимости от назначения арматура может быть стержневая, втулочная, клеммная, концевая и др. (рис. 6.15).

В качестве арматуры можно использовать стандартные крепежные изделия (болты, винты, гайки) с доработкой или без нее, а также специально изготовленные для конкретного изделия детали.

Для восприятия рабочих осевых нагрузок и крутящихся моментов на арматуре должны быть предусмотрены специальные удерживающие элементы. У простейшей проволоочной арматуры, изготовленной из тонкого пруткового материала или проволоки, это различные отгибы, разрезы расплюснутые элементы, петли и так далее (рис. 6.15, а).

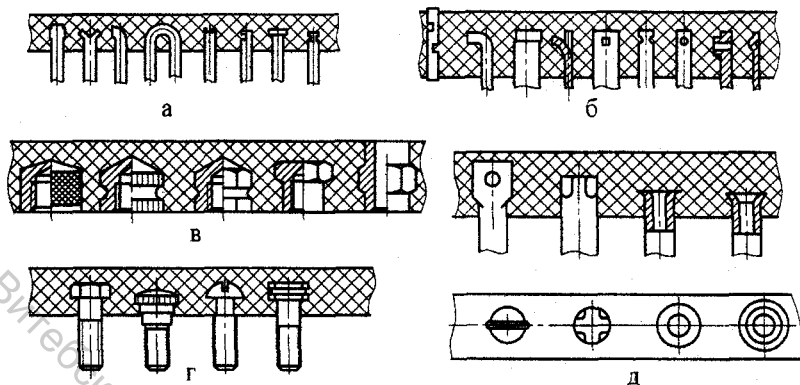


Рис. 6.15 Типы арматуры: а – проволочная; б – плоская листовая; в – втулочная; г – стержневая; д – трубчатая

Штампования арматура из листового металла толщиной менее 1 мм должна иметь отгибы, язычки, выгибы, разрезы. Для арматуры толщиной более 1 мм рекомендуется использовать отверстия (рис. 6.15, б). Втулочная и стержневая арматура (рис. 6.15, в, г) для восприятия крутящего момента должна иметь на запрессованной поверхности грани, лыски, накатку, а для восприятия осевого усилия – буртики, заплечики, проточки, пазы, и т.п.

Трубчатая арматура представлена на рис. 6.15, д. Сплюснутая трубка способна воспринимать осевые нагрузки и крутящие моменты, а обжатая в форме креста – крутящие моменты; развальцованная трубка – осевые нагрузки.

6.2 Конструкции форм для прессования

Отличительные особенности форм для прессования (пресс-форм) определяются технологией процесса прессования. Исходный материал в виде порошка или таблеток механически или вручную загружается в полость матрицы. Таблетированный материал дозируется по числу таблеток, порошковый – весовым или объемным способом. Формование происходит при температурах 150...200°C и давлении 25...50 МПа.

Процесс формования производят, как правило, с подпрессовкой, которая заключается в кратковременном (2...3с) размыкании формы для удаления газов, паров воды, образовавшихся в процессе поликонденсации, а также влаги, находящейся в пресс-материалах.

Пресс-формы для прямого и литьевого прессования можно классифицировать по следующим признакам: эксплуатационным, технологическим, степени автоматизации, количеству гнезд, количеству и расположению плоскостей разъема и др. (табл 6.10).

Таблица 6. 10

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
Метод изготовления изделий	Формы для прямого прессования – пресс-формы	Изделия плоскостные монолитные без арматуры или малоармированные, равностенные; точность изготовления сравнительно невысокая
	Формы для пресс-литья – литьевые формы	Изделия сложной конфигурации, плотноармированные, разностенные; точность изготовления сравнительно высокая
Степень автоматизации	Пресс-формы, оснащенные датчиками технологической информации, работающие в режиме АСУТП	Изделия прецизионные, относительно простые
	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 простые, безарматурные, точность изготовления повышенная Изделия различной конфигурации, с арматурой или без нее; требования к качеству, точности – нормальные
Число оформляющих полостей (гнезд)	Одногнездные	Изделия больших размеров очень сложной конфигурации
	Многогнездные (два и более)	Изделия, изготавливаемые в массовом и крупносерийном производствах

1	2	3
Число и характер плоскостей разреза	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 замыкания пресс-формы С комбинированным (горизонтальным и вертикальным) разрезом; 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. 6.16 показаны типовые конструкции съемных пресс-форм с горизонтальной плоскостью разреза.

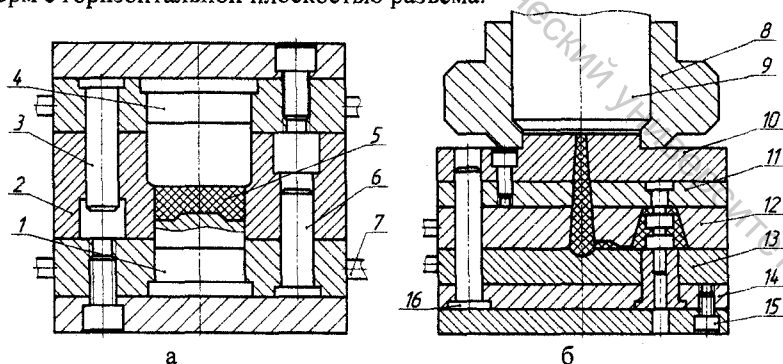


Рис. 6.16 Типовые конструкции съёмных пресс-форм для прямого (а) и литьевого (б) прессования: 1 – вставка; 2 – съёмная матрица; 3, 6 – направляющие колонны; 4 – пуансон; 5 – изделие; 7 – ручки; 8 – корпус; 9 – поршень; 10 – плита литниковая; 11, 14 – знакодержатели; 12 – матрица; 13 – плита съёмная; 15 – винты; 16 – колонки

Съемная пресс-форма для прямого прессования с двумя плоскостями разъема (рис. 6.16, 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. 6.16, 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 закреплённом положении и не снимаются с пресса.

На рис. 6.17 представлена типичная стационарная пресс-форма для прямого прессования плоского ступенчатого изделия. Непосредственно формообразование изделия осуществляется матрицей 5, пуансоном 6 и выталкивателями 22.

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 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.

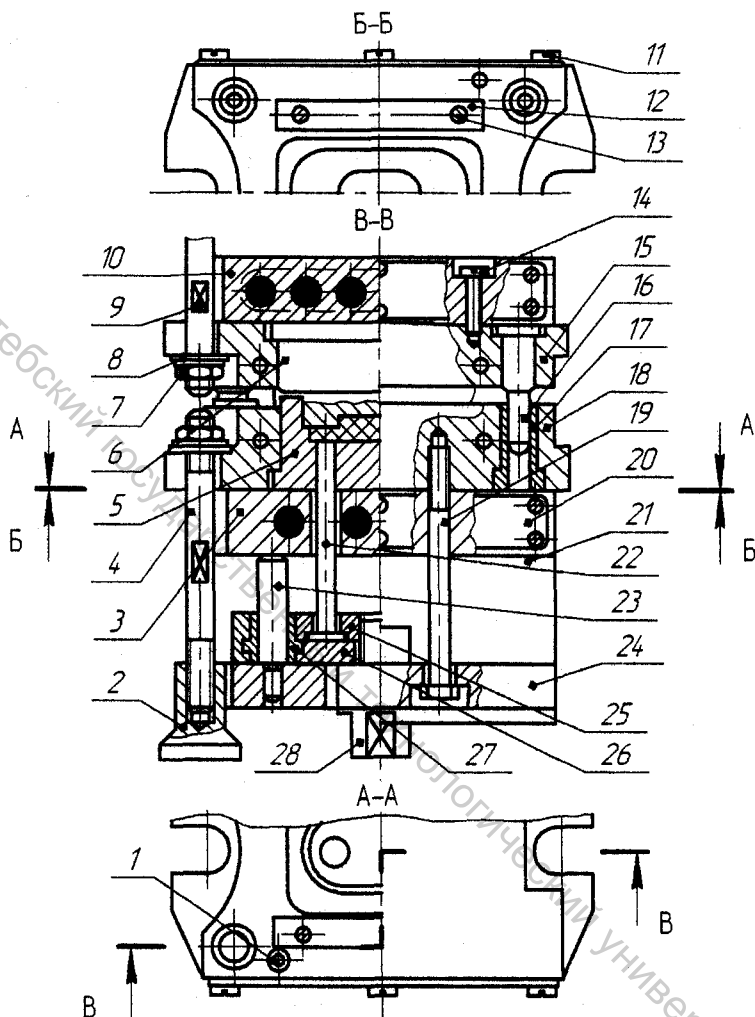


Рис. 6.17 Конструкция стационарной пресс-формы для прямого прессования: 1 – штифт; 2 – сухарь; 3 – средняя плита обогрева; 4 и 9 – шпильки; 5 – матрица; 6 – пуансон; 7 – гайка; 8 – шайба; 10 – верхняя плита обогрева; 11, 13, 14 и 19 – винты; 12 – упорная планка; 15 – пуансонодержатель; 16 и 23 – направляющие 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

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.

Стационарная пресс-форма для литьевого прессования представлена на рис. 6.18

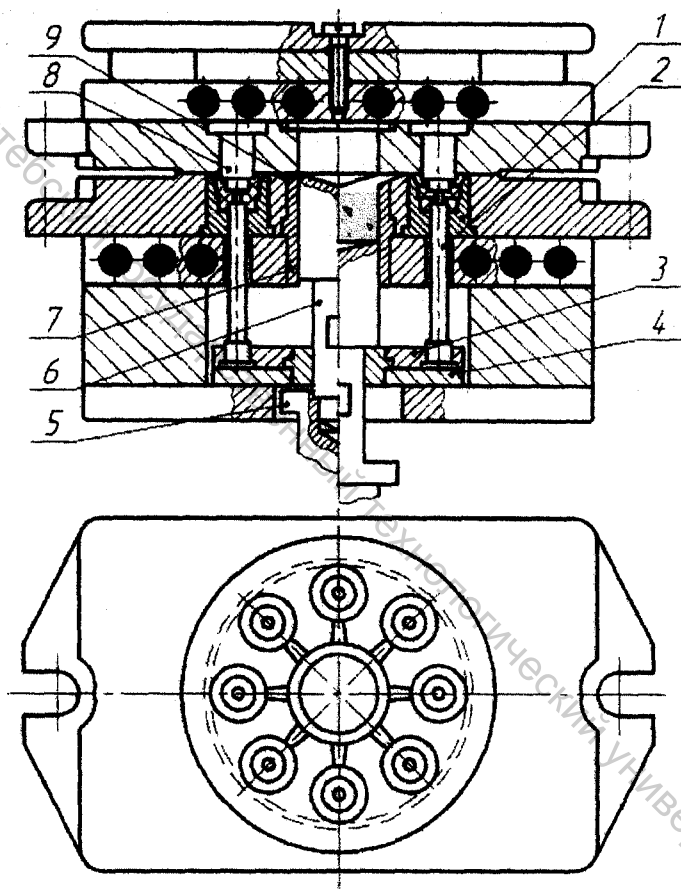


Рис. 6.18 Конструкция стационарной пресс-формы для литьевого прессования: 1 – матрица; 2 – выталкиватель; 3 – верхняя плита блока выталкивателей; 4 – нижняя плита блока выталкивателей; 5 – хвостовик; 6 – плунжер; 7 – загрузочная камера; 8 – пуансон; 9 – литниковый канал

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 формирующие полости. После завершения цикла прессования и раскрытия пресс-формы хвостовик 5 поднимает плиты 3, 4 и выталкиватели 2, которые удаляют изделия из полости матрицы.

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.

Пресс-форма с боковыми знаками представлена на рис. 6.19.

Исходное положение элементов пресс-формы – пуансон 1в крайнем верхнем положении; полость матрицы заполняется пресс-материалом. При движении ползуна пресса вниз пуансон 1 входит в отверстие матрицы. Одновременно боковой знак 5 клином 3 вводится в полость матрицы. В образованной матрицей пуансоном и знаком замкнутой полости производится формование изделия.

При обратном движении пуансона 1 вверх клин 3 через ползушку 4 выводит боковой знак 5 из спрессованного изделия 6. Включается выталкивающая система пресса, которая хвостовиком 7 перемещает выталкивающую систему 8, а выталкиватели 9 перемещают изделие за пределы матрицы. Между изделиями и матрицей 2 установлена съемная вилка (на рисунке не показана). Выталкивающая система возвращается в исходное положение на опоры 10, а изделие съемной вилкой перемещается за пределы формы. Пресс-форму продувают, загружают пресс-материалом и цикл повторяется.

Пресс-форма с раздвижной матрицей (рис 6.20) предназначена для изготовления методом литьевого прессования высоких изделий с поднутряющими канавками на наружной поверхности.

Наружные поверхности изделия оформляются раздвижной матрицей, состоящей из подвижных секций 13. Конструкция пресс-формы обеспечивает автоматическое раскрытие (от нижнего гидроцилиндра пресса) матрицы и снятие изделия с центрального оформляющего знака 5. Для подъема матрицы и извлечения из нее изделия загрузочная камера 3 выполнена поворотной. Подъем загрузочной камеры и снятие ее с торцевой поверхности матрицы осуществляется гидроцилиндром 10 через тяги 7, 12.

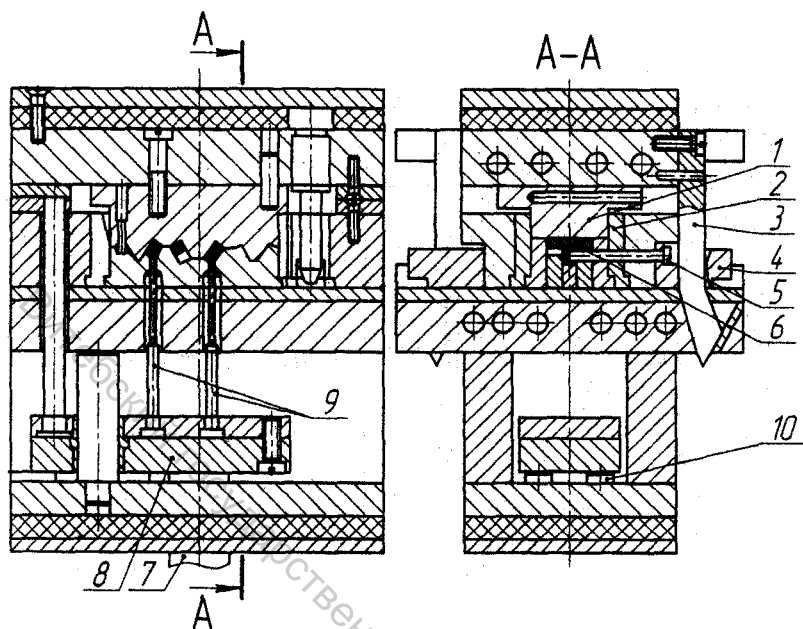


Рис. 6.19 Пресс-форма для изготовления изделий с боковыми отверстиями: 1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – клин; 4 – ползун; 5 – знак; 6 – изделие; 7 – хвостовик; 8 – выталкивающая система; 9 – выталкиватели; 10 – упоры

Процесс формообразования изделия осуществляется в следующей последовательности. Пресс-материал вручную подается в загрузочную камеру, из которой через впускное отверстие в размягченном состоянии выдавливается в полость матрицы. После завершения процесса прессования верхняя плита 1 поднимается вверх, а пуансон 2 выводится из отверстия загрузочной камеры 3. В крайнем верхнем положении плиты пресса включается гидроцилиндр 10, который тягами 7, 12 поднимает загрузочную камеру 3 и отсоединяет ее от матрицы 13. Оператор рукояткой 4 отводит загрузочную камеру. При этом освобождается пространство, необходимое для подъема матрицы и извлечения изделия. Затем включается выталкивающая система 11, которая толкателями 9 через опорную плиту 8 выводит матрицы из обоймы 6. Секции матрицы, передвигаясь по наклонным пазам обоймы, раздвигаются в стороны. При этом изделие освобождается и снимается с центрального знака 5, после извлечения изделия из пресс-формы выталкивающая система опускается, а секции матрицы под действием собственного веса возвращаются в обоймы. Оператор рукояткой возвращает в исходное положение загрузочную камеру 3 и гидроцилиндром зажимает подъемную матрицу в обойме.

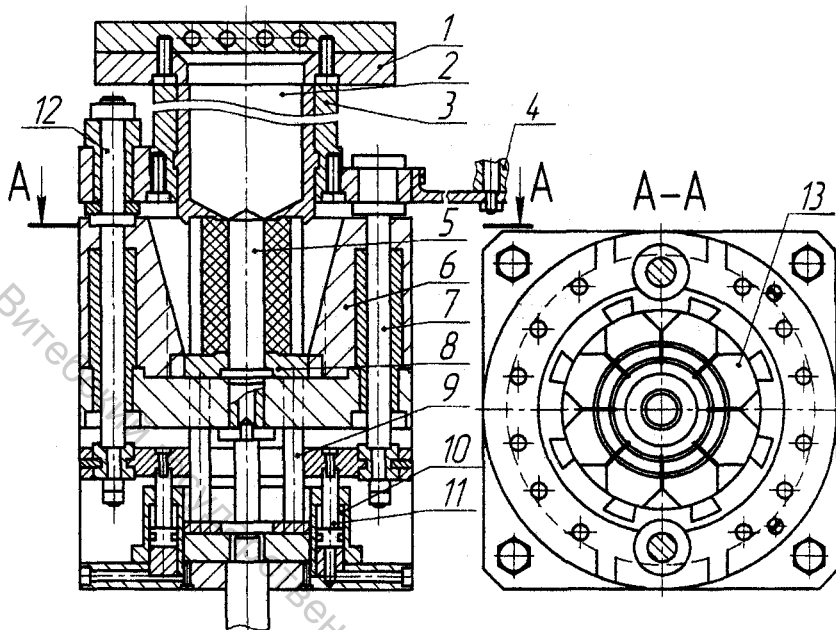


Рис. 6.20 Пресс-форма для литейного прессования с многосекционной разъемной матрицей: 1 – плита верхняя; 2 – пуансон; 3 – камера загрузочная; 4 – рукоятка; 5 – центральный знак; 6 – обойма; 7, 12 – тяги; 8 – плита; 9 – толкатель; 10 – гидроцилиндр; 11 – выталкивающая система; 13 – секции матрицы

Пресс – форма двухэтажная представлена на рис. 6.21.

Пресс-форма предназначена для изготовления изделий методом прямого прессования одновременно на двух уровнях – верхнем и нижнем. Соответственно в пресс-форме предусмотрены две плиты обогрева – верхняя 1 и промежуточная 8. Разъем пресс-форм осуществляется одновременно на двух уровнях. Механизм разъема включает две зубчатые рейки, одна из которых жестко соединена с верхней подвижной плитой 4, а вторая с нижней неподвижной плитой 15. Каждая из реек находится в зацеплении с зубчатым колесом 7, ось которого размещена в промежуточной плите 8. При подъеме траверсы пресса, на которой крепится верхняя плита 1 с обоймой 13 и пуансоном 14, начинает работать механизм разъема. Колесо 7 получает вращательное движение от поступательного перемещения вверх подвижной рейки. При этом колесо 7 перекачивается по неподвижной рейке и поднимает вверх соединенную с осью промежуточную плиту 8. В результате обеспечивается одновременный разъем на двух уровнях.

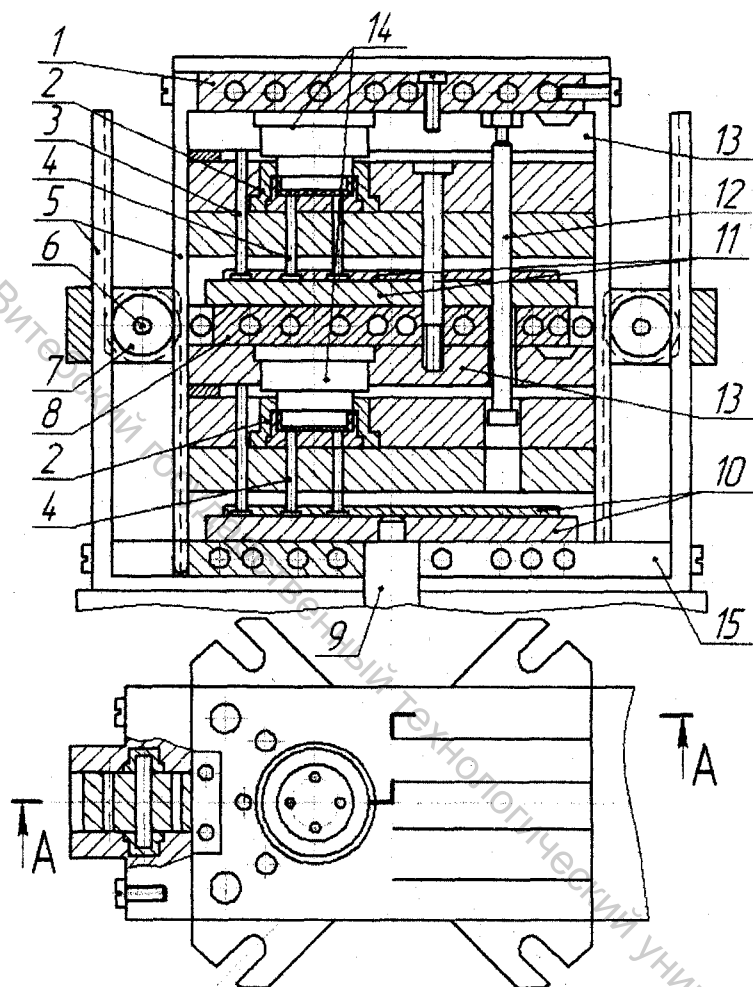


Рис. 6.21 Схема конструкции двухэтажной пресс-формы:

- 1 – плита обогрева верхняя; 2 – матрица; 3 – возвратные колонки; 4 – толкатели;
 5 – зубчатые рейки; 6 – ось; 7 – зубчатое колесо; 8 – плита обогрева промежуточная;
 9 – хвостовик; 10, 11 – выталкивающие системы; 12 – тяга; 13 – обойма;
 14 – пуансон; 15 – плита нижняя

После образования между уровнями пресс-формы зазора, необходимого для извлечения изделия и разгрузки пресс-материала, тяги 12 приводят в движение выталкивающую систему 11 верхнего уровня, а толкатели 4 извлекают изделие из матрицы 2. Затем включается выталкивающая система, которая приводится в действие от хвостовика 9. Толкателями 4 изделие извлекается из матрицы нижнего

уровня. После этого пресс-форму продувают сжатым воздухом, загружают пресс-материал и смыкают. Выталкивающие системы обоих уровней возвращаются в исходное положение.

6.2.1 Узлы пресс-форм для прямого и литьевого прессования

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.

Универсальный блок для прямого прессования (рис. 6.22, 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.

Пакет (рис. 6.22, б) состоит из плиты пуансонов 8; обоймы матрицы 9; плиты обогрева 10; плиты толкателей 11; соединительных и направляющих деталей. Пакет устанавливается на две опорные плиты 4 (рис. 6.6, а), являющиеся одновременно и нижними плитами обогрева.

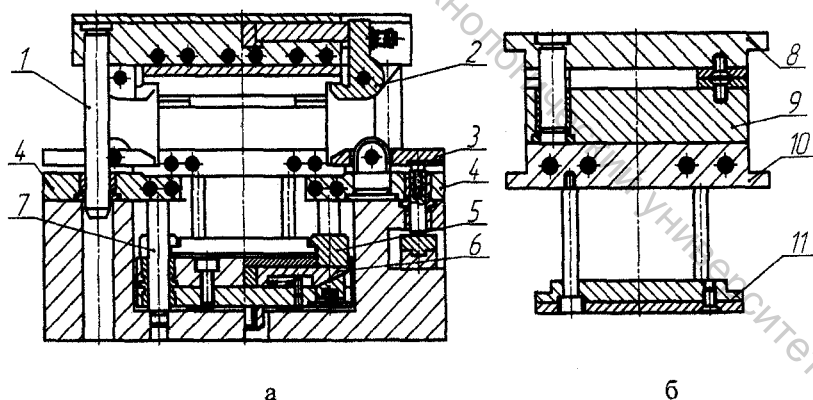


Рис. 6.22 Типовые конструкции блока (а) и пакета (б): 1 – направляющая колонка; 2, 3 – прихваты для крепления сменных пакетов; 4 – опорные плиты; 5 – прихват для закрепления выталкивающей системы; 6 – раздвижные клинья; 7 – колонка; 8 – плита пуансона; 9 – обойма матрицы; 10 – плита обогрева; 11 – плита толкателей

6.2.2 Конструирование пресс-форм

Матрицы в большинстве случаев выполняются в сочетании с загрузочной камерой, как одно целое (рис. 6.23, а) или как сборная конструкция (рис. 6.23, в, г). Поверхность А матрицы, на которой происходит заправление и отжатие излишнего пресс-материала, называется **отжимным рантом матрицы**.

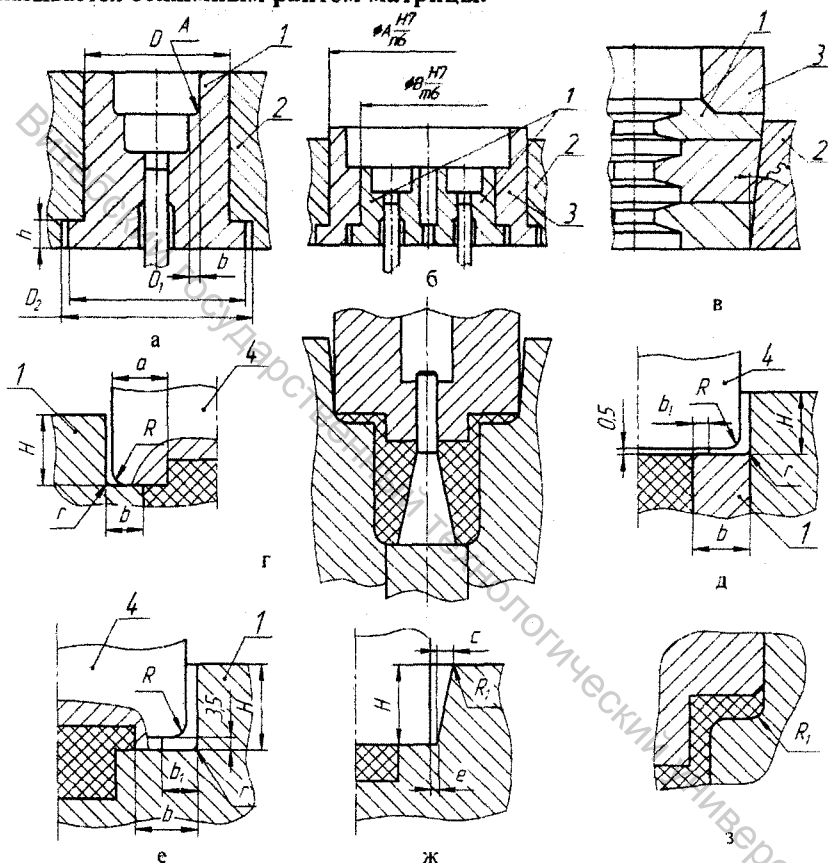


Рис. 6.23 Схемы конструкций матриц и пуансонов:
1 - матрица; 2 - обойма; 3 - загрузочная камера; 4 - пуансон

Его ширину принимают в зависимости от конструкции матрицы и изделия, но не менее 2,5 мм. Во встраиваемых матрицах (рис. 6.23, д), а также в случаях, когда часть изделия размещена в пуансоне (рис. 6.23, е) размер $b \geq 5$ мм. Для уменьшения толщины облоя, примыкающего к изделию на пуансоне выполняют отжимной ранг шириной $b_1 = 2,5$ мм и высотой 0,5 мм. Радиус R скругления пуансона больше радиуса скругления загрузочной камеры.

$$R = r + (0,5 \dots 1) \text{ мм}$$

Избыточный материал и газы удаляются из оформляющего гнезда через зазор шириной e (рис. 6.23, ж) между пуансоном и стенкой загрузочной камеры. Размер стенки загрузочной камеры $C = 0,2$ мм при высоте $H \leq 30$ мм и $C = 0,3$ при $H > 30$ мм.

Для получения в изделиях вертикального облоя в формах полузакрытого типа сопряжение пуансона и матрицы в загрузочной камере следует выполнять в соответствии с рис. 6.23, з.

Рекомендуемые размеры вставных матриц приведены в таблице 6.11.

Таблица 6.11

Размеры матриц, мм (рис. 6.23, а)

$D(\frac{H7}{n6})$	D_1	D_2	$h(\frac{H11}{h11})$
До 40	$D+6$	$D_1+0,5$	5
Св. 40 до 80	$D+8$	D_1+1	8
Св. 80 до 120	$D+10$		10
Св. 120	$D+12$		12

Расчет загрузочной камеры пресс-формы

Размеры высоты загрузочной полости матриц пресс-форм рассчитываются с учетом объема загружаемой пресс-массы по одной из следующих формул (Таблица 6.12).

В приведенных формулах:

- H – высота загрузочной полости пресс-формы;
- V – объем загружаемой пресс-массы.

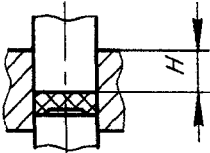
$$V = V_u k_{yn} n = t k n / p, \quad (6.1)$$

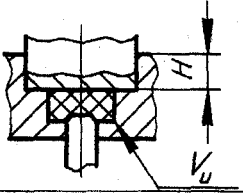
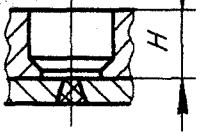
где V_u – объем прессуемого изделия;

k_{yn} – коэффициент уплотнения пресс-массы.

Таблица 6.12

Расчет высоты загрузочной полости пресс-форм

Тип пресс-форм	Эскиз	Расчетная формула
1	2	3
Прямого прессования Закрытая поршневая		$H = (V / F) + 0,8$

1	2	3
Прямого прессования Закрытая с перетеканием		$H = (V - V_u n / F) + 0.8$
Литьевого прессования		$H = (V / F) + 1.2$
Примечание: увеличение высоты H на 0,8-1,2 мм обусловлено необходимостью обеспечить заход пуансона до соприкосновения с пресс-массой, а также компенсировать потери пресс-материала на облой, литники и др.		

$$k_{yn} = \rho_u / \rho_n, \quad (6.2)$$

где ρ_u – плотность спрессованного изделия; ρ_n – насыпная плотность; n – количество одновременно прессуемых изделий.

F – площадь сечения загрузочной полости, для пресс-форм литьевого прессования.

$$F = 1.1(F_u n + F_d), \quad (6.3)$$

где F_u – площадь прессуемого изделия (в плане); n – число одновременно прессуемых изделий; F_d – суммарная площадь литников (в плане).

Диаметр полости нижней загрузочной камеры пресс-форм литьевого прессования

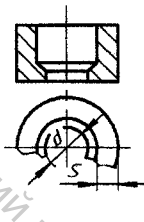
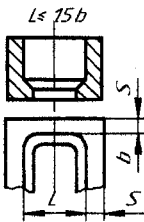
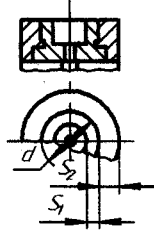
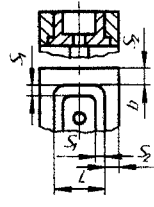
$$D = 1.12 \sqrt{\frac{V_u n}{H}} \quad (6.4)$$

Толщина стенок загрузочных камер, матриц и обойм назначается в соответствии с таблицей 6.13.

Размеры камеры прессования, корпусов и поршней приведены соответственно в таблицах 6.14; 6.15; 6.16.

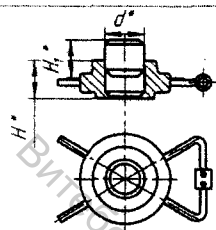
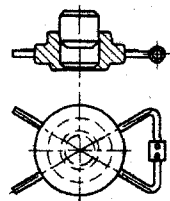
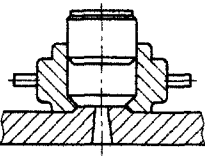
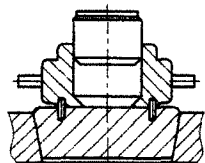
Таблица 6.13

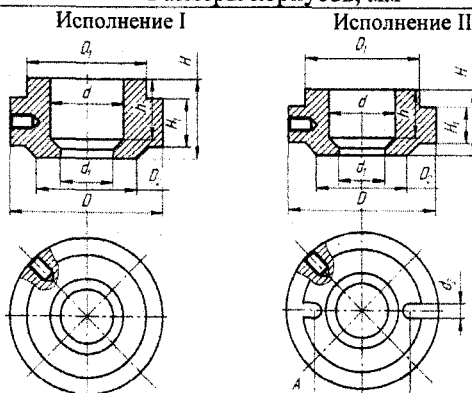
Толщина стенок загрузочных камер, матриц и обойм, мм

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 100 МПа.
 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.

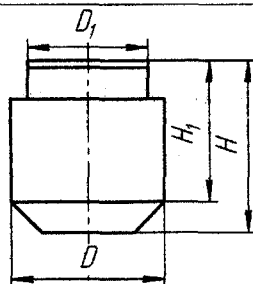
Размеры камер прессования, мм

Исполнение I	Исполнение II	Горизонтальная плоскость разреза	Вертикальная плоскость разреза	
				
Исполнение	d	H	H ₁	Масса, кг
1	40	25	22	0,95
2		25	25	0,98
1		32	29	1,18
2		32	32	1,21
1		40	37	1,44
2		40	40	1,46
1		50	47	1,79
2		50	50	1,81
1	50	63	60	2,26
2		63	63	2,28
1		25	22	1,37
2		25	25	1,41
1		32	29	1,71
2		32	32	1,75
1		40	37	2,11
2		40	40	2,14
1	63	50	47	2,63
2		50	50	2,67
1		63	60	3,36
2		63	63	3,39
1		25	22	2,06
2		25	25	2,12
1		32	29	2,57
2		32	32	2,63
1		40	37	3,19
2		40	40	3,24
1		50	47	4,00
2		50	50	4,06
1		63	60	5,12
2		63	63	5,17



Испол- нение	d (пред. откл по H9)	d ₁ (пред. откл по H9)	d ₁	D	D ₁	D ₂	A	H	H ₁	h	Масса, кг
1 2	40	28	- 8	80	60	53	- 50	25	16	16	0,59
1 2			- 8				- 50	32	20	23	0,75
1 2			- 8				- 50	40	25	31	0,93
1 2			- 8				- 50	50	32	41	1,18
1 2			- 8				- 50	63	40	54	1,52
1 2	50	36	- 8	100	70	65	- 60	25	16	15 16	0,90
1 2			- 8				- 60	32	20	22 23	1,13
1 2			- 8				- 60	40	25	30 31	1,40
1 2			- 8				- 60	50	32	40 41	1,77
1 2			- 8				- 60	63	40	53 54	2,31
1 2	63	45	- 10	125	85	82	- 75	23	16	13,0 16,0	1,41
1 2			- 10				- 75	32	20	20,0 23,0	1,75
1 2			- 10				- 75	40	25	28,0 31,0	2,17
1 2			- 10				- 75	50	32	38,0 41,0	2,74
1 2			- 10				- 75	63	40	51,0 54,0	3,55

Размеры поршней, мм



D (пред. откл. по f7)	D ₁	H	H ₁	Масса, кг
40	38	22	15,5	0,19
		25		0,22
		29	22,5	0,26
		32		0,29
		37	30,5	0,34
		40		0,36
		47	40,5	0,44
		50		0,46
50	48	60	53,5	0,57
		63		0,59
		22	14,5	0,30
		25		0,34
		29	21,5	0,41
		32		0,45
		37	29,5	0,54
		40		0,57
63	60	47	39,5	0,69
		50		0,73
		60	52,5	0,88
		63		0,92
		22	12,5	0,47
		25		0,53
		29	19,5	0,64
		32		0,70
71	67	37	27,5	0,84
		40		0,89
		47	37,5	1,08
		50		1,14
		60	50,5	1,39
		63		1,45
		22	11,0	0,58
		25		0,65
71	67	29	18,0	0,79
		32		0,87

Расчет впускных каналов при литьевом прессовании

Площадь поперечного сечения впускного канала определяется по формуле

$$f = 0,4k_m V_{\text{и}} , \quad (6.5)$$

где k_m – коэффициент, зависящий от предварительной подготовки материала (при литье с предварительным подогревом $k_m = 1$, при литье без подогрева $k_m = 2$); $V_{\text{и}}$ – объем изделия, см^3 .

Для прямоугольных каналов в случае литьевого прессования порошкообразных материалов высоту принимают 0,3–0,8 мм, для волокнистых материалов высота составляет 0,8–1,5 мм.

Пуансоны, кроме передачи давления, в пресс-формах прямого прессования оформляют торцевую 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. 6.24).

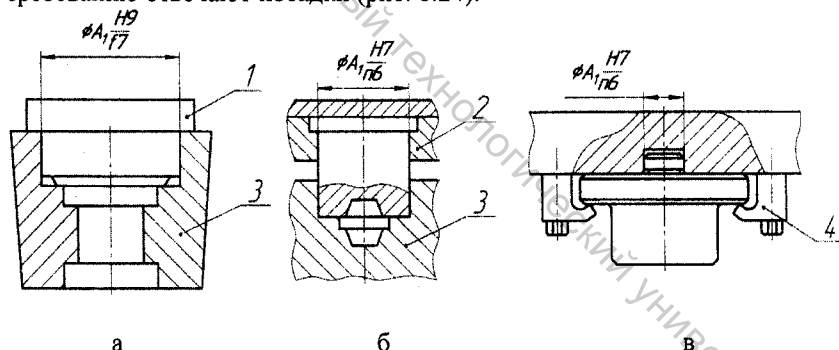


Рис. 6.24 Конструкции и варианты крепления пуансонов: а – цельный; б, в – составной; в – быстросменный; 1 – пуансон; 2 – пуансонодержатель; 3 – матрица с загрузочной камерой; 4 – прихват

Простейшая конструкция цельного пуансона прямоугольной формы или формы тел вращения представлена на рис. 6.24, а. Для предотвращения вдавливания в плиту пресса и удобства фиксации на пуансонах предусмотрены борты.

Наиболее широко распространена конструкция пуансонов с установкой в пуансонодержателе (рис. 6.24, 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. 6.24, 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. 6.24 представлены конструкции формующих знаков. Как при неподвижном, так и при подвижном соединении формующих знаков и 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.

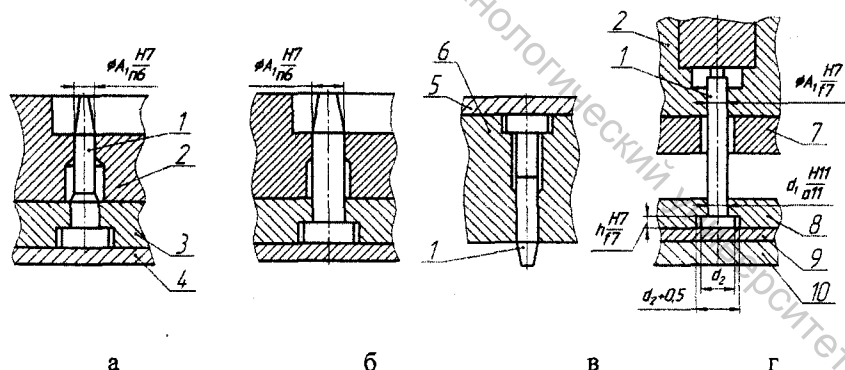


Рис. 6.25 Конструкции формующих знаков:

а – в – неподвижных (а – $\varnothing A_1 < 4$ мм; б – $\varnothing A_1 > 4$ мм); 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, делаются 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. 6.26).

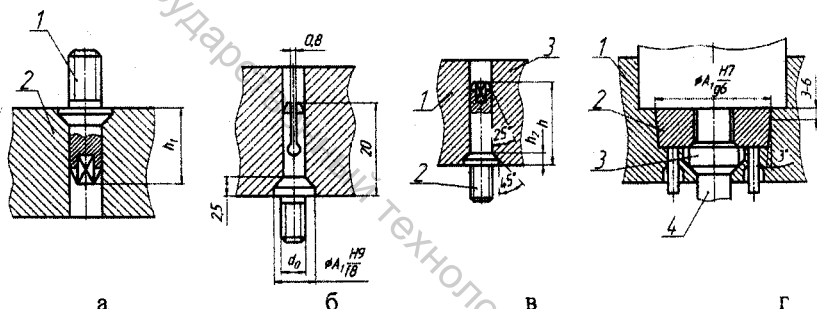


Рис. 6.26 Конструкции резьбовых знаков: а – знак, устанавливаемый в нижней части пресс-формы; 1 – знак; 2 – матрица;

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.

Центрирующие элементы. Направляющие колонки пресс-форм всегда устанавливают в подвижной верхней части полуформы, что обеспечивает удобство загрузки пресс-материала, установки арматуры, извлечения спрессованного изделия, очистки матрицы от облоя. Длина направляющей цилиндрической части колонки должна превышать высоту пуансона на 8-10 мм, чтобы при смыкании формы вначале входили направляющие колонки в направляющие втулки, а затем пуансон в матрицу. Это исключает образованию задиров на пуансоне и краях загрузочной камеры.

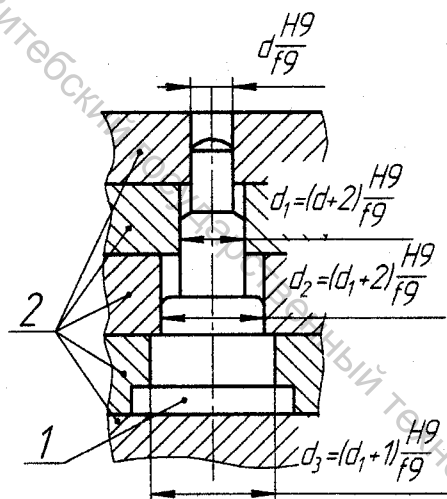


Рис. 6. 27 Центрирующий узел в пресс-формах с несколькими плоскостями разреза: 1 – ступенчатая колонка, 2 – плиты

В съемных формах с несколькими плоскостями разреза устанавливают специальные ступенчатые колонки (рис. 6.27). Количество направляющих ступеней равно числу плоскостей разреза пресс-формы. Для удобства ориентирования частей пресс-формы колонки выполняют ступенчатыми. Диаметр каждой ступени отличается на 1-2 мм.

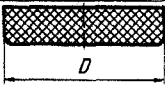
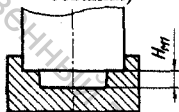
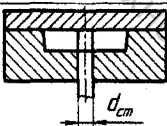
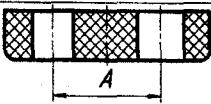
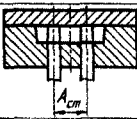
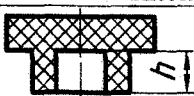
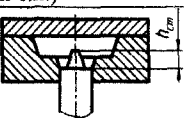
6.3 Расчет размеров формообразующих элементов форм

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 6.17.

Поля допусков на размеры формообразующих деталей назначают в зависимости от качества формуемого изделия, рекомендуется принимать согласно таблице 6.18.

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 6.19.

Расчет гладких формующих элементов

Размер		Расчетная формула
изделия	формообразующих деталей	
Охватываемые	Охватывающие	
Диаметральный		
		$D_M = D_{\max} + D_{\max} \square 0,01 S_{\max} - T_{\Pi}$
Охватываемые высотные	Охватывающие высотные, не зависящие от толщины облоя	$H_M = H_{\max} + H_{\max} \square 0,01 S_{cp} - 0,5(T_{\Pi} + T_{\Phi})$
	Охватывающие высотные, зависящие от толщины облоя (пресс-формы прямого прессования)	$H_{M1} = H_{\max} + H_{\max} \square 0,01 S_{cp} - c - 0,5(T_{\Pi} - T_{\Phi})$
		
Диаметральный		
		
Межосевой		
		$A_{cm} = A + A \square 0,01 S_{cp}$
Прочие, не относящиеся к охватывающим, охватываемым, межосевым (глубина отверстия, высота уступа и т.п.)		$h_{cm} = h_{\min} + h_{\min} \square 0,01 S_{cp} + 0,5(T_{\Pi} + T_{\Phi})$
		

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_{cp} – наибольшая, наименьшая и средняя усадка пластмассы соответственно, %; T_{Π} – допуск на размер изделия; T_{Φ} – допуск на размер формообразующих деталей; c – поправочный коэффициент, учитывающий толщину облоя в формах прямого прессования

Таблица 6.18

Поля допусков на размеры формообразующих деталей в зависимости от качества формируемого изделия

Квалитет	Поле допусков размеров		
	охватывающих	охватываемых и прочих	межосевых*
10 – 11	H7	h6	±T _H /10
12 – 14	H9	h9	
15 – 16	H11	h11	
17	H12	h12	

* предельные отклонения межосевых размеров следует назначать не менее 0,02 мм.

Таблица 6.19

Расчет резьбоформирующих элементов

Размер	Расчетная формула
1	2
Резьбоформирующее кольцо	
Наружный диаметр	$D_K = d + d \square 0,01 S_{\max} - T_d - es$
Средний диаметр	$D_{2K} = d_2 + d_2 \square 0,01 S_{\max} - T_{d2} - es$
Внутренний диаметр	$D_{1K} = d_1 + d_1 \square 0,01 S_{\max} - T_{d2} - es - 0,144P$
Шаг	$P_K = P(1 + 0,01 S_{cp})$
Резьбоформирующий стержень	
Наружный диаметр	$d_{cm} = D + D \square 0,01 S_{\min} + T_{D2} + EI$
Средний диаметр	$d_{2cm} = D_2 + D_2 \square 0,01 S_{\min} + T_{D2} + EI$
Внутренний диаметр	$d_{1cm} = D_1 + D_1 \square 0,01 S_{\min} + T_{D1} + EI$
Шаг	$P_{cm} = P(1 + 0,01 S_{cp})$

Примечание: В формулах приняты следующие обозначения: d, d₂, d₁ – соответственно наружный, средний и внутренний диаметр болта; D, D₂, D₁ – 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_{cp} – соответственно наибольшая, наименьшая и средняя усадка пластмассы

Отклонение шага резьбы ΔP резьбоформирующих 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

6.4 Типовые конструкции литевых форм

Литевые формы можно классифицировать по следующим основным признакам: по количеству одновременно отливаемых изделий: одноместные, многоместные; по сложности поверхностей изделий: с поднутрениями или без них; по расположению отверстий в изделиях: перпендикулярно плоскости разъема или наклонно; по направлению разъема оформляющих деталей относительно оси литевой 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 шибберные конструкции перемещения.

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; по температуре каналов формы разделяются на холодноканальные и горячеканальные; **специальные формы.**

Необходимо учитывать, что с увеличением мест точность отливки снижается, а сложность изготовления формы возрастает. Повышение уровня автоматизации формы уменьшает ее долговечность и повышает стоимость. При выборе конструкции формы следует также учитывать технологические возможности изготовления.

Одноместные литевые формы предназначены для изготовления, как правило, крупногабаритных изделий. Представленная на рис. 6.28 одноместная литевая форма предназначена для литья глубоких полых изделий.

Литевая форма включает пуансон 2, установленный в плите 6 и сопрягаемый с корпусом 12. На торце пуансона размещен знак 3, затягиваемый подпружиненным штоком 9. В корпусе 12 размещен ползун 7, на котором крепится знак 8. При смыкании полуформ ползун 7 клином 4 передвигается в радиальном направлении к оси изделия, а при размыкании полуформ пружинами 5, возвращается в исходное

положение. В матрице 1 размещены узлы “Б”, способствующие перемещению изделия из матрицы на расстояние h .

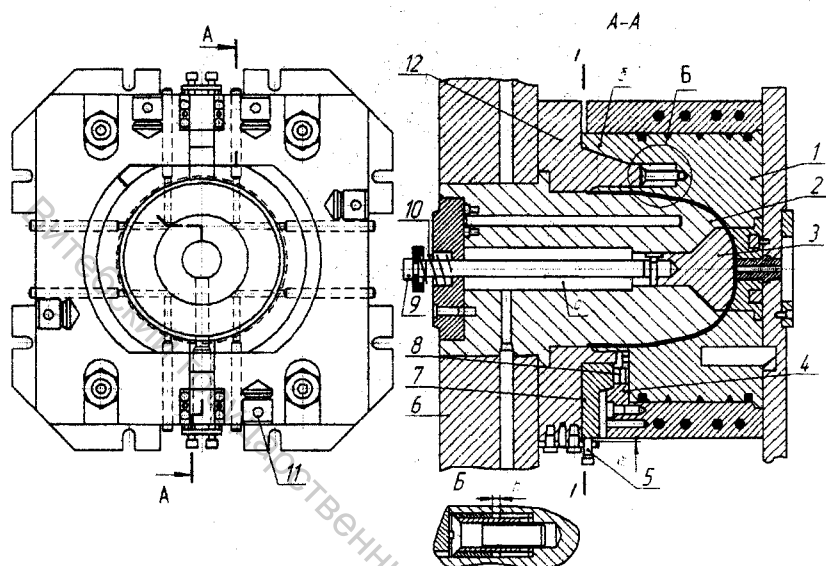


Рис. 6.28 Одноместная литейная форма:

1 – матрица; 2 – пуансон; 3 – знак; 4 – клин; 5 – пружина; 6 – плита; 7 – ползун;
8 – знак; 9 – шток; 10 – пружина; 11 – штифт; 12 – корпус

После заполнения раствором полимера полостей формы и технологической выдержки форма раскрывается по плоскости I – I. Ползун 7 со знаком 8 под действием пружины 5 перемещаются на расстояние h . После раскрытия формы на достаточное расстояние шток 9 достигает упора литейной машины и останавливается. При дальнейшем раскрытии знак 3 смещает изделие с пуансона 2; окончательный съем происходит под действием сжатого воздуха. При смыкании полуформ клинья 4 устанавливают в исходное положение ползуны 7 со знаками 8, а пружина 10 – шток 9 со знаком 3. Цикл повторяется.

Конструкция двухместной литейной формы, которую можно рассматривать как типовую многоместную форму, представлена на рис. 6.29.

Форма состоит из двух полуформ: подвижной и неподвижной, закрепленных на плитах литейной 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.

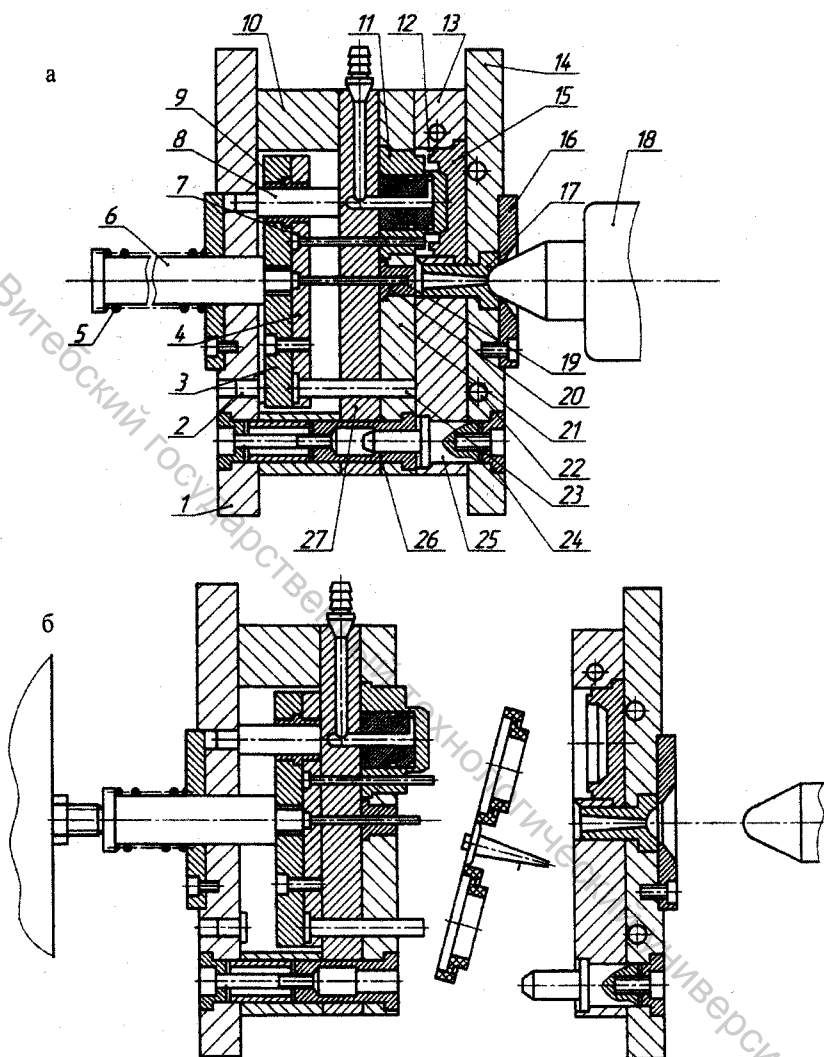


Рис. 6.29 Конструкция типовой двухместной формы для литья под давлением втулки из полиэтилена: а – форма сомкнута; б – форма раскрыта: 1 – подвижная плита крепления формы; 2 – упор; 3, 4 – плиты; 5 – пружина; 6, 7 – хвостовик; 8, 25 – направляющие колонки; 9, 26 – направляющие втулки; 10 – стойка; 11 – 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 сужаются, образуя 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 удаления 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 выпускные 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.

Литьевая форма для изготовления изделий с **внутренними** поднутрениями представлена на рис. 6.30.

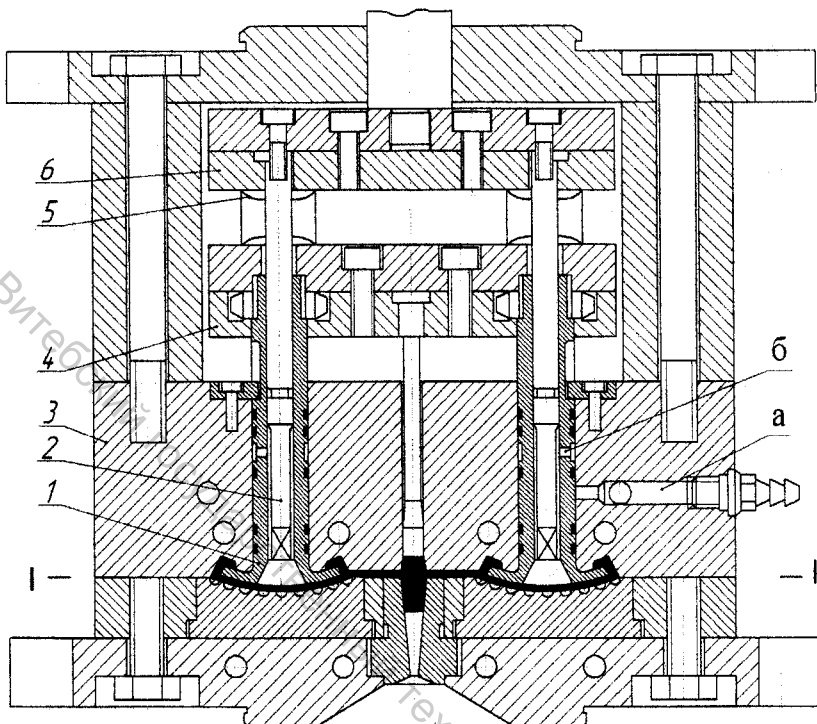


Рис. 6.30 Литьевая форма с внутренними поднутрениями:
 1 – пуансон; 2 – клапан подвижный; 3 – плита; 4 – вторая ступень
 выталкивающей системы; 5 – пружины тарельчатые; 6 – первая ступень
 выталкивающей системы; а, б – каналы для подвода воздуха

Литьевая форма устроена следующим образом. Пуансон 1, оформляющий внутреннюю полость изделия, жестко соединен со второй ступенью выталкивающей системы 4. Внутри пуансона размещен подвижный клапан 2, жестко связанный с первой ступенью 6 выталкивающей системы.

Работа формы осуществляется в следующей последовательности. После заполнения расплавом полимера формообразующих полостей и выдержки под давлением расплава форма раскрывается по плоскости I – I. Одновременно перемещаются обе выталкивающие системы.

Вторая ступень 4 перемещается тарельчатыми пружинами 5. При упоре второй ступени в плиту 3 канал “б” пуансона совмещается с подвижным каналом “а” и сжатый воздух поступает под клапан 2. Далее сжимается тарельчатая пружина 5, клапан 2 открывается, сжатый воздух поступает под изделие и оно отбрасывается. Затем полуформа

смыкается, выталкивающие системы возвращаются в исходное положение и цикл повторяется.

Литевая форма для изготовления изделий с наружными поднутрениями представлена на рис. 6.31.

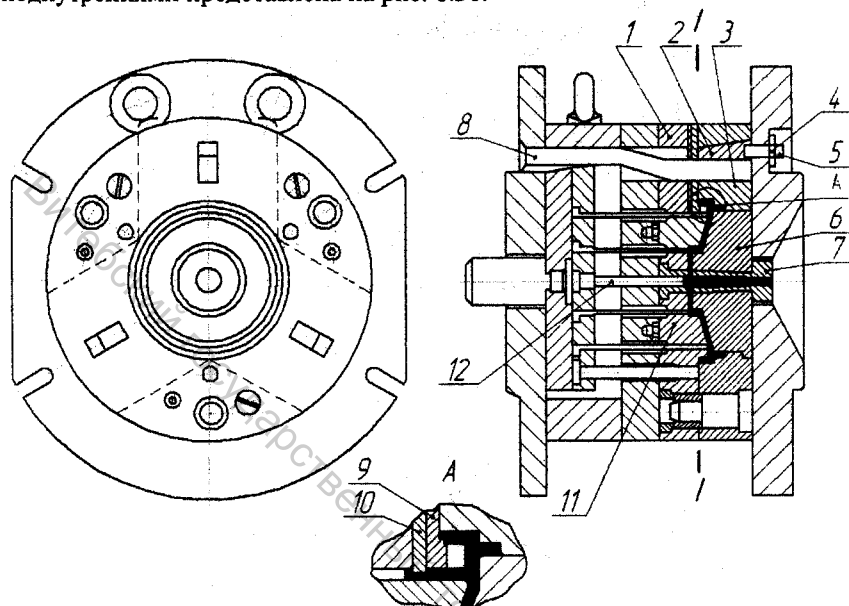


Рис. 6.31 Литевая форма с наружными поднутрениями:

- 1 – обойма; 2 – клин; 3 – компенсатор; 4 – винт нажимной; 5 – гайка; 6 – пуансон; 7 – втулка литниковая; 8 – колонка лекальная; 9 – оформляющий диск; 10 – знак; 11 – матрица; 12 – толкатель

Литевая форма предназначена для изготовления изделий с кольцевой поднутряющей канавкой, формируемой тремя раздвижными секциями. Форма работает следующим образом. После заполнения расплавом полимера формообразующей полости и выдержки под давлением форма раскрывается по плоскости I – I. Подвижные знаки 10 применяются в радиальном направлении, совместно с дисками 9 формируют снаружи изделия кольцевую канавку (рис. 6.31, а). При раскрытии формы по плоскости I – I пуансон 6 выходит из изделия, а литник из литниковой втулки. Изделие удерживается на подвижной полуформе знаками 10. Которые выводятся из поднутрений, а центральный толкатель 12 извлекает изделие из матрицы 11. Далее полуформы смыкаются, знаки 10 и толкатель 12 возвращаются в исходное положение и цикл повторяется.

Автоматическая литевая форма с несколькими плоскостями разъема представлена на рис. 6.32.

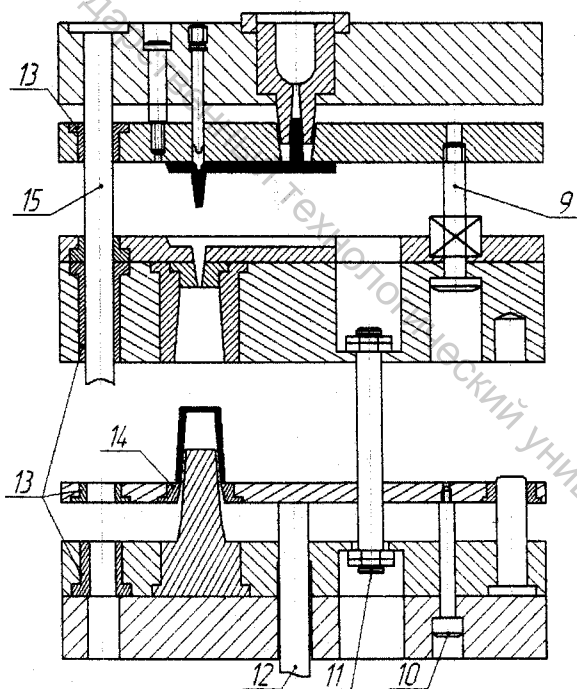
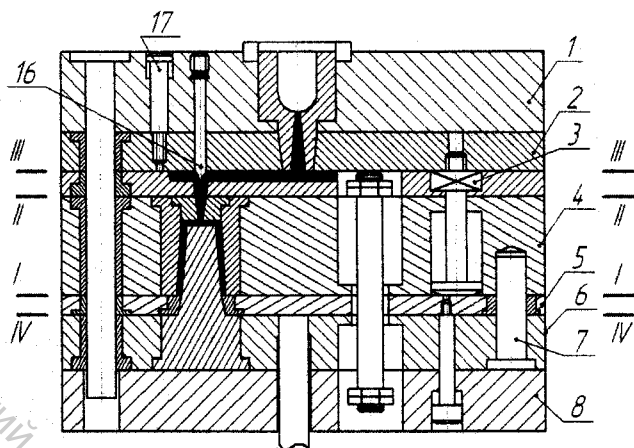


Рис. 6.32 Автоматическая литейная форма с несколькими плоскостями разреза: 1 – плита креплений неподвижная; 2 – плита плавающая; 3 – пружина; 4 – плита матриц; 5 – плита съема; 6 – плита пуансонов; 7 – колонка; 8 – плита крепления; 9, 11 – тяги; 10, 17 – ограничители хода; 12 – толкатель; 13 – втулки; 14 – вставка; 15 – колонка; 16 – выталкиватель

Конструкцией литевой формы предусмотрены три подвижные плиты: плавающая плита 3, плита матриц 4 и плита съема 5. Соответственно форма имеет возможность раскрываться по четырём плоскостям разъема.

Форма работает следующим образом. Расплав полимера через литниковую систему поступает в формообразующие полости, охлаждается и затвердевает. Извлечение изделий и отделение их от подводящего литника осуществляется в процессе раскрытия формы, которая производится в следующей последовательности. Первоначально форма раскрывается по плоскости I – I. При этом изделие отрывается от подводящего литника. Затем плита матрицы 4 под действием пружины 3 размыкается с плавающей плитой 2 по плоскости II – II. В процессе дальнейшего движения подвижной полуформы тягами 9 и 11 осуществляется раскрытие формы по плоскостям III – III и IV – IV. При этом изделие плитой съема 5 отделяется от пуансона, а материал литниковой системы удаляется подпружиненными толкателями 17.

Такое конструктивное решение возможно для сравнительно мелких изделий обтекаемой формы, требующих точечной заливки в донную часть. Сложность конструкции, а, следовательно, сложность ее изготовления несколько ограничивают ее применение. Такая конструкция удобна для сбора изделий и литников в отдельные тары.

6.5 Специальные литевые формы

Двухэтажные горячеканальные литевые формы представляют собой специальные конструкции, которые позволяют удваивать число формирующих полостей при незначительном увеличении требуемого усилия смыкания. Формующие полости располагаются в двух плоскостях; разъемы заполняются одновременно. Для такой формы необходима литевая машина с большим ходом открытия. Ожидание удвоения производительности, которого можно было бы ожидать при удвоении количества гнезд, не оправдывается из-за наличия дополнительных затрат времени на открытие и смыкание формы. Увеличение производительности, составляющее около 80%, а усилия смыкания на 15% выше, чем для обычной формы. Все двухэтажные формы снабжаются коллекторами горячеканальной системы. Двухэтажная форма с двумя плоскостями разъема (рис. 6.33) состоит из трех основных элементов: подвижной и неподвижной полуформ и промежуточной секции. В последней размещается литниковая система.

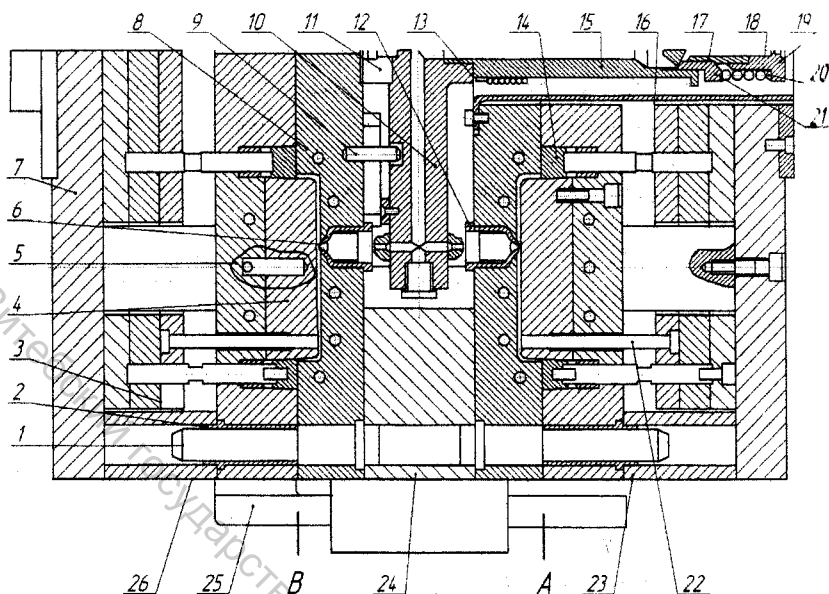


Рис. 6.33 Горячеканальная двухэтажная литейная форма:

- 1 – колонна направляющая; 2 – втулка; 3 – система выталкивания; 4 – пуансон; 5, 7 – плиты; 6 – впускной литниковый канал; 8 – плита матрицы; 9 – замки; 10 – горячий коллектор; 11 – сопло обогреваемое; 12 – нагреватель центрального литника; 13 – нагреватель центрального литника; 14 – кольцо съема; 15 – плита формы; 16 – центральный литник; 17-21 – элементы телескопической литниковой системы литейной машины; 22 – толкатель; 23 – неподвижная полуформа; 24 – промежуточная секция; 25 – привод промежуточной секции и систем выталкивания; 26 – подвижная полуформа

Форма работает следующим образом. Расплав из сопла литейной машины через телескопический центральный литник 17 – 21 подается в обогреваемый коллектор 10, расположенный в промежуточной секции 24. Коллектор распределяет расплав по обогреваемым соплам 11, через которые расплав по впускным каналам 6 поступает в формообразующие полости. Расплав заполняет полости, охлаждается и затвердевает.

Раскрытие формы и удаление изделий производится в следующей последовательности. В процессе движения подвижной полуформы специальный реечный механизм привода 25 (рис. 6.34) движение передает промежуточной секции 24. В результате форма раскрывается по двум плоскостям разреза “А” и “В”. Расстояние между промежуточной секцией и полуформами – подвижной и неподвижной – должно быть достаточным для удаления изделий. Движение выталкивающей системе 3, обеих полуформ, также сообщается от механизма привода 25. Изделия смещаются с пуансонов 4 кольцами 14, приводимыми в движение толкателями 22.

В процессе раскрытия формы и удаления изделий телескопический центральный литник под действием пружин удлиняется и поэтому находится в постоянном сопряжении с соплом литейной машины

В процессе обратного движения подвижной полуформы механизм привода возвращает промежуточную секцию и выталкивающие системы обеих полуформ в исходное положение; происходит смыкание полуформ по плоскостям "А", "В"; цикл повторяется.

На рис. 6.34 представлена схема реечного механизма привода промежуточной секции и систем выталкивания.

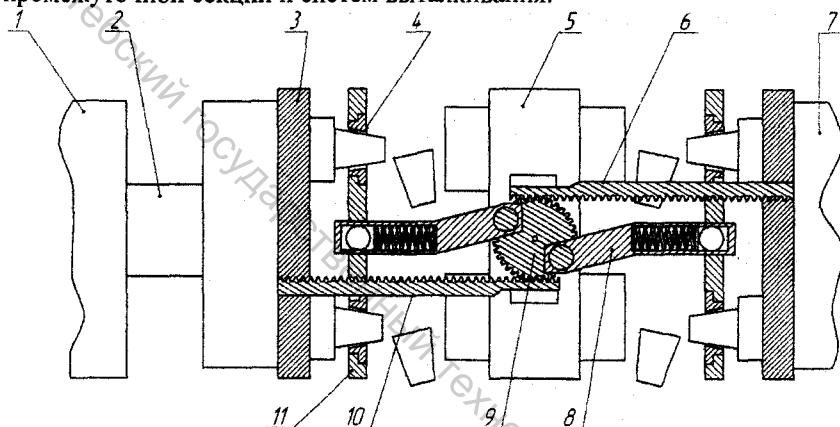


Рис. 6.34 Схема реечного механизма привода:

1 – узел смыкания литейной машины; 2 – шток смыкания; 3 – плита крепления подвижной полуформы; 4 – кольцо съема; 5 – промежуточная секция; 6 – зубчатая неподвижная рейка; 7 – плита крепления неподвижной полуформы; 8 – тяга поворотной системы выталкивания; 9 – зубчатое колесо; 10 – зубчатая подвижная рейка

Механизм устроен следующим образом. Зубчатое колесо 9 установлено с возможностью вращения на промежуточной секции 5. Оно находится в постоянном зацеплении с неподвижной 6 и подвижной 10 рейками, соединенными непосредственно с неподвижной и подвижной полуформами. Кроме того, зубчатое колесо шарнирно соединяется с тягами 8, которые, в свою очередь, шарнирно соединяются с системой выталкивания подвижной и неподвижной полуформ.

Работа механизма осуществляется следующим образом. При движении подвижной части формы поступательное перемещение рейки 10 преобразуется во вращательное движение зубчатого колеса 9, которое начинает перекатываться по неподвижной рейке. В результате связанная с колесом промежуточная секция 5 также начинает

поступательно перемещаться. В ходе этих перемещений форма раскрывается на три составных части. Одновременно вращательное движение зубчатого колеса через поворотные тяги 8 преобразуется во встречное движение систем выталкивания подвижной и неподвижной форм, которые снимают изделия с пуансонов.

Литьевая форма для изготовления выплавляемых пуансонов.

Технология литья с выплавляемым пуансоном является способом производства, при котором пуансон разрушается. Технологический цикл литья пуансонов (рис. 6.35) в целом похож на технологический цикл переработки пластмасс литьем под давлением. Однако вследствие разницы в материалах некоторые стадии процесса отличаются.

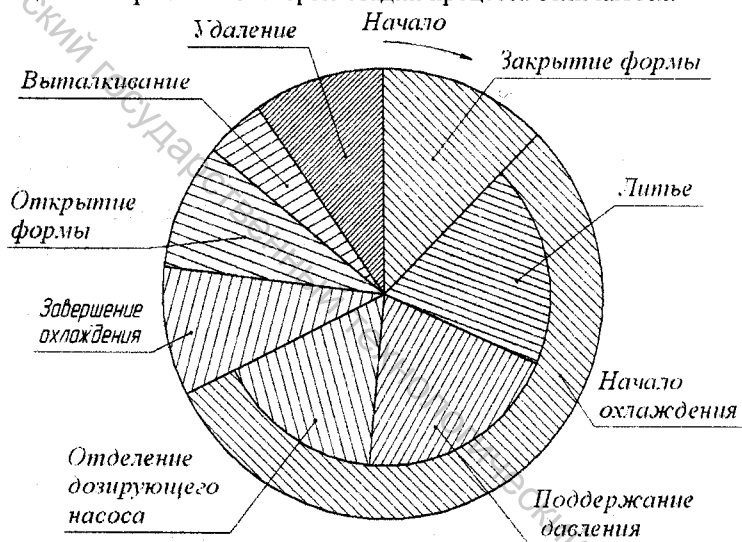


Рис. 6.35 Технологический цикл изготовления выплавляемых пуансонов.

В момент начала цикла форма закрыта и замкнута. Затем начинается процесс литья, по продолжительности значительно меньший, по сравнению с полимерным расплавом. Расплав подается в форму поршневым насосом. Когда литьевая форма по объему заполняется, давление можно сбросить при условии, что используется сопло с запорной иглой. Давление подпитки не требуется, так как объем легкоплавкого металлического расплава не изменяется при остывании. Если используется открытое сопло, то давление следует поддерживать до тех пор, пока расплав в зоне не остынет. После окончательного застывания литьевая форма открывается, пуансон выталкивается и удаляется.

Материалом для изготовления выплавляемых пуансонов служит эвтектический сплав олова и висмута. Отличительной особенностью этого сплава является то, что переход в твердое состояние происходит практически без усадки. Чистое олово при застывании дает усадку, а висмут, наоборот, увеличивается в объеме на 3,3%.

Конструкция **литевой формы** для выплавляемых пуансонов по сути не отличается от форм литья под давлением. В качестве примера показана литевая форма (рис. 6.36), предназначенная для изготовления пуансонов, используемых в процессах литья корпуса водяного насоса.

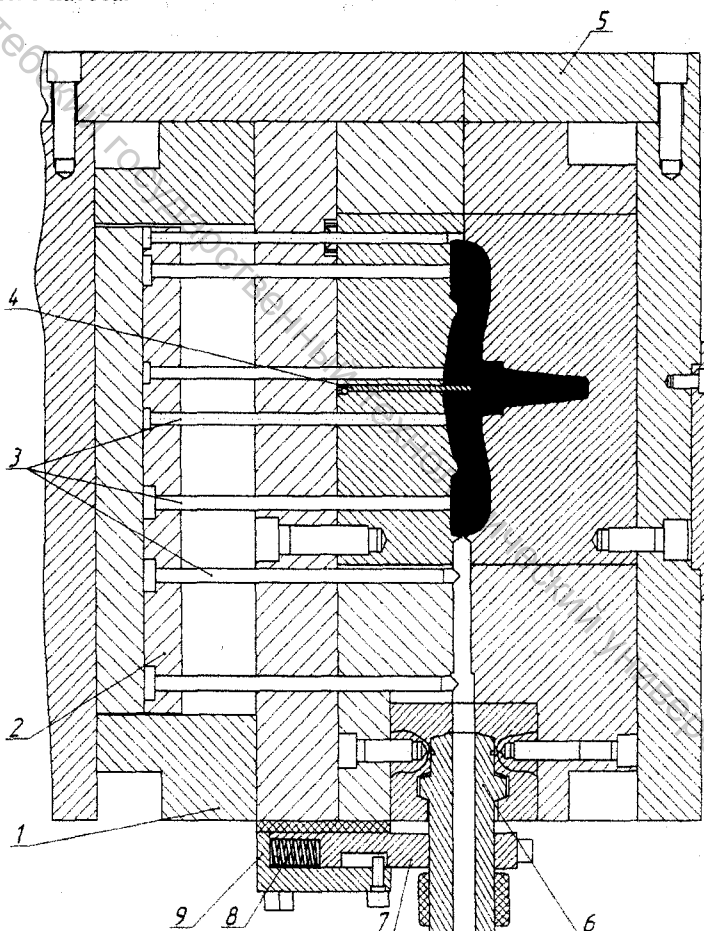


Рис. 6.36 Литевая форма для изготовления выплавляемых пуансонов: 1 – подвижная полуформа; 2 – система выталкивания; 3 – выталкиватели; 4 – стержень; 5 – неподвижная полуформа; 6 – коллектор; 7 – держатель коллектора; 8 – пружина; 9 – каретка

Особенность конструкции формы заключается в литниковой системе. Вязкость материала для выплавляемых пуансонов значительно меньше, чем вязкость полимерных расплавов, и требует высокого давления, а следовательно, и больших усилий смыкания. Поскольку температура литниковой формы поддерживается в пределах от 30 до 80°C, то температура первого контакта между горячим расплавом металла и холодной стенкой формы всегда будет ниже, чем температура плавления материала пуансона.

Необходимо учитывать действие сил гравитации. Поэтому литниковый канал расположен в самой низкой точке пуансона.

Коллектор 6 крепится в державке 7, установленной в подвижной каретке 9. В течение всего технологического цикла литья коллектор остается неподвижным, а во время закрытия формы коллектор зажимается между подвижной и неподвижной полуформами.

Недостаток такой конструкции заключается в том, что выплавляемый пуансон после извлечения требует механической обработки по отделению литников. В современных конструкциях форм используют сопла с запорной иглой, что существенно облегчает автоматизацию производства.

Литьевая форма для изготовления микродеталей.

Литье под давлением используется как для получения чрезвычайно малых изделий, элементы которых весят менее тысячной доли грамма, так и для получения очень тонких элементов, размером в несколько квадратных микрон, на относительно крупных изделиях. Микролитьем получают изделия с минимальной шириной 2,5 мкм и высотой 20 мкм.

Качество отлитых микроизделий зависит от технологического процесса, который существенно отличается от литья изделий обычных размеров (рис. 6.37).

В первую очередь литьевые формы должны быть оснащены вариометрической нагревательной системой, которая еще до начала процесса нагревает форму до температуры расплава, а потом в течение каждого цикла охлаждает форму до температуры выталкивания.

В обязательном порядке необходимо вакуумирование формообразующих полостей.

Высокие требования предъявляются на отклонение формы поверхностей смыкания, конструкцию толкателей и формообразующих вставок.

Типовая форма для литья микроизделий представлена на рис. 6.38.

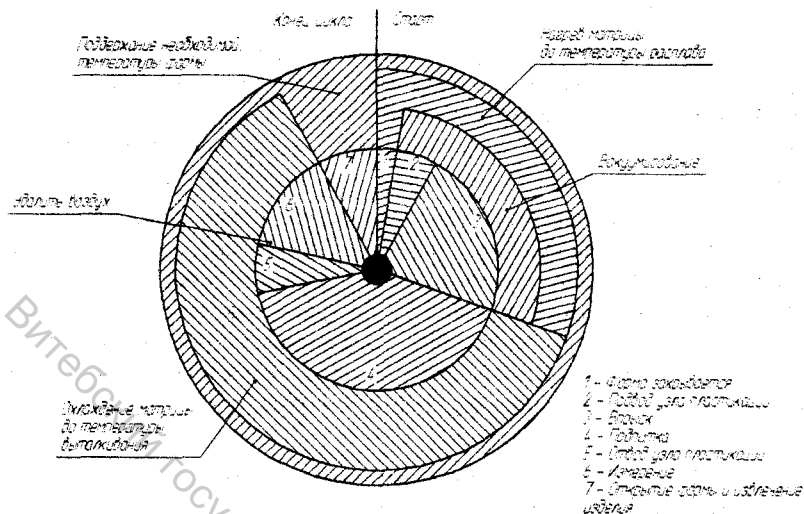


Рис. 6.37 Цикл литья микроизделий: 1 – форма закрывается; 2 – подвод узла пластикации; 3 – впрыск; 4 – подпитка; 5 – отвод узла пластикации; 6 – измерение; 7 – открытие формы и извлечение изделия

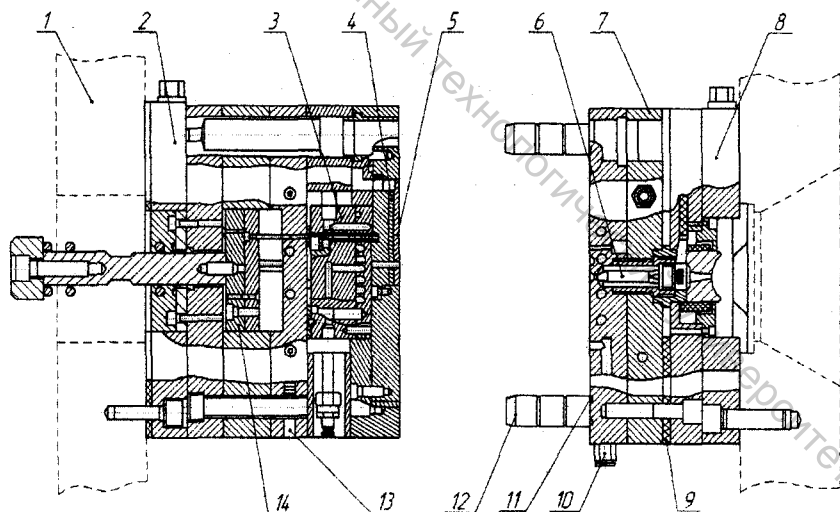


Рис. 6.38 Типовая форма для изготовления микроизделий: 1 – узел смыкания; 2 – плита крепления подвижной полуформы; 3 – внутренний контур терморегуляции; 4 – нагреватель электрический; 5 – вставка формообразующая; 6 – горячий канал; 7 – терморегулятор водяной; 8 – плита крепления неподвижной полуформы; 9 – теплоизоляция; 10 – штуцер вакуумный; 11 – кольцо уплотнительное; 12 – колонка; 13 – внешний контур терморегуляции; 14 – система выталкивания

6.6 Групповые переналаживаемые формы

Переналаживаемые формы можно разделить на две группы: полустационарные блоки с пакетами, которые в каждом цикле выносятся за пределы блока для извлечения изделия; стационарные блоки с пакетами, представляющие собой фактически специальную форму.

Блоки с пакетами по технологическим характеристикам мало отличаются от специальных форм и позволяют обеспечить в большинстве случаев оптимальный технологический режим изготовления пластмассовых изделий. По сравнению со специальными формами они позволяют уменьшить трудоемкость проектирования на 60 – 70%, трудоемкость изготовления 50 – 60%; время на переналадку и разогрев 50%; складские помещения в 2..4 раза, материалоемкость в 3..10 раз.

6.6.1 Групповые переналаживаемые пресс-формы для изготовления изделий из реактопластов

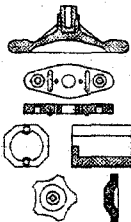
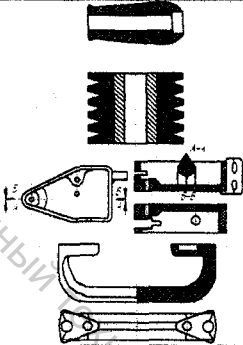
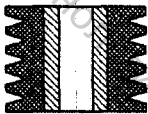
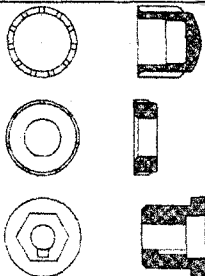
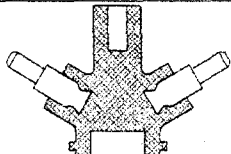
Групповые пресс-формы выбирают в соответствии с рекомендациями, изложенными в табл. 6.20, в которой даны типовые представители групп изделий и их характеристики. По характеристике определяют группу изделия и блока, индексы пакетов. Типоразмер блока и пакета подбирают по соответствующим таблицам и рисункам. В качестве примера на рис. 6.39 представлен блок группы “А”.

Блок предназначен для установки пакета А - 1, при использовании которого можно одновременно получать разные изделия (до четырех) при одинаковых параметрах технологического режима (времени выдержки, температуры, давления). Для изготовления на блоке крупногабаритных изделий используют пакет А - 2.

Блок устроен следующим образом. Матрицы 4 пакетов А - 1 крепятся в переходной обойме 6 болтами 13, 17 и планками 14, 18. Положение матрицы определяется шпонками 15. Для установки пакета А - 2 из блока извлекают переходную обойму 6 и на ее место устанавливают матрицу пакета, идентичную по форме и размерам переходной обойме. Для крепления матрицы предназначены планки 16, одновременно являющиеся опорными планками блока.

Сменные выталкиватели 5 закреплены в плитах 7 и 8 с помощью быстродействующего запорного устройства, представляющего собой цилиндрический валик 9 с лысками. Фиксацию валика от проворачивания обеспечивает запорная планка. Расположение выталкивателей определяется расположением отверстий в плитах выталкивателей. Отверстия в матрицах служат направляющими для выталкивателей.

Типовые представители групп изделий из реактопластов

Группа изделия	Характеристика изделий	Типовые представители	Группа блока	Индекс пакета
а	Изделия любой формы в плане, монолитные или полые, с отверстиями, резьбой, арматурой, расположенных параллельно направлению разреза блока		А	А - 1 А - 2
б	То же, а также поднутрения (выступы, отверстия, резьбы) и арматура, расположенные перпендикулярно плоскости разреза матрицы		Б	Б - 1
в	Шкивы с повышенной точностью (с арматурой и без нее)		В	В - 1
г	Гайки, пробки резьбовые и др. с внутренней и наружной резьбами		Г	Г - 1
д	Изделия групп а, б, в, г, а также другие изделия со сложной установкой арматуры и съемных оформляющих знаков		Д	Д - 1

Пуансоны 2 пакета А – 1 устанавливают в пуансонодержатель 3, который крепят к верхней плите обогрева 10. Для этого пуансонодержатель вставляют по направляющим 11, базируют на установочных штифтах 12 и закрепляют винтами 1. Пуансонодержатель может входить в комплекты блока пакетов; в последнем случае повышается надежность установки пуансона в пуансонодержателе.

Размеры блоков приведены в таблице 6.21.

Таблица 6.21

Габаритные и присоединительные размеры, мм, блока группы А
(рис. 6.39)

Усиление пресса, кН	L	B	H	L ₁ (пред. откл. по f7)	B ₁ (пред. откл. по f7)	A(пред. откл. по±0,02)	H ₁
630	480	480	450	290	290	260	90
1000	500	480	490				110
1600	630	630	540	420	420	390	130
Усиление пресса, кН	H ₂	H ₃	H ₄	Размеры изделия, не более		Площадь прессования, см ² при давлении 25 МПа	Масса, кг
				d	H		
630	55	80	25	175	45	240	580
1000		100		220	65	400	700
1600	60	120	30	280	85	600	1000

Сменные пакеты А – 1 и А – 2 представлены в таблице 6.22.

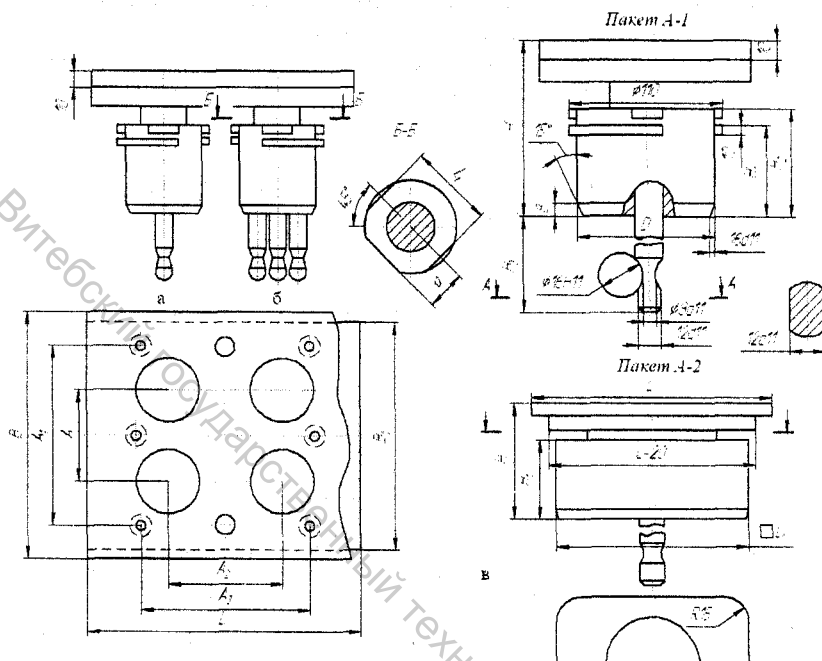
Аналогично подбирают блоки и пакеты пресс-форм для изделий остальных групп (“Б”, “В”, “Г”, “Д” (табл. 6.20)).

6.6.2 Групповые переналаживаемые литьевые формы для изготовления изделий из термопластов

Групповые литформы выбирают по таблице 6.23, в которой приведены представители групп изделий из термопластов и их характеристики. По характеристике изделия определяют группу изделия, блока, а также индексы пакетов для изделий данной группы.

Таблица 6.22

Сменные пакеты А – 1 и А – 2 (размеры, мм)

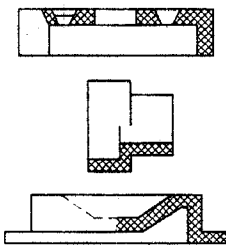
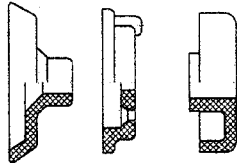
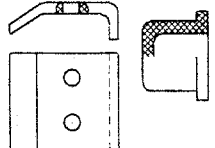


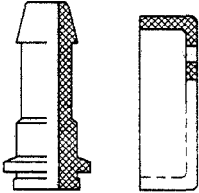
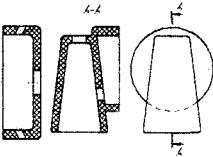
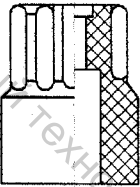
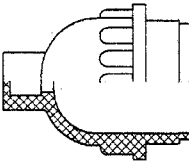
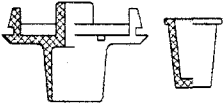
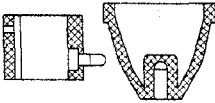
Пакеты четырехгнездного (а, б) и одногнездного (в) исполнения

Усилие пресса, кН	D (пред. откл. по f7)	L	L ₁	L ₂ (пред. откл. по f7)	A	A ₁	A ₂	A ₃
630	105	320	90	290	130	250	130	200
1000	130		115		155		155	280
1600	160	450	130	420	185	380	185	330
Усилие пресса, кН	а (пред. откл. ±0,01)		В	В ₁	Н	Н ₁	Н ₂	Н ₃
630	52,5		320	300	145	90	105	175
1000	65				170	110	125	195
1600	80		450	430	185	130	145	220

Таблица 6.23

Типовые представители групп изделий из термопластов

Группа изделия	Характеристика изделий	Типовые представители	Группа блока	Индекс пакета	Особенности пакета
1	2	3	4	5	6
а	Изделия любой формы в плане, монолитные или полые, с отверстиями, резьбой, арматурой (буксами, гайками и др.), расположенными параллельно направлению разреза блока. Съем изделий плитой в подвижной части формы		А	А-1	Используют с переходными кольцами
				А-2	-
б	Изделия плоскостные любой формы в плане, монолитные или полые, с отверстиями, резьбой, арматурой, расположенными параллельно направлению разреза блока. Съем изделий плитой в неподвижной части формы		Б	Б-1	-
в1	Изделия любой формы в плане, монолитные или полые, с отверстиями, резьбой, арматурой (буксами, гайками и др.), расположенными параллельно направлению разреза блока. Съем – выталкивателями или плитой		В	В-1	Используют с обоймами
в2	Изделия группы б, не соответствующие по размеру Б-1 или мелкие для изготовления в многогнездном пакете		В	В-2	-

1	2	3	4	5	6
в3	Изделия с неглубокими поднутрениями, расположенными перпендикулярно направлению разреза		В	В-2	Используют с лекальными устройствами (колонками, клиньями и др.), либо гидро- или пневмоцилиндрами
в4	Изделия с любыми поднутрениями, расположенными под любым углом направлению разреза блока		В	В-2	
г	Изделия с одной внутренней резьбой, имеющие элементы (рифления, грани, эксцентриситет резьбового отверстия относительно наружной поверхности изделия и др.), препятствующие проворачиванию изделия при свинчивании его с резьбового знака		Г	Г-1	-
д	Изделия группы г, а также изделия с внутренней и наружной резьбой, поднутрением.		Д	Д-1	-
е	Изделия группы а, б, в, г, а также другие изделия со сложной установкой арматуры и съемных оформляющих знаков		Е	Е-1	Стационарный
				Е-2	Кассетный

В качестве примера на рисунке 6.40 приведен блок литейной формы для изготовления изделий группы "А" (табл. 6.23).

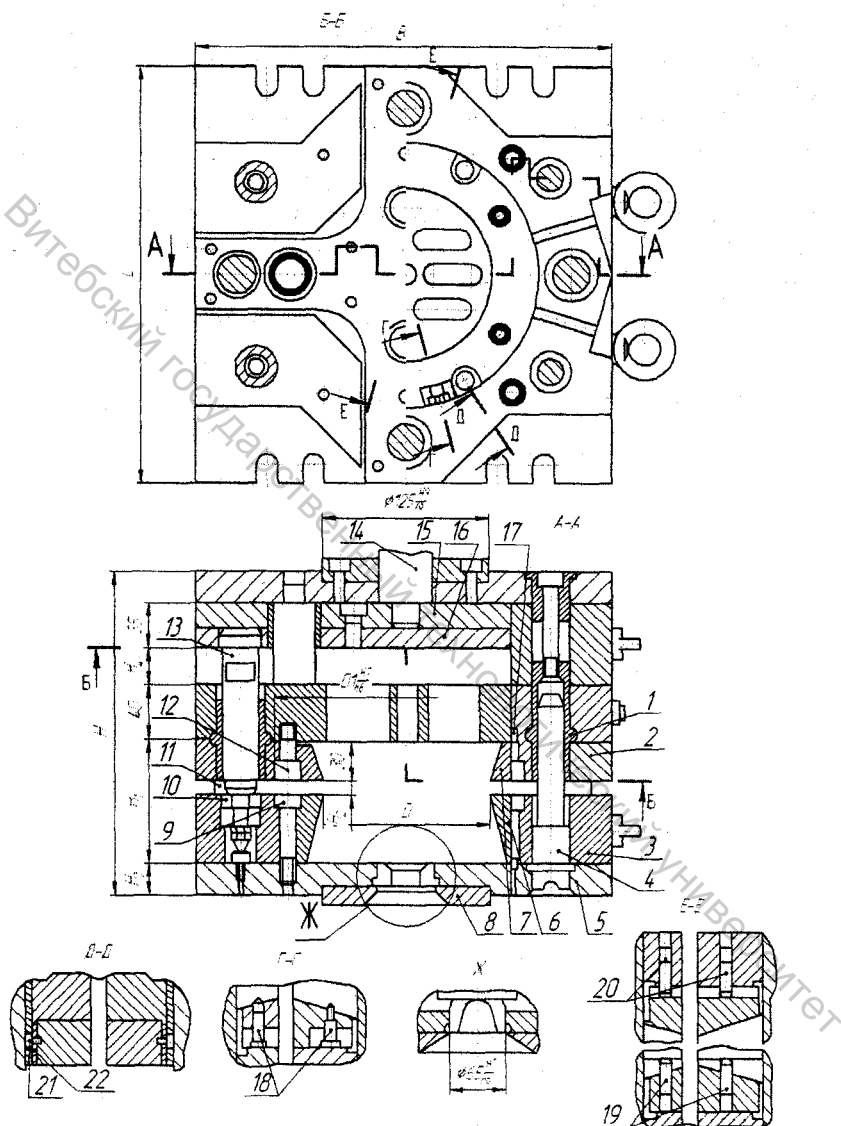


Рис. 6.40 Блок литейной формы группы "А":

1 – втулка; 2,3 – обоймы; 4 – колонка; 5,17,9,12,21 – винты; 6,7 – кольца переходные; 8 – кольцо; 10 – гайка; 11 – плита съемная; 13 – тяга; 14 – шток; 15,16 – плиты; 18 – фиксатор; 19,20 – винты специальные

В блоке предусмотрена установка сменных пакетов для изготовления изделий, требующих их съема с пуансона сталкивающей плитой. Конструктивно блок несложен, прост в изготовлении и эксплуатации, работает как стационарная форма. Это позволяет применить его в условиях не только единичного, но и серийного производства.

Наличие в блоке переходных колец 6 и 7 позволяет использовать пакеты трех типов, устанавливаемых в обоймы 2 и 3 (рис. 6.41). Для установки пакета четвертого типа (рис. 6.42) обоймы 2 и 3 удаляют. Конструкция блока предусматривает перестановку местами обойм 2 и 3. Для этого тяги 13 выполнены с двумя посадочными диаметрами для крепления плиты 11 смена изделий.

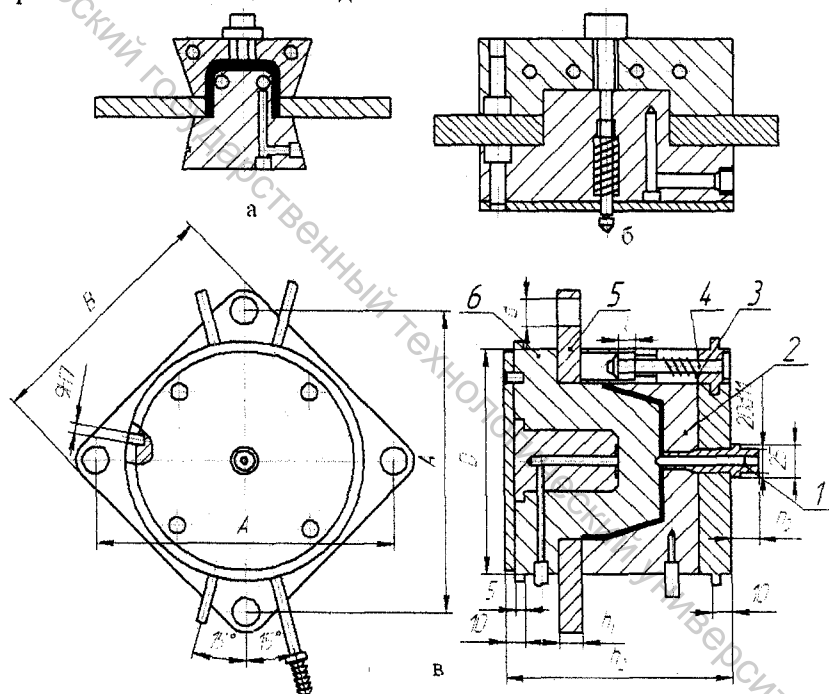


Рис. 6.41 Пакет к блоку группы А с установкой в кольцо (а), без кольца (б) и с буртиком (в)

Проворачивание пакетов исключают специальные винты 19 и 20, выпадение частей пакета при установке их в блок вместе с кольцами – фиксатор 18. Пакет, представленный на рис. 6.41, а, устанавливают в блок следующим образом. В переходные кольца 6, 7 устанавливают подвижную и неподвижную части пакета и закрепляют фиксаторами 18.

Затем переходные кольца вместе с закрепленными в ней частями пакета устанавливают в блок и крепят винтами 9 и 12.

Пакеты без колец (рис. 6.41, б) устанавливают в блок в следующем порядке. Выворачивают винты 9, 12 и удаляют из блока кольца 6, 7, а на их место устанавливают подвижную и неподвижную части пакета и закрепляют винтами 9, 12. Если крепление пакета винтами не допускается, подвижную и неподвижную части пакета изготавливают с удерживающими буртиками (рис. 6.41, в). Обоймы 2 и 3 снимают, винты 21 ослабляют, планки 22 сдвигают. Затем в обоймы устанавливают подвижную и неподвижную части пакета и прижимают планками 22 (это необходимо для безопасного транспортирования обойм 2 и 3 вместе с установленными в них частями пакета). Обойму 2 устанавливают по втулке 1, обойму 3 – по колонке 4 и закрепляют винтами 5 и 17. После этого плиту 11 устанавливают на тяги 13 и закрепляют гайками 10. Блок готов к работе.

Пакет, представленный на рис. 6.42, устанавливают следующим образом. Винты 5 и 17 вывинчивают, обоймы 2 и 3 снимают со втулок 1 и колонок 4, а на их место устанавливают подвижную и неподвижную части пакета и крепят винтами 5, 17.

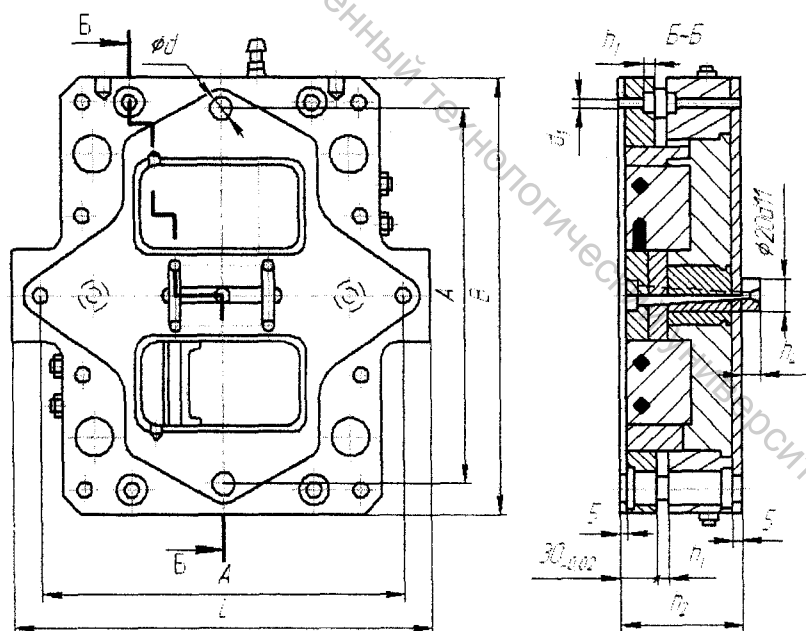


Рис. 6.42 Пакет к блоку группы А с установкой без обоймы

Таблица 6.24

Габаритные и присоединительные размеры блока группы "А"

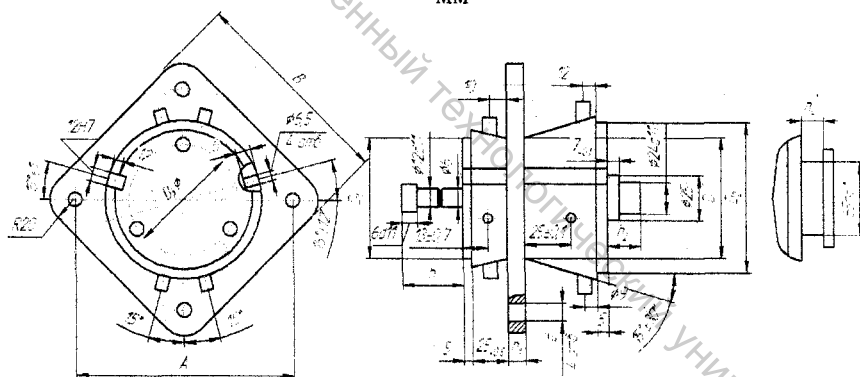
(рис. 6.40), мм

Модель термопласт автомата	Максимальный объем отливки, см ³	Максимальная высота изделия	L	B	H, не более	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	D'	D ₁	Масса, кг
ДЗ127-63; ДЕЗ127-63Ц1	63	40	300	300	250	95	12	25	30	130	200	175
ДЗ130-125; ДЕЗ130-125Ц1; ДЕЗ130-125Ц2	125	60	420	420	310	120	15	30	55	200	310	490

Таблица 6.25

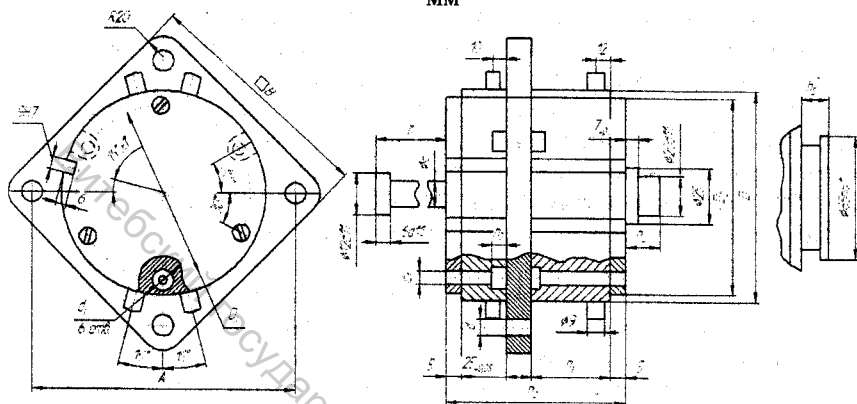
Габаритные и присоединительные размеры сменного пакета А - 1,

мм



Модель термопласт автомата	Максимальный объем отливки, см ³	D (пред.откл. по9)	D ₁	D ₂	B	A (пред.откл. ±0,02)	d (пред.откл. по Н7)	h (пред.откл. ±0,2)	h ₁ (пред.откл. ±0,02)	h ₂ (пред.откл. ±0,02)	h ₃ (пред.откл. ±0,02)	h ₃ (пред.откл. ±0,02)
ДЗ127-63; ДЕЗ127-63Ц1	63	130	142	154	210	250	16	69	12	95	20	18
ДЗ130-125; ДЕЗ130-125Ц1; ДЕЗ130-125Ц2	125	200	210	235	300	360	20	94	15	120	25	23

Габаритные и присоединительные размеры сменного пакета А – 2,
мм



Модель термопласт автомата	Максимальный объем отливки, см ³	D (пред. откл. по h6)	D ₁ (пред. откл. ±0,4)	D ₂	B	A (пред. откл. ±0,2)	d (пред. откл. по H7)	d ₁	d ₂
ДЗ127-63; ДЕЗ127-63Ц1	63	200	180	195	210	250	16	13	19
ДЗ130-125; ДЕЗ130-125Ц1; ДЕЗ130-125Ц2	125	310	270	305	300	360	20	17	26

Модель термопласт автомата	h (пред. откл. ±0,2)	h ₁ (пред. откл. ±0,02)	h ₂ (пред. откл. -0,02)	h ₃	h ₄	H ₅ (пред. откл. ±0,02)
ДЗ127-63; ДЕЗ127-63Ц1	69	12	95	12	20	18
ДЗ130-125; ДЕЗ130-125Ц1; ДЕЗ130-125Ц2	94	15	120	16	25	20

6.7 Системы литевых форм

6.7.1. Литниковая система

Литниковая система – это система каналов, предназначенная для подачи материала из сопла литевой машины в формообразующие гнезда формы.

Затвердевший в литниковых каналах полимер называется **литником**. В общем случае литниковая система включает три основных элемента: центральный литниковый канал, по которому расплав из цилиндра литевой машины поступает в форму; разводящий канал, ответвляющийся от центрально литникового; впускной канал, по которому расплав непосредственно поступает в форму.

Центральный литниковый канал должен иметь достаточно большое сечение, возрастающее с увеличением вязкости расплава и толщины стенок изделия для сохранения жидкотекучести расплава и обеспечения подпитки материала, заполнившего оформляющую полость. При этом сечение центрального литникового канала не должно быть слишком большим, так как это увеличивает время охлаждения и может ухудшать внешний вид изделия. Диаметр отверстия d_1 на входе в литниковый канал (рис. 6.43) можно принять по зависимости d_1 от массы m отливки (заштрихованная зона – рис. 6.44)

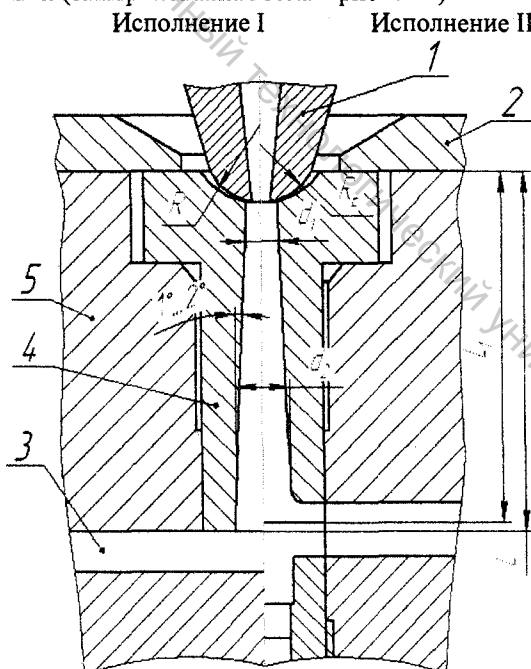


Рис. 6.43 Схемы конструкции центрального литникового канала:
1 – сопло; 2 – кольцо; 3 – подводящий канал; 4 – кольцо; 5 – плита крепления

$d_1, \text{ мм}$

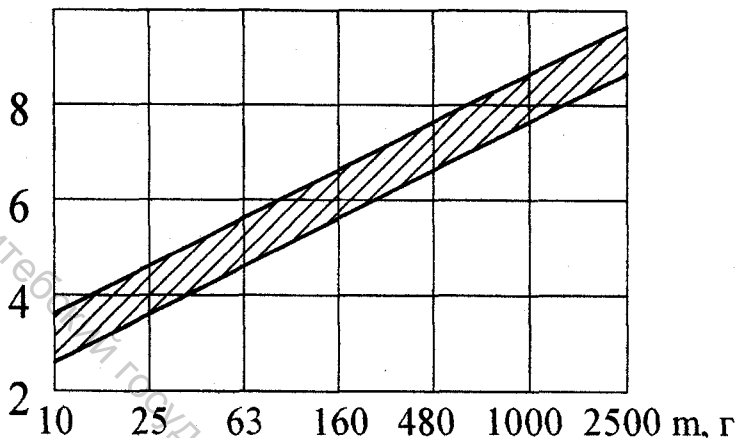


Рис. 6.44 Зависимость диаметра центрального литникового канала от массы изделия

Диаметр d_1 рекомендуется выполнять на 0,4-0,6 мм больше диаметра сопла d_c .

Диаметр на входе в литниковую втулку можно определить аналитически. Расчетный диаметр равен:

$$d_p = 0,2\sqrt{V / \pi v \tau}, \quad (6.6)$$

где V – объем впрыска, см^3 ; v – средняя скорость течения материала в литниковой втулке, см/с ; τ – продолжительность впрыска, с.

Рекомендуемые значения средней скорости: для отливок объемом от 100 см^3 $V = 360 \text{ см/с}$; для отливок объемом до 500 см^3 $V = 450 \text{ см/с}$; для отливок объемом более 500 см^3 $V = 550 \dots 600 \text{ см/с}$;

Если диаметр d_p больше диаметра d_c сопла машины, то принимают диаметр литника $d_c = d_p \cdot (0,4 \dots 0,6)$. Если $d_p < d_c$, то на практике принимают диаметр литника $d_1 = d_c + (0,4 \dots 0,6) \text{ мм}$.

Диаметр d_2 центрального литникового канала на входе и его максимально допустимую длину выбирают по таблице 6.27.

Центральный литниковый канал обязательно выполняют коническим. Угол конуса определяется усадкой полимера и его адгезионными свойствами.

Рекомендуемый угол конуса α (кроме поликарбоната и стеклонаполненных полимеров) 3° . Для поликарбоната и стеклонаполненных полимеров $\alpha = 4 \dots 6^\circ$.

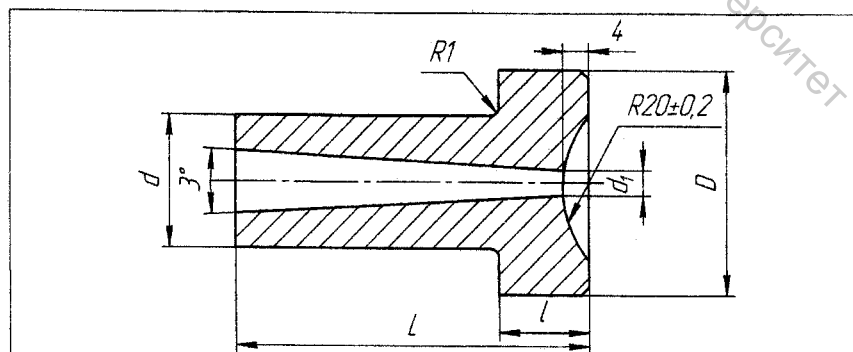
Таблица 6.27

Значения диаметра d_2 центрального литникового канала на выходе и максимально допустимой длины L при различных углах α конуса (линейные размеры, мм)

Диаметр d_1 центрально литникового канала на входе	d_2	L	d_2	L	d_2	L	d_2	L	d_2	L
	$\alpha = 2^\circ$		$\alpha = 3^\circ$		$\alpha = 4^\circ$		$\alpha = 5^\circ$		$\alpha = 6^\circ$	
2,5	4,2	50	5,1	50	6,0	50	6,9	50	7,7	50
3,0	4,7	50	5,6	50	6,5	50	7,4	50	8,2	50
3,5	5,9	70	7,2	70	8,4	70	9,6	70	10,8	70
4,0	6,4	70	7,7	70	8,9	70	10,1	70	11,3	70
4,5	6,9	70	8,2	70	9,4	70	10,6	70	11,8	70
5,0	7,8	80	9,2	80	10,5	80	12,0	80	13,4	80
5,5	8,3	80	9,7	80	11,1	80	12,5	80	13,9	80
6,0	8,8	80	10,2	80	11,6	80	13,0	80	14,4	80
6,5	9,3	80	10,7	80	12,1	80	13,5	80	14,9	80
7,0	10,1	90	11,7	90	13,3	90	14,9	90	16,4	90
7,5	10,6	90	12,2	90	13,8	90	15,4	90	16,9	90
8,0	11,1	90	12,7	90	14,3	90	15,9	90	17,4	90
8,5	12,0	100	13,7	100	15,5	100	17,3	100	19,0	100
9,0	12,5	100	14,2	100	16,0	100	17,8	100	19,5	100
9,5	13,0	100	14,7	100	16,5	100	18,3	100	20,2	100
10,0	13,5	100	15,2	100	17,0	100	18,8	100	20,5	100
10,5	14,0	100	15,7	100	17,5	100	19,3	100	21,0	100
11,0	14,5	100	16,2	100	18,0	100	19,8	100	21,5	100
11,5	15,0	100	16,7	100	18,5	100	20,3	100	22,0	100
12,0	15,5	100	17,2	100	19,0	100	20,8	100	22,5	100

Таблица 6.28

Втулки литниковых форм для литья термопластов под давлением



Продолжение таблицы 6.28

L (пред. откл +0,3)	D	d (пред. откл. по п6)	d ₁	l (пред. откл. по h9)	Масса, кг. не более
33	32	16	3,6	11	0,096
			4,5		0,095
36			3,6		0,098
			4,5		0,096
42			3,6	9	0,107
			4,5		0,104
45			3,6		0,111
			4,5		0,109
53			3,6	11	0,124
			4,5		0,121
56			3,6		0,128
			4,5		0,124
62			3,6	9	0,133
			4,5		0,129
65			3,6		0,137
			4,5		0,133
41	40	20	3,6	9	0,159
			4,5		0,156
			5,6		0,153
			3,6		0,168
45			4,5	11	0,165
			5,6		0,161
			3,6		0,197
52			4,5		0,194
			5,6		0,190
			3,6		0,208
56			4,5		0,204
			5,6		0,199

Примечание. Пример условного обозначения литниковой втулки размерами L = 33 мм, D = 32 мм и d₁ = 3,6 мм:

Втулка 0602-0451 ГОСТ 22077-76.

Материал – сталь У8А по ГОСТ 1435-74. Твердость HRC 49,5...53.

По требованию потребителя допускаются другие значения радиуса R.

Неуказанные предельные отклонения H14, h14, ±IT14/2.

Технические условия по ГОСТ 22082-76.

Разводящие каналы являются частью литниковой системы, соединяющей оформляющие полости формы с центральным литником. Формы сечения разводящих каналов и рекомендации по применению даны в таблице 6.29.

Таблица 6.29

Рекомендации по применению каналов с различной формой сечения

Вариант	Эскиз	Форма сечения разводящего канала	Характеристика канала	Примечание
1	2	3	4	5
1		Плоская	Расположены в одной плите. Способствуют быстрому охлаждению расплава. На изделии возможны спай, утяжины, следы потока, и т. д.	Не допускаются
2		Сегментная		
3		Прямоугольная	Прямоугольный канал выполнен в двух плитах, трапециевидный — в одной плите.	Нежелательны
4		Трапециевидная	Относительно развитая поверхность. Недостатки предыдущих сечений выражены в меньшей степени.	
5		Трапециевидная	Трапециевидный канал выполнен в двух плитах, сегментный — в одной плите.	Рекомендуются
6		Сегментная $b = 1,25h$; $d = S_n + 1,5$ мм; $h_1 = (2/3)d$	Обеспечивают хорошее течение расплава и небольшие потери теплоты	
7		Круглая	Форма оптимальная	Предпочтительны

При заполнении каналов расплавом материала прилегающий к стенкам материал интенсивно охлаждается и затвердевает. При этом уменьшается эффективное сечение канала. В связи с этим каналы редко изготавливают с площадью поперечного сечения меньше 7 мм^2 . В то же время площадь поперечного сечения канала не должна быть слишком велика, чтобы не изменялась продолжительность цикла литья. По этой причине нежелательно изготовление канала сечением более 80 мм^2 .

Попадание в оформляющие гнездо охлажденного переднего фронта расплава может приводить к появлению дефектов на поверхности изделий. Для уменьшения этих явлений разводящий канал перед поворотом следует снабдить специальными сборниками (рис. 6.45).

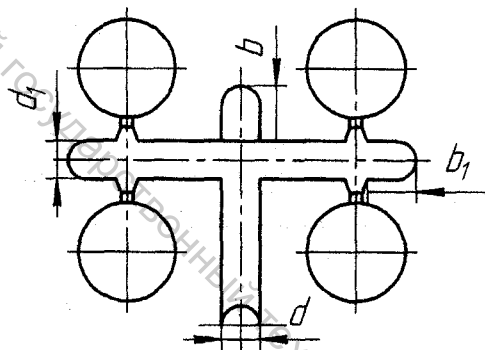


Рис. 6.45 Схема сборников разводящих каналов

$$b = (1,0 \dots 1,5)d$$

$$b_1 = (1,0 \dots 1,5)d_1 \quad (6.7)$$

Необходимо добиваться такого расположения разводящих каналов, которое обеспечивает идеальные условия заполнения оформляющих гнезд расплавом полимера. Задача решается путем одинакового по длине перемещения расплава ко всем гнездам (Рис. 6.46). Рекомендуемые направления перемещения указаны утолщенными линиями.

Впускные каналы предназначены для непосредственного подвода материала к оформляющей полости. От их размеров и расположения в значительной степени зависит качество изделий. При определении размеров впускных каналов необходимо руководствоваться следующими соображениями:

для уменьшения потерь давления при заполнении формы длина впускных каналов должна быть минимальной;

площадь сечения канала не должна быть слишком мала, так как это приводит к большим потерям давления, затрудняет заполнение формы.

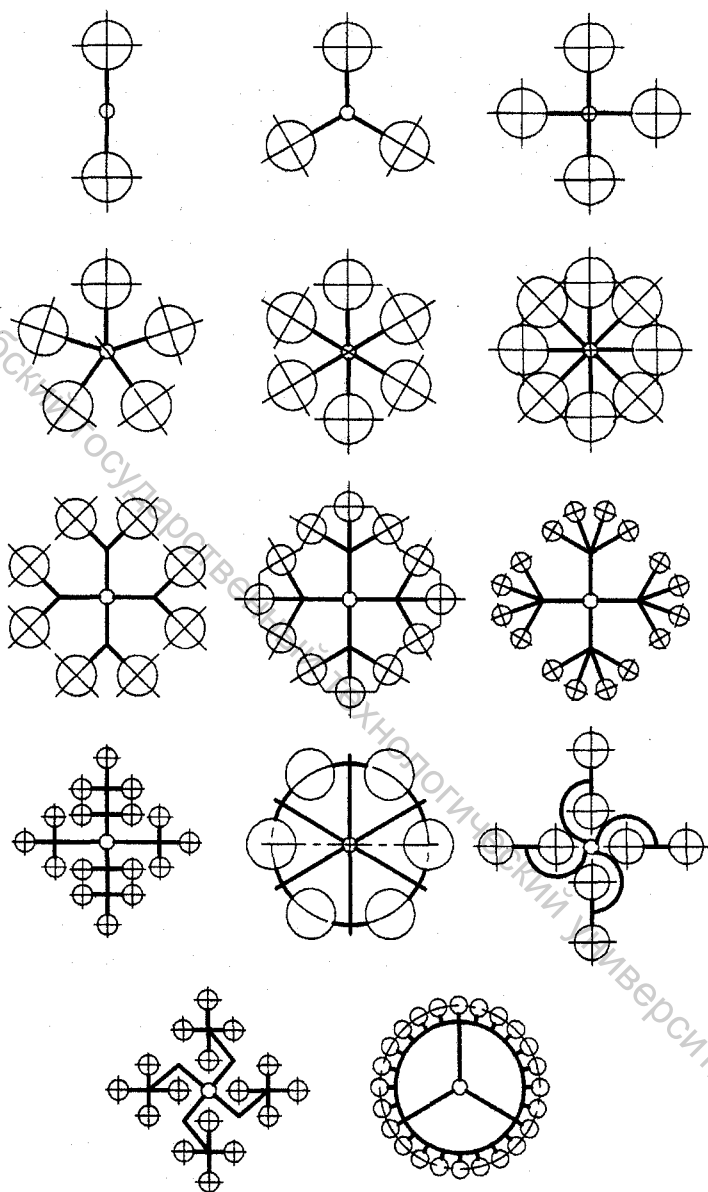
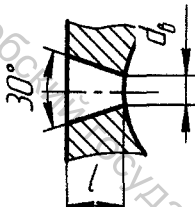
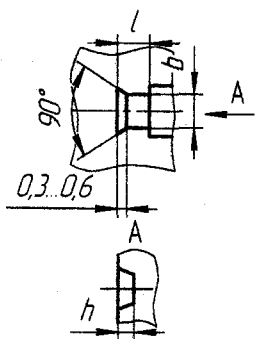
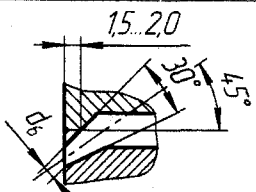


Рис. 6.46 Рекомендуемые направления разводящих каналов

При литье термопластов наиболее распространены впускные каналы с круглым (точечные) и прямоугольным поперечным сечением (табл. 6.30)

Таблица 6.30

Конструкции и размеры впускных каналов, мм

Исполнение	Конструкция впускного канала	H	d_a	$H = b$ (пред. откл. по Н11)	l (пред. откл. по h14)
1		До 0,6	0,5	-	0,6 при $d_a=0,5...0,6$
		Св. 0,6 до 3,3	0,85H	-	0,7 при $d_a=0,6...0,7$
		Св. 3,3	2,8	-	0,8 при $d_a=0,7...0,8$
2		До 0,6	-	0,5	0,6 при $h=0,5...0,6$
		Св. 0,6 до 3,3	-	$\alpha \times H$	0,7 при $h=0,6...0,7$
		Св. 3,3	-	2,0-3,0 (в зависимости от материала)	0,8 при $h=0,7...0,8$
3		До 0,6	0,5	-	1,0 при $h=0,8...0,9$
		Св. 0,6 до 2,4	0,85H	-	1,1 при $h=0,9...1,0$
		Св. 2,4	2,0	-	1,2 при $h=1,0...1,2$

Характерный размер H (Табл. 5.20) для равностенного изделия принимают равным его толщине, в остальных случаях вычисляют по формуле

$$H = 2V_n / S_n, \quad (6.8)$$

где H – характеристический размер изделия, см; V_n – объем изделия, см³; S_n – площадь изделия, см².

Тоннельные литниковые каналы отличаются тем, что расплав подводится в оформляющую полость не по поверхности разреза формы, а через тоннель, выполненный в стенке матрицы (рис. 6.47). Размеры впускного тоннельного канала приведены в таблице 6.30.

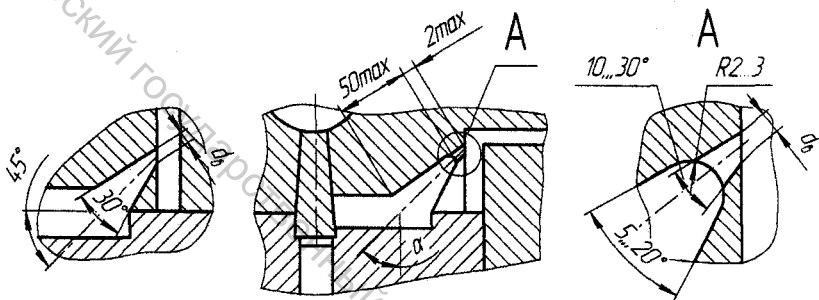


Рис. 6.47 Схемы тоннельных литниковых каналов

Специальные виды литниковых систем

В зависимости от способа поддержания температуры расплава в литниках системы можно разделить на следующие виды: системы с самоцентрирующимися каналами; системы с частично обогреваемыми разводящими каналами; системы с горячими каналами.

Литниковые системы с самоцентрирующимися каналами являются самыми простыми. Их отличительная особенность – подача расплава через каналы увеличенного диаметра, расположенные в необогреваемых элементах формы. На стенках канала образуется толстая корка, выполняющая функции изолятора и поддерживающая материал в расплавленном состоянии. На рис. 6.48 показана самоизолирующаяся литниковая система многогнездной формы:

$$d = 20 \dots 30 \text{ мм}; d_1 = 0,7d; r = 0,2d; d_n = d_c + 4, \quad (6.9)$$

где d_c – диаметр сопла литниковой машины.

Для извлечения застываемого литника захваты 1 из позиции I переставляют в позицию II, замыкая формы по плоскости А-А. Затем формы размыкают по плоскости Б-Б и литник удаляют. Захват 1 переставляют в позицию I.

Литниковые системы с частично обогреваемыми разводящими каналами являются модификацией систем с самоизолирующимися каналами. Их отличительной особенностью является наличие встроенного во впускное сопло или в центральный литниковый канал сердечника с размещенным в нем тепловым электрическим нагревателем (ТЭНом).

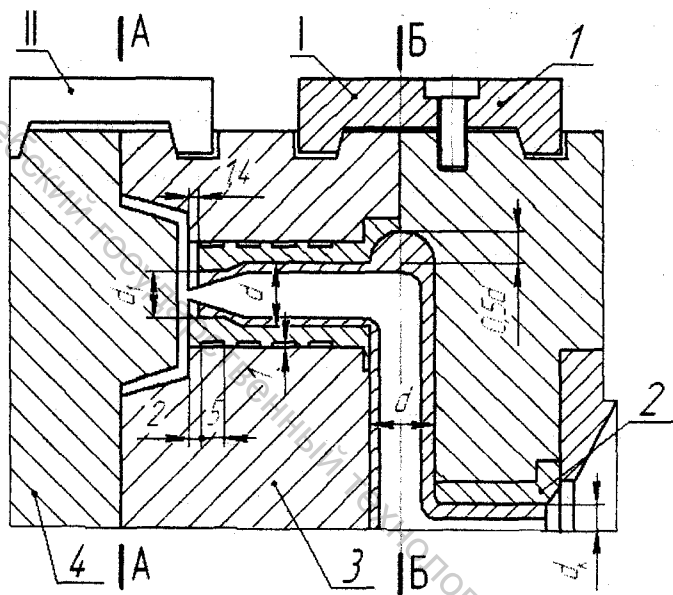


Рис. 6.48 Схема самоизолирующейся литниковой системы:

1 – захват; 2 – литниковая втулка; 3 – неподвижная полуформа; 4 – подвижная полуформа

Сердечник поддерживает необходимую температуру расплава в сопле и впускном канале. Благодаря наличию таких нагревателей цикл литья может быть несколько увеличен.

Литниковые системы с горячими каналами самые сложные и трудоемкие, в то же время самые надежные среди систем с неотверждаемыми литниками. Наиболее распространена эта система при литье крупногабаритных изделий, особенно тонкостенных, и в многогнездных формах.

Горячеканальная литниковая система состоит из двух основных частей: обогреваемого коллектора с центральной литниковой втулкой и сопла без индивидуального обогрева (рис. 6.49, а).

Коллектор 4 представляет собой теплоизолированную от сопрягаемых деталей плиту, в которой расположены разводящие каналы. Теплоизоляция обеспечивается прокладками 1, 6, а также

воздушными зазорами между сопрягаемыми деталями. Для этого коллектор устанавливается на опоры 2, 5, 8. Сопло 9 устанавливается соосно с разводящими каналами и жестко соединяют с коллектором.

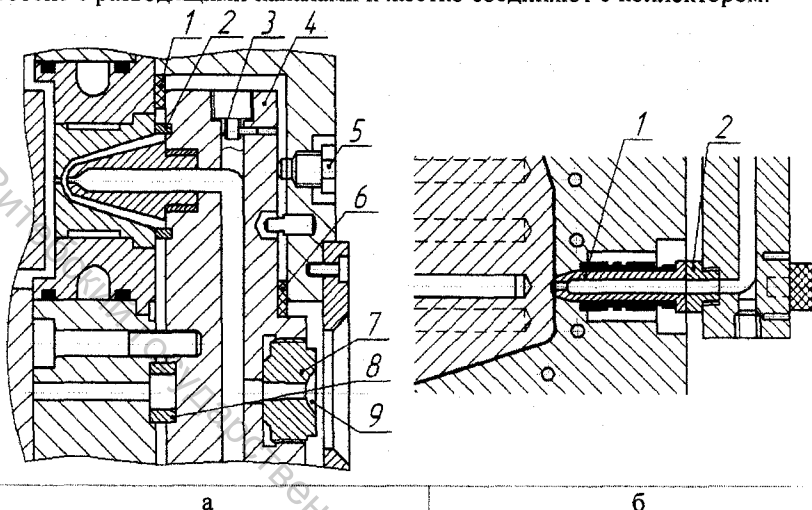


Рис. 6.49 Схемы горячеканальных литниковых систем

а – система «сопло-коллектор» неподвижная: 1, 6 – теплоизоляционные прокладки; 2, 5, 8 – опоры; 4 – коллектор; 7 – литниковая втулка; 9 – сопло.

б – система «сопло-коллектор» подвижная

1 – сопло; 2 – втулка промежуточная

Применение подвижной системы «сопло-коллектор» (рис. 6.49, б) обеспечивает компенсацию температурных расширений коллектора благодаря установке промежуточной втулки 2, скользящей своим торцом по основанию сопла 1. Система сложна в изготовлении.

Сопла для термостабильных пластмасс

На рис. 6.50 представлено термоизоляционное сопло с точечным впуском. Термоизоляцию сопла 1 обеспечивает слой пластмассы 2, которая заполняет свободное пространство между соплом и литниковой втулкой 3. Толщина термоизолирующего слоя между концом сопла и впускным литником 0,4...0,6 мм. Толщина термоизолирующего слоя между боковой поверхностью сопла и литниковой втулкой должна быть не менее 2 мм.

Отношение между длиной сопла, выступающей из коллектора, и его средним диаметром не должно превышать 2:1.

Принимают диаметр канала сопла $d_c = 5...8$ мм, диаметр выходного отверстия $d_n = d_c + (0,5...0,6)$ мм, длину выходного отверстия $l_n = 0,6...1,6$ мм; $b = 0,4...0,6$ мм, $H_{max} = 40$ мм.

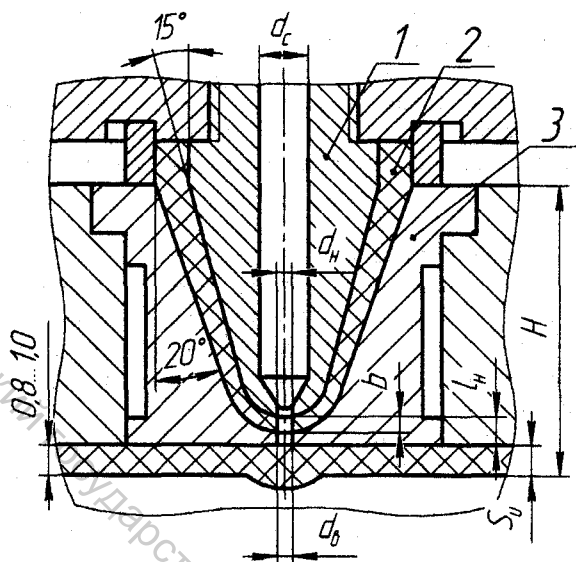


Рис. 6.50 Термоизолированное сопло: 1 – сопло; 2 – полимер; 3 – втулка

Если по конструктивным соображениям необходимо применять удлиненное сопло, то необходимо устанавливать дополнительные внешние или внутренние обогревательные элементы (рис. 6.51).

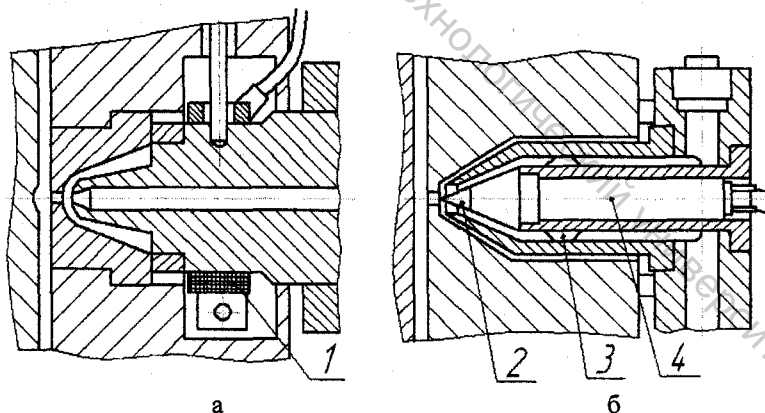


Рис. 6.51 Схемы конструкций обогревательных сопел:

а – внешний; б – внутренний обогрев сопел:

1 – нагреватель ленточный; 2 – хвостовик; 3 – центрирующий элемент; 4 – сердечник

Внешний обогревательный элемент (рис. 6.51, а) выполняют в виде ленточного нагревателя 1, внутренний – в виде сердечника 4 (рис. 6.51, б). Сердечник должен иметь центрирующие элементы 3,

равномерно расположенные по боковой поверхности сердечника. Центрирующие элементы удерживают сердечник от возможного смещения потоком расплава. На конце сердечника выполняют специальный иглообразный хвостовик 2, который способствует поддержанию температуры расплава в отверстии литникового канала и одновременно предотвращает вытягиванию нитей расплава при размыкании формы.

6.7.2 Система термостатирования

Отверждение полимера в форме требует отвода большого количества теплоты, что в значительной мере влияет на продолжительность цикла литья. Кроме того, режим охлаждения существенно влияет на качество изделий. Более высокая температура позволяет получить:

- высокие механические параметры кристаллических полимеров;
- качественную поверхность, блеск изделия, стабильность размеров;
- снижение внутренних напряжений, менее ориентированную структуру.

При быстром охлаждении в изделии возникают большие внутренние напряжения, и как следствие – коробление. На переохлажденных участках может конденсироваться влага, отрицательно влияющая на качество поверхности изделия.

Выбор конструктивного режима системы термостатирующих каналов должен быть обеспечен расчетным путем. Прежде всего рассчитывают площадь поперечного сечения каналов, затем – длину каналов.

Расчет каналов

Время охлаждения определяют по приближенной формуле

$$\tau_{охл} = \frac{0,405}{a} \left(\frac{\delta}{2} \right)^2 \left(\ln 1,27 - \ln \frac{t_k - t_{\phi}}{t_n - t_{\phi}} \right), \quad (6.10)$$

где $\tau_{охл}$ – время охлаждения, с; a – коэффициент температуропроводности, $\text{м}^2/\text{с}$; δ – толщина изделия, м; t_{ϕ} – средняя за цикл температура формирующих поверхностей, $^{\circ}\text{C}$; t_n – начальная температура изделия, равная температуре впрыскиваемого в форму расплава, $^{\circ}\text{C}$; t_k – температура в середине стенки изделия, при которой раскрывается форма (принимается на $8-25^{\circ}\text{C}$ выше t_{ϕ}).

Время цикла

$$\tau_{ц} = \tau_{охл} + \tau_{ср} + \tau_{впр}, \quad (6.11)$$

где $\tau_{ц}$ – время цикла, с; $\tau_{ср}$ – время смыкания или размыкания полуформ, с; $\tau_{впр}$ – время впрыска, с.

Количество теплоты Q_0 , поступившей с расплавом и передаваемой изделием

$$Q_0 = m_0 C_0 (t_u - t_k), \quad (6.12)$$

где $m_0 = m_u n + m_n$ – масса отливки (m_u – масса изделия, кг; n – число гнезд; m_n – масса литников, кг); C_0 – удельная теплоемкость материала отливки, Дж/кг, °C; t_u – средняя (по объему отливки) температура изделия в момент раскрытия формы, °C; t_k – температура каналов, °C.

$$t_u = t_\phi + 2(t_k + t_\phi) / \pi \quad (6.13)$$

Количество теплоты, отводимой хладагентом

$$Q_x = Q_0 \pm Q_{nom}, \quad (6.14)$$

где Q_{nom} – потери теплоты в окружающую среду или количество теплоты, получаемой формой из окружающей среды.

В тепловых расчетах литейных форм теплообменом с окружающей средой можно пренебречь. Тогда:

$$Q_x = Q_0 \quad (6.15)$$

Если хладагент подогревается до высокой температуры, то внешний теплоотвод необходимо учитывать, при этом

$$Q_{nom} = Q_k + Q_\tau + Q_u, \quad (6.16)$$

где Q_k ; Q_τ ; Q_u – количество теплоты, передаваемой в окружающую среду соответственно через крепежные плиты литейной машины и излучением.

Поскольку необходимо предусматривать температуру изоляции формы от плит пресса, то Q_x – в расчетах можно не учитывать. При высоких температурах формы $Q_u \approx 0,25 Q_x$, поэтому окончательно можно рассчитать

$$Q_{nom} = 1,25 Q_u \quad (6.17)$$

$$Q_u = F_\sigma \alpha (t_{n\phi} - t_u) \tau_u, \quad (6.18)$$

где F_σ – площадь боковых поверхностей формы, м²; α – коэффициент теплоотдачи *при естественной конвекции в воздухе можно принимать $\alpha = 8 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3/4} / \text{°C}$; $t_{n\phi}$ – температура на поверхности формы, °C; t_u – температура окружающего воздуха °C.

Расчет хладагента, кг

$$q_x = Q_x / (C_x \Delta t_x), \quad (6.19)$$

где C_x – удельная теплоемкость хладагента, Дж/кг·°C; Δt_x – разность температур хладагента на выходе и входе в канал.

Расход хладагента через пуансон и матрицу принимают пропорционально площади оформляющих их поверхностей.

$$q_x^{n(M)} = q_x F_{n(M)} / F_{общ}, \quad (6.20)$$

где $F_{n(m)}$ и $F_{общ}$ определяют по чертежу пуансона и матрицы или по чертежу изделия, m^2 ; $F_{общ}$ – суммарная площадь оформляющих поверхностей матрицы и пуансона.

Площадь поперечного сечения каналов

$$f_x = q_x^{n(m)} / \rho_x \cdot \tau_{\eta} \cdot \omega, \quad (6.21)$$

где ρ_x – плотность хладагента, $кг/м^3$; τ_{η} (см. 6.9); ω – скорость течения хладагента, $м/с$ (принимают $\omega=0,5...1,0$ $м/с$).

Диаметр канала или длина стороны сечения (если канал прямоугольный), $м$

$$d_k^{n(m)} = 1,13 \sqrt{f_x^{n(m)}} \quad (6.22)$$

Если расчет дает неприемлемые результаты, например слишком малый (нетехнологичный) диаметр канала, то необходимо увеличить расчетный расход хладагента, уменьшая Δt_x в уравнении (6.17), или применить другой хладагент с меньшей теплоемкостью C_x . Если диаметр, наоборот, получается слишком большим, то расход уменьшают, переходя на хладагент с большим C_x или Δt_x , либо увеличивают скорость хладагента ω . При этом следует учитывать, что слишком большое увеличение Δt_x приводит к значительной неравномерности температурного поля формы.

После окончательного выбора $d_k^{n(m)}$ определяют длину каналов из условия, что эффективная площадь поверхности каналов должна быть не менее охлаждаемой площади оформляющих поверхностей пуансона и матрицы, т. е. $F_k^{n(m)} \geq F_{n(m)}$; где $F_k^{n(m)}$ – площадь поверхности охлаждающих каналов пуансона (матрицы), $м^2$.

Суммарная длина каналов круглого сечения

$$l_k^{n(m)} = F_{n(m)} / \pi d_k^{n(m)} \quad (6.23)$$

Необходимые для расчета физические и технологические параметры материалов приведены в таблице 6.31.

Конструкции систем термостатирования

При конструировании систем термостатирования необходимо учитывать следующие основные требования:

расположение каналов, а также направление потока хладагента от более нагретых частей формы к менее нагретым должны обеспечить по возможности равномерное охлаждение оформляющих элементов формы;

более интенсивное охлаждение должно быть предусмотрено в месте расположения подвижных элементов формы (выталкивателей, плит съема, подвижных знаков), что позволяет исключить деформацию изделий при их удалении из формы;

Таблица 6.31

Некоторые физические и технологические параметры материалов, используемые при расчете систем термостатирования

Материал	Плотность $\rho \cdot 10^{-3}, \text{ кг/м}^3$	Теплопроводность $\lambda, \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$	Удельная теплотем- постое- ность $c \cdot 10^{-4}$ $\text{Дж/(кг}^\circ\text{C)}$	Температу- ропровод- ность $a \cdot 10^{-7}, \text{ м}^2/\text{с}$	Температурны й коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^{-5}, 1/^\circ\text{C}$	Темпера- тура форм при литье, $^\circ\text{C}$	Темпера- тура расплава в зоне сопла, $^\circ\text{C}$
Полимерные материалы							
полистерол блочный, эмульсионный	1,03-1,07	0,09-0,16	1,33	0,88	8	60-75	200-220
полистерол ударопрочный	1,1-1,15	0,14	1,8	0,75	6-10	50-70	220-250
АВС-пластина	1,05-1,1	0,16-0,21	1,33	1,3	8	50-80	200-240
полиэтилен низкого давления	0,94-0,96	0,25-0,31	2,9	1,22	20	30-70	240-270
полиэтилен высокого давления	0,85-0,92	0,3	2,5	1,38	28	30-60	190-220
полипропилен	0,95	0,14-0,175	1,92	0,86	16	30-90	260-280
полиметилметокрилат	1,18-1,20	0,187-0,21	1,8-1,97	0,93	8	60-80	200-230
поликарбонат	1,14-1,15	0,254	2,5	0,9	1-11	-	-
полиамид 610	1,1	0,286	1,97-2,5	1,08	11-12	40-60	200-230
поликарбонат	1,2	0,198	1,25	1,32	6,75	80-130	280-310
полиформальдегид	1,425	0,31	1,17-1,46	1,5	8,1	-	-
сополимеры полиформальдегида	1,41	0,21	1,25	1,2	8-10	50-110	180-210
поливинилхлорид	1,35	0,16	1,5	0,8	6-7	20-60	160-310
Охлаждаемые жидкости							
вода	1,0	0,65	4,18	1,58	-	-	-
минеральные масла	0,88-0,92	1,28	1,67-1,88	0,8	-	-	-
глицерин	1,26	2,77-2,96	2,42	0,91-0,98	-	-	-

Некоторые физические и технологические параметры материалов, используемые при расчете систем термостатирования							
Материал	Плотность $\rho \cdot 10^{-3}$ кг/м ³	Теплопроводность λ , Вт/(м·°C)	Удельная теплоемкость $c \cdot 10^{-4}$ Дж/(кг·°C)	Температуропроводность $a \cdot 10^{-7}$, м ² /с	Температурный коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^{-5}$, 1/°C	Температура форм при литье, °C	Температура расплава в зоне сожига, °C
Металлы							
сталь низкоуглеродистая	7,8	81	0,46	227	120	-	-
сталь 30	7,8	75,5	0,46	212	115	-	-
сталь инструментальная	7,8	36	0,46	100	100-120	-	-
сталь хромоникелевая (12ХНЗА, 30ХНЗА)	7,8	33,7	0,46-0,5	87,5	112	-	-
сталь коррозионно-стойкая	7,8	19,7	0,46	55	100-115	-	-
алюминий 99,75%	2,7-2,8	20,7	0,9	838	231	-	-
латунь (Cu - 90%, Zn - 10%)	8,5-5,6	117-133,5	0,368	398	170-220	-	-
бронза (Cu - 88%, Sn - 10%, Zn - 2%)	8,8	47,6	0,368	147	170-210	-	-
бронза (Cu - 91,7%, sn - 8%, Zn - 0,3%)	8,8	45,3	0,368	140	170-210	-	-
медь-никель (Cu - 90%, Ni - 10%)	8,9	58-75	0,397	189	164	-	-
бириллиий 99,5%	1,9	180-215	2,17	515	120	-	-
медь чистая 99,98%	8,93	390	0,384	1140	165	-	-
бериллиевая бронза БрБ2	8,23	83,5	0,418	244	170	-	-
хром	7,9	256	0,437-0,472	716	66-81	-	-

в системе каналов не должно быть участков с увеличивающимся сечением и, особенно, застойных зон, где охлаждающая жидкость может играть роль теплоизолятора; по этой причине не рекомендуется использовать полостное охлаждение.

На рис. 6.52 представлены типовые схемы конструкций систем охлаждения.

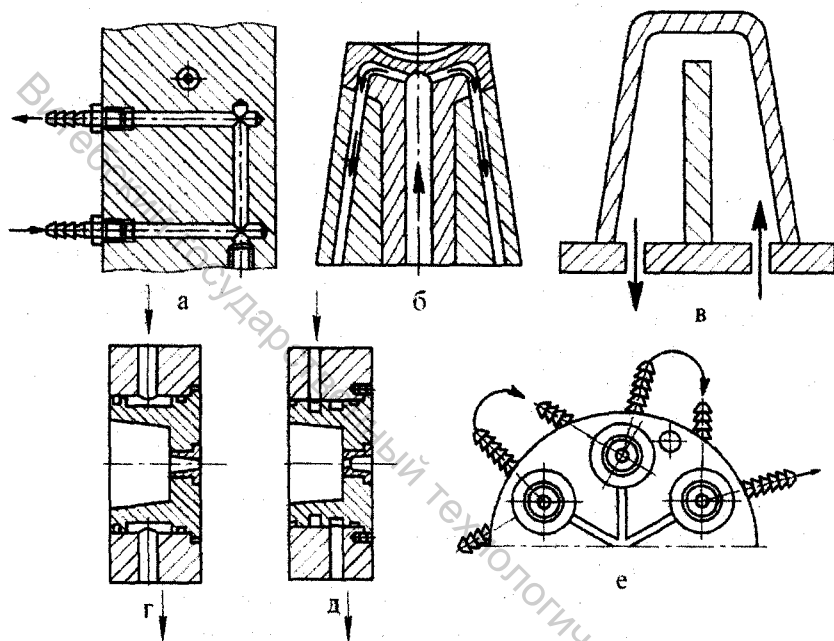


Рис.6.52 Схемы конструкций систем охлаждения:

а – плоских плит; б – пуансонов; в – знаков; г,д,е – матриц

Систему канального типа с прямыми каналами (рис. 6.52,а) принимают при литье плоских прямоугольных изделий и в многогнездных формах с рядным расположением гнезд. Систему канального типа иногда принимают для охлаждения круглых изделий (рис. 6.52, б). Систему полого типа (рис. 6.52, в) принимают при отношении высоты охлаждаемого элемента к его диаметру (ширине) $h/d \geq 1$. Для охлаждения многогнездных цилиндрических матриц принимаются кольцевые (рис. 6.52, г) или винтовые (рис. 6.52, д) каналы. Подача жидкости для охлаждения многогнездных цилиндрических матриц осуществляется путем последовательного соединения штуцеров (рис. 6.52, е).

6.7.3 Система извлечения изделий из форм

Изделия из формы извлекаются механической, пневматической, комбинированной системой.

Механическая система выталкивает и сбрасывает изделие стержневыми выталкивателями, съёмными или стягивающими плитами, разъемными матрицами.

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. 6.53, 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.

Расположение выталкивателей относительно изделий и рекомендации по применению приведены в таблицах 6.32 и 6.33.

Плиты съема (рис. 6.53, а) применяются для выталкивания тонкостенных крупногабаритных изделий. Плита позволяет равномерно распределить усилие съема на поверхность и тем самым обеспечить минимальное давление на единицу поверхности. Съём плит осуществляется методом сталкивания и методом стягивания.

Применение метода сталкивания предусматривает задерживание изделия в подвижной полуформе на знаке 11. 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. 6.53, в) и съём

(стягивание) плитой 14, которая приводится в движение после того, как торец А тяги 15 соприкоснется с торцом Б втулки 16.

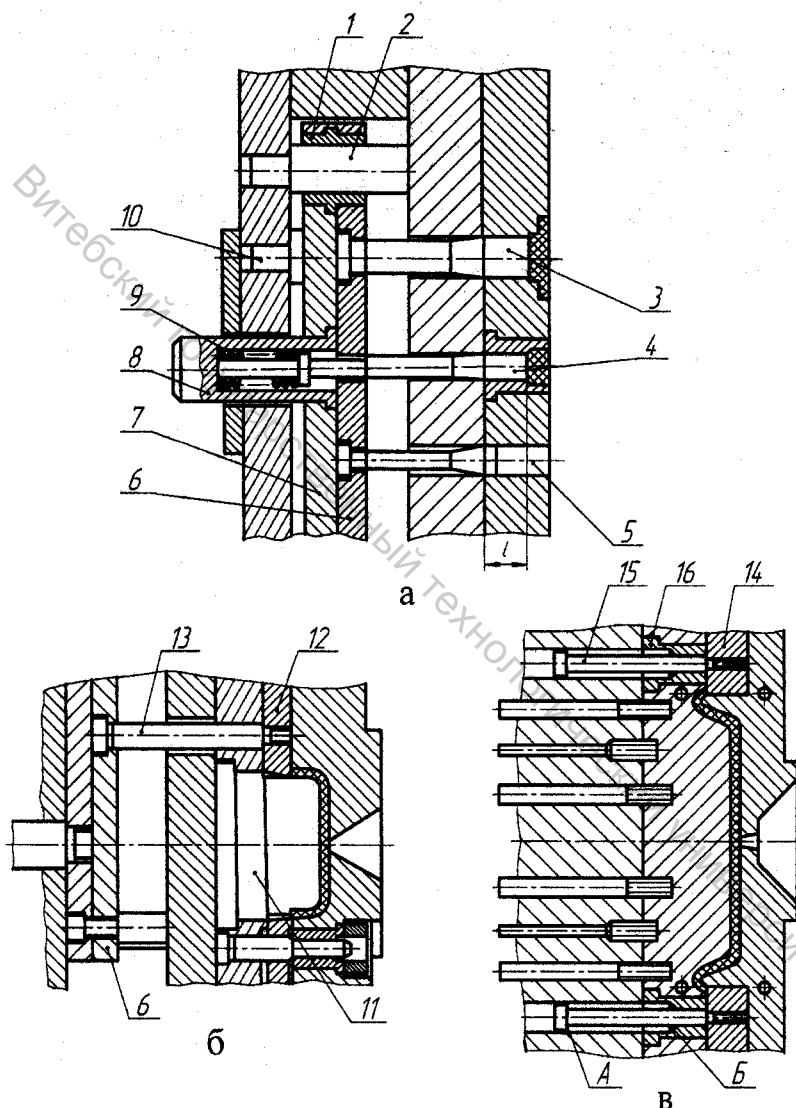


Рис. 6.53 Конструкции механических систем выталкивания: а – толкающая стержневая; б – съёмная плитой; в – стягивающая плитой: 1 – втулка; 2 – колонка; 3, 4 – стержневые выталкиватели; 5 – контроллектор; 6 – плита выталкивателей; 7 – плита опорная; 8 – хвостовик; 9 – пружина; 10 – упор; 11 – знак; 12 – плита съёма; 13 – винт; 14 – плита стягивания; 15 – тяга; 16 – втулка

Таблица 6.32

Расположение выталкивателей относительно изделия

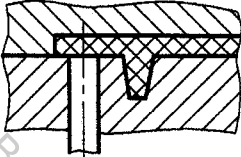
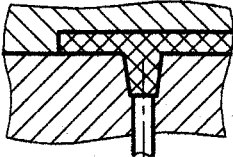
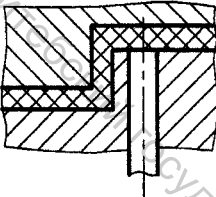
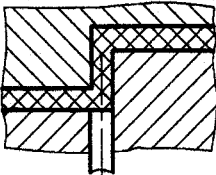
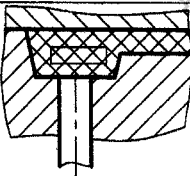
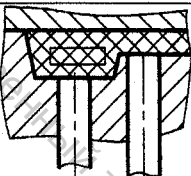
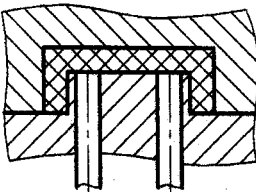
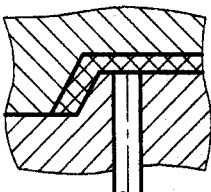
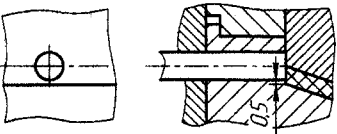
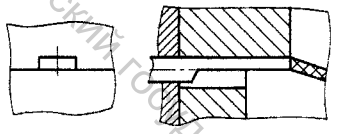
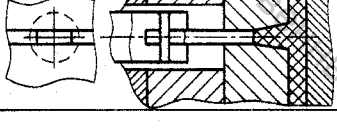
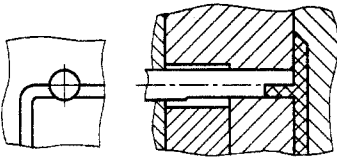
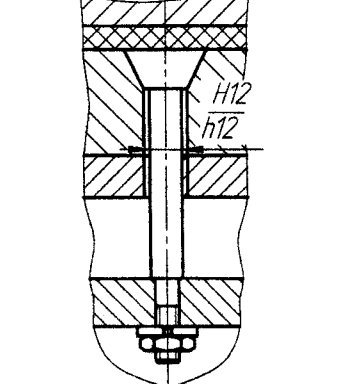
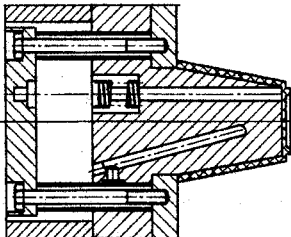
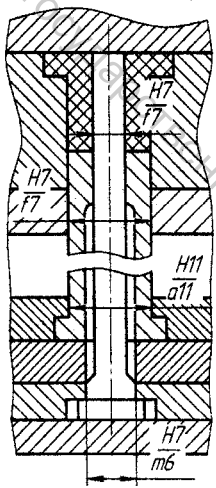
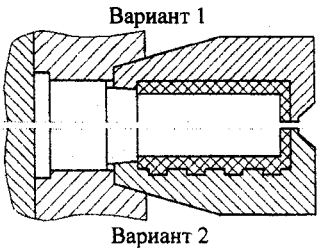
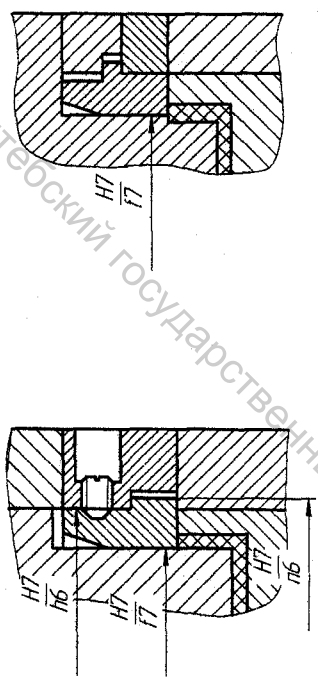
Вариант		Рекомендации
нерекомендуемый	рекомендуемый	
		Лучше воздействовать непосредственно на ребро. Диаметр (толщина) выталкивателя должен быть меньше сопряженного размера ребра изделия
		Для предотвращения прорыва дна изделия или деформации отбортовки выталкиватель необходимо располагать как можно ближе к месту действия наибольших сил трения (под вертикальной стенкой)
		Центр утолщения отливки отверждается позже края. Во избежание появления вмятин на изделии выталкиватель следует располагать у края утолщения
		Расположение выталкивателя по внутренней (данной) поверхности изделия допускается для: плоских изделий типа пластан, П- и Г-образных изделий с вертикальным расположением боковой стенки в форме, неглубоких изделий типа кюветы с наклонной замкнутой боковой стенкой. При расположении выталкивателей внутри глубокого изделия возможно его заклинивание, поэтому необходимо снимать его вручную или использовать специальные системы для съема изделий с выталкивателей (например, пневматические системы, системы возврата выталкивателей, манипуляторы)

Таблица 6.33

Примеры использования выталкивателей

№ п/п	Вариант конструкции	Рекомендации по применению
1		Цилиндрические выталкиватели. Для цельных пуансонов (матриц). Можно использовать одновременно как конторголкатель. Если выталкиватель воздействует на торец тонкой боковой стенки, то для увеличения поверхности контакта с изделием диаметр его следует максимально увеличить
2		Цилиндрические срезанные и прямоугольные выталкиватели. Для вставных пуансонов (матриц), когда выталкиватель проходит через поверхность двух сопрягаемых оформляющих деталей 1, 2 и применение цилиндрических выталкивателей неконструктивно
3		Плоские выталкиватели. Для вставных пуансонов (матриц), как правило, при контакте с тонкими ребрами, стенками. Можно выполнять цельными и сборными
4		Выталкиватели с круглыми и прямоугольными оформляющими элементами. Для выталкивания изделий с невысокими стенками и ребрами, с поднутряющими выступами и впадинами как с наружной, так и с внутренней стороны, выполняются цельными и сборными. Можно устанавливать под углом к направлению выталкивания
5		Грибковые выталкиватели применяют в основном при необходимости увеличить площадь поверхности контакта выталкивателя с изделием для предотвращения пластических деформаций и разрушения тонкостенных изделий из материалов с малым модулем упругости (поливинилхлорид, полиэтилен и др.). Выполняют в основном подвесными.

6		Можно использовать как клапаны в комбинированных системах выталкивания и для разгерметизации при сталкивании глубоких изделий
7		Трубчатые выталкиватели. Для извлечения изделий с глубокими сквозными или глухими отверстиями (катушек, трубок, панелей с несколькими отверстиями и др.), когда на оформляющих знаках возникают большие силы сцепления и применение других выталкивателей может привести к разрушению изделия.
8		Для выталкивания тонкостенных и глубоких изделий (вариант 1) из эластичных материалов (полиэтилен высокого давления и его композиции, поливинилхлорид, пластифицированный и пр.) используют разъемные матрицы, которые предотвращают деформацию и разрушение, препятствуя выпучиванию изделий под действием осевых сил. Для сталкивания изделий с очень тонкими стенками на их наружной поверхности необходимо предусмотреть кольцеобразные выступы (вариант 2)

9		Сталкивающие кольца, рамки, плиты (см. рис. 5.48) сталкивают изделия одновременно по всему контуру. Это позволяет достичь равномерного распределения усилия выталкивания по всей опорной поверхности изделия, минимального давления и, следовательно, минимального коробления и деформации изделия. Плиты особенно часто применяют, когда при выталкивании требуется преодолеть значительные усилия, для недостаточно жестких изделий из эластичных материалов (например полиэтилена высокого давления), с поднутрениями на внутренней поверхности. Другие преимущества — возможность свободного размещения охлаждающих каналов в пуансонах, одновременного выталкивания плитой и выталкивателями, объемных изделий с большой площадью литья для предотвращения прогиба основания, а также для двойного сталкивания. Сталкивающие плиты используют также для размещения на них перемещающихся деталей, которые предназначены для извлечения знаков, оформляющих различного рода поднутрения как на внутренней, так и на наружной поверхности изделий. Для упрощения пригонки многогнездных плит и увеличения срока службы их выполняют сборными. Вставки, охватывающие пуансон, закалывают. Посадка плиты на пуансон по конической поверхности увеличивает срок службы (по сравнению со значением при установке на цилиндрическую поверхность), исключает «подлив» материала и рекомендуется для крупносерийного и массового производства
---	---	--

Механические рычажные системы применяются при литье глубоких изделий, при сталкивании изделий по сложной траектории, а также для привода подвижных полуматриц.

На рис. 6.54 приведена схема рычажной конструкции с равноплечными рычагами.

Пуансон 1 расположен в полости разъема полуформ, и закреплен в traversе 2. При раскрытии форм через систему рычагов 3 traversе 2 и пуансону 1 сообщается движение со скоростью в 2 раза меньшей скорости подвижной полуформы.

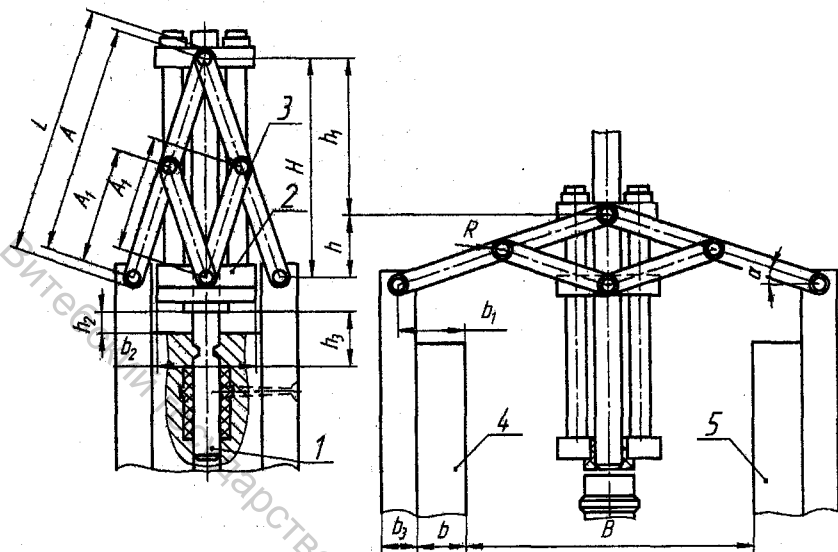


Рис. 6.54 Схема рычажной конструкции с равноплечными рычагами:
1 – пуансон; 2 – траверса; 3 – система рычагов; 4, 5 – соответственно подвижная и неподвижная полуматрицы

Для расчета исполнительных размеров рычагов необходимо задаться размером закрытия B формы, высотой b полуматрицы, расстоянием b_1 от плоскости разреза до оси крепления рычага, ходом S выталкивания и углом α (оптимальные значения $\alpha = 10 \dots 15^\circ$)

$$\begin{aligned} A &= (b_1 + 0,5B) \cos \alpha; \\ h &= (b_1 + 0,5b_2) \operatorname{tg} \alpha; \\ b_{2\max} &= 2b - \sqrt{A^2 - (b_1 - 0,5b_2)^2} + (3 \dots 4); \\ h_3 &= h_1 - S. \end{aligned} \quad (6.24)$$

Исполнительные размеры ряда рычагов применительно к некоторым моделям оборудования приведены в таблице 6.34.

Пневматические и комбинированные системы выталкивания (рис. 6.55) применяются для снятия с пуансона (матрицы) крупногабаритных изделий.

Таблица 6.34

Основные размеры, мм, узла рычажной системы литьевых форм

Модель машины	Объем вырыска, см ³	B	b	b ₂	A	A ₁	b _{2max}	H	h ₁	h ₂	R	S
ДЗ127	63	250	40	30	186	93	78	178	129,8	20	15	216
ДАЗ127			60		207	103,5	118	193	139,3	37		237
ДБЗ127			80		228	114	158	207	148,1	62		258
ДВЗ127П			95		243	121,5	188	218	154,8	88		273
ДЗ130	125	320	45	35	230	115	88	221,7	162,1	21	15	260
ДБЗ231			60		246	123	118	233	169,6	31		276
ДВЗ130			80		266	133	158	248	179,1	51		296
			100		287	143,5	198	262,2	187,8	76		317
			125		313	156,5	248	278,9	197,8	117		343
ДЗ132	250	400	60	40	290	145	118	278,6	203,6	27	20	330
			85		316	158	168	297,8	216,0	47		356
			110		342	171	218	315,9	227,4	75		382
			135		367	183,5	268	333,2	238,1	109		407
			160		393	196,5	318	349,8	248,0	153		433
ДЗ134	500	500	80	45	364	182,2	158	350,2	255,8	36	25	415
			110		396	198	218	373,2	270,7	63		446
			125		411	205,5	248	384,2	277,7	78		461
			150		437	218,5	298	401,9	288,8	108		487
			175		463	231,5	348	419,1	299,2	145		513
			200		494	247	408	438,9	311,0	199		544
ДЗ136	1000	630	100	60	461	230,5	198	442	322,8	45	45	551
			125		486	243	248	461	335,3	65		576
			150		512	256	298	480	347,2	89		602
			175		538	269	348	498	358,5	18		628
			200		564	282	398	515	369,2	151		654
			225		590	295	448	532	379,5	190		680
			255		621	315,5	508	552,5	391,7	246		711
Примечание. $\alpha = 15^\circ$, $h_s = h_1 - S$, где S – необходимый ход выталкивателя.												

На рис 6.55, а – сжатый воздух подводится в полость «2» под игольчатый клапан 4. Поршень 3 под действием давления воздуха отводится влево.

При этом открывается отверстие клапана и давление воздуха передается по поверхности изделия, которое сбрасывается с пуансона. Для подведения воздуха достаточно отверстия $D = 0,8...1,0$ мм. Для надежной работы игла клапана должна быть термически обработана и притерта. Достоинство такой конструкции заключается в том, что на поверхности изделия остается незначительный след от иглы.

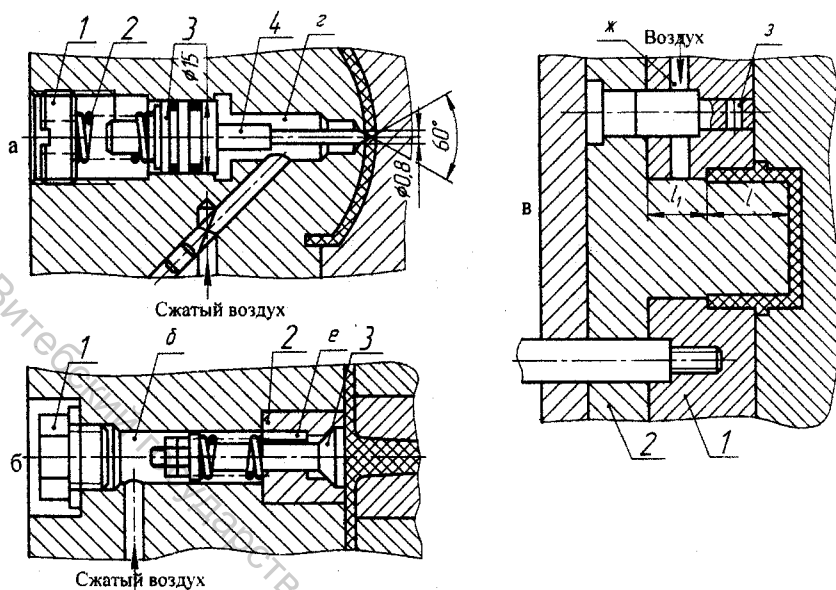


Рис. 6.55 Пневматические (а,б) и комбинированная (в) системы выталкивания:

а – 1 – резьбовая пробка; 2 – пружина; 3 – поршень; 4 – игла

б – 1 – резьбовая пробка; 2 – седло; 3 – грибовый клапан

в – 1 – плита сталкивания; 2 – пуансон

Грибовый клапан (рис. 6.55, б) – наиболее прост в конструктивном и технологическом отношении и широко применяется для изделий с простой поверхностью. Сжатый воздух проводится в полость «б» и через каналы «е» воздействует на грибок, а через него и на изделие, которое удаляется.

Седло 2 и клапан 3 должны быть притерты.

На рис. 6.55, в – приведен пример комбинированного съема изделия с пуансона 2 сталкивающей плитой 1 и выталкивание его из плиты сжатым воздухом, который поступает в пространство между пуансоном и изделием при совмещении отверстий ж и з.

6.7.4 Система перемещения оформляющих элементов

Механические приводы

Механизм привода наклонной колонкой (рис.6.56, а) получил наибольшее распространение.

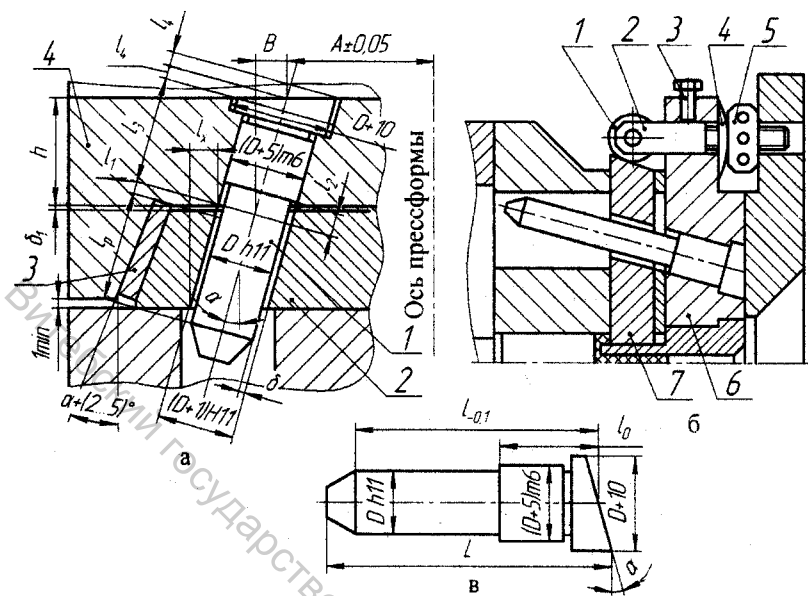


Рис. 6.56 Механизм привода наклонной колонкой:

а – с компенсационной планкой; б – с компенсационным роликом;

в – колонка

а – 1 – колонка; 2 – ползун; 3 – планка компенсационная; 4 – плита

б – 1 – ролик; 2 – вилка; 3 – болт стопорный; 4 – шайба пружинная; 5 – гайка специальная; 6 – плита; 7 – ползун

Ползун 2 может быть непосредственно оформляющим элементом (знаком) или являться секцией разъемной матрицы. Перемещение ползуна осуществляется в процессах раскрытия и закрытия формы наклонной колонкой 1. Диаметр отверстия в ползуне на 1 мм больше диаметра колонки. Зазор между ползуном и колонкой необходим для того, чтобы разгрузить ползун и закрепленные на нем оформляющие элементы от сил, возникающих при раскрытии и закрытии формы и предотвратить возможные заклинивания формы, когда компенсационная планка 3 зажимает ползун.

Для знаков малого сечения в качестве нажимного и компенсирующего износ элемента ползуна 7 можно использовать ролики 1 (рис. 6.56, б), установленные в специальной вилке 2. Вилка прямоугольного сечения закреплена в плите 6 с возможностью установочного осевого перемещения с гайки 5. Для фиксации положения вилки предназначен болт 3. Тарельчатая пружинная шайба 4 создает осевой натяг гайки при уменьшении затяжки болта 3.

Исходными данными для расчета исполнительных размеров колонки (Рис. 6.56, в) являются: ход ползуна l_x , угол наклона колонки α , диаметр колонки D и толщина h плиты 4. С достаточной для практических целей колонку рассчитывают по формулам

$$l_0 = l_3 + l_4 - l_2, \quad (6.25)$$

$$\text{где } l_3 = h' \cos \alpha; \quad l_4 = 0,5(d+10) \operatorname{tg} \alpha; \quad l_2 = 2 + (D+5) \operatorname{tg} \alpha.$$

$$l = l_p + l_1 + l_3 + l_4, \quad (6.26)$$

$$\text{где } l_p = l_x / \sin \alpha + 0,5 / \operatorname{tg} \alpha;$$

$$l_1 = (D + \delta)' \cos \alpha, \quad (6.27)$$

$$\text{где } \delta = 0,5(D_1 - D); \quad L = l + l_4 - 8,$$

D – диаметр отверстия в ползуне

Исполнительные размеры колонок для наиболее широко используемых значений исходных данных приведены в таблице 6.35.

Для предотвращения смещения ползуна после раскрытия формы необходимы фиксирующие устройства (рис. 6.57).

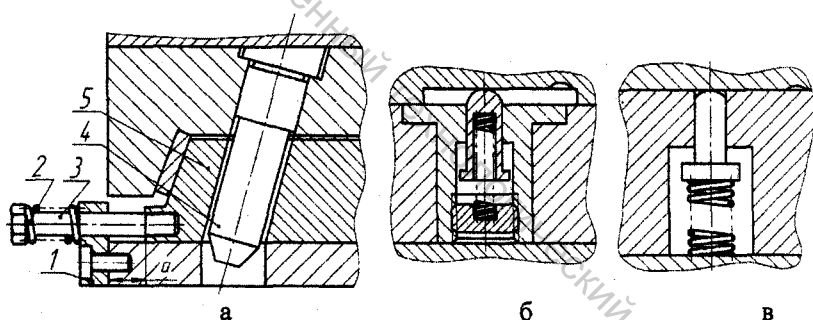


Рис. 6.57 Фиксирующие устройства

Фиксация: а – неподвижным упором; б, в – утопающим стержнем.

1 – упор неподвижный; 2 – пружина; 3 – винт; 4 – колонка; 5 – ползун

Наиболее надежным и удобным является устройство, представленное на рис. 6.57, а. Пружины 2 и винт 3 удерживают ползун от возможного смещения. Расстояние a между упором 1 и ползуном 5 должно превышать на $0,5 \dots 1,0$ длину хода ползуна. Это необходимо для компенсации погрешностей расчета и изготовления. Если по каким-либо причинам эту конструкцию нельзя разместить в форме, то используются другие варианты. Вариант конструкции (рис. 6.57, б) выполнен в виде сменного узла, отличается простотой регулирования силы сжатия пружины и может быть заменен без разборки формы.

Таблица 6.35

Исполнительные и расчетные размеры, мм, лекальных колонок

D	h	l_k	$\alpha,^\circ$	L	l	l_0	B	l_p	l_2	l_3	l_4
15	20	3	15	51,5	40,2	16,6	5,5	13,5	7,4	20,7	3,3
		5		59,2	47,9			21,2			
		10		78,5	67,2			40,5			
		25		134,4	125,1			98,5			
	25	3		56,7	45,4	21,8	6,8	13,5		25,9	
		5		64,6	53,1			21,2			
		10		83,7	72,4			40,5			
		25		141,6	130,3			98,5			
	30	3		61,8	50,5	27,0	8,2	13,5		31,1	
		5		69,5	58,2			21,2			
		10		88,9	77,5			40,5			
		25		146,9	135,4			98,5			
	35	3		66,9	55,6	32,1	9,5	13,5		36,2	
		5		75,8	64,4			21,2			
		10		94,1	82,7			40,5			
		25		151,9	140,6			98,5			
	20	3	18	51	38,9	16,6	6,7	11,2	8,4	21,0	4,1
		5		57,5	45,4			17,7			
		10		73,8	61,7			34,0			
		25		122,3	110,2			82,5			
	25	3		56,4	44,3	21,9	8,3	11,2		26,3	
		5		62,8	50,7			17,7			
		10		79,0	66,9			34,0			
		25		127,6	115,5			82,5			
	30	3		61,6	49,5	27,1	9,9	11,2		31,5	
		5		68,0	55,9			17,7			
		10		84,3	72,2			34,0			
		25		132,8	120,7			82,5			
	35	3		66,8	54,7	32,4	11,5	11,2		36,8	
		5		73,8	61,2			17,7			
		10		89,6	77,5			34,0			
		25		138,1	126,0			82,5			
	20	3	20	51,1	38,6	16,5	7,5	10,2	9,3	21,3	4,5
		5		56,9	44,4			16,0			
		10		71,5	59,0			30,6			
		25		115,4	102,9			74,5			
	25	3		56,4	43,9	21,8	9,3	10,2		26,2	
		5		62,2	49,7			16,0			
		10		76,8	64,3			30,6			
		25		120,7	108,2			74,5			
	30	3		61,7	49,2	27,1	11,1	10,2		31,9	
		5		67,5	55,0			16,0			
		10		82,1	69,6			30,6			
		25		126,0	113,5			74,5			
	35	3		67,0	54,5	32,5	12,9	10,2		37,3	
		5		72,8	60,3			16,0			
		10		87,8	75,0			30,6			
		25		131,3	118,8			74,5			

Вариант (рис. 6.57, в) достаточно прост и не требует дополнительных пояснений.

Пружинные механизмы привода применяются для перемещения ползунов и оформляющих элементов при небольшом ходе (рис. 6.58).

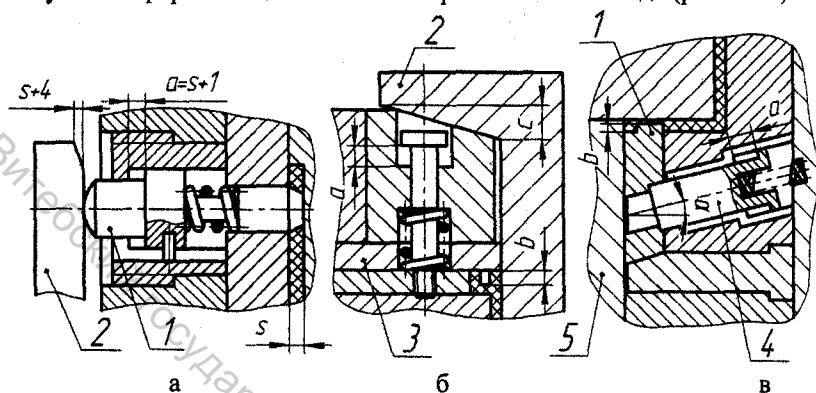


Рис. 6.58 Пружинные механизмы для прямого перемещения одного знака (а), нескольких знаков (б) и косвенного перемещения (в):
1 – знак; 2 – клин; 3 – оформляющая стенка; 4 – палец; 5 – плита

На рис. 6.58, а представлен пример использования пружины для непосредственного перемещения оформляющего знака 1 и возвращаемого в рабочее положение клином 2.

Механизм (рис. 6.58, б) Можно использовать для перемещения оформляющей стенки 3 или длинных ползунов с несколькими оформляющими знаками. В этом случае устанавливают не менее двух пружин. В исходное положение оформляющие элементы возвращаются клином 2. Для оформляющего выступа

$$b < a < c \quad (6.28)$$

На рис. 5.53, в показана конструкция узла, в котором оформляющий элемент 1 извлекается из изделия подпружиненным стержнем 4, установленным под углом α . Ход ползуна

$$a = (b + 1) \sin \alpha \quad (6.29)$$

В исходное положение оформляющие элементы возвращаются плитой 5. В таких конструкциях должно быть не менее двух пальцев.

Реечно-зубчатые механизмы привода применяются при большом ходе удаления формообразующего знака (до 30мм) или при наклонном его расположении по отношению к оси изделия (рис. 6.59, а).

Наклонные знаки (рис. 6.59, а) перемещаются с помощью зубчатой рейки, нарезанной непосредственно на знаке 3. Поступательное движение наклонному знаку сообщается от подвижной полуформы при

вращательном движении зубчатого колеса 2 в процессе его перекатывания по неподвижной рейке 1.

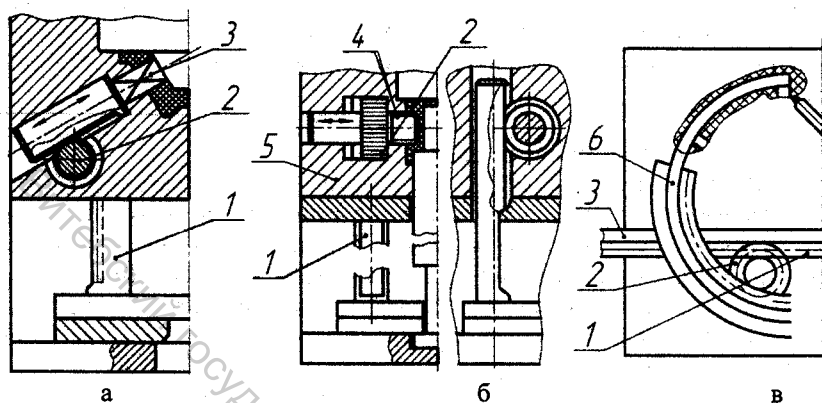


Рис. 6.59 Реечно-зубчатые механизмы перемещения наклонных (а), резбовых (б), криволинейных (в) знаков:
1 – рейка; 2 – зубчатое колесо; 3 – наклонный знак; 4 – резбовой знак;
5 – плита; 6 – криволинейная рейка

Резбовые знаки удаляются из изделия путем вывертывания (рис. 6.59, б). Рейка 1 закрепляется на подвижной полуформе, а резбовой знак 4 на неподвижной. При этом резбовой 4 знак выполняется соосно с зубчатым колесом, а при сборке входит в резбовое сопряжение с плитой 5. В зависимости от направления движения полуформы резбовой знак вводится в полость или вывинчивается из изделия.

В ряде случаев реечные механизмы могут оказаться удобными для извлечения сложных криволинейных знаков большой длины (рис. 6.59, в). Для вывода таких знаков используют криволинейную рейку 6, выполненную за одно целое со знаком. Криволинейная рейка приводится в движение прямолинейной рейкой 1 через зубчатое колесо 2.

Гидравлические и пневматические приводы.

Гидравлический привод применяют для извлечения из отливки крупных, тяжелых, длинных оформляющих знаков, когда необходимо большое усилие. Для этого используют гидроцилиндры двойного действия. Применение гидропривода целесообразно в случаях возможности его подключения к гидроприводу машины.

Пневматический привод применяют в основном для перемещения длинных небольшого диаметра оформляющих знаков с небольшим усилием сцепления с материалом.

Гидро-пневмоцилиндры следует монтировать в форме так, чтобы их штоки не выполняли функции направляющих тяжело нагруженных формирующих элементов. Из-за сложности синхронизации работы двух параллельных цилиндров не рекомендуется на один ползун устанавливать более одного цилиндра. Для обеспечения стабильной работы цилиндры должны быть теплоизолированы от горячих частей формы.

6.7.5 Система привода плит

В литевых формах с несколькими плоскостями разреза перемещение плит должно происходить в заданной последовательности и обеспечивать отделение литника от изделия, образование свободного пространства между соответствующими плитами для сбрасывания изделия, перемещение съемных плит и выталкивающей системы. Наибольшее распространение в качестве элементов привода плит получили **тяги и скобы**.

Тяги бывают жесткие и гибкие. Жесткие тяги более точны и применяются чаще. К достоинствам жестких тяг следует отнести простоту их изготовления, к недостаткам – замкнутость кинематической системы формы, требующей повышенной точности настройки хода раскрытия.

На рис. 6.70 приведены различные типы жестких тяг. Простейший тип тяг (рис. 6.70, а исполнение 1) обеспечивает раскрытие формы последовательно по плоскости I-I и II-II. Одновременно тяга 1 выполняет функцию направляющей колонки для плиты 2. При большом ходе раскрытия может появиться необходимость в установке втулки 3 (исполнение 2), увеличивающей рабочую длину раскрытия по плоскости I-I на величину l_1 . В этом случае тяга 1 предназначена только для перемещения плиты 2.

Телескопическая тяга (рис. 6.70, б) позволяет значительно увеличить ход плит. При раскрытии по плоскости I-I в начальный момент должно быть сохранено замыкание плит по плоскости II-II (это требование относится ко всем формам с несколькими плоскостями разреза) В этом случае ход

$$s = l_1 + l_2 \quad (6.30)$$

Тяга представленная на рис. 6.70, в, свободно устанавливается со всех сторон формы. Раскрытие начинается по плоскости I-I, а ход составляет $s = l_1 + l_2$.

Тяга (рис. 6.70, г) выполняет функции направляющей колонки и втулки. Сначала форма раскрывается по плоскости I-I на расстояние $s = l_1$, а затем по плоскости II-II.

Если в формах из-за недостаточной высоты или по другим причинам нет возможности разместить жесткие тяги, то можно

использовать гибкие тяги (цепи, тросы), размещаемые сбоку (рис. 6.60, д). При установке гибких тяг используют регулировочный винт 5 и гайку 4, позволяющие изменять длину тяг.

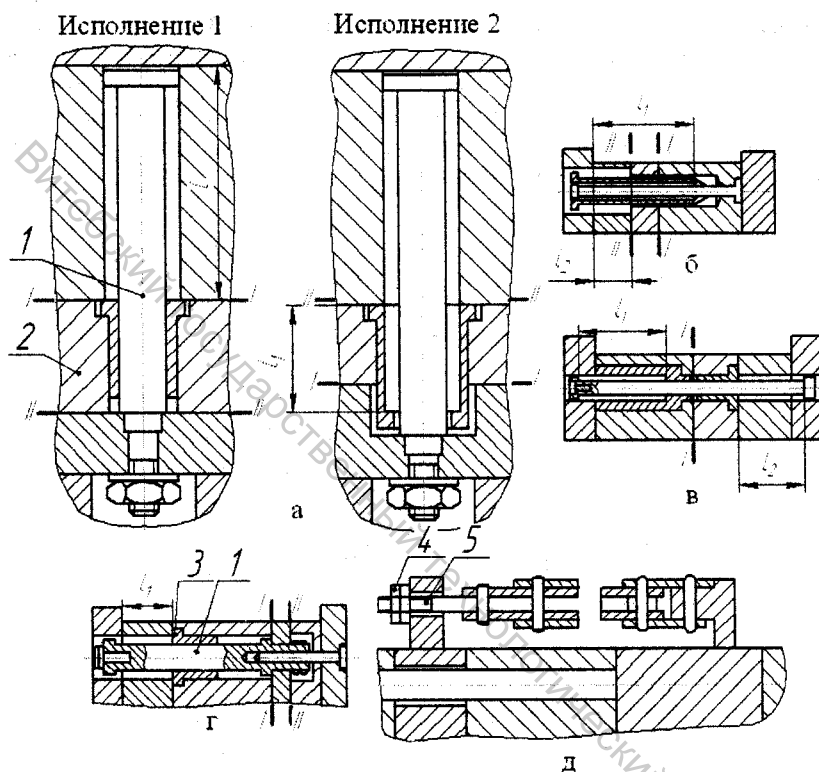


Рис. 6.60 Механические приводы плит тягами: односторонними колонками (а), втулками телескопическими (б); двухсторонними колонками (в); направляющими колонками-втулками (г); гибкими цепями или тросами (д):

1 – тяга; 2 – плита; 3 – втулка; 4, 5 – регулировочные гайка и винт

Скобы имеют следующие достоинства: их можно разъединить; они не создают замкнутой кинематической цепи; скобы могут размыкать промежуточные плиты в заданной плоскости в момент начала движения подвижной плиты после заданного хода раскрытия формы; скобы крепятся в форме скобы, поэтому они не занимают свободного пространства. Для надежной работы скоб необходимо обеспечивать одновременность их действия (размыкающих кулачков, зацепов).

Механизм привода плит одной скобой, представленный на рис. 6.61, а, обеспечивает разъем формы по плоскости I-I скобой 2. Скоба установлена в корпусе 10 на оси 6 с возможностью поворота вокруг оси. Корпус закреплен на плите 9. При раскрытии формы по плоскости II-II на расстояние l скоба зацепом δ действует на планку 5 плиты 11 и перемещает ее на заданное расстояние. После этого палец 1 наезжает на кулачок 3, закрепленный на плите 4, скоба откидывается, выходя из зацепления с плитой 11 и происходит окончательный разъем форм по плоскости II-II. Возврат и удержание скобы в исходном положении обеспечивают штифт 7 и пружина 8.

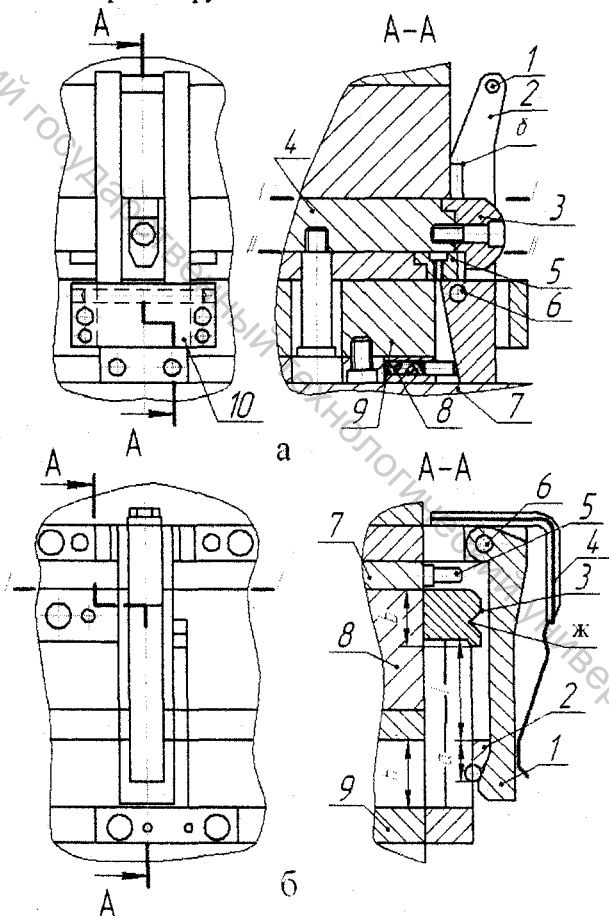


Рис. 6.61 Механизмы привода плит одной скобой (а) и двумя скобами (б); а – 1 – палец; 2 – скоба; 3 – кулачок; 4, 9, 11 – плиты; 5 – планка; 6 – ось; 7 – штифт; 8 – пружина; 10 – корпус; б – 1, 2 – скобы; 3 – кулачок; 4 – пружина; 5 – упор; 6 – ось; 7, 8, 9 – плиты

Механизм привода плит с двумя скобами 1, 2 и кулачком 3 представлен на рис. 6.61, б. В первой фазе раскрытия формы по плоскости I-I скоба 1 свободно проходит заданное расстояние l ; при этом между плитами 7 и 8 образуется зазор 1, необходимый для извлечения изделия. Как только скоба 1 зацепится со скобой 2, приводится в движение выталкивающая плита 9. При воздействии скоса ж кулачка 3 на поверхность 1 происходит разъединение скоб. Рабочий ход выталкивания: $a + b = h - (2 \dots 3) \text{ мм}$.

6.8 Материалы и шероховатость деталей форм

Для формообразующих деталей (ФОД) назначаются материалы, обеспечивающие необходимую стойкость, долговечность форм и минимальную стоимость изделия. Для ФОД применяют: цементируемые, азотируемые и объемно-закаливаемые стали.

Цементируемые стали обладают высокими поверхностной твердостью и износостойкостью. 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, 12ХНЗА, 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 закалки.

В таблице 6.36 и 6.37 приведены рекомендации по применению сталей для изготовления пресс-форм и литевых форм.

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 толщина слоя хромирования равна 0,010-0,015 мм, а параметр R_a после полирования хромированных деталей составляет 0,025 мкм.

Таблица 6.36

**Стали, рекомендуемые для изготовления формообразующих
деталей (ФОД)**

Характеристика ФОД	Сталь	Термическая и химико- термическая обработка	Механические свойства	
			σ_B , МПа	HRC ₃
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, 25Х2Н4М А, 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 сердце- вине); 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 6.37

Стали для изготовления конструкционных деталей

Деталь	Марка стали	HRC ₃	Деталь	Марка стали	HRC ₃
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
Штоки разъемные (к выталкивающей системе)	45	42-47	Рычаги	45	--
Хвостовики	45	42-47	Ползуны, направляющие ползунов	45	--

1	2	3	4	5	6
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 выталкивающей 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 12ХНЗА	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 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. 6.62 и 6.63 приведены рекомендуемые значения шероховатостей поверхности основных деталей пресс-форм и форм литья под давлением, обеспечивающие их работоспособность и технологичность.

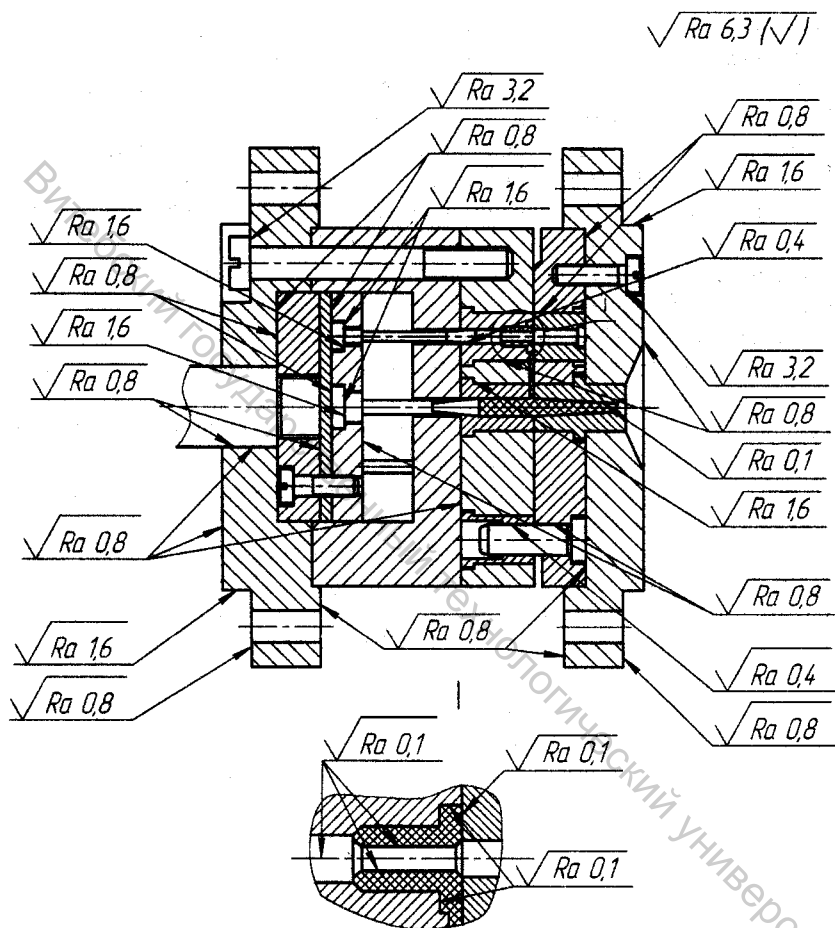


Рис.6.63. Параметры основных деталей формы для литья под давлением

Глава IV

1. Федорченко, И. М. Порошковая металлургия : справочник / И. М. Федорченко [и др.]. – Киев : Наукова думка, 1985.
2. Белов, С. В. Пористые проницаемые материалы : справочник / С. В. Белов [и др.]. – Москва : Металлургия, 1987.
3. Вишняков, Л. Р. Композиционные материалы : справочник / Л. Р. Вишняков [и др.]. – Киев : Наукова думка, 1985.
4. Кипарисов, С. С. Оборудование предприятий порошковой металлургии / С. С. Кипарисов. – Москва : Металлургия, 1988.
5. Клячко, Л. И. Оборудование и оснастка для формования порошковых материалов / Л. И. Клячко [и др.]. – Москва : Металлургия, 1986.
6. Дмитриев, А. М. Прогрессивные технологические процессы штамповки деталей из порошков и оборудование / А. М. Дмитриев. – Москва : Машиностроение, 1991.
7. Реут, О. П. Сухое изостатическое прессование уплотняемых материалов / О. П. Реут. – Минск : Вышэйшая школа, 1998.
8. Витязь, П. А. Пористые порошковые материалы и изделия из них / П. А. Витязь [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 1987.
9. Роман, О. В. Порошковая металлургия – безотходная энергосберегающая технология / О. В. Роман. – Минск : “Беларусь”, 1986.
10. Бакуль, В. Н. Основы проектирования и технология изготовления абразивного инструмента / В. Н. Бакуль. – Москва : Машиностроение, 1975.
11. Джеймс, П. Д. Процессы изостатического прессования / П. Д. Джеймс. – Москва : Металлургия, 1990.
12. Либейсон, Г. А. Основы порошковой металлургии / Г. А. Либейсон. – 1987.
13. Шатт, В. Порошковая металлургия / В. Шатт. – Москва : Металлургия, 1983.
14. Степанчук, Л. Н. Технология порошковой металлургии / Л. Н. Степанчук. – Киев : Выща школа, 1989.

Глава V

1. Беккор, М. Б. Литье под давлением / М. Б. Беккор [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1990.
2. Горюнов, И. И. Пресс-форма для литья под давлением / И. И. Горюнов. – Ленинград : Машиностроение, 1973
3. Ефимов, В. Л. Специальные способы литья : справочник / В. Л. Ефимов. – Москва : Машиностроение, 1991.

4. Галдин, Н. Н. Цветное литье : справочник / Н. Н. Галдин [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1989.
5. Гиршович, Н. Г. Справочник по чугуному литью / Н. Г. Гиршович. – Ленинград : Машиностроение, 1978.
6. Бедель, В. К. Литье под низким давлением / В. К. Бедель [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1968.
7. Рыжков, Н. Ф. Литье методом вакуумного всасывания / Н. Ф. Рыжков [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1982.
8. Сосненко, К. Н. Современные литейные формы / К. Н. Сосненко. – Москва : Машиностроение, 1967.
9. Белопухов, А. К. Технологические режимы литья под давлением / А. К. Белопухов. – Москва : Машиностроение, 1985.
10. Паращенко, В. М. Технология литья под давлением / В. М. Паращенко. – Москва : Металлургия.
11. Виноградов, В. М. Литейные формы для цветных сплавов / В. М. Виноградов. – Москва : Машиностроение, 1981.
12. Липницкий, А. М. Литье в металлические формы / А. М. Липницкий. – Москва : Машиностроение, 1969.
13. Галдин, Н. М. Отливки в точном машиностроении / Н. М. Галдин. – Москва : Машиностроение, 1983.
14. Баландин, Г. Ф. Литье тонкостенных конструкций / Г. Ф. Баландин [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1966.
15. Курдюмов, А. В. Производство отливок из сплавов цветных металлов / А. В. Курдюмов. – Москва : МИСИС, 1966.

Глава VI

1. Завгородний, В. К. Оборудование предприятий по переработке пластмасс / В. К. Завгородний. – Ленинград : “Химия”, 1972.
2. Пантелеев, А. П. Справочник по проектированию оснастки для переработки пластмасс / А. П. Пантелеев. – Москва : Машиностроение, 1986.
3. Басов, Н. И. Расчет и конструирование формующего инструмента для изделий из полимерных материалов / Н. И. Басов [и др.]. – Москва : Химия, 1991.
4. Видгоф, Н. Б. Основы конструирования литевых форм для термопластов / Н. Б. Видгоф. – Москва : Машиностроение, 1979.
5. Глухов, Е. Е. Конструирование пластмассовых изделий и формующего инструмента / Е. Е. Глухов. – Москва : Машиностроение, 1977.
6. Дубов, К. Х. Литевые формы для деталей из термопластов : каталог-справочник / К. Х. Дубов. – 1978.
7. Петреев, С. В. Пластмассовые пресс-формы для литья под давлением термопластов / С. В. Петреев [и др.]. – Ленинград : Машиностроение, 1989.

8. Демин, Е. Н. Справочник по пресс-формам / Е. Н. Демин. – Ленинград : Лениздат, 1967
9. Менгес, Г. И. Как делать литьевые формы / Г. И. Менгес [и др.]. – Санкт – Петербург : Профессия, 2007.
10. Гастров, Д. Конструирование литьевых форм / Д. Гастров. – Санкт – Петербург : Профессия, 2006.
11. Освальд, Т. Литье пластмасс под давлением / Т. Освальд [и др.]. – Санкт – Петербург : Профессия, 2006.
12. Сагалаев, Г. В. Справочник по технологии изделий из пластмасс / Г. В. Сагалаев [и др.]. – Москва : Химия, 2000.
13. Филатов, В. И. Технологическая подготовка процессов формования изделий из пластмасс / В. И. Сагалаев. – Ленинград : Политехника, 1991.
14. Лапшин, В. В. Основы переработки термопластов литьем под давлением / В. В. Лапшин. – Москва : Химия, 1974.
15. Калинин, Э. Л. Оборудование для литья пластмасс под давлением / Э. Л. Калинин. – Москва : Машиностроение, 1985.
16. Микаэли, В. Экструзионные головки для пластмасс и резины / В. Микаэли. – Санкт – Петербург : Профессия, 2007.
17. Шварц, О. Переработка пластмасс / О. Шварц [и др.]. – Санкт – Петербург : Профессия, 2005.

Учебное издание

Клименков Степан Степанович

**Расчет и конструирование формообразующего
инструмента**

Учебное пособие

Часть 2

Библиотека ВГТУ



Корректор Е.М. Богачева

Компьютерная верстка: А.А. Сайкин, А.Д. Яблоков,
Д.А. Грибанов, Н.Н. Матвеева

Подписано в печать 16.02.10. Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная №1.
Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 15,69. Уч.-изд. л. 12,9. Тираж 88 экз.
Заказ № 52

Учреждение образования "Витебский государственный технологический университет" 210035, Витебск, Московский пр-т, 72.

Отпечатано на ризографе Учреждение образования "Витебский государственный технологический университет". Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.