ГЛАВА 1.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНАСТКИ

1.1. ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДАМИ ЛИТЬЯ И ПРЕССОВАНИЯ

Большая часть пластических масс состоит из двух основных компонентов:

высокомолекулярного органического вещества — смолы, являющейся связующим материалом пластмассы и определяющей основные свойства пластмассы;

различного рода наполнителей, изменяющих в нужном направлении свойства пластмасс.

Кроме наполнителей в состав пластмасс часто вводят пластификаторы, стабилизаторы, смазывающие вещества, красители и др. Введение, например, асбеста, талька, стекла повышает теплостойкость, графита, фторопласта, дисульфидмолибдена уменьшает коэффициент трения и увеличивает износостойкость, асбеста, барита улучшает фрикционные свойства, слюды, кварцевой муки, стекла, шпата повышает электроизоляционные свойства, цветных металлов улучшает теплопроводность и т. д.

Однако следует заметить, что введение наполнителей, как правило, приводит к увеличению давления переработки и площади сечения литниковых каналов при литье, а также способствует интенсификации изнашивания формы и литьевой машины. При конструировании формы эти факторы необходимо учитывать.

По химической природе смолы пластмассы подразделяют на два вида: термореактивные и термопластичные.

Термореактивными называют пластмассы, которые при переработке претерпевают необратимые физико-химические превращения, превращаются в твердые неплавкие материалы и повторной переработке не поддаются. Термопластичные пластмассы при переработке претерпевают только физические превращения, затвердевают при охлаждении и допускают повторную переработку.

Из огромного разнообразия различных конструкционных материалов (табл. 1—3) в справочник введены наиболее широко применяемые в различных отраслях машиностроения марки материалов, перерабатываемых методом литья под давлением и прессованием, и указаны их физико-механические и технологические свойства, используемые при конструировании форм.

1.2. ВИДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС МЕТОДАМИ ПРЕССОВАНИЯ И ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Прямое прессование без предварительного подогрева. Подготовленную по массе или объему дозу пресс-порошка загружают в нагретую форму (рис. 1, *а*), где под действием температуры и давления материал принимает заданную форму и выдерживается до отверждения. Такой технологический процесс можно эффективно применять при изготовлении преимущественно изделий малой высоты, требующих засыпки порошка тонким слоем, а также изделий с малой (до 2 мм) толщиной стенок и несложной конфигурации.

В процессе прессования давление передается непосредственно на прессуемое изделие; в начале запрессовки оно достигает 25—70 МПа (в зависимости от материала) и снижается в процессе выдержки до 2,0—2,5 МПа.

Процесс легко автоматизировать для безарматурных и беззнаковых изделий. Производительность можно увеличить при повышении температуры формы. К недостаткам данного метода следует отнести образование облоя по линии разъема формы, необходимость создания повышенных усилий прессования, трудность формования изделий сложной конфигурации и изделий с арматурой.

Прямое прессование с предварительным подогревом таблетированного материала. Таблетированный на гидравлических или механических таблет-машинах материал разогревается, например в генераторах *1* токов высокой частоты, до требуемой температуры и загружается в форму, где происходит процесс прессования аналогично предыдущему (рис. 1, *б*).

Этот метод более производителен по сравнению с предыдущим, так как предварительный подогрев уменьшает время отверждения пресс-материалов в 1,5—2,0 раза, позволяет получать изделия более сложной конфигурации и более высокого качества.

Литьевое прессование. При этом методе предварительно подогретый в нагревательном устройстве *1* (рис. 2) таблетированный материал загружается не непосредственно в форму, а в специаль-

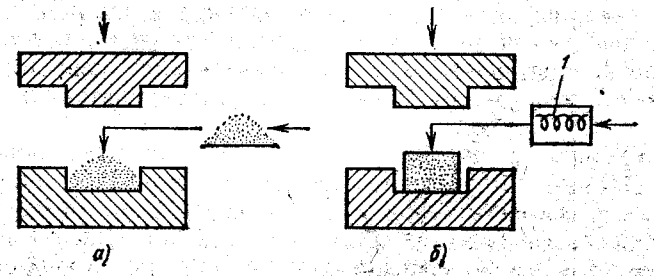


Рис. 1

Некоторые физико-механические и технологические свойства прессовых реактопластов [7]

Таблица 1

Материал	ГОСТ, ТУ	Наполнитель	Плотность отпрессованного изделия, кг/м³, не более	Насыпная плотность прессмассы, кг/м³, не более	Текучесть по Рашигу, мм	Усадка, %	Температура прессования, °С: без предварительного подогрева	Температура прессования, °С: с предварительным подогревом *	Давление, МПа, при прессовании: компрессионном, без предварительного подогрева	Давление, МПа, при прессовании: компрессионном, с предварительным подогревом	Давление, МПа, при прессовании: литьевом	Выдержка (на 1 мм толщины изделия), мин, при прессовании: компрессионном, без предварительного подогрева	Выдержка (на 1 мм толщины изделия), мин, при прессовании: компрессионном, с предварительным подогревом	Выдержка (на 1 мм толщины изделия), мин, при прессовании: литьевом
Массы прессовочные фенольные:														
К-18-20С	МРТУ 6-05-1209—69	Органоминеральный	1400		90—190	0,4—0,8	—	—	—	—		—	—	—
02-010-02		—			—									
			1450			—	—	—	30±5		40—80	0,6—1,0	0,4—0,8	0,4—0,6
Сп1-342-02				500	100—190	0,4—0,8	180±10	180±10	30±5	30±5		0,3—0,8	0,3—0,7	—
Сп3-342-02					90—190			(180±10)						
Э1-340-02		Органический			90—180	0,5—0,9	180±10	180±10	30±5		60—120	0,3—0,8	0,3—0,7	—
Э2-330-02			1400	300	100—180	0,5—0,9	170±10	180±10	35±5			0,6—1,0	0,4—0,8	—
Э3-340-61				900	90—190	0,4—0,8	170±10	180±10	35±5			0,6—1,0	0,4—0,8	—
Э3-340-65		Минеральный		900	90—190	0,4—0,7	—		—					—
						0,4—0,7	—	180±10 (170±10)	—	35±5	80—100	—	0,8—1,1	—
Э6-014-30				—	130—200									
Э7-361-73		Органический и минеральный	1850	800	90—180	0,2—0,3	—		—			—		—
Э9-342-73	ГОСТ 5689—79					0,4—0,8	—		—		—	—		—
Э11-342-63						0,4—0,8	—	170±10	—		—	—	0,7—1,2	—
Вх-090-34		Каолин	1600	—		0,5—0,7	—		—		—	—		—
Вх2-090-68				—										
Вх3-090-14		Кокс	1500	—	90—180	0,4—0,8								
Вх4-080-31		Минеральный	1750	—			170±5	—	30±5	—	—	1,0—1,5	—	—
Вх6-342-70		Органический	1350	—		0,3—0,9								
У2-301-07		Хлопковая целлюлоза	1450	160	40—140	0,6—1,0								
						0,3—0,6	145—160	—	40—55	—	70—100	—	—	—
Вх1-090-34		Минеральный	1600	750	90—190									
Ж1-010-40		Асбест	1900	800	90—190	0,4—0,8	160±10	—	25—40	—	50—80	—	—	—
Ж2-010-60		Минеральный	1750	700	120—200	0,2—0,8	180±10	—	30±5	—	—	0,4—0,5	—	—
Ж3-010-62		Асбест, слюда	1850	800	160—200		180±10	—	30±5	—	—	0,4—0,5	—	—
Ж5-010-78		Органический, минеральный	1900		130—195	0,2—0,7	180±10	—	30±5	—	—	0,4—0,5	—	—
							—	160±10	—	30—35	—	—	1,5—2,0	—

Продолжение табл. 1

Материал	ГОСТ, ТУ	Наполнитель	Плотность отпрессованного изделия, кг/м³, не более	Насыпная плотность прессмассы, кг/м³, не менее	Текучесть по Рашигу, мм	Усадка, %	Температура прессования, °С: без предварительного подогрева	Температура прессования, °С: с предварительным подогревом *	Давление, МПа, при прессовании: компрессионном: без предварительного подогрева	Давление, МПа, при прессовании: компрессионном: с предварительным подогревом	Давление, МПа, при прессовании: литьевом	Выдержка (на 1 мм толщины изделия), мин, при прессовании: компрессионном: без предварительного подогрева	Выдержка (на 1 мм толщины изделия), мин, при прессовании: компрессионном: с предварительным подогревом	Выдержка (на 1 мм толщины изделия), мин, при прессовании: литьевом
Э17-343-02	ТУ 6-05-196—75	Органический и минеральный	1400	—	120—195	0,4—0,7	155±5	—	30±5	—	—	1,0—1,5	—	—
Э21-450-44	ТУ 6-05-441—75	Рубленая стеклонить	1650	—	130—180	0,5—0,8	—	180±5	—	35±5	—	—	1,0—2,0	—
К-253-59	ТУ 6-05-503—74		1500		120—170	0,4—0,8	165±5	—	30±5	—	—		—	—
МДП-12	ТУ 6-05-844—78	Древесный, дисперсные металлы и др.	4500	—		0,3	160±5	—	60—90	—	—	1,0—1,5	—	—
МДП-18			4000	—	100—190								—	—
КФ-3	ТУ 6-05-16-25—73	Асбестовое волокно, каолин	1850—1950			0,3	185±5	—		—	—		—	—
КФ-3М		Асбестовое волокно, кизельгур	1850—1950	800	120—180	0,6	185±5	—		—	—		—	—
КФ-3Г		Асбестовое волокно, каолин, графит	1850—2100	—		0,3	—	—	45—50	—	—	1,5—3,0	—	—
К-236-58		Асбест, барит	2400—2700	—	60—180	0,2		—		—	—		—	—
Ф6-337-67	ТУ 6-05-1366—74	Асбест, латунная стружка	2100	—	80—120	0,7—0,8	160±10	—	45±5	—	—	1,0—1,5	—	—
К-15-6	ТУ 6-05-1642—73	Асбест, барит, латунная стружка, электрокорунд	3000	—	90—200	0,2	175±5	—	45±5	—	—	1,5—2,0	—	—
Антегмит (АТМ-1)	—	—	1800—1850	—	—	—	175±5	—	20	—	—	4,0	—	—
Аминопласты:														
КФА1	ГОСТ 9359—80	—	1400—1500	300	70—160	0,7	140±5	—	30±5	—	—	1,0—1,5	—	—
КФА2		—	1400—1500	300	70—160	0,7	140±5	—	30±5	—	—	1,0—1,5	—	—
МФВ1		Органический, минеральный	1600—1800	—	120—195	0,6—1,0	160±5		45±5	—		2,5	—	2,0
МФВ2			1600—1850	—	120—195	—	160±5	(170±5)	45±5	—	60—100		—	
МФВ3			1600—1900	—	120—195	—	160±5		45±5	—		1,5—2,0	—	1,5
МФВ4			1600—1850	—	200	—			45±5	—			—	
МФД1			1700—1900	—	90—150	0,7—0,8	160±10	—	35±5	—	—	1,0—1,5	—	—
П—1—1	—	Органический	1480	—	50	0,5	130±10	—	35±5	—	—	1,5—3,0	—	—

Продолжение табл. 1

Материал	ГОСТ, ТУ	Наполнитель	Плотность отпрессованного изделия, кг/м³, не более	Насыпная плотность пресс-массы, кг/м³, не менее	Текучесть по Рашигу, мм	Усадка, %	Температура прессования, °С: без предварительного подогрева	Температура прессования, °С: с предварительным подогревом*	Давление, МПа, при прессовании: компрессионном: без предварительного подогрева	Давление, МПа, при прессовании: компрессионном: с предварительным подогревом	Давление, МПа, при прессовании: литьевом	Выдержка (на 1 мм толщины изделия), мин, при прессовании: компрессионном: без предварительного подогрева	Выдержка (на 1 мм толщины изделия), мин, при прессовании: компрессионном: с предварительным подогревом	Выдержка (на 1 мм толщины изделия), мин, при прессовании: литьевом
Пресс-материалы на основе кремнийорганических смол: ПК-9	ТУ 6-05-39—74	Стеклонить и др.	1650—1750	—	80—150	0,2—0,6	150±5	(160±10)	40±5	—	65±5	2,0—3,0	—	1,5—2,0
КФ-9	ТУ 6-05-1471—71	Минеральный	1500—1650	—	160—195	2,5—3,0	—	160±10 (170±10)	—	30±5	70—80	—	1,0—1,5	1,0
КФ-10			1800—2000	—	160—200	1,2—1,5	—	170±5 (180±5)	—	30±5	70—80	—	2,0—3,0	2,0
ВПМ-1В ВПМ-3 ВПМ-3П	ТУ 6-05-1132—70	Стекловолокно и др.	1700—2000	—	—	0,25 0,3 3,3	—	195±5 (195±5)	—	40±5	80±5	—	1,5—2,5	1,5—2,0
Материалы прессовочные (стекловолокниты): АГ-4В		Стекловолокно спутанное		—				(160±5)			60—80			1,5—2,5
АГ-4С, АГ-4НС	ГОСТ 20437—75	Стекловолокно ленточное	1700—1900	—	Св. 100	0,1—0,15	160±5	—	40±5	—	—	1,5—2,5	—	—
АГ-4ЛС	ТУ 84-79—76	Стеклонить	1400—1600	—	—	0,2—0,6	150±5	—	25±5	—	—	1,5—2,0	—	—
АГ-4С-6	ТУ 84-359—73	Стеклонить и др.	1900—2000	—	—	0,2	155±5	—	35±5	—	—	2,0—3,0	—	—
АГ-4В-10	ТУ 84-438—78		1700—1900	—	—	0,15	155±5	—	35±5	—	—	2,0—3,0	—	—
СНК-2-27	—		1700	—	—	0,15	145±5	(150±5)	30±5	—	70—120	1,0—2,0	—	1,0—1,5
К-214-52 (фенолит РСТ)	ТУ 6-05-1297—78	Стекловолокно рубленое	1600	—	120—160	0,4—0,7	175±5	—	30±5	—	—	1,0	—	—
ДСВ-2-Р-2М	ГОСТ 17478—72	Стеклонить	1700—1850	100—250	—	0,1	145±5	(135—170)	25—40	—	60—130	1,5	—	1,0
ДСВ-4-Р-2М			1700—1850	100—250	—	0,1	145±5	(135—170)	25—40	—	60—130	1,5	—	1,0

Материал	ГОСТ, ТУ	Наполнитель	Плотность отпрессованного изделия, кг/м³, не более	Насыпная плотность пресс-массы, кг/м³, не менее	Текучесть по Рашигу, мм
ВЭП-1	ТУ 6-05-1140—76	Кварцоидное волокно и др.	1700—1800	—	—
ДВПМ-1П	ТУ 6-05-1566—72	Стеклонить	1800—2000	—	150
ДВПМ-3П			1800—2000	—	150
27-63С	ТУ 84-499—74		2100	—	—

* В скобках указана температура при литьевом прессовании.

ную камеру, откуда под давлением плунжера масса перетекает через литниковую систему в оформляющие полости предварительно сомкнутой формы; здесь при дальнейшей выдержке под давлением материал отверждается.

Так как при этом методе давление в момент запрессовки не передается непосредственно на стенки оформляющих полостей, а повышается в них после их заполнения, появляется возможность получения изделий с тонкой и сложной арматурой. Необходимо учитывать, что поток материала из литника не следует направлять на арматуру (ее можно располагать в различных направлениях и обеспечивать двустороннее закрепление). Кроме того, метод позволяет получать изделия сложной формы с глубокими отверстиями малого диаметра. По плоскости разъема формы облой образуется в небольшом количестве либо отсутствует.

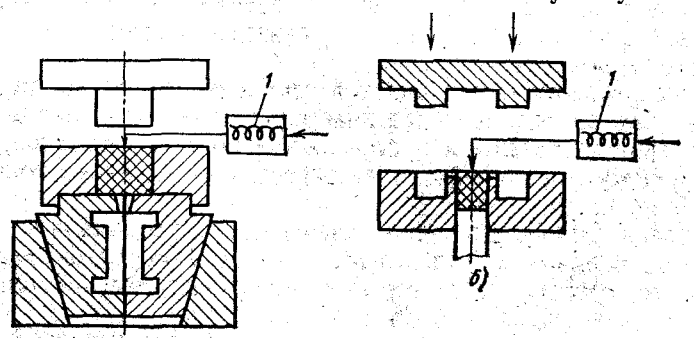


Рис. 2

Продолжение табл. 1

Усадка, %	Температура прессования, °С		Давление, МПа, при прессовании			Выдержка (1 мм толщины изделия), мин, при прессовании		
			компрессионном		литьевом	компрессионном		литьевом
	без предварительного подогрева	с предварительным подогревом*	без предварительного подогрева	с предварительным подогревом		без предварительного подогрева	с предварительным подогревом	
0,2	200±5	—	40±5	—	—	—	—	—
0,2	—	195±5	—	35±5	—	—	3,0—7,0	—
0,2	—	195±5	—	35±5	—	—	3,0—7,0	—
0,1	180±10	—	20±5	—	—	1,5—3,0	—	—

К недостаткам метода следует отнести: повышенный расход материала из-за больших необратимых отходов на литники и неизбежный технологический избыток материала в литьевой камере; бо́льшие сложность и стоимость форм, чем при прямом прессовании.

Существуют два основных варианта литьевого прессования: в формах с верхней (рис. 2, *а*) и с нижней (рис. 2, *б*) загрузочной камерой.

Прямое прессование с предварительной пластикацией пресс-порошка. Сущность способа заключается в том, что предварительный подогрев материала, пластикация и дозировка осуществляются в цилиндре с вращающимся шнеком. Подготовленная и дозированная порция материала, как правило, автоматически подается в форму (рис. 3, *а*). Этот процесс позволяет полностью отказаться от таблетирования и нагревания материала в генераторах токов высокой частоты.

Благодаря достижению высокой температуры материала перед прессованием значительно повышается производительность переработки гранулированных и порошкообразных материалов, причем эффективность процесса повышается с увеличением толщины стенки изделия.

Предварительная шнековая пластикация предъявляет повышенные требования к стабильности свойств перерабатываемых материалов, особенно в отношении гранулометрического состава и скорости отверждения пресс-материалов.

Литьевое прессование с предварительной пластикацией отличается от предыдущего метода тем, что подготовленный материал

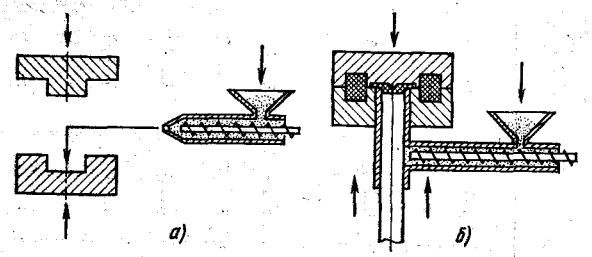


Рис. 3

подается не в форму, а в литьевой цилиндр (рис. 3, *б*). Материал впрыскивается в закрытую форму плунжером.

Процесс эффективен при изготовлении толстостенных сложных по форме армированных изделий. Существенные недостатки способа — большая сложность и увеличенные размеры оборудования и оснастки, значительный объем наладочных работ при переходе с одного изделия на другое.

Литье под давлением реактопластов. Исходный материал (гранулят) из бункера *1* подается в цилиндр *2* литьевой машины, где переводится в вязкотекучее состояние, а затем в сомкнутую форму *3* (рис. 4). При прохождении через отверстия в мундштуке, канале литниковой втулки и по литниковой системе формы материал за короткое время дополнительно равномерно прогревается до температуры прессования, благодаря чему значительно уменьшается время выдержки в форме; эта температура почти не зависит от толщины стенки изделия. Процесс эффективен для деталей массивных, толстостенных, сложных по конфигурации, а также для деталей с арматурой, при изготовлении которых метод прямого прессования особенно неэкономичен.

В отдельных случаях используют усовершенствованный способ литья реактопластов с допрессовкой, при котором материал предварительно подвергается подготовке в цилиндре машины и впрыскивается в не полностью замкнутую форму. По окончании впрыска форма полностью смыкается — происходит прессование. Благодаря этому значительно снижается анизотропия свойств и появляется возможность получать тонкостенные изделия с минимальным короблением. Другие преимущества метода: хорошая вентиляция формы; улучшенная поверхность изделия, по сравнению

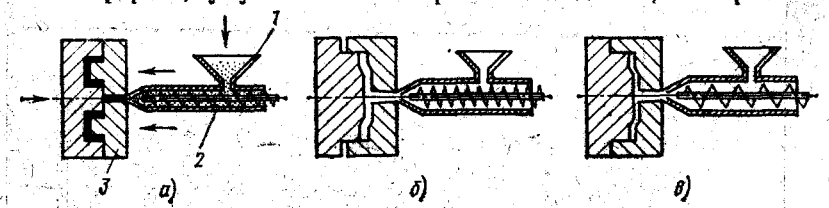


Рис. 4

Таблица 2

Некоторые физико-механические и технологические свойства литьевых фенопластов [7]

Марка	ТУ	Плотность, кг/м³	Текучесть по Рашигу, мм, при давлении, МПа		Усадка, %	Температура формы, °С	Давление впрыска, МПа	Время выдержки под давлением, с	Время отверждения (на 1 мм толщины детали), с
			30	15					
020-210-75,	6-05-1845—78	1350—1420	170	120—190	0,4—0,8		110—140	5—6	8—10
021-210-75									
Э23-121-74,	6-05-231-59—79	1300—1400	—	110—190	0,9—1,3	150—180		5—10	9—10
Э24-122-02									
032-0118-02	6-05-231-158—79	1360—1450	150	110—190	0,4—0,9	175—185		4—6	6—8
018-010-13	6-05-231-47—77	1500	170	90—180	0,7—1,5	165—175	100—130	5—10	9—10
Э28-0118-81	6-05-231-130—79	—	—	180	0,5—0,8			4—6	6—8
К-210М-75	6-05-231-180—78	1400	—	160	0,4—0,8	170—190	140—160	4—6	9—10
Э32-0118-48	6-05-231-46—79	1900	170	—	0,5—0,7		100—130	6—10	8—10
Ж9-010-60	—	1500—1700	—	140—190	0,5—0,9		120—140	6—10	8—10
ВГС-18 (стекло-наполненный)	6-11-15-8—76	1400—1550	—	—	0,4—0,6	150—170	80—110	5—10	9—10

Таблица 3

Физико-механические и технологические свойства литьевых термопластов [7]

Материал	ГОСТ, ТУ, ОСТ	Плотность, кг/м³	Усадка, %	Температура *, °С		Давление литья, МПа
				расплава	формы	
Полиэтилен высокого давления	ГОСТ 16337—77	913—929	1,0—3,5	(190—220)	30—60	40—100
Полиэтилен низкого давления	ГОСТ 16338—77	935—959	1,0—4,0	(240—270)	30—70	50—140
Полипропилен	ТУ 6-05-1756—78	900—910	1,6—2,5	(260—280)	30—90	80—140
Пресс-материал 501-73	ТУ 84-471—74	1150	0,2—0,5	140±10	35—40	50—100
Пресс-материал 14-А	ТУ 84-612—75	1000—1400	3,0	140±10	30—40	80—100
ПОВ-30	ТУ 6-05-1730—75	910	0,6—1,0	—	—	—
ПОВ-50		910—1000	0,6—1,0	—	—	—
Полистирол:						
суспензионный	ГОСТ 20282—74	1050—1080		160—220	40—60	80—120
блочный		1050—1080	0,4—0,8	180—240	40—50	80—120
эмульсионный		1050—1100		190—230	65—70	100—120
ударопрочный	ОСТ 6-05-406—75, ТУ 6-05-1871—79	1040—1060	0,4—1,2	180—230	40—70	100—120
Полистирол и сополимеры стирола оптического назначения:						
ПСМ-О, ПСМ-С	ТУ 6-05-1728—75	1050—1080		170—210	40—60	90—120
МС-О-1, МС-О-2, МС-О-3, МС-О-4	ТУ 6-05-05-70—77	1140	0,4—0,8	180—230	40—60	110—140
Сополимеры стирола:						
САН, САМ-Э	ТУ 6-05-1580—80	1040		190—230	50—60	110—140
САН-С (стеклонаполненный)	ТУ 6-05-041-369—76	1280—1320	0,2—0,4	210—240	80—100	120—160
МС	ГОСТ 12271—76	1140		190—220	50—60	110—140
МСН		1120	0,4—0,6	190—230	40—50	110—140
МСН-Л		1120		180—210	40—50	100—120
МСН-П	ТУ 6-05-626—76	1100		230—240	85—90	120—150

Продолжение табл. 3

Материал	ГОСТ, ТУ, ОСТ	Плотность, кг/м³	Усадка, %	Температура *, °С		Давление литья, МПа
				расплава	формы	
АБС-пластики:						
2020, 1308		1040		200—240		120—140
1530		1040		200—230	70—80	100—120
1106Э, 2802Э	ТУ 6-05-1587—79	1030	0,3—0,7	200—240		
0809Т, 1002Т, 0603Т		1050		210—240	—	120—160
вспенивающийся полистирол	ТУ 6-05-05-148—78	—	—	140—180	40—50	—
Полиамиды:						
6	ОСТ 6-06-С9—76	1130	1,0—2,0	240—260	80—90	100
66 (анид)	ОСТ 6-06-С23—79	1140	1,2	240—270	75—85	100—140
610	ГОСТ 10589—73	1080—1100	0,8—2,0		60—80	100—120
610-11-106 (наполнитель тальк)	ОСТ 6-05-408—75	1250—1260	0,8—1,0		70—90	100—120
12-1	ТУ 6-05-1309—72	1010—1020	0,7—1,1	220—260	60—90	
12-11-110	ТУ 6-05-211-1021—76	1020	0,7—1,1	220—250	70—90	90—120
12-11-113	ТУ 6-05-081-145—72	1020—1030	—	220—250	60—90	
6 (высоковязкий)	ТУ 6-06С-143—82, ТУ 6-06-32-278—78	—	0,6—1,4	230—260	60—90	80—120
Полиамиды стеклонаполненные:						
610-11-108	ОСТ 6-05-408—75	1340—1350	0,2—0,6	220—260	70—90	100—120
6-11-108.1	ТУ 6-05-211-953—74	1350	0,2—0,6	230—250	70—90	100—120
Актегмит (АТМ-2)	ТУ 05-031-502—77	1390	1,1—1,2	250—275	60—90	100—110
Полиакрилаты:						
полиметилметакрилат ЛПТ	ТУ 6-05-952—74	1180—1200	—	190—235	—	100—120
полиметилметакрилат суспензионный ЛСОМ	ОСТ 6-01-67—72	1190	1,0	220±15	60—80	80—100
акрил 2М	ТУ 6-01-707—72	1190	—	210—220	40—70	80—120

Продолжение табл. 3

Материал	ГОСТ, ТУ, ОСТ	Плотность, кг/м³	Усадка, %	Температура *, °С		Давление литья, МПа
				расплава	формы	
Поликарбонаты:						
ПК-1	ТУ 6-05-1668—80	1190—1200	0,6—0,8	245—290	90—120 (до 130)	100—160
ПК-2			0,5—0,7			
ПК-3			0,4—0,6			
ПК-5			0,5—0,7			
ПК-6			0,5—0,7			
Дифлон МФ-42 (наполненный фторопластом-42 и двуокисью титана)	ТУ 6-05-211-985—75	1230—1250	0,6—1,1			
ПК-НКС (стеклонаполненный)	ТУ 6-05-211-1080—80	1350—1390	0,2—0,6			
ДАК-8 (наполненный фторопластом-4)	ОСТ В-6-05-5080—73	1220—1225	0,6—1,1			
Сополимеры формальдегида:						
СФД, СТД	ТУ 6-05-1543—72	1390—1410	1,5—3,5	170—210	60—80 (90—110)	60 150
СФД-21-1	ТУ 6-05-211-990—75	1410—1420	1,9—2,5			
СФД-31-4	ТУ 6-05-211-1038—76	1420	1,8—2,2			
СТД-11-5, СФД-11-5 (стеклонаполненные)	ТУ 6-05-211-899—76	1500—1540	—	170—210	60—80 (90—110)	65—150
СТД-11-6, СФД-11-6 (стеклонаполненные)	ТУ 6-05-211-899—76	1500—1540	—	170—210	60—80 (90—110)	65—150
Этролы:						
ацетилцеллюлозный	ТУ 6-05-1528—72	1270—1340	0,2—0,9	170—220	25—30	80—120
ацетобутиратцеллюлозный	ТУ 6-05-1418—71	1160—1250	—	160—190	25—30	80—120
Пентапласт БГ-1	ТУ 6-05-1422—74	1400	0,6	200—230	90—100	70—120

* В скобках дано значение для изделий тонкостенных и сложной формы.

с получаемой другими методами. К недостаткам метода следует отнести высокую стоимость формы, повышенный износ формообразующих поверхностей по линии смыкания формы и, как следствие, образование грата.

Литье под давлением термопластов является основным способом переработки термопластичных материалов в изделия. Он позволяет изготовлять высококачественные изделия с высокой степенью точности из самых различных материалов.

Процесс литья под давлением ведут на литьевых машинах при температуре литьевого цилиндра 160—280 °С (в зависимости от применяемого материала) выдавливанием расплавленной пластмассы в охлаждаемую форму (рис. 4, *а*), где материал остывает и отверждается.

Для расширения технологических возможностей литьевых машин помимо традиционного литья иногда применяют способы интрузии, а также совмещения литья и прессования (рис. 4, *б*, *в*).

Основные отличия интрузионного формования заключаются в том, что операции пластикации и впрыска совмещены и начальная стадия заполнения формы происходит при вращающемся, но неподвижном в осевом направлении шнеке. Окончательное заполнение формы происходит при поступательном перемещении шнека без вращения. Последующие стадии аналогичны обычному литью. Интрузионный способ позволяет получать отливки большего объема, чем номинальный объем впрыска литьевой машины, на 30—35 %.

При совмещении литья с прессованием в период заполнения форма не полностью замкнута. В первоначально приоткрытой на 0,05—0,2 мм (для газонаполненных полимеров — до нескольких миллиметров) форме получают заготовку, близкую изделию по конфигурации и размерам. Последующая операция — прессование происходит при замыкании формы с необходимым усилием. При этом изделие окончательно формуется и далее отверждается. Для того чтобы материал не вытекал в плоскость разъема и не образовывался грат, пуансон должен быть плунжерного типа, что увеличивает трудоемкость изготовления и снижает износостойкость формы. В связи с этим предпочтительны одногнездные формы для цилиндрических изделий. Этот способ наиболее целесообразно применять при литье реактопластов и вспененных термопластов.

Однако в настоящее время интрузионный и совмещенный способы еще не нашли широкого применения в промышленности.

1.3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС МЕТОДАМИ ЛИТЬЯ И ПРЕССОВАНИЯ

Из большого числа показателей технической характеристики оборудования для переработки пластмасс в справочнике приведены только те показатели, которые используют при конструиро-

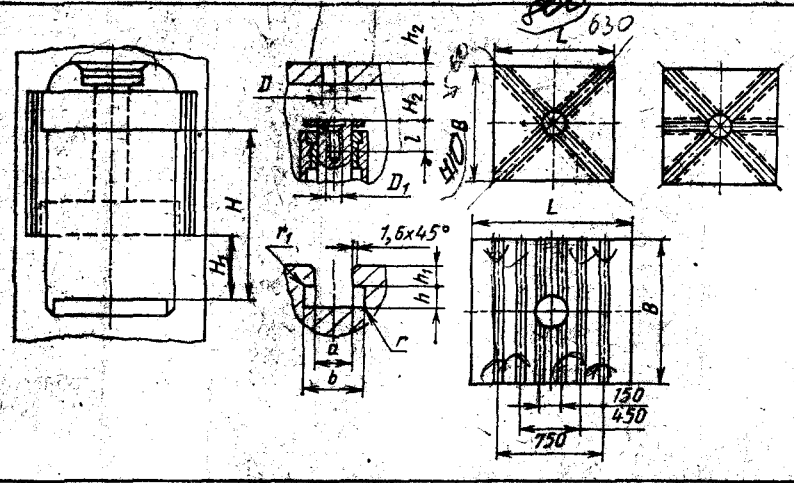
Таблица 4

Технические характеристики прессов

Параметр	Значения параметра для модели									
	ДБ2424, ДБ2424А	ДБ2426, ДБ2426А	ДБ2428, ДБ2428А	ДБ2430, ДБ2430А	ДБ2432, ДБ2432А	ДБ2434, ДБ2434А	ДБ2436, ДБ2436А	ДА2238А	ДБ2240	ДА2243
Пресс										
Номинальное усилие пресса, кН	250	400	630	1000	1600	2500	*4000	6300	10 000	20 000
Номинальное усилие возвратного хода, кН	25	40	63	100	160	250	400	—	—	—
Ход ползуна, мм	450	450	450	560	630	710	800	800	1 000	1 400
Наибольшее расстояние между столом и ползуном, мм	710	710	800	900	1000	1250	1400	1600	1 800	1 400
Размеры стола, мм:										
длина	560	560	630	710	800	1120	1250	1400	1 500	1 650
ширина	500	500	560	630	710	1000	1120	1250	1 250	2 000
Номинальное усилие выталкивателя, кН	50	80	125	200	315	500	635	1000	1 600	3 150
Ход выталкивателя, мм	160	160	160	200	250	360	400	400	—	—
Наибольшая допускаемая площадь прессования, см², при давлении прессования, МПа:										
25	100	160	252	400	640	1000	1600	2520	4 000	8 000
30	83	133	210	333	533	833	1333	2100	3 333	6 666
35	71	114	180	286	457	714	1143	1800	2 857	5 714
40	62	100	157	250	400	625	1000	1570	2 500	5 000
50	50	80	126	200	320	500	800	1260	2 000	4 000
60	41	66	105	166	260	416	666	1050	1 667	3 334
80	31	50	79	125	200	313	500	788	1 250	2 500
100	25	40	63	100	160	250	400	630	1 000	2 000

Таблица 5

Основные размеры, мм, присоединительных элементов гидропрессов для установки пресс-форм



Модель пресса	Усилие пресса, кН	Размеры														
		H	H₁	L	B	D	D₁	l	H₂	h₂	a	b	h	h₁	r	r₁
ДБ2424, ДБ2424А	250	710	260	360	500	—	М30	42	160	70	22	36	16	20	2,5	0,6
ДБ2426, ДБ2426А	400	710	260	560	500	—	М30	42	160	70	22	36	16	20	2,5	0,6
ДБ2428, ДБ2428А	630	800	350	630	560	70	М30	42	160	70	18	30	12	24	2,5	0,6
ДБ2430, ДБ2430А	1000	900	340	710	630	100	М36	50	200	100	18	30	12	20	2,5	0,6
ДБ2432, ДБ2432А	1600	1000	370	800	710	140	М36	50	250	115	28	46	20	30	1,0	1,0
ДБ2434, ДБ2434А	2500	1250	540	1120	1000	200	М36	50	360	130	28	46	20	24	4,0	1,0
ДБ2436, ДБ2436А	4000	1400	600	1250	1120	225	М42	80	400	150	28	46	20	24	4,0	1,0
ДА2238А	6300	1600	—	—	—	—	—	—	—	—	36	56	25	—	6,0	1,6

Таблица 6

Технические характеристики термопластавтоматов

Параметр	Значения параметра для модели									
	ДБ3121-16П	ДБ3124-32П	Д3127-63, ДА3127-63, ДБ3127-63П	ДВ3127-63, ДВ3127-63П	Д3130-125, Д3130-125П	ДА3130-125	ДВ3130-125	Д3132-250, Д3132-250П	Д3134-500, Д3134-500П	Д3136-1000
Диаметр шнека, мм	22	26	36	36	40	40	40	50	60	80
Номинальный объем впрыска, $см^3$	16	32	63	63	125	125	125	250	500	1000
Номинальное давление литья (в материальном цилиндре), МПа	112	112	132	132	132	132	132	132	132	132
Номинальная объемная скорость впрыска, $см^3/с$	30	47	60	—	78	104	—	150	192	400
Номинальное усилие запирания формы, кН	125	250	500	500	1000	1000	1000	1600	2500	4000
Высота формы, мм:										
наибольшая	160	250	250	250	320	320	320	400	500	630
наименьшая	110	125	140	140	160	160	160	200	250	320
Наибольшее расстояние между плитами, мм	320	400	500	500	640	640	640	800	1000	1260
Ход подвижной плиты (при наибольшей высоте инструмента), мм	160	200	250	250	320	320	320	400	500	630
Наибольший ход выталкивателя *, мм	92	146	—	— (60)	—	—	— (100)	130 (70)	150 (100)	250 (125)
Расстояние между колоннами в свету, мм:										
по горизонтали	200	250	320	320	400	400	400	500	500	630
по вертикали	200	200	250	250	320	320	320	400	500	630

Продолжение табл. 6

Параметр	Значения параметра для модели									
	Д3138-2000	Д3140-4000	KuASY 100/25	KuASY 50/63	KuASY 150/50	KuASY 100/125	KuASY 260/100	KuASY 320/160	KuASY 400/160	KuASY 630/160
Диаметр шнека, мм	100	115	25; 28; 32	32	32; 36; 40	36	40; 45; 50	45; 50; 56	50; 56; 63	50; 56; 63
Номинальный объем впрыска, $см^3$	2000	4 000	40; 52,5; 65	88	76; 95; 117	110	141; 220; 173	206; 320; 255	255; 405; 320	323; 512; 407
Номинальное давление литья (в материальном цилиндре), МПа	132	132	232; 142; 185	155	206; 132; 163	120	192; 123; 152	155; 100; 126	154; 97; 123	202; 127; 161
Номинальная объемная скорость впрыска, $см^3/с$	—	655	53; 80; 104	—	95	—	143	—	150; 240; 190	245; 389; 308
Номинальное усилие запирания формы, кН	6300	10 000	250	500	500	1000	1000	1600	1000— 1750	1000— 1750
Высота формы, мм:										
наибольшая	800	1 000	265	270	270	300	320	400	400	400
наименьшая	400	500	125	160	130	160	160	100	100	100
Наибольшее расстояние между плитами, мм	—	2 120	485	520	520	620	640	800	800	800
Ход подвижной плиты (при наибольшей высоте инструмента), мм	850	1 120	110—220	250	125—250	160—320	320	400	400	400
Наибольший ход выталкивателя *, мм	350 (180)	400) (220	—	—	—	80	80	80	80	80
Расстояние между колоннами в свету, мм:										
по горизонтали	800	1 000	300	320	320	360	365	400	400	400
по вертикали	800	1 000	210	200	320	250	365	400	400	400

Продолжение табл. 6

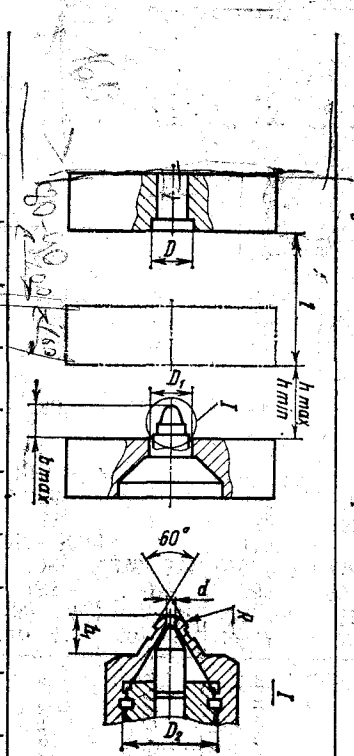
Параметр	Значения параметра для модели								
	KuASY 630/250	KuASY 800/250	KuASY 1400/250	KuASY 1700/400	MONOmat 80	MONOmat 160	MONOmat 165	MONOmat 330	MONOmat 420
Диаметр шнека, мм	56; 63; 70	63; 70; 80	63; 70; 80	70; 80; 90	35; 40; 45	40; 45; 50; 55	40; 45; 50	55; 60; 70; 75	70; 80; 90; 100
Номинальный объем впрыска, см³	406; 635; 515	515; 830; 635	715; 1160; 885	885; 1460; 1160	116; 150; 190	163; 206; 252; 305	195; 246; 314	566; 670; 919; 1057	895; 1172; 1467; 1819
Номинальное давление литья (в материальном цилиндре), МПа	161; 103; 127	157; 98; 127	197; 123; 160	191; 116; 146	150; 115; 90	162; 128; 104; 86	176; 138; 112	165; 139; 102; 90	165; 127; 100; 81
Номинальная объемная скорость впрыска, см³/с	—	240; 335; 295	321; 578; 396	445; 740; 582	—	—	—	—	—
Номинальное усилие запирания формы, кН	2500	1750—2750	1750—2750	3000—4400	800	1600	1650	3300	4200
Высота формы, мм:									
наибольшая	500	500	500	630	270	350	350	500	600
наименьшая	100	100	100	130	150	190	190	250	300
Наибольшее расстояние между плитами, мм	1000	1000	1000	1260	570	750	750	1025	1250
Ход подвижной плиты (при наибольшей высоте инструмента), мм	500	500	500	630	300	400	400	525	650
Наибольший ход выталкивателя *, мм	100	100	100	125	—	110	110	150	(150)
Расстояние между колоннами в свету, мм:									
по горизонтали	500	500	500	630	300	375	375	500	605
по вертикали	500	500	500	630	200	315	315	500	605

* В скобках даны значения для гидравлического выталкивателя.

Примечание. Термопластавтоматы KuASY и MONOmat выпускают в ГДР и ПНР.

Присоединительные размеры, мм, установочных элементов термопластавтоматов

Таблица 7



Модель термопластавтомата	h max	h min	l	D	D1	b max	d	R	b1	D2
ДБ3121-16П, ДЗ124-32П	160 200	110 125	160 200	80 100	— —	25 25	3 3	6 6	15	М42×2
ДЗ127-63, ДА3127-63, ДБ3127-63П	250	140	250	125	—	30	3	14,5	16	—
ДВ3127-63, ДВ3127-63П	250	140	250	125	—	30	3	7	17	М42×2
ДЗ130-125, ДЗ130-125П	320	160	320	125	—	30	—	7	17	М50×3
ДА3130-125 ДВ3130-125 ДЗ132-250, ДЗ132-250П	320 320 400	160 160 200	320 320 400	125 125 160	— — —	30 30 30	4,15 — —	14,5 7 7	12 17 23	— М42×2 Tr 50×3
ДЗ134-500, ДЗ134-500П	500	250	500	160	—	50	4	7	23	Tr 50×3
ДЗ136-1000 ДЗ138-2000 ДЗ140-4000	630 800 1000	320 400 500	630 850 1120	200 200 250	— — —	30 45 45	4 8 8	7 16 16	23 22 22	Tr 50×3 Tr 60×3 Tr 60×3
MONOmat 80	270	150	300	125	125	15	—	7	—	—
MONOmat 160	350	190	400	175	175	30	—	7	—	—
MONOmat 165	350	190	400	175	175	15	—	7	—	—
MONOmat 330	500	250	525	175	175	70	—	12	—	—
MONOmat 420	600	300	650	175	175	70	—	12	—	—
KuASY 100/25	265	160	220	125	125	25	—	19	—	—
KuASY 50/63	270	160	250	125	125	18	—	19	—	—
KuASY 150/50	270	130	250	125	125	45	—	19	—	—
KuASY 100/125	300	160	320	175	175	18	—	19	—	—

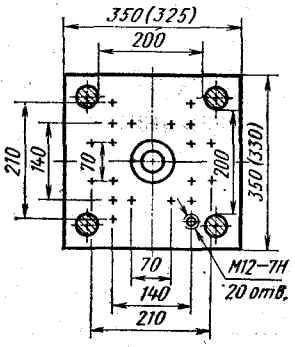
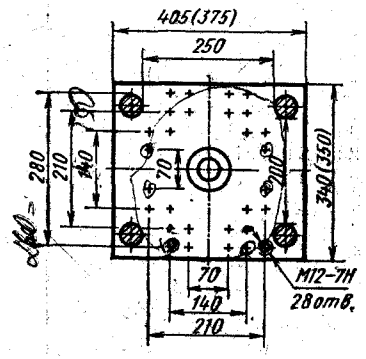
Продолжение табл. 7

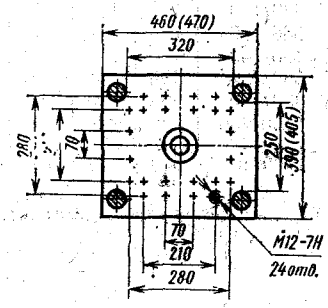
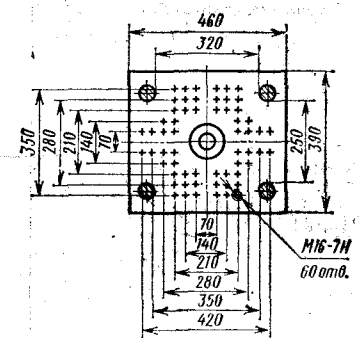
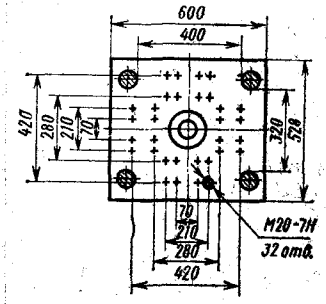
Модель термопластавтомата	h_{max}	h_{min}	l	D	D_1	b_{max}	d	R	b_1	D_2
KuASY 260/100	320	160	320	125	—	45	—		—	—
KuASY 320/160	400	100	400		—	32	3; 5 *		26	—
KuASY 630/160	400	100	400		—	—	3; 6 *		—	—
KuASY 400/160	400	100	400		—	32	3; 5 *	19	26	—
KuASY 650/250	500	100	500	175	—	32	3; 5 *		26	—
KuASY 800/250	500	100	500		—	32	3; 5 *		26	—
KuASY 1400/250	500	100	500		—	—	3; 6 *		—	—
KuASY 1700/400	630	130	630	200	—	32	5; 8 *	38	26	—

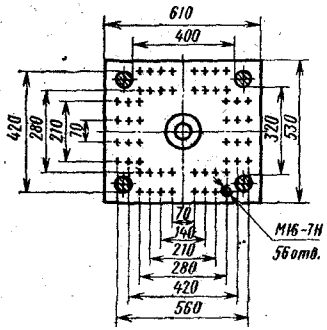
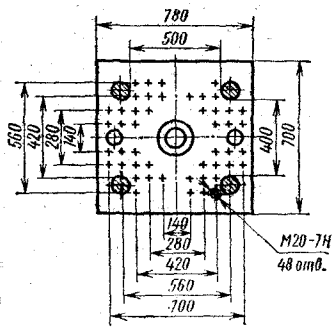
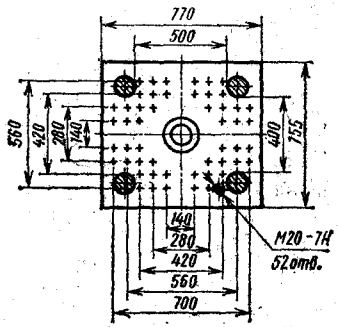
* Термопластавтомат укомплектован двумя стандартными соплами.

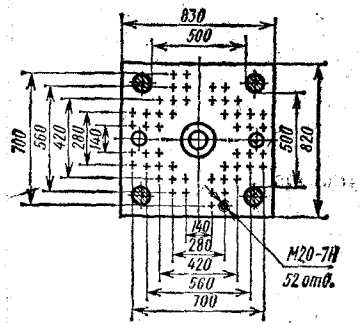
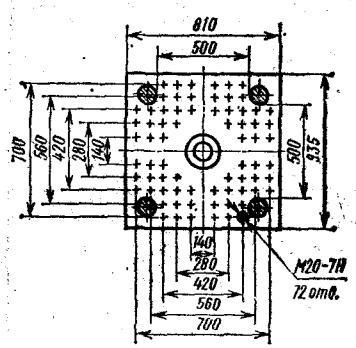
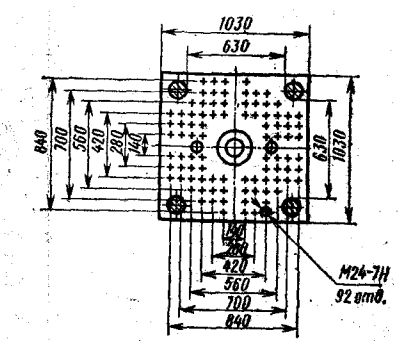
Таблица 8

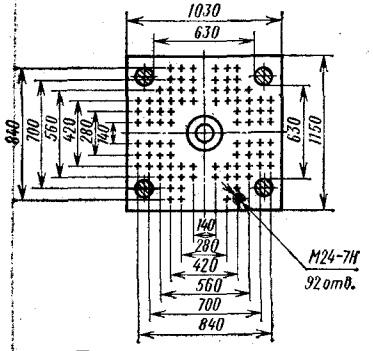
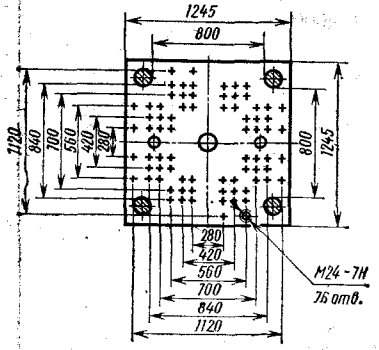
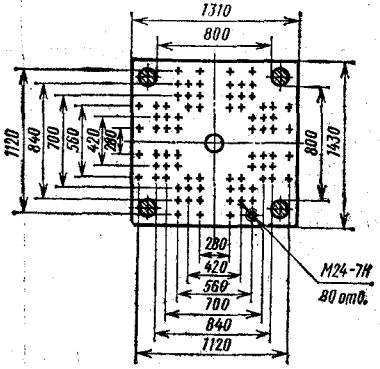
Схемы расположения отверстий для крепления оснастки

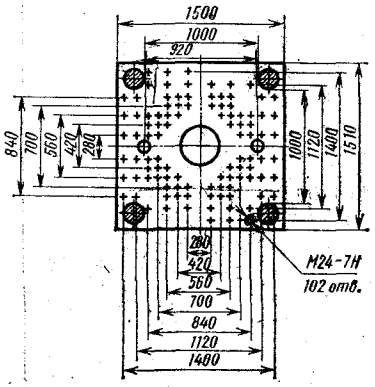
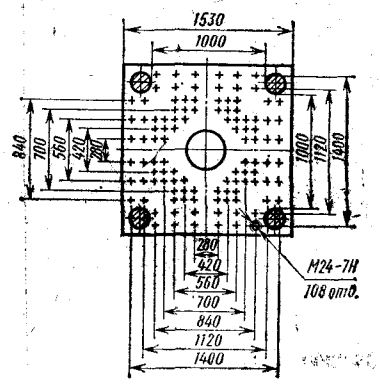
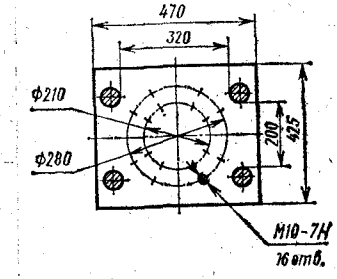
Модель термопластавтомата	Эскиз
ДБ3121-16П	
ДБ3124-32П	

Модель термопластавтомата	Эскиз
Д3127-63, ДА3127-63, ДБ3127-63П	
ДВ3127-63, ДВ3127-63П	
Д3130-125, ДБ3231-125	

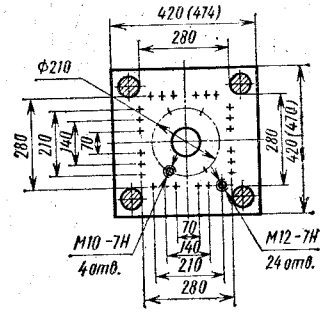
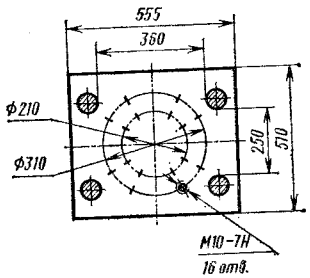
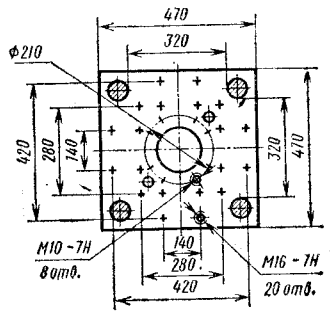
Модель термопластавтомата	Эскиз
ДВ3130-125	
Д3132-250	 Плита подвижная
	 Плита неподвижная

Модель термопластавтомата	Эскиз
Д3134-500	 Плита подвижная
	 Плита неподвижная
Д3136-1000	 Плита подвижная

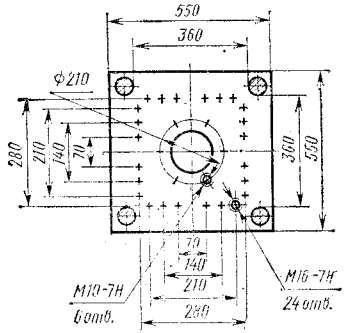
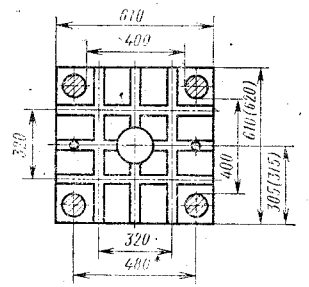
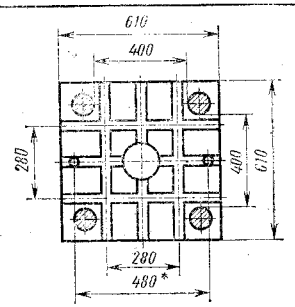
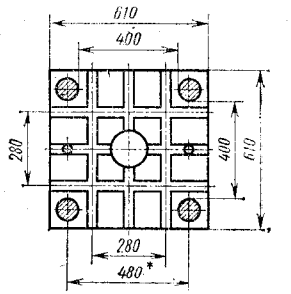
Модель термопластавтомата	Эскиз
Д3136-1000	 Плита неподвижная
Д3138-2000	 Плита подвижная
	 Плита неподвижная

Модель термопластавтомата	Эскиз
Д3140-4000	 Плита подвижная
	 Плита неподвижная
KuASY 50/63	

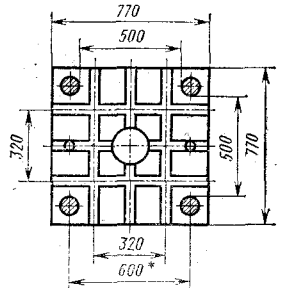
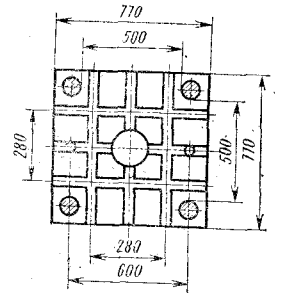
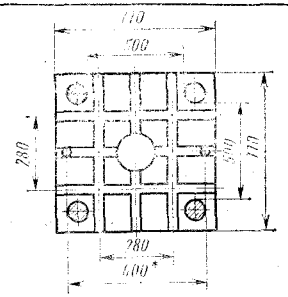
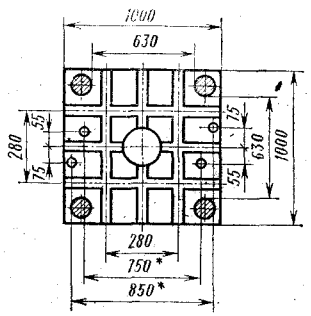
Продолжение табл. 8

Модель термопластавтомата	Эскиз
KuASY 100/25	
KuASY 100/125	
KuASY 150/50	

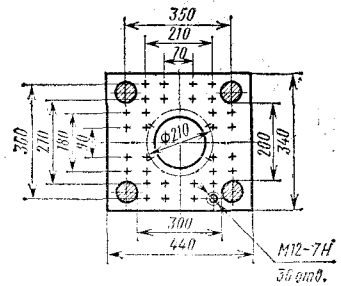
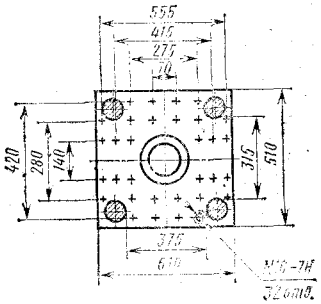
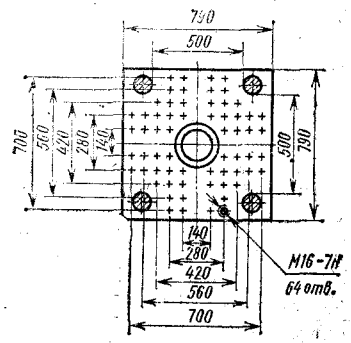
Продолжение табл. 8

Модель термопластавтомата	Эскиз
KuASY 260/400	
KuASY 320/160	
KuASY 400/160	
KuASY 630/160	

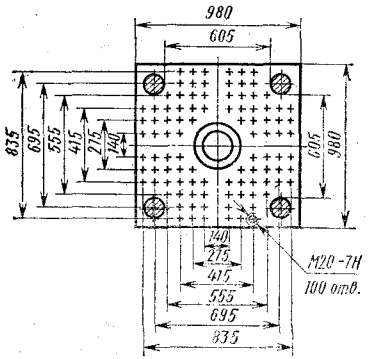
Продолжение табл. 8

Модель термопластавтомата	Эскиз
KuASY 650/250	
KuASY 800/250	
KuASY 1400/250	
KuASY 1700/400	

Продолжение табл. 8

Модель термопластавтомата	Эскиз
MONOmat 80	
MONOmat 160	
MONOmat 165	
MONOmat 330	

Продолжение табл. 8

Модель термопластавтомата	Эскиз
MONOmat 420	

Примечания: 1. Размеры в скобках относятся к неподвижным плитам.
2. Звездочкой отмечены расстояния между отверстиями под штанги выталкивателей на подвижных плитах.

вании технологической оснастки для расчета и выбора числа гнезд, литниковой системы, присоединительных размеров формы, числа плоскостей разъема и т. д.

Основные параметры прессов — усилие прессования, усилие выталкивания, ход подвижной плиты, размеры плит пресса и их присоединительные размеры (табл. 4, 5). В СССР гидравлические прессы выпускают в соответствии с ГОСТ 8200—80 и ГОСТ 16114—80. В настоящее время подавляющее число установленных прессов составляют прессы отечественного производства, которые и рассмотрены в справочнике.

Основные параметры для термопластавтоматов — объем впрыска, объемная скорость впрыска, давление литья, усилие запирания формы, высота устанавливаемого инструмента и т. д. В СССР выпускают литьевые машины с параметрами, соответствующими ГОСТ 10767—71 и ГОСТ 17251—71. В отечественной промышленности широко применяют также термопластавтоматы производства ГДР и ПНР (табл. 6—8).

При переработке термореактивных пластмасс получает распространение метод литья под давлением на реактопластавтоматах. В СССР в настоящее время выпускают реактопластавтоматы с объемом отливки от 63 до 1000 см^3, соответствующие по присоединительным размерам (кроме сопла) аналогичным по объему впрыска термопластавтоматам.

1.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ОСНАСТКИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС МЕТОДАМИ ЛИТЬЯ И ПРЕССОВАНИЯ

Для того чтобы правильно сформулировать техническое задание на проектирование оснастки, необходимо четко представлять систему ее классификации.

Главный признак классификации оснастки — метод формования изделия, определяющий основное место формы в схеме классификации. По этому признаку формы подразделяют на следующие группы: пресс-формы прямого прессования; пресс-формы литьевого прессования с загрузочной камерой верхней или нижней; формы для литья под давлением.

Указанные группы форм в свою очередь классифицируют:

по универсальности на непереналаживаемые (специальные) и переналаживаемые (специализированные, универсальные);

по связи с оборудованием на стационарные, полустационарные, съемные;

по виду загрузочной камеры на формы с общей и индивидуальной камерой;

по числу и положению плоскостей разъема на формы с одной или с несколькими (параллельными, взаимно перпендикулярными) плоскостями разъема, число которых зависит от конструкции и технических требований к изделию, а также от технологических требований к процессу его изготовления;

по виду литниковой системы (подробно — см. п. 3.1) на формы с отверждаемой (неотделяемой или отделяемой в форме) или неотверждаемой литниковой системой;

по способу извлечения изделий: сталкиванием (выталкивателями или съемной плитой), вращением резьбовых знаков, сжатым воздухом;

по конструкции механизмов перемещения и (или) вращения подвижных элементов оформления (см. гл. 6): с приводом от хода подвижной части формы, со специальным приводом (электро-, гидро-, пневмодвигатели).

Пресс-формы прямого (компрессионного) прессования применяют при изготовлении изделий из реактопластов методом прямого прессования (см. п. 6.2). По принципу устройства оформляющего гнезда они подразделяются на открытые, закрытые (поршневые) и полузакрытые (с перетеканием).

Формы открытого типа не имеют загрузочной камеры, что несколько упрощает конструкцию матрицы и пуансона. Такие формы применяют для изготовления неглубоких изделий с большой площадью прессования (тарелки, крышки) при сравнительно тонких стенках, когда загружаемое сырье полностью помещается в оформляющем гнезде матрицы. Недостатки форм этого типа — повышенный расход материала (до 10—15 %) и процент брака изделий из-за возможных недопрессовок.

Формы закрытого типа (поршневые) характеризуются тем, что оформляющее гнездо является непосредственным продолжением загрузочной полости. В процессе формования пуансон входит в загрузочную камеру с малым зазором, затрудняющим вытекание материала из гнезда. В таких формах изготовляют изделия из труднопрессуемых пластмасс с малой текучестью. Недостатки таких форм — необходимость строгого соответствия масс загружаемого материала и готового изделия, сложность получения точных по высоте изделий и увеличенный износ пуансона и загрузочной камеры матрицы.

Вследствие указанных недостатков последние два типа форм не находят широкого распространения.

Формы полузакрытого типа (с перетеканием) характеризуются наличием минимально необходимого гарантированного зазора по периметру между пуансоном и специально выполненной загрузочной камерой. Этот зазор обеспечивает вытекание избытка материала при запрессовке и гарантирует создание необходимого давления прессования. Загрузочная камера (см. рис. 162) имеет несколько большие размеры, чем прессуемое изделие. Это необходимо для создания отжимного пояска, обеспечивающего окончательное запирание оформляющего гнезда. Такая форма позволяет отпрессовывать любые изделия методом прямого прессования, снижает износ пуансона и загрузочной камеры, не требует точной дозировки материала, допускает подпрессовку. Недостаток форм с перетеканием — некоторое увеличение площади прессования из-за наличия отжимного пояска. Благодаря своим преимуществам такие формы получили наибольшее распространение.

Формы с общей загрузочной камерой (см. рис. 114) применяют для изготовления простых небольших изделий. Основные преимущества таких форм по сравнению с рассмотренными: меньшие размеры, суммарная трудоемкость изготовления, металлоемкость, а также простота загрузки сырья. Недостатки: как правило, увеличенные площадь прессования и облой, большой разброс размеров по высоте, несколько больший расход сырья.

Формы с индивидуальной загрузочной камерой (см. рис. 162) имеют наибольшее применение. Их преимущества: большая точность изготовления оформляющего гнезда и, соответственно, изделия, более высокая ремонтоспособность, уменьшенный расход сырья. Недостатки: большие размеры и металлоемкость формы.

Пресс-формы литьевого прессования, в отличие от пресс-форм прямого прессования, имеют загрузочную камеру, отделенную от оформляющего гнезда, и литниковую систему, соединяющую загрузочную камеру с оформляющим гнездом (гнездами).

Форму с верхней загрузочной камерой (рис. 5, *а*) можно устанавливать на всех прессах, используемых для прямого прессования. Такая форма более предпочтительна, чем форма с нижней загрузочной камерой, при использовании кассетных (закладных) пакетов. К недостаткам следует отнести ограниченность простран-

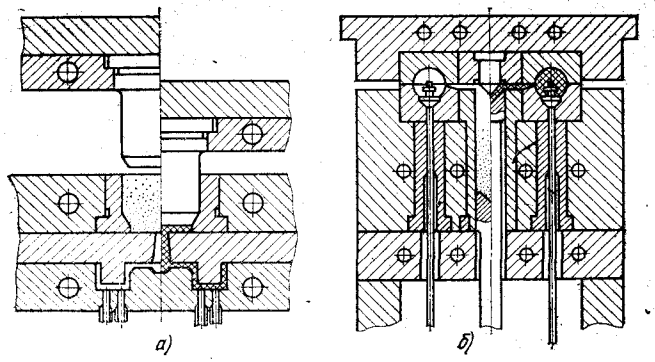


Рис. 5

ства для обслуживания оформляющего гнезда, большие технологические потери материала и несколько бо́льшую трудоемкость удаления отвержденного избытка материала из загрузочной камеры (по сравнению с формами с общей загрузочной камерой).

Форму с нижней загрузочной камерой (рис. 5, *б*) наиболее целесообразно применять на специальных прессах с увеличенным усилием нижнего гидравлического цилиндра. Регулированием этого усилия в процессе запрессовки можно получить отливку с поверхностью прессования (площадь проекции изделия и литниковой системы на горизонтальную плоскость разъема) почти в 2 раза большей, чем без регулирования. Для этого в момент полного заполнения оформляющего гнезда давление в литьевом цилиндре снижают до 10—7 МПа.

Пресс-формы литья под давлением применяют в производстве изделий из термо- и реактопластов методом литья под давлением. Характерные признаки таких форм — наличие литниковой системы и отсутствие загрузочной камеры. Эти формы отличаются большим разнообразием конструктивных решений, обеспечивают высокую степень автоматизации процесса и хорошее качество изделий, не требующих или почти не требующих дополнительной обработки.

Стационарные формы (см. рис. 127), характеризуемые отсутствием съемных элементов, закрепляют на плитах пресса (термопластавтомата) на период изготовления всей партии изделий. Такие формы обеспечивают ведение оптимального технологического процесса, максимальную производительность и позволяют автоматизировать весь цикл прессования (литья). Однако такие формы наиболее дороги, поэтому их следует применять в условиях крупносерийного и массового производства.

Полустационарные формы, характеризуемые наличием отдельных съемных элементов (кассеты с пуансонами, матрицами, резьбовыми знаками, закладные знаки и т. п.), закрепляют на плитах пресса (термопластавтомата) как стационарные. Для уско-

рения цикла прессования (литья) в большинстве случаев их снабжают не менее чем двумя комплектами съемных элементов, которые поочередно устанавливают в форму. Это позволяет совместить операции прессования и отделения готового изделия от кассеты (знаков). Такие формы применяют для изготовления армированных и резьбовых изделий в серийном производстве.

Съемные формы (см. рис. 114), в отличие от стационарных и полустационарных, не закрепляют на плитах. После каждой операции прессования (литья) их выносят за пределы пресса (термопластавтомата) для извлечения изделия, очистки, установки арматуры и т. д. Съемные формы не имеют собственной системы обогрева (охлаждения), не могут обеспечить оптимальный технологический режим, поэтому их применяют в основном в единичном производстве.

1.5. ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ПЛАСТМАССОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Конструкция пластмассового изделия существенно влияет на конструкцию формы (зависящую от технологичности изделия) и качественные показатели изделия, которые, в свою очередь, зависят как от технологии его изготовления, так и от его конструкции. В связи с этим изделие следует конструировать одновременно с анализом его технологичности.

Необходимо учитывать, что в ряде случаев ошибки, заложенные при разработке изделия, не возможно исправить выбором конструкции формы. Типичной ошибкой является механический перенос конструктивных элементов деталей, изготовленных из металла, на пластмассовые детали, что, как правило, приводит к ухудшению технологических и конструкционных свойств пластмассового изделия.

При конструировании пластмассовых изделий необходимо стремиться к обеспечению рациональных условий течения материала в форме, повышению точности изготовления, уменьшению внутренних напряжений, коробления, цикла изготовления.

Требования к конструкции пластмассовых изделий сводятся к следующим: допуски должны быть технически обоснованными; изделия должны иметь технологические уклоны; по возможности необходимо избегать поднутряющих выступов и впадин; изделия должны иметь закругления для увеличения механической прочности, облегчения процесса формообразования; стенки изделия по возможности должны быть равной толщины без резких переходов; для увеличения прочности отдельных элементов пластмассового изделия, обеспечения специальных свойств (электрическая, магнитная проводимость и др.), повышения износостойкости, улучшения декоративных свойств в конструкцию изделия допускается вводить металлическую или другую арматуру; конструкция изделия должна предусматривать место подвода литника, положение выталкивателей, следов от вставок и расположение линии разъема формообразующих элементов.

Ниже рассмотрены наиболее общие принципы конструирования технологичных изделий из пластмасс. При специальных требованиях к изделию необходимо обращаться к соответствующей литературе или эксперименту.

Допуски изделий из пластмасс. Точность пластмассовых изделий зависит от многих факторов: разброса технологических свойств материала от партии к партии, чувствительности материала к изменениям технологического режима и способности оборудования поддерживать постоянные технологические параметры и др. Поскольку эти показатели, особенно два первых, меняются в довольно широких пределах, то нельзя механически переносить допуски металлических изделий на пластмассовые.

При сопряжении пластмассовых деталей с металлическими или пластмассовыми следует руководствоваться ГОСТ 11710—71 и ГОСТ 11709—81 (СТ СЭВ 1158—78).

Форма изделия. Внешняя форма изделия должна по возможности обеспечивать применение неразъемных матриц и пуансонов, так как стоимость форм при разъемных оформляющих элементах значительно возрастает, а износостойкость снижается. Кроме того, как правило, увеличивается трудоемкость изготовления самих изделий.

Конфигурация изделия не должна препятствовать свободному течению массы при заполнении формообразующей полости; поэтому при разработке изделия следует всегда стремиться к максимальному упрощению его формы, придавать ему плавные очертания с закругленными углами (без ущерба для эксплуатационных свойств).

Выбор плоскости разъема во многом определяет точность различных элементов пластмассовой детали при прямом прессовании.

Следует стремиться к тому, чтобы наиболее ответственные элементы изделия не попадали в плоскость разъема пуансона и матрицы, так как на их точность будет влиять погрешность, зависящая от толщины облоя.

Необходимо, чтобы линия разъема совпадала с участками простой конфигурации и находилась в одной плоскости для упрощения операции обработки облоя.

Приливы, выступы. Конструкция пластмассового изделия по возможности не должна иметь значительных выступов или приливов.

К технологическим выступам относят выступы, предназначенные для размещения выталкивателей. Они могут отсутствовать на достаточно прочных изделиях, но желательны на тонкостенных изделиях. При размещении выталкивателей на краю изделия толщину его боковой стенки в этом месте при необходимости увеличивают.

Конструктивные выступы на боковых стенках изделия образуют поднутрения, препятствующие его извлечению из формы, и, как правило, требуют применения подвижных или съемных эле-

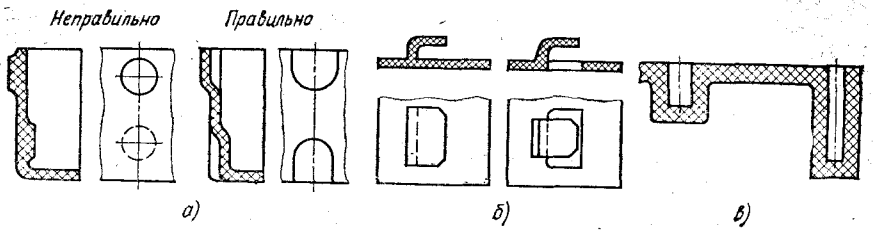


Рис. 6

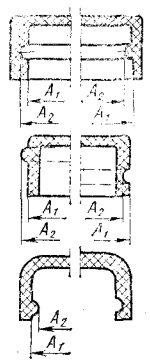
ментов оформления. Иногда при незначительном изменении изделия можно значительно упростить конструкцию формы. Например (рис. 6, *а*), продолжением выступа до торцовой поверхности стенки (для внешних выступов) до дна изделия (для внутренних выступов) или введением технологического отверстия (рис. 6, *б*) можно избежать поднутрений.

При выполнении выступов и приливов необходимо предусматривать их плавное сопряжение со стенкой. Высота выступов должна составлять не более $^1/_3$ высоты стенки, на которой они расположены. При высоте более указанной нужно предусматривать технологическое уменьшение толщины, сокращающее выдержку и предотвращающее образование утяжины (рис. 6, *а*, *в*).

Без заметного усложнения формы можно допустить внутренние и наружные поднутрения на изделии (табл. 9). Такие изделия

Таблица 9

Допускаемый относительный размер поднутрения δ [23]

Эскиз	Материал	δ, %
	Полистирол общего назначения	1,0—1,5
	Полистирол ударопрочный	2,0
	Сополимеры СН, МСН	1,0—2,0
	Поликарбонат	1,0—2,0
	АБС-пластик	3,0
	Полиамид	3—4
	Полиэтилен:	
	низкого давления	7—8
	высокого давления	10—12

Примечание. $\delta = [(A_2 - A_1)/A_1]\,100\,\%$.

снимают с оформляющих элементов простым сталкиванием, используя упругую деформацию пластмассы.

Для изделий типа «скоба» (см. табл. 9) δ можно увеличить в 2 раза. Если это не удается, то следует предусматривать возможность размещения и движения формообразующего знака (рис. 7, *а*, *б*), что необходимо учитывать при конструировании изделия (рис. 7, *б*).

Стенки и днища. Толщина сечения стенки определяется, в первую очередь, конструктивными требованиями, однако технологические особенности формования пластмасс накладывают определенные ограничения.

Минимально возможная толщина стенки зависит от способности материала заполнять форму, т. е. от его вязкости, высоты стенки и конфигурации изделия, места подвода литника.

Минимальная рекомендуемая толщина стенок изделий из термопластов, мм: полиэтилен — 0,5, полистирол — 0,75, полиамид — 0,7, поликарбонат — 1,2, полиметилметакрилат — 0,7, этрол — 0,7.

Указанные значения не являются предельными: изделия малых размеров и простой формы можно изготовлять с толщиной стенки 0,3 мм. Рекомендуемая максимальная толщина стенок 3—4 мм. Увеличение ее более указанной резко снижает ударную вязкость изделия, увеличивает внутренние напряжения и склонность к растрескиванию. В связи с этим для увеличения прочности изделия следует прибегать к специальным конструктивным приемам (рис. 8, *а*—*в*): изменять конфигурацию изделия, вводить арматуру, ребра и другие усиливающие элементы.

Для газонаполненных изделий минимальная толщина стенки 5 мм. При меньшей толщине эффект вспенивания проявляется слабо, так как необходимое для заполнения формы давление превышает внутреннее давление вспенивающего агента. Рекомендуемая толщина стенок колеблется в пределах 6—15 мм. При толщине более 15 мм длительность процесса охлаждения возрастает, в результате снижается экономичность получения изделия.

Для изделий из реактопластов минимально допустимая толщина δ стенок зависит от текучести Р материала (по Рашигу),

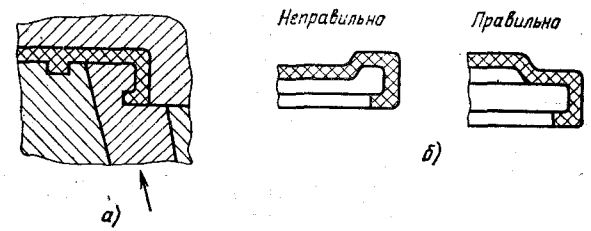


Рис. 7

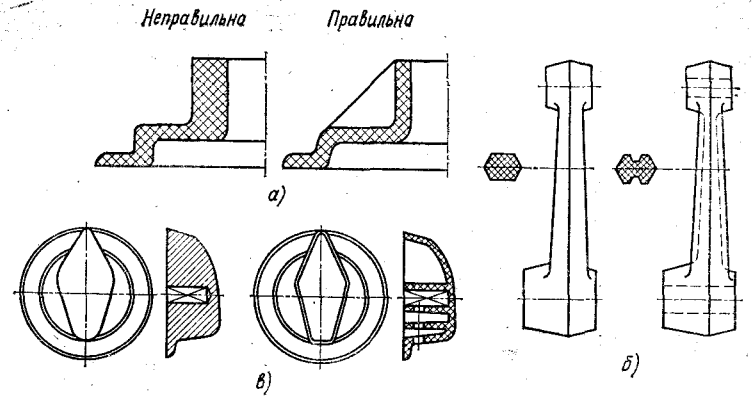


Рис. 8

высоты h изделия, ударной вязкости a применяемой пластмассы (табл. 10). Максимальная толщина местных утолщений не должна превышать 10—12 мм.

Наиболее важное требование при конструировании изделия — обеспечение равнотолщинности стенок и днищ. Если это обеспечить не удается, то допускаемая разнотолщинность не должна превышать следующих отношений: при прессовании 2 : 1, при литье реактопластов 5 : 1, при литье термопластов 1,5 : 1 (максимум 2 : 1). Переходы от большего сечения к меньшему необходимо выполнять плавными, вводя закругления и конические участки с конусностью не менее 1 : 3 (рис. 9).

Для изделий сложной конфигурации толщина стенки вблизи литника должна быть несколько больше, чем в остальных местах. Это обеспечит надежную подпитку по всему изделию и исключит образование усадочных раковин и утяжин, которые неизбежны при расположении толстостенных сечений за тонкостенными.

Конструирование днищ изделий из аморфных, наполненных и газонаполненных пластмасс не представляет особых трудностей. Днища могут быть плоскими, постоянной толщины. Для частично кристаллизующихся пластмасс, при отливке в центр днища, рекомендуется плавное утолщение его к центру приблизительно на 25 % (рис. 10, *а*). Увеличение толщины приводит к ухудшению ориентации полимера и, соответственно, уменьшению внутренних напряжений и коробления. Коробления можно избежать и изменением формы днища: введением выпуклостей ($h = 0{,}02D$, где D — диаметр днища) или гофр (рис. 10, *б*, *в*).

Боковые стенки изделий также подвержены значительным деформациям. На рис. 11 показаны варианты их уменьшения. Небольшая выпуклость боковых стенок (рис. 11, *а*) уменьшает возможность их прогиба к центру изделия. Плавное утолщение стенки к центру также способствует сохранению правильной формы (рис. 11, *б*). Того же результата можно добиться увеличе-

Таблица 10

Минимально допустимая толщина стенки изделий из термореактивных пластмасс [1]

a, кДж/м²	P_1, мм	δ, мм, при h, мм						
		10	16	25	40	60	100	160
2,5	50	3,4	3,8	4,4	5,4	6,8	9,4	13,5
4		2,3	2,7	3,3	4,3	5,7	8,3	12,4
6		1,9	2,3	2,9	3,9	5,3	7,9	12,0
10		1,6	2,1	2,6	3,7	5,0	7,7	11,7
16		1,5	1,9	2,5	3,5	4,8	7,5	11,5
25		1,4	1,8	2,4	3,4	4,7	7,4	11,4
40		1,3	1,7	2,3	3,3	4,6	7,3	11,3
60		1,2	1,6	2,2	3,2	4,5	7,2	11,2
100		1,1	1,5	2,1	3,1	4,5	7,2	11,2
2,5	100	3,0	3,2	3,4	3,8	4,3	5,3	6,8
4		1,9	2,1	2,3	2,7	3,2	4,2	5,7
6		1,5	1,7	1,9	2,3	2,8	3,8	5,3
10		1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,5	5,0
16		1,1	1,2	1,4	1,8	2,3	3,3	4,8
25		1,0	1,1	1,3	1,7	2,2	3,2	4,7
40		0,9	1,0	1,2	1,6	2,1	3,1	4,6
60		0,8	1,0	1,2	1,6	2,1	3,1	4,6
100		0,7	0,9	1,1	1,5	2,0	3,0	4,5
2,5	150	2,9	3,0	3,1	3,4	3,7	4,3	5,2
4		1,8	1,9	2,0	2,3	2,6	3,2	4,1
6		1,4	1,5	1,7	1,9	2,2	2,8	3,7
10		1,1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,5	3,4
16		1,0	1,1	1,2	1,4	1,7	2,3	3,2
25		0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	2,2	3,1
40		0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	2,1	3,0
60		0,7	0,8	0,9	1,2	1,5	2,1	3,0
100		0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	2,0	2,9
2,5	200	2,8	2,9	3,0	3,2	3,4	3,9	4,5
4		1,7	1,8	1,9	2,1	2,3	2,8	3,4
6		1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,4	3,0
10		1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	2,1	2,8
16		0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,9	2,6
25		0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5
40		0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,7	2,4
60		0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,6	2,3
100		0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,6	2,3

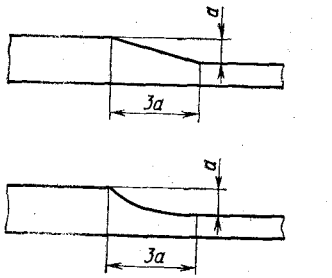


Рис. 9

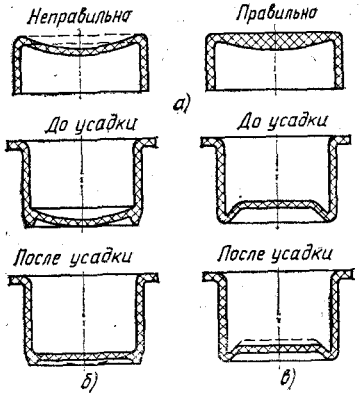


Рис. 10

нием конструктивной жесткости стенки (рис. 11, *в*), придавая ей уступообразную форму, или уменьшением жесткости волнообразной формой сечения (рис. 11, *г*), которая компенсирует внутренние напряжения. Введением технологических утолщений (рис. 11, *д*) можно изменить направление заполнения стенки расплавленной массой, изменив направление усадки в благоприятную сторону.

Если по каким-либо соображениям в конструкции изделия не допускаются указанные изменения, коробление при литье термопластов можно уменьшить регулированием температурного режима формы по зонам.

При литье изделий из аморфных или частично кристаллизующихся пластмасс с незначительной усадкой стенки изделий следует выполнять постоянной толщины.

Торцы деталей для упрочнения выполняют в виде буртиков различной конструкции (рис. 12, *а*, *б*), которые предохраняют края изделия от поломки, препятствуют короблению стенок, облегчают формообразование и сброс изделия с пуансона благодаря увеличению опорной поверхности толкателя.

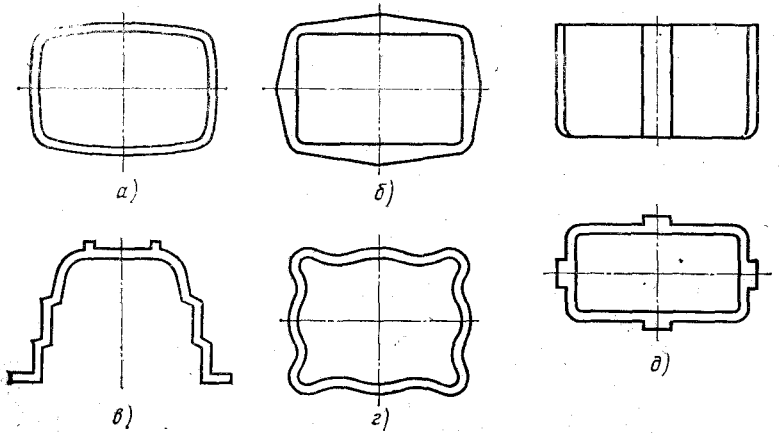


Рис. 11

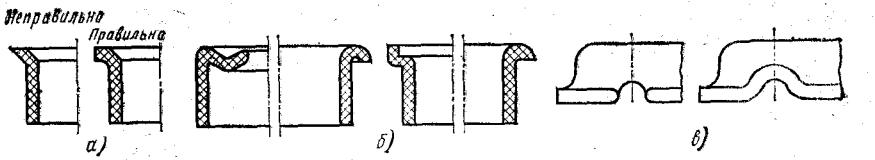


Рис. 12

Толщина буртиков, во избежание увеличения времени цикла, не должна превышать толщину стенки в 1,5—2,0 раза.

Буртики должны быть непрерывными и иметь равное сечение по всему контуру детали, так как в местах разрыва и изменения сечения возникают напряжения, приводящие к увеличению коробления (рис. 12, *в*).

Технологические уклоны. Для обеспечения свободного (без повреждений) извлечения отливки из формы на внешней и внутренней поверхностях изделия, ребрах, отверстиях, пазах в направлении разъема оформляющих элементов формы необходимо предусматривать технологические уклоны (рис. 13 — стрелками показано направление разъема формы).

Технологические уклоны внутренних поверхностей и отверстий должны быть больше уклонов наружных поверхностей, так как при раскрытии формы внутренние поверхности за счет усадки обжимают оформляющие элементы, а наружные, наоборот, отходят от стенок формы и меньше препятствуют удалению отливки.

Уклон (табл. 11) существенно снижает размерную точность элементов изделия. Полная погрешность $\Delta_п$ складывается из технологической погрешности $\Delta_т$, возникающей при изготовлении изделия и его охлаждении до нормальной температуры, и погрешности на технологические уклоны $\Delta_{ук}$:

$$\Delta_п = \Delta_т + \Delta_{ук},$$

где $\Delta_{ук} = 2H \operatorname{tg} \alpha$ (H — высота рассматриваемого элемента изделия; α — угол конуса).

На чертежах оформляющих элементов форм рекомендуют указывать не угол конуса в угловых единицах, а половину раз-

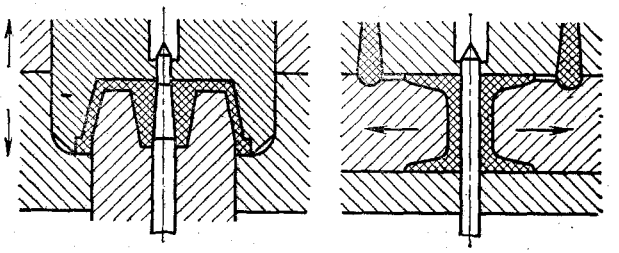


Рис. 13

Таблица 11

Минимальные допустимые значения угла конуса элементов изделия высотой (длиной) 100—120 мм [1]

Материал	Толстостенное изделие		Тонкостенное изделие	
	внутренние поверхности	наружные поверхности	внутренние поверхности	наружные поверхности
Фенопласты, АГ-4, волокнит	7′	6′	11′	9′
Аминопласты	9′	7′	17′	11′
Сополимеры стирола	11′	9′	35′	17′
Полистирол ударопрочный, полиамиды, этрол	34′	11′	34′	17′
Полиэтилен	—	—	1°	30′
Полистирол блочный	1°	30′	1° 30′	1°

ности размеров наибольшего A (у основания конической поверхности) и наименьшего a (у вершины). Значения $e = 0{,}5\,(A-a)$ указаны в табл. 12.

Для ребер жесткости, перемычек и других элементов уклон обычно не лимитируют.

Технологические уклоны можно не назначать для низких изделий толщиной до 10 мм, тонкостенных изделий высотой до 15 мм, для наружных поверхностей полых изделий высотой до 30 мм. Не назначают технологические уклоны для элементов изделия, имеющих конструктивные уклоны, а также для базовых посадочных поверхностей. При этом для съема изделия во избежание его механического повреждения необходимо использовать съемную плиту или выталкиватели, имеющие большую площадь контакта

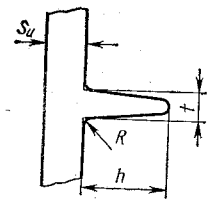
Таблица 12

Значения e в зависимости от высоты H элементов изделия и угла конуса α [1]

H, мм	Значения e, мм, при α								
	6′	7′	9′	11′	17′	30′	34′	1°	1° 30′
10	0,017	0,020	0,026	0,032	0,049	0,087	0,099	0,174	0,262
20	0,035	0,041	0,052	0,064	0,099	0,174	0,198	0,349	0,523
30	0,052	0,061	0,079	0,096	0,148	0,262	0,296	0,524	0,786
40	0,070	0,081	0,105	0,128	0,198	0,349	0,396	0,698	1,047
50	0,087	0,101	0,131	0,160	0,247	0,436	0,494	0,872	1,309
60	0,104	0,122	0,157	0,190	0,296	0,524	0,593	1,047	1,571
70	0,122	0,143	0,183	0,224	0,346	0,610	0,692	1,222	1,833
80	0,140	0,163	0,209	0,256	0,396	0,698	0,791	1,396	2,094
90	0,157	0,183	0,236	0,288	0,445	0,785	0,890	1,570	2,356
100	0,170	0,203	0,262	0,320	0,495	0,872	0,989	1,745	2,619
120	0,210	0,244	0,314	0,384	0,593	1,047	1,186	2,095	3,142

Таблица 13

Коэффициент k для определения толщины ребра

Эскиз	Материал	Значения k при	
		$S_и \leqslant 3$ мм	$S_и > 3$ мм
	Полиэтилен	0,6	0,5
	Полипропилен	0,5—0,6	0,3—0,4
	Полистирол	0,7—0,8	0,5—0,6
	Полиамиды	0,25—0,35	0,15—0,25
	Поликарбонат	0,6	0,4
	Реактопласты	0,8	0,6

Примечание. $R = (0{,}5 \ldots 0{,}8)\,S_и$; $t = kS_и$; $h \leqslant 3S_и$.

с изделием для обеспечения равномерного распределения нагрузок и небольших давлений на поверхность выталкивания.

Ребра. Правильно спроектированные ребра позволяют: увеличить жесткость и прочность изделия; уменьшить толщину стенки, массу изделия и, соответственно, сократить цикл изготовления; улучшить условия заполнения формы (ребра выполняют функции дополнительных литниковых каналов) и при этом снизить коробление.

Толщину, длину и расположение ребер следует принимать на раннем этапе проектирования. Толстые тяжелые ребра приводят к образованию пузырей или утяжин в местах сопряжения ребра со стенкой.

При конструировании пластмассовых изделий с ребрами жесткости необходимо придерживаться следующих рекомендаций.

Оптимальную толщину ребер для некоторых материалов следует распределять с учетом коэффициента k (табл. 13).

Максимальная толщина ребер не должна превышать 1,3 толщины стенки.

Радиус закругления в месте перехода ребра в стенку для материалов, не указанных в табл. 13, необходимо назначать в пределах (0,5—0,8) $S_и$. Очень малый радиус или переход без закругления могут быть причиной появления трещин в месте перехода. Слишком большой радиус вызывает появление утяжин на стороне стенки, противоположной ребру. Если образование утяжин не ухудшает товарный вид изделия, то при необходимости увеличения прочности можно применять ребра и назначать большие радиусы.

Ребра жесткости должны примыкать к опорной поверхности плавно и не доходить до ее края на 0,5—1,0 мм (рис. 14, *а*). Это исключает выход ребра за пределы опорной поверхности при формообразовании.

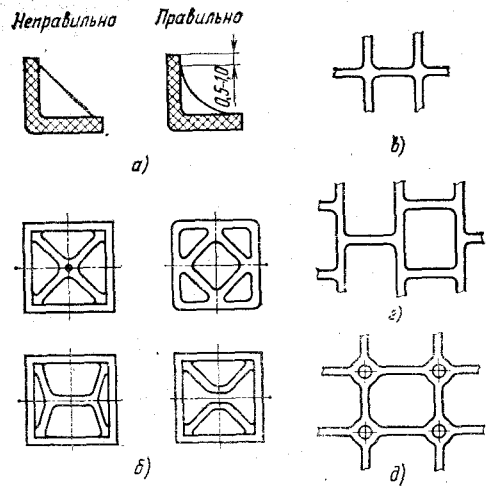


Рис. 14

При конструировании ребристых плит, днищ и других деталей с плоской поверхностью необходимо располагать ребра по диагоналям или диаметрам (рис. 14, *б*), чтобы обеспечить необходимую жесткость изделия и уменьшить коробление стенок и днищ. Важно также избегать скопления массы в местах пересечения ребер.

Конструкция с крестообразными ребрами (рис. 14, *в*) жестче и может воспринимать большие нагрузки. Однако концентрация массы в местах пересечения ребер удлиняет цикл изготовления из-за увеличения выдержки и вызывает образование утяжин на изделиях из термопластов. Смещение ребер (рис. 14, *г*) снижает концентрацию массы в узле, но и уменьшает жесткость. На рис. 14, *д* показана конструкция с повышенной жесткостью и одновременно уменьшенной концентрацией массы. К недостаткам такой конструкции следует отнести несколько бо́льшую трудоемкость изготовления формы.

Неправильно расположенные ребра могут не только не уменьшить, но, наоборот, способствовать короблению (рис. 15, *а*, *б*). Одностороннее расположение ребер приводит к изгибу изделия в сторону ребер, если их толщина больше толщины стенки, и в противоположную, если их толщина значительно меньше толщины стенки. Наличие компенсационных ребер (рис. 15, *в*) предотвращает коробление.

Если изделие имеет боковые стенки в виде ребер, которые могут привести к короблению (см. рис. 15, *а*, *б*), то можно вводить

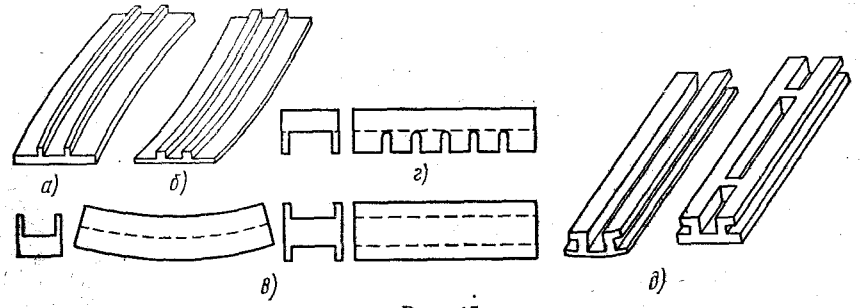


Рис. 15

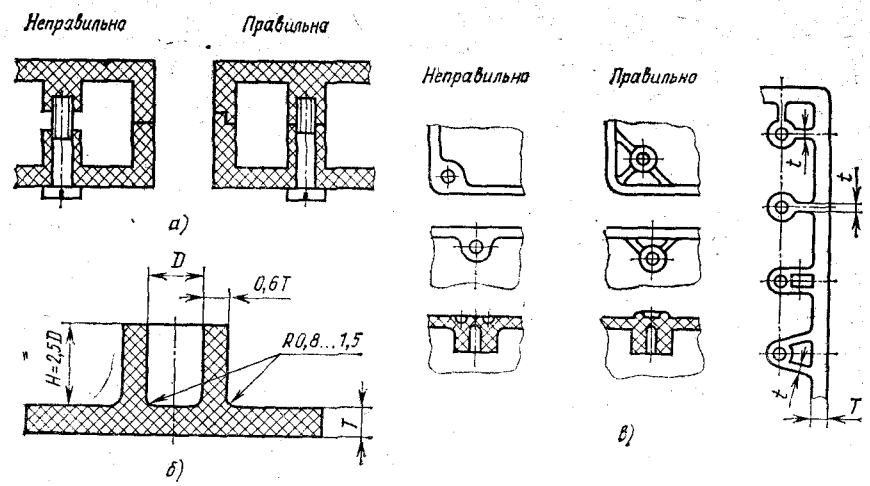


Рис. 16

поперечные пазы в стенке (рис. 15, *г*), способствующие свободной усадке. Иногда коробления можно избежать введением поперечных перемычек (рис. 15, *д*).

Бобышки используют как опорные элементы изделия (рис. 16, *а*); кроме того, в бобышке размещают арматуру, резьбовые отверстия без арматуры, отверстия под самонарезающие винты, подшипниковые опоры и т. д. Рекомендуемые размеры бобышек приведены на рис. 16, *б*.

Во многих случаях бобышки следует соединять с другими бобышками или боковыми стенками для повышения прочности. При этом во избежание образования массивных участков бобышки соединяют ребрами (рис. 16, *в*). Толщину ребра выбирают по табл. 13.

Острые углы в местах соединения стенок способствуют короблению их в процессе охлаждения (рис. 17, *а*) и являются одной из главных причин, вызывающих концентрацию напряжений и, соответственно, резко снижающих несущую способность изделия. Это необходимо учитывать при разработке изделий. Оптимальный вариант сопряжения стенок показан на рис. 17, *б*.

Минимальный радиус закругления r_{min} в большей степени зависит от конструкции изделия и его назначения и в меньшей степени от материала. Для ненагруженных изделий небольших размеров допускается $r_{min} = 0{,}25$ мм. Для нагруженных и крупных изделий $r_{min} = 0{,}5 \ldots 1{,}6$ мм. Радиусы закругления резьб во впадине не должны быть меньше 0,1 мм.

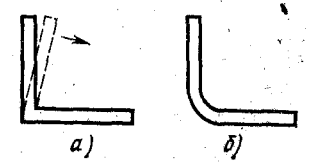


Рис. 17

Отверстия, получаемые в процессе формования, в отличие от получаемых

а) *б)*

Рис. 18

механической обработкой, могут иметь самую разнообразную и сложную форму сечения (рис. 18, *а*). В процессе формования можно получать отверстия с взаимно пересекающимися под различными углами осями. Однако это резко усложняет конструкцию формы и, соответственно, повышает стоимость изделия (рис. 18, *б*).

Если форма сечения в плане отверстия или паза имеет углы, то их необходимо округлять радиусами сопряжения.

При определении положения отверстий в изделии можно руководствоваться следующими рекомендациями.

Расстояние между соседними отверстиями или отверстием и краем изделия должно быть не менее указанных в табл. 14. Если отверстие находится в бобышке, то его не рекомендуется располагать вплотную к стенке таким образом, чтобы бобышка сливалась со стенкой. Это приводит к образованию утяжин на поверхности изделия. В этом случае отверстие с бобышкой лучше выполнять в соответствии с рис. 16, *в*.

Минимальное расстояние от дна глухих отверстий диаметром не более 10 мм до наружной поверхности изделия принимают равным $0{,}5T$ при толщине стенки $T \leqslant 2$ мм и равным 1 мм при $T > 2$ мм. Для отверстий большего диаметра это расстояние при $T > 2$ мм необходимо увеличивать до $0{,}5T$. При меньшем расстоянии на изделии из термопластов могут возникать спаи, а на изделиях из реактопластов вспучивание стенки.

Таблица 14

Длина L перемычек между соседними отверстиями и расстояние l от отверстия до края изделия [1] (размеры, мм)

Диаметр отверстия	Термопласты		Фенопласты		Стеклопласты	
	L	l	L	l	L	l
До 2,5	1,0	2,0	0,5—0,7	1,0	1,0	1,0
3,0	1,5	2,5	0,8—1,0	1,25	1,5	2,0
4,0	2,2	3,2	0,8—1,0	1,5	2,0	3,5
5,0	2,8	3,8	1,0—1,2	1,75	3,0	4,0
6,0	3,3	4,3	1,0—1,2	2,0	3,5	4,5
8,0	4,1	5,1	1,2—1,25	2,25	4,0	5,0
10,0	4,8	5,8	1,2—1,8	2,75	4,5	5,5
12,0	5,4	6,4	2,0—2,2	3,25	5,0	6,0
Св. 12,0	6,0	7,0	2,2—2,5	3,75	6,0—8,0	7,0—9,0

Таблица 15

Рекомендуемые соотношения диаметра d и глубины h отверстий деталей из пластмасс в зависимости от метода оформления отверстий [1]

Отверстие	Метод получения изделия	Предельное соотношение	Прямолинейность оси и стойкость оформляющих знаков
Сквозное	Прямое прессование: одностороннее оформление	$h \leqslant (1{,}5...3{,}0)d$	Обеспечивается
	одностороннее оформление с закреплением конца формующей шпильки	$h \leqslant (5 \ldots 8)\,d$	
	двустороннее оформление	$h \leqslant (4 \ldots 6)\,d$	Не обеспечивается
	Пресс-литье, литье под давлением	$h \leqslant 10d$	
Глухое	Прямое прессование	$h \leqslant 2{,}5d$	Обеспечивается
	Пресс-литье, литье под давлением	$h \leqslant 4{,}0d$	

Возможная глубина отверстий зависит от метода получения изделия, направления расположения отверстия, вида отверстия (глухое или сквозное), места его расположения, места подвода литника и др.

Сквозные отверстия можно получать большей глубины, чем глухие того же сечения, так как оформляющий знак можно закреплять с двух сторон. Рекомендуемая глубина отверстий в зависимости от метода получения изделия указана в табл. 15.

Максимальные значения отношений следует принимать для отверстий, расположенных в центральной части детали, минимальные — для отверстий, расположенных по краям детали.

В табл. 16, 17 приведены расчетные значения длины отверстий изделий, получаемых прямым прессованием при условии, что допускаемая деформация оформляющих знаков составляет 0,004—0,005 мм.

Резьбы. Среди многообразия изделий из пластмасс большую группу составляют изделия, имеющие наружную, внутреннюю или и ту, и другую резьбу, которую получают как в процессе формования, так и нарезанием механическим способом. Возможность непосредственного получения резьбы в процессе формования, несмотря на усложнение конструкции формы, дает значительные преимущества, так как исключает операции механической обработки. Резьбу метрическую для деталей из пластмасс выполняют в соответствии с ГОСТ 11709—81 (СТ СЭВ 1158—78), резьбу

Таблица 16

Наибольшая длина *l* цилиндрических отверстий, расположенных перпендикулярно направлению прессования [1]

Диаметр отверстия, мм	Значения *l*, мм, при давлении прессования, МПа						
	20	30	40	50	60	70	80
4	8,3 (14,7)	7,6 (13,5)	7,1 (12,4)	6,6 (11,7)	6,3 (11,2)	6,1 (10,8)	5,8 (10,4)
5	10,5 (18,4)	9,5 (16,7)	8,8 (15,6)	8,3 (14,7)	7,9 (14,0)	7,7 (13,5)	7,3 (13,0)
6	12,5 (22,1)	11,4 (20,0)	10,6 (18,7)	10,0 (17,6)	9,4 (16,8)	9,2 (16,2)	8,8 (15,6)
8	16,7 (29,5)	15,2 (26,7)	14,1 (24,9)	13,2 (23,5)	12,6 (22,4)	12,3 (21,6)	11,7 (20,8)
10	20,9 (36,9)	19,0 (33,4)	17,7 (31,2)	16,6 (29,4)	15,8 (28,1)	15,4 (27,0)	14,7 (26,1)
12	25,0 (44,2)	22,8 (40,0)	21,2 (37,4)	20,0 (35,2)	18,9 (33,7)	18,4 (32,4)	17,6 (31,3)
16	33,4 (59,0)	30,4 (53,4)	28,3 (49,9)	26,5 (47,0)	25,2 (44,9)	24,6 (43,2)	23,5 (41,7)
20	41,8 (73,8)	38,0 (66,8)	35,4 (62,4)	33,2 (58,8)	31,6 (56,2)	30,8 (54,0)	29,4 (52,2)
25	52,2 (92,2)	47,5 (83,5)	44,2 (78,0)	41,5 (73,5)	39,5 (70,2)	38,5 (67,5)	36,7 (65,2)
32	66,9 (118,0)	60,8 (106,8)	56,6 (99,8)	53,1 (94,0)	50,5 (89,9)	49,2 (86,4)	47,0 (83,5)
40	83,6 (147,6)	76,0 (133,6)	70,8 (124,0)	66,4 (117,0)	63,2 (112,0)	61,6 (108,0)	58,8 (104,0)
50	105,0 (184,5)	95,0 (167,0)	88,5 (156,0)	83,0 (147,0)	79,0 (140,0)	77,0 (135,0)	73,5 (130,0)

Примечание. Без скобок даны значения для глухих отверстий, в скобках — для сквозных отверстий.

Таблица 17

Наибольшая длина *l* цилиндрических отверстий, расположенных параллельно направлению прессования [1]

Диаметр отверстия, мм	Значения *l*, мм, при давлении прессования, МПа						
	20	30	40	50	60	70	80
4	10,0 (26,3)	9,0 (23,7)	8,3 (22,1)	8,0 (20,9)	7,6 (20,0)	7,2 (19,6)	7,0 (18,6)
5	12,5 (32,9)	11,3 (29,7)	10,4 (27,6)	10,0 (26,1)	9,5 (25,0)	9,1 (24,6)	8,8 (23,2)
6	15,0 (39,5)	13,5 (35,6)	12,5 (33,1)	11,9 (31,3)	11,4 (30,0)	10,9 (29,5)	10,6 (27,9)
8	20,0 (52,7)	18,0 (47,5)	16,7 (44,2)	15,9 (41,8)	15,2 (40,0)	14,5 (39,3)	14,1 (37,2)
10	25,0 (65,9)	22,6 (59,4)	20,9 (55,3)	19,9 (52,3)	19,0 (50,0)	18,2 (49,2)	17,7 (46,5)
12	30,0 (79,0)	27,1 (71,2)	25,0 (66,3)	23,8 (62,7)	22,8 (60,0)	21,8 (59,0)	21,2 (55,8)
16	40,0 (105,4)	36,1 (95,0)	33,4 (88,4)	31,8 (83,6)	30,4 (80,0)	29,1 (78,7)	28,3 (74,4)
20	50,0 (131,0)	45,2 (118,8)	41,8 (110,6)	39,8 (104,6)	38,0 (100,0)	36,4 (98,4)	35,4 (93,0)
25	62,5 (164,7)	56,5 (148,5)	52,2 (138,2)	49,7 (130,7)	47,5 (125,0)	45,5 (123,0)	44,2 (116,0)
32	80,0 (210,8)	72,3 (190,0)	66,8 (176,9)	63,6 (167,3)	60,8 (160,0)	58,2 (157,4)	56,6 (148,8)
40	100,0 (263,0)	90,4 (237,0)	83,6 (221,0)	79,6 (209,0)	76,0 (200,0)	72,0 (196,0)	70,0 (186,0)
50	125,0 (329,0)	113,0 (297,0)	104,5 (276,0)	99,5 (261,5)	95,0 (250,0)	91,0 (246,0)	80,0 (232,5)

Примечание. Без скобок даны значения для глухих отверстий, в скобках — для сквозных отверстий.

круглую — по ГОСТ 6042—83 (СТ СЭВ 3151—81). При этом необходимо руководствоваться следующими рекомендациями:

для волокнистых материалов не рекомендуется применять резьбы диаметром менее 4 мм, для других материалов— резьбы диаметром менее 3 мм;

не допускается применять резьбы с мелким шагом при диаметре менее 4 мм, шаг 0,5 мм при диаметре более 16 мм, шаг 0,75 мм при диаметре более 18 мм, шаг 1 мм при диаметре более 36 мм;

прочность резьбы из термореактивных материалов максимальна при шаге 1,5 мм;

для сильно нагруженных резьб с мелким шагом (менее 1,0 мм) следует использовать металлическую арматуру;

длина свинчивания не должна превышать диаметр более чем в 1,5—2 раза;

при большей длине необходимо учитывать усадку по шагу резьбы; наибольшая длина свинчивания при различном колебании k усадки указана в табл. 18;

поля допусков наружной и внутренней резьб должны соответствовать указанным в табл. 19 и 20.

Для пластмассовых изделий, свинчиваемых с неметаллическими изделиями (стеклянными, пластмассовыми, резиновыми и др.), часто применяют резьбы со специальным, например круглым, профилем. Такая резьба легче свинчивается, благодаря большему зазору, и технологичнее, так как лучше заполняется наполненными материалами и в ряде случаев может быть снята со знака без свинчивания, например, в изделиях из мягких пластмасс (полиэтилен, поливинилхлорид и др.).

При длине свинчивания S и L допускается применять поля допусков, соответствующие длине свинчивания N, при длине свинчивания N и грубом классе точности — поля допусков 8h и 6h для резьб с шагом $P < 0{,}3$ мм и поле допуска 8h для резьб с шагом $P \geqslant 0{,}8$ мм.

Исполнение заходных и выходных элементов резьб для пластмассовых изделий отличается от металлических и должно соответствовать рис. 93.

Арматура. В зависимости от требований, предъявляемых к изделию, оно может быть армировано металлической, керамической стеклянной, пластмассовой (другого вида), резиновой и другой арматурой.

Арматуру можно закреплять в изделии непосредственно в процессе формования (заливка, запрессовка), устанавливать в изделие сразу после формования и извлечения из формы, когда закрепление осуществляется за счет температурной и структурной усадки, закреплять в охлажденном изделии на клею или механическим способом (на резьбе, заклепках и т. п.).

Чаще всего используют металлическую арматуру, которая придает изделию прочность, износостойкость, размерную точность, улучшает его магнитную и электрическую проводимость,

Таблица 18

Наибольшая длина l свинчивания прессованных резьб в изделиях из пластмасс при колебании усадки 0,4 % ($k = 0{,}004$) и 0,1 % ($k = 0{,}001$) [1]
(d — номинальный диаметр, мм; P — шаг резьбы)

d	P	l при k		d	P	l при k		d	P	l при k	
		0,004	0,001			0,004	0,001			0,004	0,001
4	0,7	12	15	16	2,0	24	36	42	4,5	25	62
5	0,8	14	17		1,5	14	27		3,0	11	46
					1,0	8	21		2,0	—	37
									1,5	—	28
6	1,0	18	22	20	2,5	25	41	48	5,0	24	63
	0,75	15	20		2,0	20	36		3,0	—	44
					1,5	11	28		2,0	—	35
					1,0	5	22		1,5	—	27
8	1,25	19	26	24	3,0	30	49	56	5,5	18	64
	1,0	14	20		2,0	15	36		4,0	8	49
	0,75	11	18		1,5	7	26		3,0	—	44
					1,0	—	20		2,0	—	36
									1,5	—	27
10	1,5	23	30	30	3,5	28	52	64	6,0	14	65
	1,25	18	25		2,0	17	42		4,0	—	51
	1,0	16	24		1,5	8	33		3,0	—	42
					1,0	—	27		2,0	—	34
									1,5	—	25
12	1,75	20	30	36	4,0	26	55				
	1,5	19	28		3,0	18	48				
	1,25	14	23		2,0	9	38				
	1,0	13	22		1,5	—	30				

Таблица 19

Поле допуска наружной резьбы по ГОСТ 11709—81 (СТ СЭВ 1158—78)

Класс точности резьбы	Поле допуска при длине свинчивания					
	S		N		L	
Средний	6g	6h	6g	6h	7g 6g	7h 6h
Грубый	7g 6g	7h 6h	8g	8h (8h 6h)	9g 8g	9h 8h
Очень грубый	9g 8g	9h 8h	10h 8h		10h 8h	

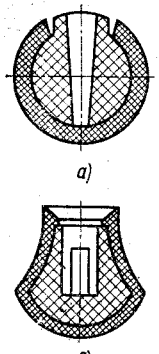


Рис. 19

декоративные свойства. Применение керамических колец, втулок повышает износостойкость изделий. Резиновая арматура (рис. 19, *а*) придает изделию амортизирующие свойства и может использоваться для быстрого и простого крепления детали. Пластмассовую арматуру (рис. 19, *б*) используют для улучшения механических свойств основного материала изделия и придания ему декоративных свойств, получения изображения различных знаков на поверхности изделия (например, клавиш с изображением цифр и букв) и т. п. Кроме того, резиновая и пластмассовая арматура позволяет в ряде случаев резко уменьшить расход дефицитного материала и сократить выдержку на данной операции уменьшением толщины стенки.

Металлическую, керамическую, стеклянную арматуру в изделия из полистирола и поликарбоната не рекомендуют устанавливать в процессе формования или в горячие изделия, особенно когда они подвержены воздействию циклических тепловых нагрузок.

Стеклонаполненные поликарбонаты удовлетворительно работают с арматурой благодаря уменьшенной усадке и низкому температурному коэффициенту линейного расширения.

Общий недостаток изделий с арматурой — увеличенное количество брака, дополнительные затраты на изготовление и закрепление арматуры. К недостаткам изделий с арматурой, закрепляемой в процессе формования, следует отнести возникновение внутренних напряжений в слое пластмассы, усложнение оснастки и процесса формования. Недостатки клеевых соединений: старение клеев, необходимость воздействия повышенных температур, зависящих от марки клея, недостаточная долговечность таких соединений. Недостаток соединений с натягом — уменьшение прочности соединений во времени в результате ползучести и релаксации напряжений пластмасс.

Таблица 20

Поле допуска внутренней резьбы по ГОСТ 11709—81 (СТ СЭВ 1158—78)

Класс точности резьбы	Поле допуска при длине свинчивания					
	S		*H*		*L*	
Средний	—	—	6G	6H	7G	7H
Грубый	6G	6H	7G	7H	8G	8H
Очень грубый	8G	8H	9H8H		9H8H	

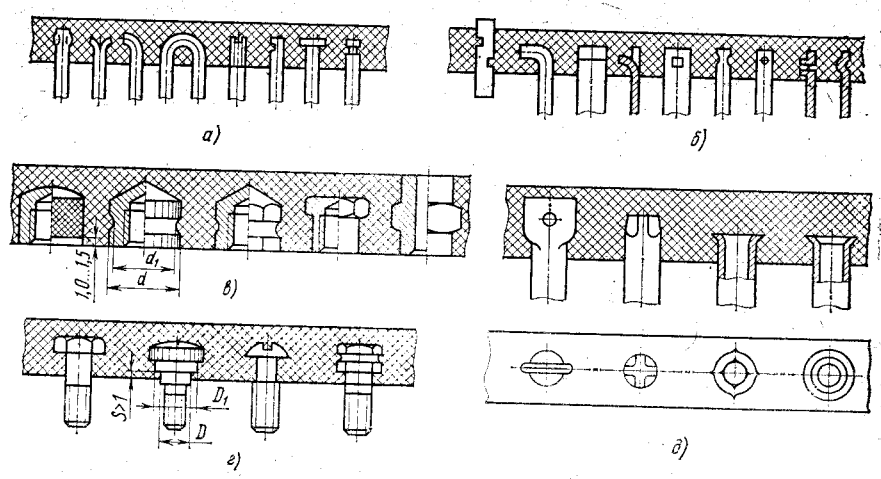


Рис. 20

В зависимости от назначения арматура может быть стержневая, втулочная, клеммная, кольцевая и др. В качестве арматуры можно использовать стандартные изделия (болты, винты, гайки) с доработкой или без нее, а также специально изготовленные для конкретного изделия детали (рис. 20). Специально изготовленную арматуру, как правило, используют для изделий с повышенными эксплуатационными требованиями.

Для восприятия рабочих осевых нагрузок и крутящих моментов на арматуре должны быть предусмотрены специальные удерживающие элементы. У простейшей проволочной арматуры, изготовленной из тонкого пруткового материала или проволоки, это различные отгибы, разрезы, расплющенные элементы, петли и т. д. (рис. 20, *а*).

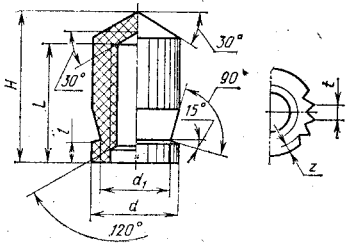
Штампованная арматура из листового металла толщиной менее 1 мм должна иметь отгибы, выштампованные язычки, выгибы, боковые вырезы глубиной 0,3—0,5 мм. Для арматуры толщиной более 1 мм рекомендуют использовать отверстия (рис. 20, *б*).

Стержневая и втулочная арматура (рис. 20, *в*, *г*) для восприятия крутящего момента на запрессовываемой поверхности должна иметь грани, лыски, накатку и пр., для восприятия осевого усилия — буртики, заплечики, проточки, пазы и т. п.

Кольцевые проточки необходимо располагать посередине запрессовываемой части арматуры. Диаметр канавки $d_1 = (0{,}6 \ldots 0{,}8)\,d$ — рис. 20, *в*. Ширину канавки определяют из силового расчета пластмассы на срез. Диаметр D_1 заплечика должен быть не более $1{,}2D$ (рис. 20, *г*). Если расчетом пластмассы на сжатие получают диаметр заплечика больше рекомендуемого, то его следует выполнять ступенчатым, что позволит уменьшить концентрацию напряжений и увеличить сопротивление срезу. Если торец

Таблица 21

Резьбовые буксы [1]

Эскиз	Размер	Значение размера, мм, для резьбы					
		М2,3	М2,6	М3	М4	М5	М6
	d	4,5	5,0	6,0	7,5	8,5	9,5
	d_1	3,5	4,0	4,5	5,5	6,5	7,5
	H	6,5	7,5	8,0	11,0	13,0	15,0
	L	4,0	4,5	5,0	7,0	8,0	10,0
	l	1,0	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0
	t	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6
	z	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3

арматуры выходит на поверхность изделия, то накатка не должна доходить до торца на 1,0—1,5 мм (рис. 20, *в*). Глухой торец арматуры следует выполнять сферическим или коническим со скругленной вершиной (рис. 20, *в*). Все острые кромки запрессовываемой части арматуры должны быть обязательно скруглены или притуплены фаской. Пример выполнения резьбовых букс с рекомендуемыми размерами приведен в табл. 21.

Возможные варианты выполнения трубчатой арматуры показаны на рис. 20, *д*. Сплющенная трубка способна воспринимать осевые нагрузки и крутящие моменты, обжатия в форме креста — крутящие моменты, развальцованные трубки — осевые нагрузки.

Важное значение имеют не только конструктивные особенности арматуры, но и ее расположение в изделии.

Для предотвращения разрушения, образования трещин, вздутий толщина слоя пластмассы, охватывающего арматуру, не должна быть меньше некоторого минимального значения, равного 0,5 диаметра (толщины) арматуры. Исключение составляют изделия: из фенопластов при толщине (диаметре) арматуры менее 4 мм, для которых толщина охватывающего слоя не менее 2 мм; изделия из прессовочных материалов АГ-4, допускающие минимальную толщину охватывающего слоя, приблизительно в 6 раз меньшую, чем изделия из фенопластов; изделия из термопластов (за исключением поликарбоната и полистирола) с арматурой до 2 мм — допускают минимальную толщину охватывающего слоя, равную толщине арматуры.

Необходимо стремиться к равнотолщинности охватывающего слоя. В этом случае охлаждение и усадка протекают более равномерно, что способствует уменьшению напряжений и деформаций изделия.

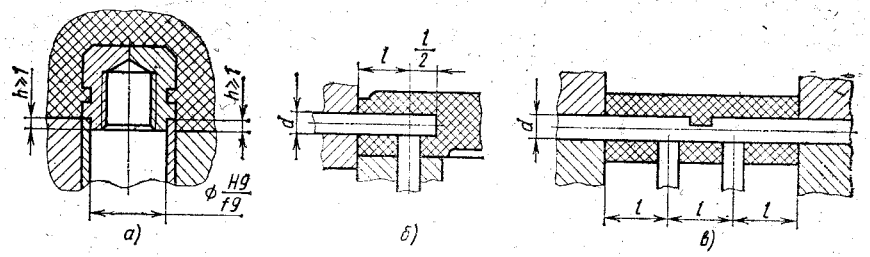


Рис. 21

Минимальное расстояние между арматурой диаметром 6—12 мм принимают 3 мм, диаметром более 12 мм — 6 мм.

В процессе формования изделия на арматуру действуют значительные усилия со стороны потока материала, поэтому арматуру необходимо надежно фиксировать в форме. Для фиксации втулочной арматуры в ней выполняют отверстия (гладкие или резьбовые) для установки на выступающий стержень знака или выталкивателя. На арматуре также предусматривают специальные выступы (рис. 21, *а*). Стержневую и штифтовую арматуру удерживают различными пружинами, цангами и пр. (см. рис. 75).

Если длина l арматуры превышает ее диаметр d более чем в 2 раза, то в направлении потока расплава необходимо предусматривать различные опоры и (или) защемлять второй конец арматуры (рис. 21, *б*, *в*).

Если арматура воспринимает крутящий момент и расположена близко к стенке, то применение накатки нежелательно. Необходимо использовать граненую или цилиндрическую арматуру с односторонней лыской, причем нужно предусмотреть возможность гарантированной установки арматуры лыской или одной из граней параллельно стенке.

Арматура, располагаемая в бобышках, по высоте должна быть больше высоты бобышки (рис. 22, *а*).

Арматуру с утолщенной заделываемой частью (с заплечиками) следует располагать таким образом, чтобы торец утолщенной части (заплечика) находился в плоскости поверхности изделия или был углублен в него на расстояние более 1 мм (см. рис. 20, *г*). Арматуру с буртиком необходимо заделывать в соответствии с рис. 22, *б*.

Наряду с перечисленными требованиями к арматуре, необходимым условием надежного ее соединения с пластмассой является предварительная обработка (очистка) поверхностей сцепления от загрязнений и предварительный ее подогрев до температуры литья (прессования).

Ниже указаны рекомендуемые соотношения диаметра d (мм) и длины l (мм) арматуры между опорами [1]:

d	До 0,8	0,8—1,2	1,2—1,5	1,5—2,0	2,0—2,5
l	6	8	10	15	20

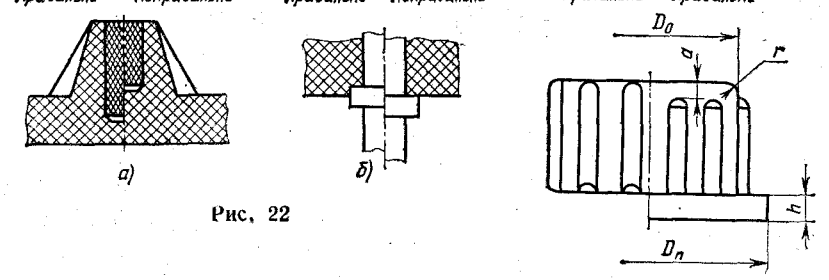


Рис. 22

Рис. 23

Накатка, рифления, надписи. Накатку и рифления на изделиях из пластмасс следует выполнять прямыми ребрами, параллельными направлению выталкивания изделия из формы. Наиболее технологичным рельефом является полукруглый профиль. При изготовлении оформляющих элементов методами холодного, полугорячего выдавливания, электрофизической обработкой и др. профиль может иметь иную, более сложную форму. Ребро рельефа должно входить в цилиндрический поясок, расположенный со стороны плоскости разъема формы (рис. 23). Высота h пояска не менее 1 мм. Диаметр $D_п$ пояска должен превышать диаметр D_0 описанной окружности рифов. Противоположный конец рельефа рекомендуется не доводить до торца на расстояние $a \geqslant r$ при $r > 1$ мм и $a > 1$ мм при $r \leqslant 1$ мм.

Надписи (буквы, цифры, знаки) на изделиях получают обычно в процессе формования на поверхностях, параллельных плоскости разъема формы. Если надписи выполняют на поверхностях, параллельных направлению выталкивания, то для предотвращения разрушения эти поверхности делают с уклоном 0° 30′—1° на каждые 0,025 мм глубины знака в зависимости от материала изделия.

При изготовлении формы резанием надписи на деталях следует делать выпуклыми, а в формах, получаемых холодным выдавливанием, — углубленными. Надписи, полученные такими способами, отличаются прочностью и четкостью изображения.

При оформлении надписей следует:

высоту букв над поверхностью изделия принимать в пределах 0,3—0,5 мм;

буквы высотой более 0,75 мм для предотвращения выкрашивания выполняют шире у основания, чем у вершины;

для защиты выпуклого шрифта от повреждений в процессе эксплуатации изделия и для удобства снятия облоя надписи помещают в незначительные углубления на поверхности изделия (рис. 24, *а*). Углубления должны быть такими, чтобы надписи не выступали за пределы наружной поверхности или были немного ниже ее. При незначительной толщине изделия, когда базовая

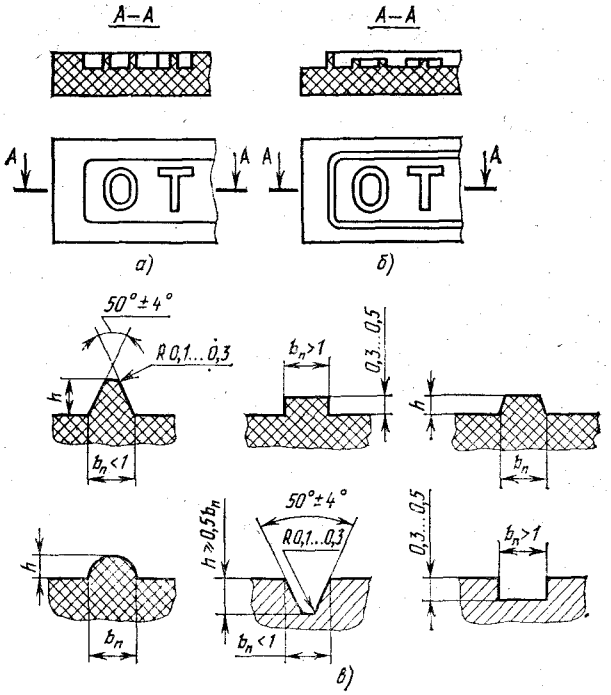


Рис. 24

поверхность надписи не может быть углублена в изделие, предусматривают специальный защитный ободок высотой, несколько большей или равной высоте шрифта (рис. 24, *б*). Формы сечений выпуклого и углубленного шрифтов показаны на рис. 24, *в*.

Если необходимо получить на изделии надпись цвета, отличающегося от цвета изделия, то используют метод армирования. Наиболее распространено в этом случае литье под давлением. При этом методе в одной форме изготовляют арматуру (цифры, знаки, буквы). Затем в другой форме арматуру заливают пластмассой другого цвета, причем надпись должна быть выполнена из пластмассы с более высокой температурой плавления или более высокой теплостойкостью по сравнению с пластмассой изделия. Второй вариант метода предусматривает отливку в одной форме изделия основного цвета с оформленными отверстиями (под буквы и цифры и пр.), в другой форме эти отверстия заливаются пластмассой другого цвета.

ГЛАВА 2

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФОРМ

2.1. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

В соответствии с ГОСТ 15.001—73 заказчик предъявляет разработчику исходные данные и требования к оснастке, подлежащей разработке, отвечает за предъявленные данные и требования, обеспечивает ее внедрение и использование.

Техническое задание, как правило, составляет разработчик. Оно является исходным документом для разработки конструкторской документации на оснастку. Техническое задание утверждают соответствующие службы заказчика.

Экспертизу технического проекта и его согласование, при необходимости, выполняет заказчик.

Исходные данные на разработку технического задания. Исходные данные включают следующее:

чертеж изделия с указанием места расположения впускного литникового канала, следов разъема формообразующих деталей, выталкивателей и др.;

тип производства (массовое, серийное и пр.);

годовая программа выпуска изделия в шт.;

размер партии запуска;

оборудование, которое можно использовать для изготовления изделия (прессы, термо- или реактопластавтоматы, высокочастотные генераторы, термостаты и т. д.);

данные технической характеристики оборудования, не содержащиеся в каталогах (применение нестандартного сопла, переходные плиты, постаменты и т. д.);

вспомогательное оборудование и приспособления (съемники кассет, изделий, загрузочные приспособления, приспособления для свинчивания изделий или знаков и др.) и их паспортные данные;

используемый способ обогрева (омический, индукционный и т. д.) и технические параметры нагревателей (при использовании нестандартных нагревателей — их эскиз с установочными размерами и другими необходимыми данными);

чертежи переналаживаемой оснастки (блоков) заказчика, предполагаемой к использованию с проектируемой формой;

чертежи перепроектируемый форм с указанием причин их переработки;

Таблица 22

Показатели оборудования и оснастки для прессования изделий из реактопластов

Показатель	Данные к выбору показателя
Оборудование	Модель
Вид оснастки:	
метод формования	Прямое формование, литьевое прессование, литье под давлением
источник передачи давления на материал в загрузочной камере (для литьевого прессования)	С верхним давлением (с верхней загрузочной камерой), с нижним давлением (с нижней загрузочной камерой)
универсальность	Переналаживаемая, непереналаживаемая
связь с оборудованием	Стационарная, полустационарная, съемная
Гнездность	Число гнезд
Вид обогрева	Омический (вид ТЭНа), индукционный
Этажность	Число этажей
Загрузочная камера	Индивидуальная, общая
Положение линии разъема формы	На чертеже или операционном эскизе указывают положение линии разъема
Способ извлечения (съема) изделия	С пуансона (ов), с матриц (ы); выталкивателями (стержневыми, гильзовыми и пр.), плитой, вращением резьбовых знаков, воздухом
Привод выталкивающих элементов	Перемещением верхней (подвижной) плиты пресса с использованием, например, тяг, выталкивателя пресса, специального привода
Способ установки знаков, арматуры	Индивидуальный вручную, групповой специальным приспособлением, автоматизированный
Способ извлечения резьбовых знаков	Автоматически при раскрытии формы под действием подвижной плиты или толкающей системы с применением винтовой пары, реечного механизма; с использованием специального привода (электрического, гидравлического); вне формы специальным приспособлением, вручную и др.
Способ извлечения знаков, оформляющих поднутрения	Автоматически при раскрытии формы под действием подвижной плиты пресса, выталкивателя; специальным приводом (пневматическим, гидравлическим) после раскрытия формы; после извлечения вместе с изделием приспособлением или вручную
Дополнительные показатели:	
допускаемые места расположения толкателей и следы от вставок	Указать на чертеже (операционном эскизе) изделия
вид загружаемого сырья	Порошок, гранулы, таблетка (ее размеры), жгуты и т. п.
расчетная усадка	Значение усадки
метод изготовления формообразующих элементов	Обработка резанием, холодное или полугорячее выдавливание, гальванопластика и др.
необходимость разработки специальных вспомогательных приспособлений	Вид приспособлений и требования к ним

Таблица 23

Показатели оборудования и оснастки для литья под давлением изделий из термо- и реактопластов

Показатель	Данные к выбору показателя
Оборудование	Модель
Вид оснастки:	
универсальность	Переналаживаемая, непереналаживаемая
связь с оборудованием	Стационарная, полустационарная, съемная
вид литниковой системы	Отверждаемая, неотверждаемая
Конструкция отверждаемой литниковой системы	Литник, отделяемый вне формы (пальцевый, нормальный [1], щелевой, кольцевой, шатровый и др.), литник, отделяемый в форме (туннельный, точечный, нормальный)
Конструкция неотверждаемой литниковой системы	Для термопластов — самоизолирующаяся (с предкамерой, с разводящим литником), частично обогреваемая, горячеканальная Для реактопластов — холодноканальная
Гнездность	Число гнезд
Вид обогрева (для реактопластов)	Омический (вид ТЭНа), индукционный
Этажность	Число этажей
Положение линии разъема формы	На чертеже или операционном эскизе указать положение линии разъема
Способ извлечения (съема) изделия(й)	С пуансона(ов), с матриц(ы) выталкивателями (стержневыми, гильзовыми и пр.), плитой, вращением резьбовых знаков, пневматически, вручную и пр.
Привод выталкивающих элементов	Механический выталкиватель; гидровыталкиватель; движение подвижной части формы с использованием тяг, скоб, рычагов и т. п.; специальный привод
Способ установки знаков, арматуры	Индивидуальный вручную, групповой специальным приспособлением, автоматизированный
Способ крепления арматуры по плоскости разъема	Механический, магнитный
Способ вывинчивания резьбовых знаков	В форме от хода подвижной плиты или толкающей системы с применением винтовой пары, реечного механизма; с использованием специального привода (электрического, гидравлического); вне формы специальным приспособлением, вручную и др.
Способ извлечения знаков, оформляющих поднутрения	Автоматически при раскрытии формы под действием подвижной плиты, выталкивателя; специальным приводом (пневматическим, гидравлическим) после раскрытия формы или после извлечения вместе с изделием; приспособлением или вручную
Дополнительные показатели:	
допускаемые места расположения толкателей и следы от вставок	Указать на чертеже (специальном эскизе) изделия

Продолжение табл. 23

Показатель	Данные к выбору показателя
Расчетная усадка	Значение усадки
Метод изготовления формообразующих	Обработка резанием, холодное или полугорячее выдавливание, гальванопластика и др.
Необходимость разработки специальных вспомогательных приспособлений	Вид приспособления и требования к нему

[1] Под нормальным литником следует понимать систему с разводящими отверждаемыми каналами и прямоугольными или круглыми впускными каналами.

для реактопластов вид загружаемого сырья (пресс-порошок, гранулы, жгуты, таблетки и т. д., для таблеток указать размеры);

чертеж детали, заменяемой на пластмассовую, сборочный чертеж узла, в который она входит, характер и значение нагрузки на деталь, условия эксплуатации (температура, среда, радиация и пр.), срок службы.

Конструкторско-технологические показатели, необходимые при разработке технического задания, указаны в табл. 22, 23.

2.2. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Выбору типоразмера оборудования предшествует расчет оптимальной гнездности n_0 форм, которую определяют, исходя из условия наименьшей себестоимости изготовления изделия,

$$n_0 = \sqrt{C_ц П/(0{,}45 C_ф)}, \quad (1)$$

где $C_ц$ — себестоимость одного цикла формования изделия; $П$ — число деталей на годовую программу; $C_ф$ — себестоимость формы на одно гнездо.

Значения $C_ц$ и $C_ф$ вычисляют (или принимают по нормативам) для условий конкретного производства.

Выбор гидравлического пресса связан с расчетом необходимого усилия прессования

$$P = 0{,}1 q F n_0 \leqslant P_н, \quad (2)$$

где q — давление прессования, МПа; F — площадь сечения загрузочной камеры, см^2; $P_н$ — номинальное усилие смыкания пресса, кН.

Термопластавтомат выбирают сравнением требуемых и номинальных значений основных параметров термопласт автомата.

Объем отливки при оптимальной гнездности

$$Q_0 = n_0 Q_и k_1/\beta_1 \leqslant Q_н, \quad (3)$$

где Q_0 и $Q_н$ — соответственно объем отливки и номинальный объем впрыска термопластавтомата; $Q_и$ — объем одного изделия

(без арматуры), см³; k_1 — коэффициент, учитывающий объем литниковой системы в расчете на объем одного изделия (для холодноканальной системы); β_1 — коэффициент использования машины (для аморфных полимеров $\beta_1 = 0{,}7 \ldots 0{,}8$, для кристаллических — $\beta_1 = 0{,}6 \ldots 0{,}7$).

Введение коэффициента β_1 необходимо, так как объем полимера в расплавленном состоянии больше его объема в изделии.

Значения коэффициента k_1 в зависимости от объема отливаемого изделия указаны ниже:

Объем одного изделия, см³	До 0,5	0,5—2	2—10	10—20	20—30
k_1	1,5	1,3	1,2	1,1	1,05
Объем одного изделия, см³	30—50	50—250		250—500	Св. 500
k_1	1,03	1,02		1,01	1,005

Пластикационная производительность термопластавтомата

$$A_0 = 3{,}6G_и n_0 k_1/\tau_{охл} \leqslant A_н\beta_2, \qquad (4)$$

где A_0 и $A_н$ — соответственно требуемая и номинальная (по полистиролу) пластикационная производительность, кг/ч; $G_и$ — масса изделия, г; $\tau_{охл}$ — время охлаждения изделия, с [принимают по отраслевым нормативам или приближенно рассчитывают по уравнению (34)]; β_2 — коэффициент, учитывающий отношение пластикационной производительности по данному материалу к значению ее по полистиролу (для полиэтилена высокого давления β_2=0,88, низкого давления $\beta_2 = 0{,}75$, для полиметилметакрилата $\beta_2 = 0{,}65$, для полиамида 6 и полиформальдегида $\beta_2 = 0{,}625$, для поликарбоната $\beta_2 = 0{,}5$, для полиамида 6,6 $\beta_2 = 0{,}4$).

Требуемое усилие смыкания, кН

$$P_0 = 0{,}1qF_{пр}n_0k_2k_3 \leqslant P_{н.т}, \qquad (5)$$

где q — давление пластмассы в оформляющем гнезде (для полистирола в среднем $q = 32$ МПа); $F_{пр}$ — площадь проекции изделия на плоскость разъема формы (без учета площади сечения отверстий), см²; k_2 — коэффициент, учитывающий площадь литниковой системы в плане (принимают k_2=1,1); k_3 — коэффициент, учитывающий использование максимального усилия смыкания плит на 80—90 % ($k_3 = 1{,}25 \ldots 1{,}11$); $P_{нт}$ — номинальное усилие смыкания плит термопластавтомата, кН.

Принятый термопластавтомат должен удовлетворять условиям (3)—(5) и проверен по условию размещения форм на плитах — см. уравнения (10)—(15).

2.3. РАСЧЕТ ГНЕЗДНОСТИ ФОРМ

На практике часто гнездность определяется параметрами имеющегося оборудования. Для прессовых форм прямого прессования гнездность рассчитывают для данного пресса и округляют до целого числа

$$n = 10P_н/(qF_1), \qquad (6)$$

где F_1 — площадь загрузочной камеры одного гнезда, см².

Для литьевых форм, по данным НПО «Пластик» расчет связан с учетом объема впрыска, усилия смыкания, пластикационной производительностью и геометрическими размерами плит.

Гнездность, обусловленная объемом впрыска термопластавтомата,

$$n_Q = \beta_1 Q_н/(Q_и k_1). \qquad (7)$$

Гнездность, обусловленная усилием смыкания плит термопластавтомата,

$$n_P = 10P_{нт}/(qF_{пр}k_2k_3). \qquad (8)$$

Гнездность, обусловленная пластикационной производительностью термопластавтомата,

$$n_A = A_н\beta_2\tau_{охл}/(3{,}6k_1G_и). \qquad (9)$$

Из рассчитанных значений n_Q, n_P, n_A принимают наименьшее: $n_n = \min [n_Q, n_P, n_A]$. Принятое значение n_n проверяют по условию размещения формы на плитах термопластавтомата.

Значение n_n не должно превышать число n_F, определяемое площадью рабочей поверхности плиты термопластавтомата,

$$n_{пр} \leqslant n_F = 0{,}5F_{пл}/F_{пр}, \qquad (10)$$

где $F_{пл}$ — площадь рабочей поверхности плиты, см².

Значение n_n не должно превышать число n_B, определяемое линейными размерами рабочей части плиты:

для изделий, требующих при формовании двух направлений разъема частей формы в двух плоскостях (рис. 25, *а*),

$$n_n \leqslant n_B = 1{,}3B/L_1, \qquad (11)$$

где B — ширина или высота рабочей части плиты; L_1 — определяющий габаритный размер изделия;

для изделий, требующих трех направлений разъема частей формы в двух плоскостях (рис. 35, *б*),

$$n_n = n_B = 0{,}65B/L_1; \qquad (12)$$

для изделий, требующих трех направлений разъема частей формы в трех плоскостях (рис. 25, *в*),

$$n_n \leqslant 4; \qquad (13)$$

для изделий, требующих четырех направлений разъема формы в трех плоскостях (рис. 25, *г*),

$$n_n \leqslant 2; \qquad (14)$$

для изделий, требующих более четырех направлений разъема в трех плоскостях (рис. 25, *д*),

$$n_n = 1. \qquad (15)$$

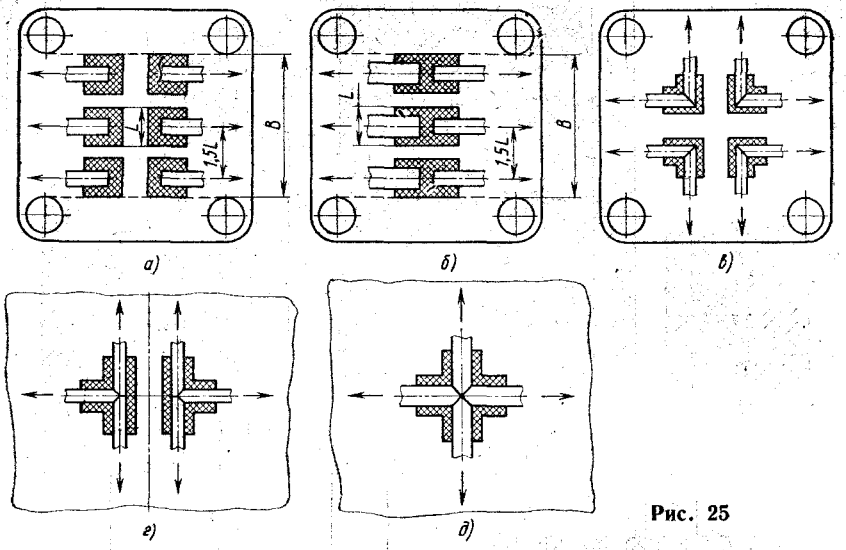


Рис. 25

2.4. ПОЛОЖЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ В ФОРМЕ

Положение изделия в форме существенно влияет на ее конструкцию; поэтому, приступая к проработке формы, прежде всего необходимо правильно расположить в ней изделие. Для этого следует учитывать конкретные условия производства (в том числе инструментального), план выпуска изделий, требуемую степень механизации и автоматизации формы.

Основные требования к положению изделия:

проекция в плане изделия или группы изделий должна располагаться симметрично относительно оси разъема пресса (термопластавтомата);

ориентировать изделие необходимо таким образом, чтобы при прессовании после разъема формы оно оставалось в ее неподвижной части, а при литье — в подвижной;

при прессовании для предотвращения скопления в донной части изделия растворенных в материале газов, приводящих к резкому ухудшению качества (рыхлоты, вздутия и др.), матрицу предпочтительно располагать в неподвижной части;

при наличии взаимно перпендикулярных подвижных элементов, оформляющих отверстия, пазы, выступы, изделие следует располагать таким образом, чтобы в горизонтальной плоскости перемещения находились простейшие элементы;

если изделие допускает расположение его в плоскости разъема формы в различных взаимно перпендикулярных положениях, то следует выбирать такое из них, которое имеет наименьшую площадь проекции на плоскость установочных плит оборудования;

изделия большой длины (типа трубки), если расположение их большей оси в направлении разъема формы не позволяет рас-

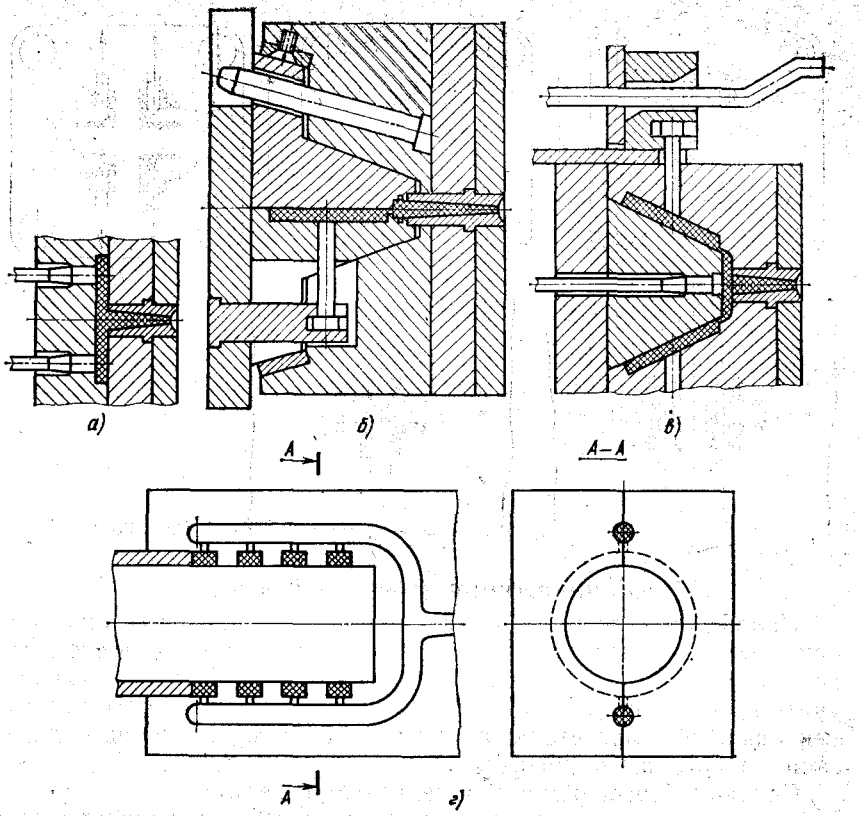


Рис. 26

крыть форму и снять изделие или требует двух плоскостей разъема (например, изделия типа штуцера), следует располагать в форме перпендикулярно направлению ее разъема; такое расположение значительно уменьшает высоту формы и ее раскрытие; при этом следует применять специальные системы извлечения длинномерных знаков (рычажные, гидравлические, пневматические и др.);

в ряде случаев для увеличения гнездности формы, когда усилие смыкания литьевой машины недостаточно, или для уменьшения размеров формы в плане изделие можно располагать не традиционным способом, т. е. в одной плоскости (рис. 26, *а*), а как показано на рис. 26, *б*—*г*;

специальные требования к расположению изделий при автоматическом вывинчивании резьбовых изделий (знаков) — см. с. 315;

окончательный выбор расположения изделия должен быть увязан с местом подвода впуска литниковой системы, системой охлаждения и товарным видом изделия.

ГЛАВА 3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФОРМ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

3.1. ЛИТНИКОВАЯ СИСТЕМА

Литниковая система — это система каналов формы, служащая для передачи материала из сопла литьевой машины в оформляющие гнезда формы. Застывший в литниковых каналах полимер называется литником.

Литниковая система должна обеспечивать поступление расплава полимера в формообразующую полость формы с минимальными потерями температуры и давления после пластицирующего цилиндра литьевой машины. Литниковая система решающим образом влияет на качество изготовляемого изделия, расход материала, производительность процесса и др. Неправильно спроектированная литниковая система является причиной повышенных напряжений в изделии, его коробления, образования на поверхности изделия следов течения материала, неполного заполнения формообразующей полости, неравномерной усадки материала.

В общем виде литниковая система включает три основных элемента: центральный литниковый канал, по которому расплав из материального цилиндра поступает в форму; разводящий канал, ответвляющийся от основного; впускной канал, по которому расплав непосредственно поступает в оформляющую полость. Наличие всех трех элементов литниковой системы или отсутствие каких-либо из них связано как с конфигурацией отливаемого изделия, так и с конструкцией формы. Так, литниковая система однонездной формы часто состоит из одного литникового канала. Многогнездная форма всегда включает все три вида каналов.

Центральный литниковый канал — наиболее простой элемент. Во всех случаях, когда обстоятельства это позволяют, следует применять именно его. Этот канал должен иметь достаточно большое сечение, возрастающее с увеличением вязкости расплава и толщины стенки изделия для сохранения жидкотекучести расплава в литниковой системе и обеспечения подпитки материала, заполнившего оформляющую полость (под термином «подпитка» подразумевают передачу статического давления на материал от момента окончания заполнения оформляющей полости до затвердевания впускного канала для компенсации усадки материала в процессе остывания; подпитка препятствует возникновению раковин, особенно в отливках большой толщины). Однако сечение центрального литникового канала не должно быть слишком большим, так как это увеличивает время охлаждения, расход материала и может ухудшить внешний вид изделия (появляются утяжины под литником при литье в однонездные формы). Диаметр d_1 отверстия центрального литникового канала на входе в литниковую втулку можно принять по зависимости d_1 от массы m отливки (в заштрихованной зоне — рис. 27). Для развитой литниковой системы размеры следует выбирать ближе к верхнему краю зоны, для менее развитой системы — ближе к нижнему краю.

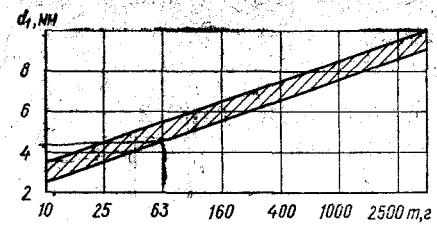


Рис. 27

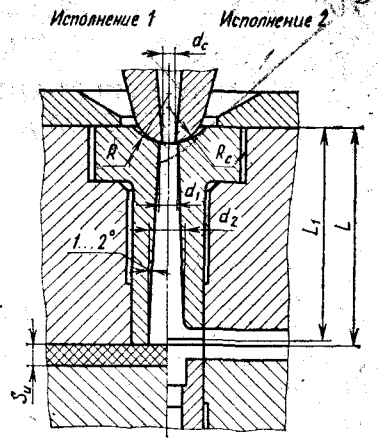


Рис. 28 ▶

Диаметр d_1 канала рекомендуется выполнять на 0,4—0,6 мм больше диаметра сопла d_c [рис. 28, где $R_c = R - 1$ мм; $d_c = d_1 - (0{,}4 \ldots 0{,}6)$ мм; $L_1 \leqslant L - 0{,}2$ мм]. При этом пробка формовочной массы в сопле вытягивается во время извлечения изделия из формы.

Диаметр на входе в литниковую втулку можно определить аналитически, вычислив расчетный диаметр, мм

$$d_p = 0{,}2\sqrt{V/(\pi v \tau)}, \qquad (16)$$

где V — объем впрыска, см³; v — средняя скорость течения материала в литниковой втулке, см/с; τ — продолжительность впрыска, с.

Рекомендуемые значения средней скорости: для отливок объемом до 100 см³ $v = 300$ см/с; для отливок объемом до 500 см³ $v = 450$ см/с; для отливок объемом более 500 см³ $v = 550 \ldots 600$ см/с.

Время впрыска (выбирают в соответствии с технической характеристикой литьевой машины) должно быть увязано с массой и толщиной $S_и$ отливки: для тонкостенных отливок и отливок малой массы время впрыска меньше, для толстостенных отливок и отливок большой массы время больше.

Если расчетный диаметр d_p больше диаметра d_c сопла машины, то принимают $d_1 = d_p$ и диаметр сопла $d_c = d_p - (0{,}4 \ldots$

Таблица 24

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 центрального литникового канала на входе	d_2	L	d_2	L	d_2	L	d_2	L	d_2	L
	$\alpha = 2°$		$\alpha = 3°$		$\alpha = 4°$		$\alpha = 5°$		$\alpha = 6°$	
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	20,0	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

... 0,6) мм. Если $d_p < d_c$, то на практике принимают диаметр литника $d_1 = d_c + (0{,}4 \ldots 0{,}6)$ мм.

Оптимальная длина L центрального литникового канала зависит от его диаметра d_1 и составляет 20—40 мм.

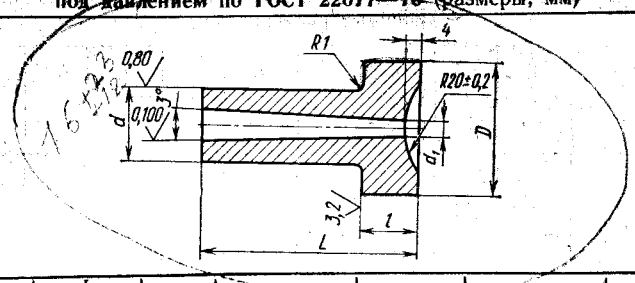
Диаметр d_2 центрального литникового канала на выходе и его максимально допустимую длину выбирают по табл. 24. Если по конструктивным соображениям (увеличение жесткости формы, расположение выталкивающей системы со стороны сопла, литник со стороны сопла глубокого изделия и т. д.) необходимо увеличить длину канала, то максимальную длину L не рекомендуется брать больше значений, указанных в табл. 25, где даны конструкция и размеры центральной литниковой втулки по ГОСТ 22077—76.

Длину центрального литникового канала и, следовательно, длину литниковой втулки можно значительно уменьшить, если применить специальное удлиненное сопло (рис. 29).

Центральный литниковый канал обязательно выполняют коническим (см. рис. 28). Угол конуса определяется усадкой полимера и его адгезионными свойствами. Рекомендуемый угол конуса α (кроме поликарбоната и стеклонаполненных полимеров) 3°. Для поликарбоната и стеклонаполненных полимеров $\alpha = 4 \ldots 6°$.

Таблица 25

Втулки литниковые пресс-форм для литья термопластов под давлением по ГОСТ 22077—76 (размеры, мм)



Обозначение втулки	L (пред. откл. +0,3)	D	d (пред. откл. по n6)	d_1	l (пред. откл. по h9)	Масса, кг, не более
0602-0451	33	32	16	3,6	11	0,096
0602-0452				4,5		0,095
0602-0453	36			3,6		0,098
0602-0454				4,5		0,096
0602-0455	42			3,6	9	0,107
0602-0456				4,5		0,104
0602-0457	45			3,6		0,111
0602-0458				4,5		0,109
0602-0459	53			3,6	11	0,124
0602-0461				4,5		0,121
0602-0462	56			3,6		0,128
0602-0463				4,5		0,124
0602-0464	62			3,6	9	0,133
0602-0465				4,5		0,129
0602-0466	65			3,6		0,137
0602-0467				4,5		0,133
0602-0468	41	40	20	3,6		0,159
0602-0469				4,5		0,156
0602-0471				5,6		0,153
0602-0472	45			3,6		0,168
0602-0473				4,5		0,165
0602-0474				5,6		0,161
0602-0475	52			3,6	11	0,197
0602-0476				4,5		0,194
0602-0477				5,6		0,190
0602-0478	56			3,6		0,208
0602-0479				4,5		0,204
0602-0481				5,6		0,199

Продолжение табл. 25

Обозначение втулки	L (пред. откл. +0,3)	D	d (пред. откл. по n6)	d_1	l (пред. откл. по h9)	Масса, кг, не более
0602-0482	63	40	20	3,6	11	0,222
0602-0483				4,5		0,217
0602-0484				5,6		0,211
0602-0485	67			3,6		0,232
0602-0486				4,5		0,226
0602-0487				5,6		0,219
0602-0488	71			3,6	12	0,247
0602-0489				4,5		0,241
0602-0491				5,6		0,234
0602-0492	75			3,6		0,255
0602-0493				4,5		0,249
0602-0494				5,6		0,242
0602-0495	83			3,6		0,272
0602-0496				4,5		0,265
0602-0497	87			3,6		0,280
0602-0498				4,5		0,273
0602-0499	50	50	25	4,5	20	0,409
0602-0501				5,6		0,404
0602-0502	56			4,5		0,430
0602-0503				5,6		0,425
0602-0504	59			4,5		0,442
0602-0505				5,6		0,435
0602-0506	65			4,5		0,462
0602-0507				5,6		0,455
0602-0508	70			4,5		0,479
0602-0509				5,6		0,471
0602-0511	76			4,5		0,499
0602-0512				5,6		0,490
0602-0513	90			4,5	21	0,557
0602-0514				5,6		0,546
0602-0515	96			4,5		0,579
0602-0516				5,6		0,566

Примечание. Пример условного обозначения литниковой втулки размерами $L = 33$ мм, $D = 32$ мм и $d_1 = 3{,}6$ мм:

Втулка 0602-0451 ГОСТ 22077—76

Материал — сталь У8А по ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81).
Твердость $HRC_э$ 49,5 ... 53.
По требованию потребителя допускаются другие значения радиуса R.
Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — по H14, валов — по h14, прочих — по $\pm IT14/2$.
Технические условия — по ГОСТ 22082—76.

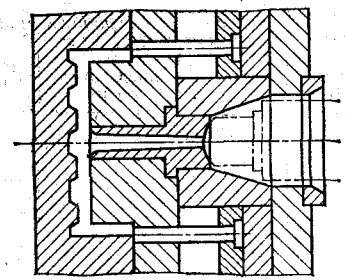


Рис. 29

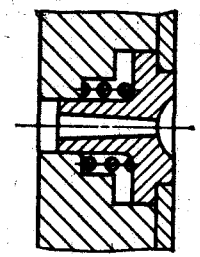


Рис. 30

При использовании подпружиненной литниковой втулки (рис. 30) α можно уменьшить на 2—3°.

Если основной литник подводится непосредственно к изделию, то его больший диаметр d_2 (со стороны изделия), во избежание образования утяжин на изделии, не должен превышать максимально допустимой величины $d_{2\,max}$, мм

$$d_2 \leqslant d_{2\,max} = S_и + 1{,}5, \qquad (17)$$

где $S_и$ — толщина отливаемого изделия в месте подвода литника. В противном случае возможны два решения.

1. Выполнить канал, как показано на рис. 31. Такая форма сечения канала предотвращает или значительно уменьшает возможность образования утяжин на изделии.

2. Увеличить время впрыска и по формуле (16) определить новый меньший диаметр литникового канала.

Если литник не подводится непосредственно к изделию и в результате расчета диаметр центрального литникового канала получается слишком большим, что увеличивает продолжительность цикла литья, то рекомендуют, сохранив расчетное сечение литникового канала, выполнить его в соответствии с рис. 32. Такие конструкции позволяют уменьшить толщину литника и обеспечить его дополнительное охлаждение.

Для обеспечения гарантированного смыкания формы торец литниковой втулки выполняют в соответствии с рис. 28 (исполнение 2) длиной $L_1 = L$—(0,2 ... 0,3) мм.

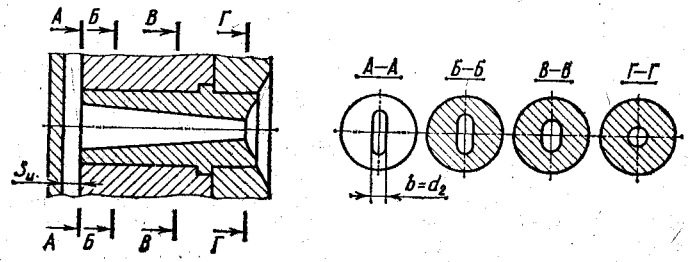


Рис. 31

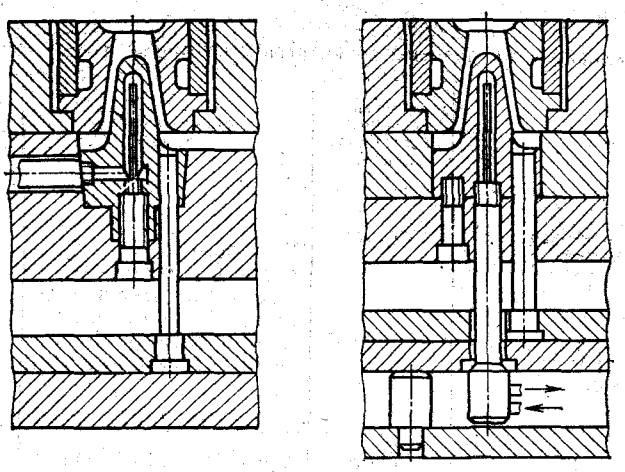


Рис. 32

Пример. Рассчитать диаметр центрального литникового канала. Масса отливки $m = 1200$ г; материал — полистирол ударопрочный; время впрыска $\tau = 2$ с; литниковая система с разводящими каналами; толщина изделия $S_и$ 2,5 мм.

Решение. Объем отливки $V = m/\rho = 1200/1,07 = 1121$ см^3, где $\rho = 1,07$ г/см^3 — плотность ударопрочного полистирола.

Расчетный диаметр центрального литникового канала [см. формулу (16), где $v = 550$ см/с — см. с. 73)]

$$d_р = 0,2\sqrt{1121/(3,14 \cdot 550 \cdot 2)} \approx 12 \text{ мм}.$$

По табл. 24 $d_2 = 17,2$ мм; по соотношению (17) $d_{2\,max} = 2,5 + 1,5 = 3,5$ мм. Получено $d_2 > d_{2\,max}$. Но так как центральный литник не примыкает к изделию, останавливаемся на этом варианте и принимаем $d_1 = d_р = 12$ мм, $d_2 = 17,2$ мм. Конструкцию выполняем в соответствии с рис. 32. Для одногнездной формы, когда центральный литниковый канал подведен непосредственно к изделию, литниковую втулку необходимо выполнить в соответствии с рис. 31.

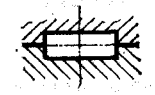
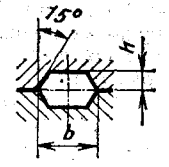
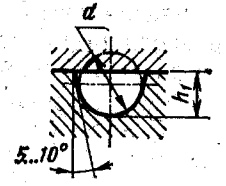
Разводящие каналы являются частью литниковой системы, соединяющей оформляющие полости формы с центральным литником. Во всех случаях надо укорачивать разводящие каналы, так как увеличение длины канала ведет к возрастанию расхода материала, потерь давления, а также ориентационных напряжений в изделиях.

Формы сечения разводящих каналов и рекомендации по применению даны в табл. 26.

Поверхность разводящих каналов для большей части перерабатываемых полимерных материалов не полируют для удержания на стенках затвердевшего слоя полимера и предотвращения уноса затвердевших частиц в оформляющую полость формы. Для переработки таких материалов, как ПВХ, поликарбонат, полиметилметакрилат, поверхность разводящих каналов следует полировать и хромировать.

Таблица 26

Рекомендации по применению каналов с различной формой сечения

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

При заполнении каналов расплавом полимера прилегающие к стенкам слоя материала интенсивно охлаждаются и затвердевают, уменьшая эффективное сечение канала. В связи с этим каналы редко изготовляют с площадью поперечного сечения меньше 7 мм² (∅ 3 мм). В то же время площадь поперечного сечения канала не должна быть слишком велика, чтобы не изменялась продолжительность цикла литья, что возможно при литье очень тонких изделий. По этой причине нежелательно изготовлять каналы с сечением более 80 мм² (∅ 10 мм).

В общем случае диаметр d канала круглого сечения или эквивалентный диаметр $d_э$ канала некруглого сечения можно определить по диаграмме (рис. 33) в зависимости от массы отливаемого изделия и длины L пути течения материала в разводящем канале.

Для непластифицированного поливинилхлорида, поликарбоната, полиметилметакрилата расчетную площадь сечения канала необходимо увеличить на 25 %.

Определенные по этой диаграмме размеры относятся к каналу, расположенному перед впускным каналом. Размеры остальных каналов можно определить по формуле

$$d = d_1 (l/l_1)^{\alpha} (N_1/N)^{\beta}, \qquad (18)$$

где d и l — диаметр и длина текущего (рассчитываемого) канала, см; d_1 и l_1 — диаметр и длина канала, предшествующего впускному каналу, см; N и N_1 — число каналов диаметром соответственно d и d_1; α, β — коэффициенты, зависящие от свойств материала.

Ниже указаны значения коэффициентов α и β.

	α	β
Полистирол	0,47	0,18
Поликарбонат	0,29	0,24
Полиэтилен низкого давления	0,44	0,18
Полиэтилен высокого давления	0,45	0,18
Сополимер на основе формальдегида	0,33	0,22
Полиформальдегид	0,45	0,18
ПВХ непластифицированный	0,55	0,15

Размеры каналов некруглого сечения (см. табл. 26) находят по определенному значению $d_э$ (см. рис. 33):

вариант 3

$$h = 0{,}5 d_э \sqrt[3]{\pi (1 + k)/k^2},$$

где $k = b/h$ при $k = 1$ $h = 0{,}92\, d_э$;

вариант 4

$$h = 0{,}5 d_э \sqrt[3]{\pi (1 + \sin\alpha + k\cos\alpha)/[(k + \operatorname{tg}\alpha)^2 \cos\alpha]}$$

при $\alpha = 10°$ и $k = 1$ $h = 0{,}85 d_э$;

вариант 5

$$h = 0{,}5 d_э \sqrt[3]{4\pi \left(k + \frac{1}{\cos\alpha}\right) \Big/ (2k + \operatorname{tg}\alpha)^2};$$

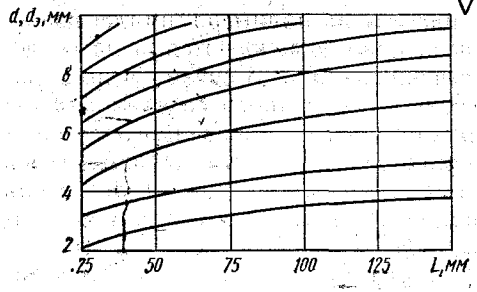


Рис. 33

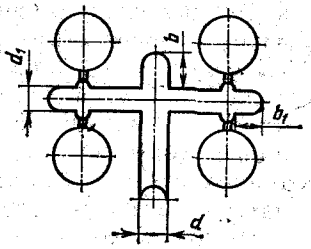


Рис. 34

при $\alpha = 10°$ и $k = 0{,}84$ (условие вписанной окружности) $h \approx$ $\approx 0{,}95\, d_э$;

вариант 6

при $\alpha = 10°$ и $h = d_{вп}$ $h = 0{,}94\, d_э$.

Для вариантов 5 и 6 без большой ошибки можно принять $d_{вп} = d_э$.

Как указано выше, расплав при заполнении канала охлаждается. Попадание в оформляющее гнездо охлажденного переднего фронта расплава может приводить к появлению дефектов на поверхности изделий (муар, следы течения). Для уменьшения этих явлений разводящий канал перед поворотом следует снабжать специальными сборниками охлажденного расплава, т. е. удлинять каналы на величину b [рис. 34; $b_1 = (1{,}0 \ldots 1{,}5)\, d_1$; $b = (1{,}0 \ldots 1{,}5)\, d$].

Необходимо добиваться такого расположения разводящих каналов, которое обеспечивает идентичные условия заполнения оформляющих гнезд расплавом полимера.

Проще всего эту задачу решить при таком расположении каналов (рис. 35), когда пути течения (показаны утолщенными линиями) до каждого гнезда равны.

На рис. 36 приведены примеры нерекомендуемого расположения литниковых каналов, при котором хотя и обеспечиваются одинаковые условия заполнения, но увеличиваются путь течения и расход материала. Если одинаково расположить каналы по различным причинам (геометрия изделия, условия охлаждения, особенности конструкции формы и др.) не удается, то применяют так называемые рядные литниковые каналы (рис. 37), которые получили широкое распространение. К их недостаткам следует отнести различные условия заполнения оформляющих гнезд. На практике этот недостаток компенсируют корректировкой исходных размеров впускных каналов (см. ниже). Однако следует учесть, что такая корректировка не обеспечивает условий получения изделий с одинаковыми свойствами. В связи с этим такие литниковые каналы не рекомендуют применять в ответственных случаях, когда требуется получить из разных гнезд изделия с максимально близкими свойствами.

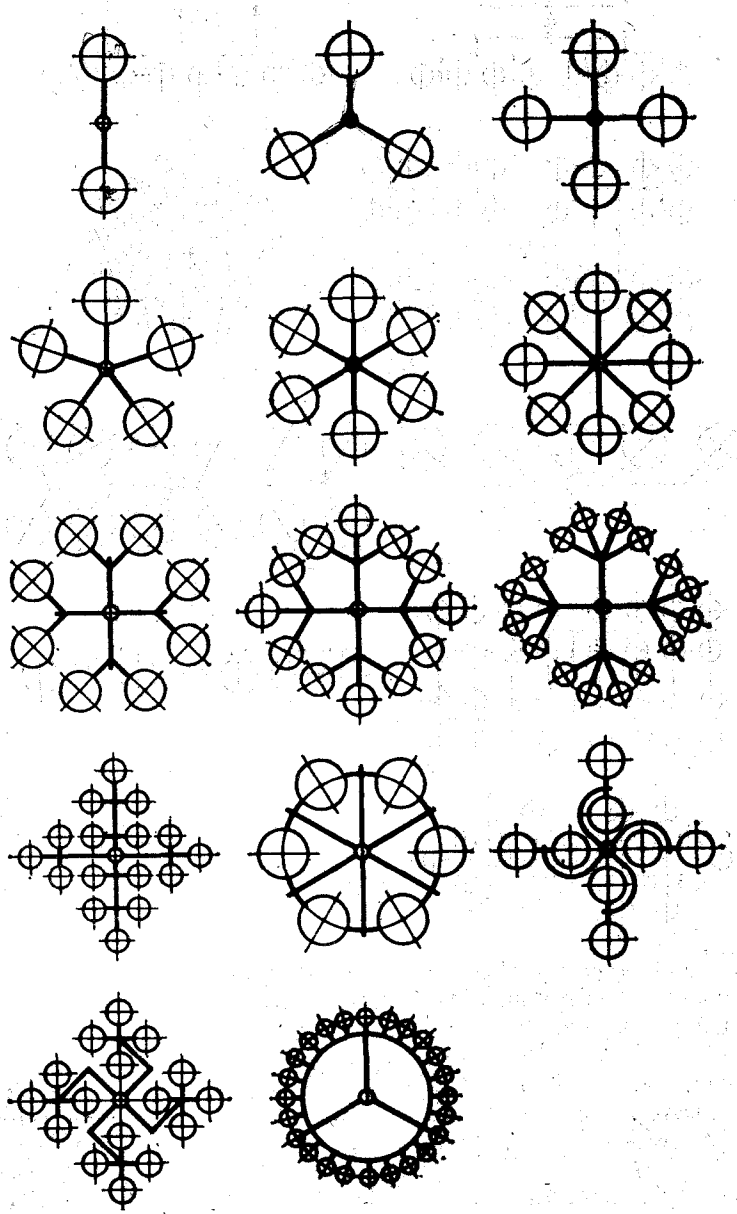


Рис. 35

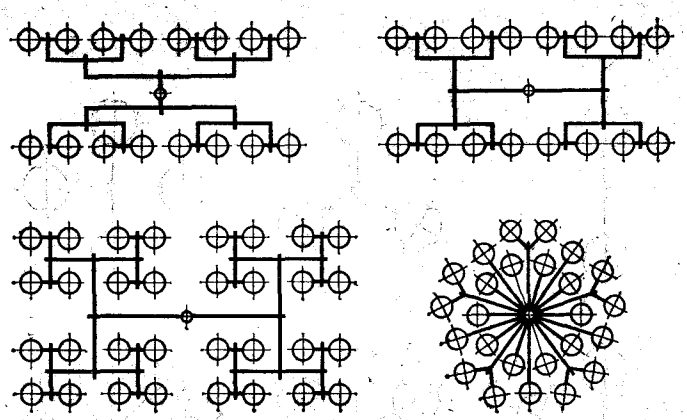


Рис. 36

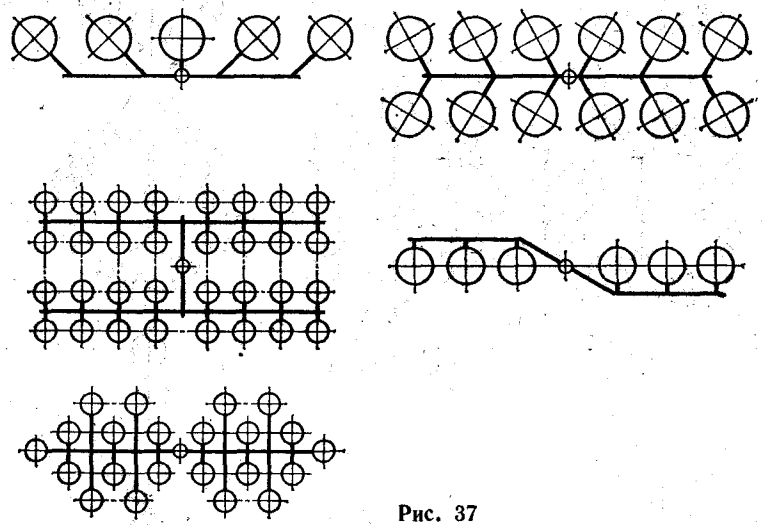


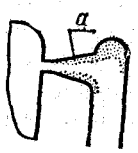
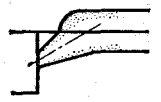
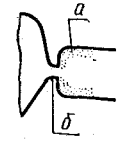
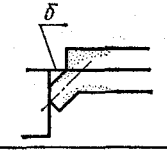
Рис. 37

Важным элементом литниковой системы является переход от разводящего литникового канала к впускному. Конструкции переходов и рекомендации по их применению приведены в табл. 27. Переход не рекомендуют выполнять коническим, так как это увеличивает потери давления. Наилучшие формы перехода (варианты 3, 4) обеспечивают наиболее длительное время сохранения исходного сечения впуска и, следовательно, наилучшие условия заполнения и подпитки.

Впускные каналы (питатели) имеют особое значение при литье под давлением. Они представляют собой последнее звено в системе литниковых каналов, подводящих материал к оформляющей полости формы. От их размеров и расположения в значительной

Таблица 27

Рекомендации по применению конструкций переходов от разводящего литникового канала к впускному

Вариант	Эскиз	Характеристика перехода	Примечание
1		Значительные потери давления, обусловливаемые исходной формой перехода и увеличением длины впускного канала при затвердевании слоя *а* термопласта	Не рекомендуется
2		Некоторое увеличение длины впускного канала при затвердевании слоя *а* термопласта	Рекомендуется
3			
4		Исходная длина сечения впускного канала почти не меняется	Предпочтительны при условии обеспечения прочности перемычки *б*
5			

степени зависит качество отливаемых изделий, поэтому определение оптимальных размеров впускных каналов, их числа и расположения является весьма ответственной задачей.

При определении размеров впускных каналов необходимо руководствоваться следующими общими соображениями:

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

площадь сечения канала должна быть достаточно мала, чтобы обеспечить хорошее и по возможности автоматическое отделение литника от изделия без ухудшения его внешнего вида;

площадь сечения канала не должна быть слишком мала, так как это приводит к большим потерям давления, затрудняет заполнение формы и способствует возникновению внутренних и наружных усадочных дефектов и дефектов в зоне впуска (полосы, складки и пр.); кроме того, возможна термическая деструкция материала из-за его перегрева при прохождении с высокой скоростью через канал малого сечения;

площадь сечения канала не должна быть слишком велика; это усложняет отделение литников, и ухудшает внешний вид изделия (следы от литника), а также приводит к излишнему уплотнению расплава, увеличению степени ориентации полимера в детали и возникновению больших внутренних напряжений в зоне впуска.

При литье термопластов наиболее распространены впускные каналы с круглым (точечным) и прямоугольным поперечным сечениями (табл. 28).

Характеристический размер H (см. табл. 28) для равностенного изделия принимают равным его толщине, в остальных случаях вычисляют по формуле

$$H = 2V_и/S_и, \qquad (19)$$

где H — характеристический размер изделия, см; $V_и$ — объем изделия, см^3; $S_и$ — площадь поверхности изделия, см^2.

Объем детали следует определять алгебраическим суммированием элементарных объемов, составляющих объем изделия, площадь полной поверхности изделия — алгебраическим суммированием элементарных площадей, составляющих поверхность изделия.

Диаметр $d_в$ следует округлять до 0,05 мм.

Методика расчета числа впускных каналов для полиэтилена низкого давления (ГОСТ 16338—77), ударопрочного полистирола (ОСТ 6-05-406—80), сополимера формальдегида (ТУ 6-05-1543—79) изложена ниже в соответствии с СТП 6.19.051.050—78 (НПО «Пластик»).

Число n_0 впускных каналов одного гнезда формы определяют по рис. 38 следующим образом.

Вычисляют номинальную объемную скорость впрыска в одно гнездо формы, см^3/с

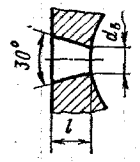
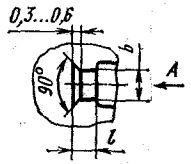
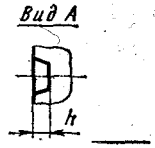
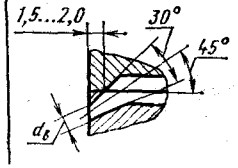
$$W = W_м V_и/V_с, \qquad (20)$$

где $W_м$ — номинальная (паспортная) объемная скорость впрыска литьевой машины, см^3/с; $V_с$ — сумма объемов одновременно отливаемых изделий или гнезд в форме, см^3.

Через точку на шкале W, соответствующую вычисленному значению W, и точку на шкале A, соответствующую выбранному термопласту (СФД — сополимер формальдегида с диоксоланом, УПС — ударопрочный полистирол; ПЭНД — полиэтилен низкого давления), проводят прямую. Через точку пересечения этой прямой со шкалой $Б$ и точку на шкале $d_в$ (значение определено по табл. 28) проводят прямую, пересекающую шкалу n_0. Полученная точка соответствует значению n_0.

Таблица 28

Конструкция и размеры, мм, впускных каналов

Исполнение	Конструкция впускного канала	H	$d_в$	$h = b$ (пред. откл. по H11)	l (пред. откл. по h14)
1		До 0,6	0,5	—	0,6 при $d_в = 0,5 \ldots 0,6$ 0,7 » $d_в = 0,6 \ldots 0,7$ 0,8 » $d_в = 0,7 \ldots 0,8$
		Св. 0,6 до 3,3	0,85H	—	0,9 » $d_в = 0,8 \ldots 1,0$ 1,0 » $d_в = 0,8 \ldots 1,0$ 1,1 » $d_в = 1,0 \ldots 1,2$ 1,2 » $d_в = 1,2 \ldots 1,5$
		Св. 3,3	2,8		1,3 » $d_в = 1,5 \ldots 2,0$ 1,4 » $d_в = 2,0 \ldots 2,8$
2		До 0,6		0,5	0,6 при $h = 0,5 \ldots 0,6$ 0,7 » $h = 0,6 \ldots 0,7$
		Св. 0,6 до 3,3		$a * H$	0,8 » $h = 0,7 \ldots 0,8$ 0,9 » $h = 0,8 \ldots 0,9$ 1,0 » $h = 0,9 \ldots 1,0$ 1,1 » $h = 1,0 \ldots 1,2$
		Св. 3,3	—	2,0—3,0 (в зависимости от материала)	1,2 » $h = 1,2 \ldots 1,5$ 1,3 » $h = 1,5 \ldots 2,0$ 1,4 » $h = 2,0 \ldots 3,0$
3		До 0,6 Св. 0,6 до 2,4 Св. 2,4	0,5 0,85H 2,0	—	—

* Значение a — см. с. 90.

Максимально допустимое число впускных каналов следует определять по рис. 39 следующим образом.

Вычисляют

$$K = V_и/H^2. \qquad (21)$$

Через точку на шкале K, соответствующую вычисленному значению, и точку на шкале B, соответствующую выбранному термопласту, проводят прямую. Точку пересечения этой прямой со шкалой $Г$ и точку на шкале $d_в$ (значение определено по табл. 28) соединяют прямой. Продолжение последней пересекает шкалу n_{min} в точке, соответствующей значению n_{min}.

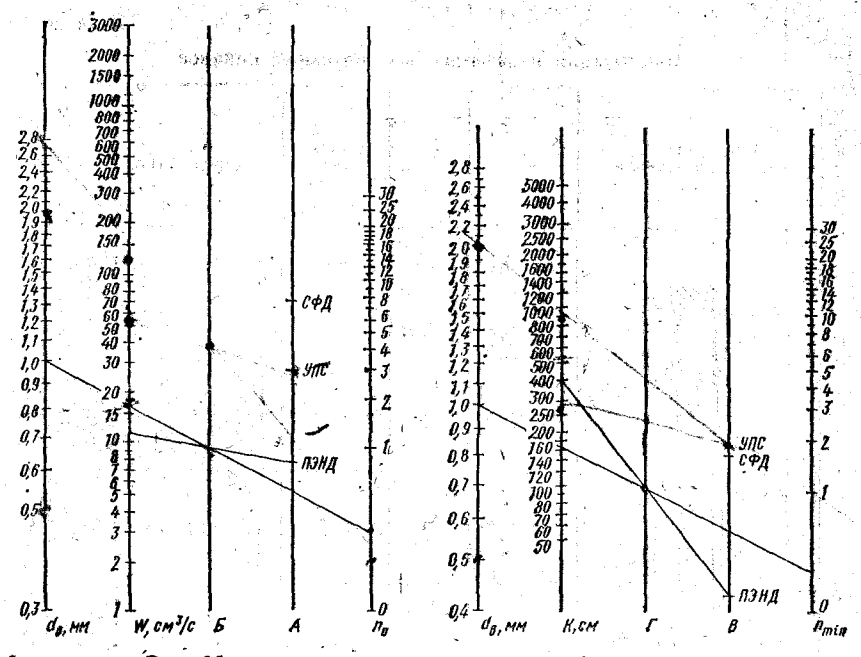


Рис. 38

Рис. 39

При $n_0 \geqslant n_{min}$ число впускных каналов выбирается равным ближайшему большему, чем n_0, целому числу. При $n_0 < n_{min}$ необходимо принять $n_0 = n_{min}$, по рис. 38 в обратном порядке определить новое значение W и по нему выбрать тип литьевой машины с большей объемной скоростью впрыска или новое значение V_c (т. е. меньшее число гнезд в форме), после чего повторить расчет n_0.

Пример расчета впускных каналов. Рассчитать размеры и число впускных каналов для изделий (рис. 40) из полиэтилена низкого давления, изготовляемых в форме с двумя плитами, горячеканальной литниковой системой, пятью гнездами на машине с объемной производительностью 60 см³/с.

Объем изделия $V_и = 0,25\pi\,(37^2 \cdot 34 - 35^2 \cdot 32) = 5,77$ см³.

Площадь поверхности изделия

$$S_и = 0,25\pi \cdot 37^2 + \pi \cdot 37 \cdot 34 + 0,25\pi\,(37^2 - 35^2) + \pi 35 \cdot 32 + 0,25\pi \cdot 35^2 = 96,2 \text{ см}^2.$$

Характеристический размер [см. формулу (19)]

$$H = 2 \cdot 5,77/96,2 \approx 0,12 \text{ см}.$$

По табл. 29 угол выхода впускного канала 30°; при $H = 1,2$ мм диаметр впускного канала $d_в = 0,85H = 0,85 \cdot 1,2 = 1,02$ мм. Принимаем $d_в = 1,00$ мм.

Для диаметра 1, 00 мм по 11 квалитету точности допуск составляет +0,06 мм. Исполнительный размер $d_в = 1^{+0,06}$; параметр шероховатости поверхности впускного канала $Ra = 0,16$ мкм; длина впускного канала $l = 1$ мм.

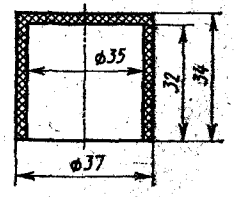
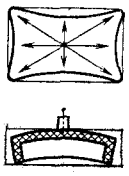
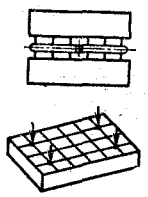
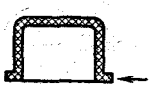


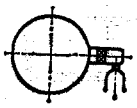
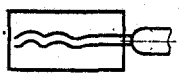
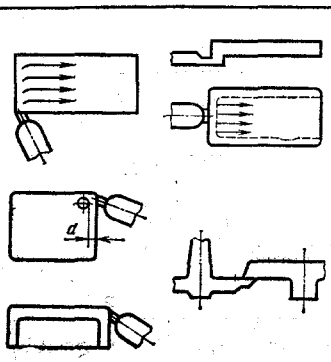
Рис. 40

Таблица 29

Основные примеры расположения впускного канала и влияние его расположения на отливаемое изделие

№ п/п	Эскиз	Характеристика	Примечание
1		Различное время достижения расплавом краев оформляющей полости и различная степень ориентации полимера приводят к неодинаковой усадке в разных точках изделий и, как следствие, к короблению	Для изделий из кристаллических полимеров с высокими требованиями к отсутствию коробления и плоскостных крупногабаритных изделий из аморфных полимеров с отношением площади к высоте изделия более 5 применять не рекомендуют
2		Для уменьшения коробления плоских изделий (планка, плита, низкая крышка) и обеспечения надежного заполнения оформляющей полости с большим сопротивлением течению расплава (например, изделия ячеистого типа) применяют многоточечный впуск. При этом необходимо обеспечить равные пути течения расплава от впускных каналов до линий встреч потока и до конца изделия	Недостатки многоточечного впуска — линии спаев в местах встречи потоков, которые тем заметнее, чем больше вязкость расплава
3		Такой вариант размещения впускного канала на неплоскостных изделиях может привести к «захлопыванию» воздуха и образованию «дырки»	Необходимо предусмотреть возможность вывода газов (см. рис. 55); в противном случае не рекомендуется
4		Неодинаковая усадка в радиальном и тангенциальном направлениях приводит к короблению	Необходимо несколько впускных каналов

Продолжение табл. 29

№ п/п	Эскиз	Характеристика	Примечание
5		Канал расположен на специальном приливе. Более равномерная (по сравнению с традиционным вариантом) усадка в разных направлениях и, как следствие, уменьшение коробления, стабильность размеров	Рекомендуют для высоковязких полимеров, особенно для оптических деталей
6		Большая скорость впрыска и свободное пространство оформляющей полости (особенно, для толстостенных изделий). Расплав входит в полость в форме жгута, границы которого не расплавляются в остальном потоке и образуют на изделии нежелательные следы. Ухудшается внешний вид, уменьшается прочность	При слишком холодной поверхности оформляющей полости поступающий поток расплава может унести с собой уже охлажденную поверхностную пленку, образовавшуюся в начале впрыска, и образовать на поверхности формуемого изделия дефект. Нерекомендуемый вариант
7		Выгодное расположение впускного канала. Поток направлен в препятствие (в стенку, в знак и пр.), что способствует разрушению струи, обеспечивает выравнивание фронта потока и равномерное заполнение оформляющей полости	Рекомендуемое расположение впускного канала. Для убирающегося знака $a = 2 \ldots 3$ мм

Сумма объемов одновременно отливаемых деталей

$$V_c = V_и \cdot 5 = 5{,}77 \cdot 5 = 28{,}85 \text{ см}^3.$$

Номинальная объемная скорость впрыска в одно гнездо [см. формулу (20)]

$$W = 60 \cdot 5{,}77/28{,}85 = 12 \text{ см}^3/\text{с}.$$

По рис. 38 при $W = 12$ см³/с и $d_в = 1{,}0$ мм определяем $n_0 < 1$. Принимаем $n_0 = 1$.

По формуле (21)

$$K = 5{,}77/(1{,}2^2 \cdot 10^{-2}) = 400 \text{ см}.$$

По рис. 39 при $K = 400$ см и $d_в = 1{,}0$ мм определяем $n_{min} < 1$. Так как $n_0 = n_{min}$, принимаем $n_0 = 1$.

Размеры впускных каналов для других полимерных материалов рекомендуют рассчитывать по следующим эмпирическим соотношениям.

Глубина канала $h = aH$, где a — постоянная, зависящая от материала; H — характеристический размер [см. формулу (19)].

Для практических расчетов различные термопласты можно разделить на несколько групп по значению a:

	a
Полистирол, полиэтилен	0,6
Полипропилен, поликарбонат, полиформальдегид	0,7
Полиметилметакрилат, полиамиды	0,8
Поливинилхлорид непластифицированный	0,9

Ширина впускного канала $b = a\sqrt{A}/30$, где A — площадь поверхности матрицы, мм².

Длину l канала принимают в пределах 0,6—1,4 мм.

Формующие полости крупногабаритных тонкостенных изделий, как правило, не удается заполнить расплавом через один впускной канал. В этих случаях расчетную ширину b (мм) необходимо разделить на требуемое число впускных каналов, которое ориентировочно можно определить по отношению $\bar{l}$ предельной длины течения материала к толщине изделия:

Полиэтилен низкой плотности	280
Полиэтилен высокой плотности	230
Полипропилен	250
Полистирол блочный	175
Полистирол ударопрочный	225
Полиамид	150
Полиформальдегид	145
Полиметилметакрилат	130
Поливинилхлорид	100
Поликарбонат	90

Эти данные справедливы при толщине изделия в пределах 2,3—3,0 мм. При меньшей толщине отношение уменьшают.

При конструировании литниковой системы следует внимательно относиться к выбору места расположения впускного литникового канала. Необходимо придерживаться следующих основных правил.

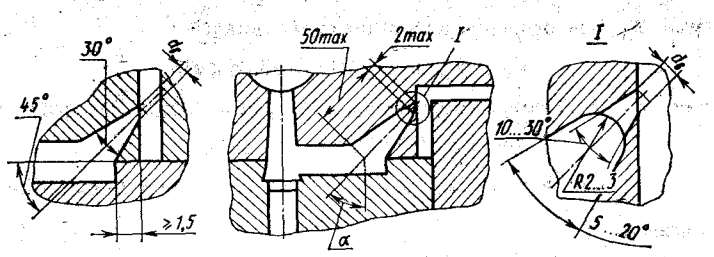


Рис. 41

Впуск должен быть расположен так, чтобы по возможности обеспечить равномерное заполнение и одновременное достижение расплавом краев формующей полости. Полость должна заполняться в направлении потока прямолинейным фронтом, а не свободной струей. При формовании длинных плоских сплошных изделий расплав нужно подводить не параллельно большей стороне изделия, а перпендикулярно ей (см. табл. 29, № 2).

Впуск должен быть расположен в местах наибольшей толщины изделия и максимально удален от участков с тонкими стенками. Если впуск расположен не на самом толстостенном участке отливки, то для нее обычно характерны раковины, утяжины и большой разброс размеров, так как время подпитки толстостенных участков уменьшается из-за быстрого затвердевания тонкостенного участка. Исключение составляет переработка пенопластов, когда впуск рекомендуют в самом тонком сечении отливки. В этом случае форма заполняется под давлением выделяющихся при вспенивании газов. При этом сопротивление формы по мере ее заполнения должно уменьшаться, так как снижается давление газов.

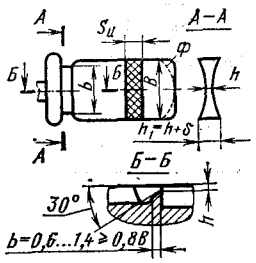
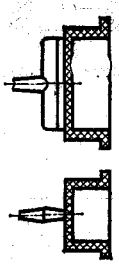
Впускной канал должен обеспечивать течение материала в том направлении, в котором требуется получить наилучшие прочностные свойства, так как в направлении ориентации полимера временное сопротивление, ударная вязкость, предел выносливости больше, чем в перпендикулярном направлении. Это особенно важно при литье наполненных волокнами полимеров.

Если к изделию предъявляют повышенные требования по прочности, отсутствию коробления, точности, уменьшению влияния спаев и т. п., особенно для полимеров с высокой вязкостью, то необходимо применять щелевые впускные каналы (табл. 30). К недостаткам таких каналов следует отнести бо́льшую трудоемкость отделения литника от изделия (по сравнению с точечными и прямоугольными) и увеличенный след.

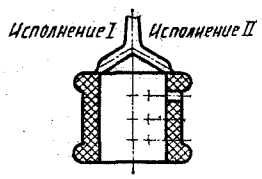
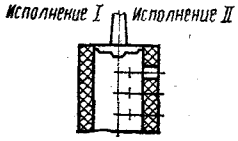
Тоннельные литниковые каналы отличаются тем, что расплав подводится в оформляющую полость не по поверхности разъема формы, а через тоннель, выполненный в стенке матрицы. Рекомендуемые размеры тоннеля даны на рис. 41 (для хрупких материалов $\alpha \leqslant 20°$, для эластичных — $\alpha \leqslant 50°$). Размеры впускного канала см. табл. 28.

Таблица 30

Щелевые впускные каналы

Канал	Эскиз	Характеристика	Область применения
Боковой		Впускному каналу предшествует параллельный подводящий литниковый канал. Обеспечивается плоскопараллельное течение расплава в полости формы, которое облегчает заполнение формы. Потери давления в подводящем литниковом канале могут привести к запаздыванию фронта Ф потока расплава в углах, что приводит к короблению. Для устранения этого явления проводят балансировку впускного канала по его длине на величину δ (см. ниже)	При литье плоских и тонкостенных изделий с большой площадью поверхности
Центральный		Уменьшается прочность изделия в месте подвода впускного канала. Усложняется конструкция формы	Применяют, если по технологическим и конструктивным причинам невозможно использовать боковой щелевой канал

Продолжение табл. 30

Канал	Эскиз	Характеристика	Область применения
Шатровый		Обеспечивает равномерное заполнение всего кольцевого сечения, полное отсутствие спаев (исполнение I) или значительное их уменьшение (исполнение II). Исполнение I не позволяет фиксировать знак с двух сторон, поэтому в длинных изделиях он может смещаться при случайных колебаниях давления в потоке расплава и вызывать разностенность, рекомендуется для низких изделий. Исполнение II рекомендуют для изделий любой высоты, так как боковые знаки удерживают центральный знак от смещения	В основном в одногнездных формах для изделия типа кольцо, втулка, катушка
Дисковый		То же, если на торце не допускаются следы литника	

Продолжение табл. 30

Канал	Эскиз	Характеристика	Область применения
Кольцевой	Исполнение I Исполнение II	Исполнение I рекомендуется только для материалов с высокой текучестью (например, для полиамидов)	В одногнездных формах для высоких изделий с повышенными требованиями к равностенности В многогнездных формах для изготовления высоких изделий типа втулка с отношением длины центрального оформляющего знака к его диаметру (ширине сечения) более 2,5
Комбинированный			Для изделий с неравномерным распределением массы относительно оси симметрии

Размеры изготовляемых изделий практически не ограничивают применение тоннельных литников, которые можно использовать при переработке почти всех видов термопластов (полистирол, полипропилен, полиамиды, в том числе стеклонаполненные, этролы, полиформальдегид и др.). При раскрытии формы разводящие литники значительно деформируются (изгибаются), и литник легко извлечь из тоннеля.

При переработке хрупких материалов изгиб разводящего литника может вызвать его разрушение, особенно если этот литник небольшой длины. В связи с этим необходимо, чтобы его приведенный диаметр не менее чем на 1,5 мм превышал наибольшую толщину отливаемого изделия. В этом случае он не полностью затвердевает к моменту выталкивания изделия из формы и остается достаточно упругим.

Применение тоннельных литников позволяет автоматизировать процесс литья, исключить последующую механическую обработку литника, так как острые кромки тоннельного впускного канала в оформляющей полости обеспечивают чистый срез литника с изделия при извлечении его из формы. Для предотвращения скалывания острых кромок тоннельного впускного канала не следует располагать их в формообразующих из цементированной стали.

Тоннельный литниковый канал при необходимости позволяет осуществить подвод к внутренней полости изделия (рис. 42, *а*).

а) *б*) *в*)

Рис. 42

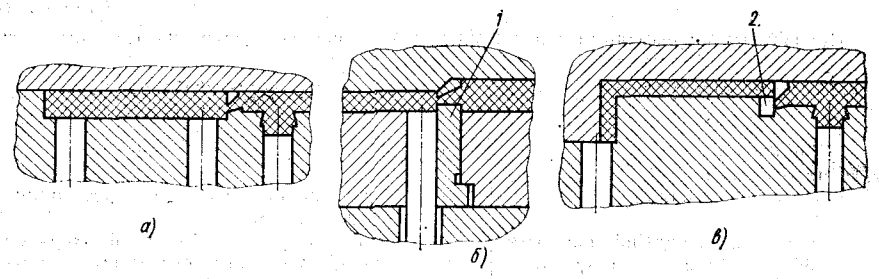


Рис. 43

Изогнутый литниковый канал (рис. 42, *б*, *в*) целесообразно применять при литье полиэтилена и пластифицированного поливинилхлорида. При этом для надежного извлечения литника он должен иметь достаточную длину разводящего канала $l = (3 \ldots 6)\, d \geqslant 15$ мм (рис. 42, *б*), минимальный угол конуса изогнутой части 3°, радиус изогнутой части $R = (2{,}5 \ldots 3)\, d$.

При изготовлении плоских изделий толщиной более 2,5 мм, заливаемых в торец, применение тоннельных литников позволяет направить струю расплава в дно полости, что обеспечивает ее рассеяние, способствующее равномерному заполнению полости расплавом материала (рис. 43, *а*). Применение тоннельных литников позволяет также введением дополнительных элементов *1* в конструкцию формы (рис. 43, *б*) или в конструкцию пластмассового изделия *2*, если это допустимо (рис. 43, *в*), успешно отливать изделия с толщиной стенки менее 2,5 мм.

Если по конструктивным соображениям разводящий канал короткий, то его необходимо выполнить меньшего сечения у центрального канала с утолщением на конце (рис. 44). Тоннельные впускные каналы можно располагать как в неподвижной части формы (рис. 44, *а*), так и в подвижной (рис. 44, *б*). При расположении их в неподвижной части формы срез литника с изделия и его извлечение из тоннельного канала происходят в момент раскрытия формы. При расположении впуска в подвижной части формы срез литника с изделия и его извлечение из тоннельного канала происходят в процессе выталкивания изделия. Расположение тоннельного канала в неподвижной части формы обеспе-

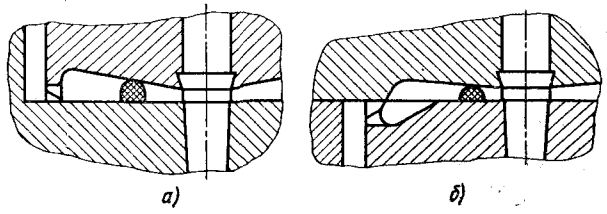


Рис. 44

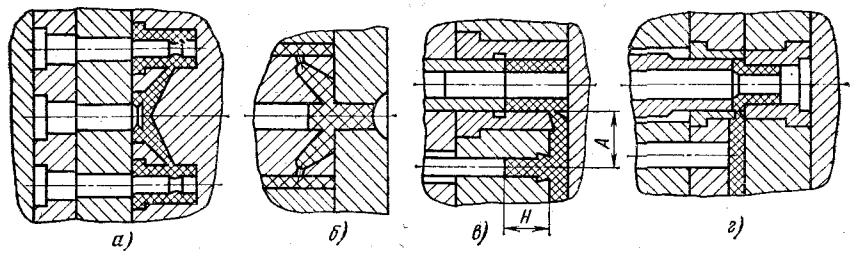


Рис. 45

чивает более надежный срез литника и облегчает автоматизацию работы формы.

Для среза тоннельного литника необходимо во всех случаях предусматривать меры по удержанию отливки и литниковой системы на подвижной части формы. Обычно это обеспечивают, выполняя поднутрения в отливке или используя специальные зацепы под литниковой системой (рис. 45, *а*).

Подводить расплав материала к точечному впускному каналу можно как непосредственно от центрального литника (рис. 45, *б*), так и через разводящие литники (рис. 45, *в*, *г*) — в многогнездных формах.

При подводе расплава к тоннельным литникам, расположенным в неподвижной части формы, через радиальные разводящие каналы для удержания литниковой системы на подвижной части формы и извлечения тоннельного литника в большинстве случаев не требуется предусматривать специальные зацепы для разводящих литников. При линейном расположении гнезд многоместной формы для каждого разводящего литника необходимо предусматривать зацепы и снабжать форму дополнительными выталкивателями.

Надежное извлечение расположенных в подвижной части формы тоннельных литников, осуществляемое специальными выталкивателями, обеспечивают установкой у разводящих литников специального направляющего стержня (рис. 45, *в*). Длина этого стержня $H \geqslant A$ (где A — сумма длин подводящего и тоннельного литников; для хрупких материалов $A = 20$ мм, для эластичных — $A = 10 \ldots 15$ мм).

Специальные виды литниковых систем. Развитие вопросов конструирования форм для литья термопластов привело к разработке и использованию таких форм, которые поддерживают расплав в литниковой системе в состоянии текучести. В результате появилась возможность получать отливки без литников и отпала необходимость их отделения, уменьшился расход материала, сократился цикл литья (РТМ 27-00-458—76; ПКТИМаш).

В зависимости от способа поддержания температуры текучести расплава в литниках такие литниковые системы можно разделить на следующие виды: система с самоизолирующимися

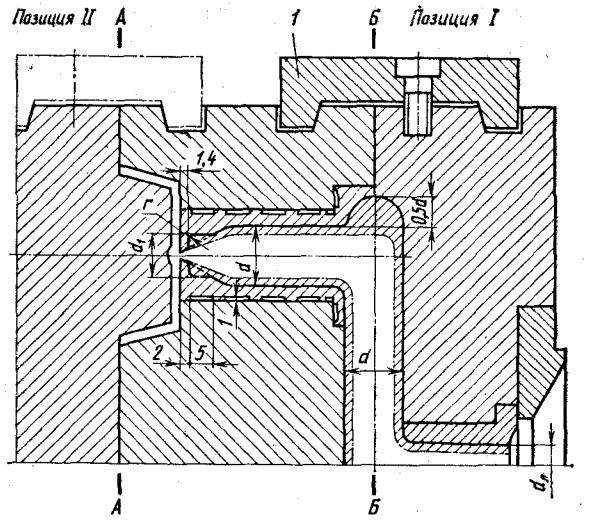


Рис. 46

каналами (в том числе с предкамерой — см. табл. 31); системы с частично обогреваемыми разводящими каналами; системы с горячими каналами.

Литниковые системы с самоизолирующимися каналами являются самыми простыми и дешевыми из всех систем с неотверждаемыми литниками. Их отличительная особенность — подача расплава через каналы увеличенного диаметра, расположенные в необогреваемых элементах формы. При коротких циклах литья литник не успевает полностью затвердеть. На стенках канала образуется толстая корка, играющая роль изолятора и поддерживающая материал в расплавленном состоянии, так что он может свободно протекать к оформляющим полостям формы.

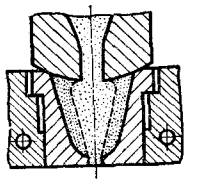
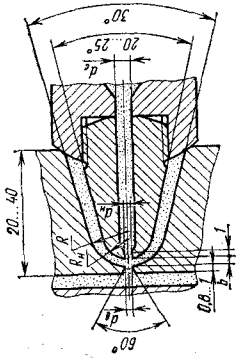
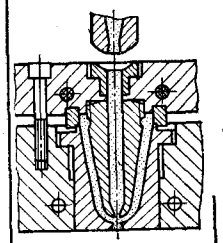
При длительных перерывах в работе литник полностью застывает, и перед возобновлением работы его необходимо удалять. Существенный недостаток этой системы — невозможность регулирования температуры расплава в литниковом канале. Системы одногнездных форм с предкамерой показаны в табл. 31. Размеры камеры и наконечника даны в табл. 32.

На рис. 46 показана самоизолирующаяся литниковая система многогнездной формы: $d = 20 \ldots 30$ мм; $d_1 = 0{,}7d$; $r = 0{,}2d$; $d_л = d_с + 4$, где $d_с$ — диаметр сопла литьевой машины; максимальный цикл 15 с; максимальное число гнезд 6. Такие литниковые системы рекомендуется применять для литья полиэтилена, полипропилена.

Для извлечения застывшего литника захваты *1* из позиции I переставляют в позицию II, замыкая форму по плоскости *А—А*.

Таблица 31

Литниковые системы с предкамерой для одногнездных форм

Эскиз	Преимущества	Недостатки	Рекомендации по применению
	Простота конструкции (требуется изготовление только нового сопла)	Очень чувствителен к отклонениям температурного режима литья	Литье полиэтилена. Цикл не более 15 с. Масса отливок до 63 г
	Короткий путь течения расплава. Допускается некоторое увеличение цикла литья по сравнению с предыдущим вариантом. Простота удаления пробки. Менее чувствителен к отклонениям температурного режима литья	Более сложная конструкция сопла, требующая изготовления наконечника из материалов с высокой теплопроводностью (например медь, бронза)[1]. Необходимость тщательной пригонки торца наконечника к соплу	Литье полиэтилена, полипропилена, полистирола. Цикл литья не более 30 с. Толщина изолирующего слоя на конической части сопла не менее 2,5 мм. Отношение длины наконечника к его среднему диаметру не более 2 (при большем отношении требуется более высокая температура расплава, что может вызвать его деструкцию). Размеры камеры и наконечника — см. табл. 32
	Использование сопла литьевой машины	Усложнение конструкции формы. Сложность извлечения пробки	

[1] При переработке стеклонаполненных материалов наружную поверхность и отверстие наконечника хромируют.

Таблица 32

Размеры камеры и наконечника (см. табл. 31)

Размер	Значение размера, мм, при массе отливки, г		
	до 25	до 100	до 200
R	5	8	10
$R_н$	3	5	6
b	0,5	0,6	0,8

Примечание. Диаметр $d_н = d_в + 0{,}5$ (где $d_в$ — см. табл. 28); $d_с = (4/3)\,S_и + 4$ (где $S_и$ — толщина изделия).

Затем форму размыкают по плоскости *Б—Б* и литник удаляют. Захват *1* переставляют в исходную позицию I.

Системы с частично обогреваемыми разводящими каналами являются модификацией систем с самоизолирующимися каналами. Отличительная особенность — наличие встроенного во впускное сопло и (или) в центральный литниковый канал сердечника из медного сплава с размещенным в нем ТЭНом (мощностью 40—100 Вт). Сердечник поддерживает необходимую температуру расплава в сопле и впускном канале. Благодаря наличию таких нагревателей цикл литья может быть несколько увеличен.

Застывшую литниковую систему при длительных перерывах в работе извлекают аналогично описанному для систем с самоизолирующимися каналами. Дополнительно перед извлечением литников следует кратковременно включить нагреватели, после чего литник легко снимают со стержней.

Системы с самоизолирующимися и частично подогреваемыми каналами нельзя использовать для литья полимеров с низкой термостабильностью (полиформальдегид и сополимеры на основе формальдегида, поливинилхлорид и др.). Такие литниковые системы еще недостаточно изучены и поэтому не имеют широкого применения.

Литниковые системы с горячими каналами — самые сложные и трудоемкие и в то же время наиболее надежные среди систем с неотверждаемыми литниками. Они позволяют перерабатывать достаточно широкий круг материалов (полиэтилен, полипропилен, полистирол, полиамиды, стеклонаполненные материалы и др.).

Наиболее распространены эти системы при литье крупногабаритных изделий, особенно тонкостенных, и в многогнездных формах, где большая доля массы отливки (при холодных литниковых каналах) приходится на литники.

Горячеканальная литниковая система состоит из двух основных частей: обогреваемого коллектора с центральной литниковой втулкой и сопла (сопл) без индивидуального обогрева или

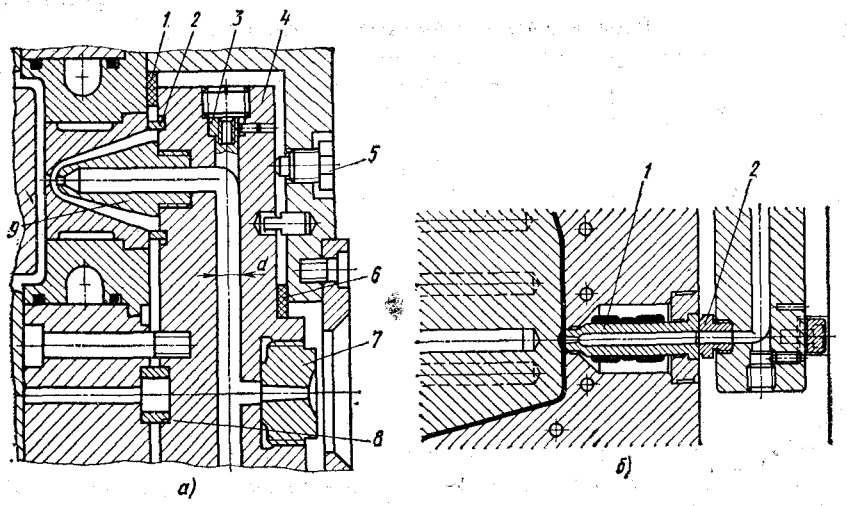


Рис. 47

с ним (рис. 47, *а*). Коллектор *4* представляет собой плиту с разводящими каналами, форма которой в плане зависит от схемы расположения этих каналов. Как правило, коллектор изготовляют из стали и в отдельных случаях из бронзы. Коллектор должен быть изолирован от сопрягаемых частей формы воздушным зазором 3—5 мм. Для этого его устанавливают на опоры *2*, *5*, *8* и снабжают асбестовыми прокладками *1*, *6*. Для уменьшения теплопередачи опоры должны иметь минимально допустимую площадь контакта с коллектором. Опоры располагают таким образом, чтобы исключить возможность деформации коллектора и тем самым предотвратить утечку расплава из зоны сопла. Заглушку *3* снимают для прочистки литникового канала.

Центральная литниковая втулка *7*, устанавливаемая в коллекторе, не должна контактировать с фланцем формы.

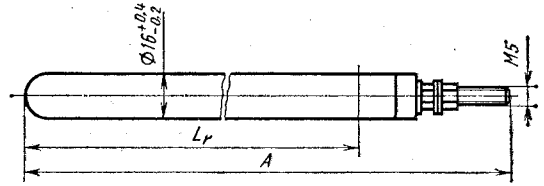
Для обеспечения соосности сопл *9*, закрепленных в коллекторе, и впускных каналов матриц(ы) при проектировании необходимо учитывать температурное расширение коллектора (особенно, если его длина превышает 300 мм) корректировкой межцентровых расстояний сопл.

Применение системы коллектор—сопло, показанной на рис. 47, *б*, обеспечивает компенсацию температурных расширений коллектора благодаря установке промежуточной втулки *2*, скользящей своим торцом по основанию сопла *1*. Система сложна в изготовлении.

Для обогрева коллектора можно использовать нагревательные элементы (ТЭНы) по ГОСТ 13268—83 (табл. 33). ТЭНы необходимо располагать в коллекторе таким образом, чтобы по возможности создать в нем равномерное температурное поле.

Таблица 33

Характеристика трубчатых электронагревателей



Индекс завода-изготовителя[1]	Номер	Условное обозначение	Номинальные показатели			Размеры, мм			Масса, кг
			мощность, кВт	сила тока, А	сопротивление, Ом	A	L_r	активная длина	
Н	498	ТЭН-25Б16/0,32Л36	0,32	8,89	4,05	286	191	160	0,27
М	497	ТЭН-30Б16/0,5Л36	0,5	13,89	2,59	333	241	210	0,3
Н	504	ТЭН-32Б16/0,5Л36	0,5	13,89	2,59	356	261	230	0,32
М	505	ТЭН-42Б16/0,8Л36	0,8	22,22	1,62	456	361	330	0,43
Н	512	ТЭН-50Б16/0,8Л36	0,8	22,22	1,62	536	441	410	0,5
М	513	ТЭН-50Б16/1Л36	1,0	27,70	1,30	536	441	410	0,5
Н	526	ТЭН-78Б16/1Л36	1,0	27,78	1,30	816	721	690	0,78
М	530	ТЭН-78Б16/1,6Л36	1,6	44,44	0,81	816	721	690	0,78

[1] Н — Узбекское производственное объединение «Электротерм» (г. Наманган).
М — Опытный механический завод Главмоспромстройматериалов (г. Москва)

Примечание. Напряжение $U = 36$ В.

Эффективное регулирование температуры имеет решающее значение для получения качественных изделий. В связи с этим важно разделить коллектор на несколько регулируемых зон. Число зон зависит от геометрии литниковой системы, размеров коллектора и мощности нагревателя. Наилучший вариант, когда число зон соответствует числу разводящих каналов (рис. 48, *а*). При литье материалов с широким диапазоном температуры переработки можно несколько разводящих каналов объединить в одну зону (рис. 48, *б*). Каждая зона должна иметь свою термопару и регулирующий прибор.

Для регулирования температуры коллектора применяют в основном три типа систем: типа «включено—выключено», с дозированием энергии по времени, с регулированием мощности нагревателей по напряжению. С точки зрения качества регулирования система типа «включено—выключено» наименее пригодна; она отключает нагреватель, когда температура в точке установки

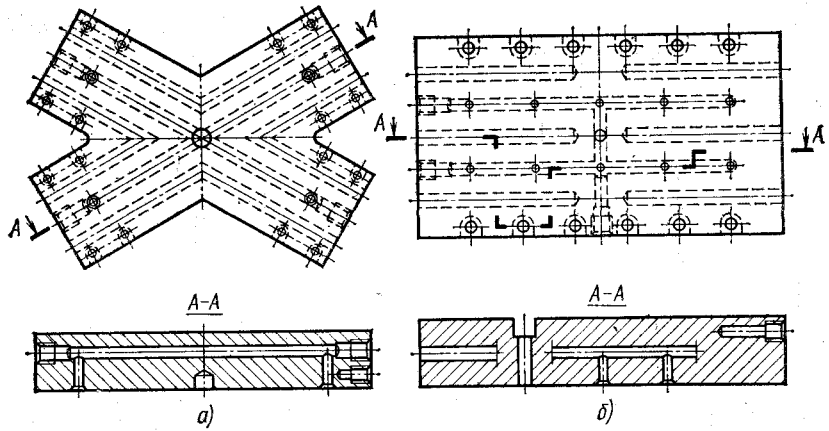


Рис. 48

термопары достигает заданного значения. Канал с расплавом, вследствие инерционности теплопередачи, как правило, перегревается. Система непрерывно колеблется между уровнями выше и ниже заданной точки, и точное регулирование практически невозможно. Такие системы можно применять при литье термостабильных пластмасс с широким диапазоном переработки, а также при использовании коллекторов большой массы.

Система регулирования с дозированием энергии по времени обеспечивает более точное регулирование, состоящее в изменении отношения времени «включено» ко времени «выключено».

Лучшие результаты обеспечивает система регулирования мощности нагревателей по напряжению; срок службы нагревателей увеличивается в несколько раз.

Вершину термопары размещают не далее 20—25 мм от стенки литникового канала.

Для уменьшения резких перепадов температуры мощность ТЭНа должна быть минимально возможной. Однако ее не следует слишком занижать, так как это приведет к увеличению времени разогрева. Из практики известно, что оптимально значение мощности, обеспечивающее разогрев коллектора до требуемой температуры в течение 30 мин.

Упрощенный расчет мощности ТЭНа выполняют по формуле

$$P = mc\,(t_2 - t_1)/(860\tau\eta),$$

где P — мощность нагревательных элементов, кВт; m — масса коллектора, кг; c — удельная теплоемкость, Дж/(кг·°С) [для стали $c = 4{,}6 \cdot 10^2$ Дж/(кг·°С)]; t_2 — температура коллектора, °С; t_1 — начальная температура коллектора, °С; τ — время разогрева, ч; η — КПД нагревателя (ориентировочно $\eta = 0{,}5$).

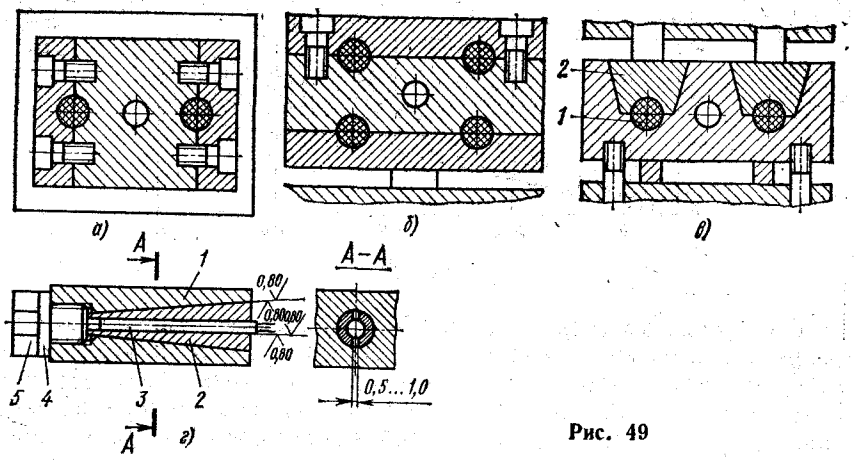


Рис. 49

Ниже даны рекомендуемые значения температуры коллектора t_2, применяемые при расчете мощности ТЭНа, для различных перерабатываемых материалов:

	t_2, °С
Полиэтилен высокого давления	220—240
Полиэтилен низкого давления	240—260
Полипропилен	260—280
Полистирол	220—240
Полиамид	220—270
Полиамид стеклонаполненный	270—290
Поливинилхлорид пластифицированный	180—200
Поликарбонат	280—300

Обычно на 1 кг массы стального коллектора достаточна мощность 100—150 Вт при использовании сопла с теплоизолирующим слоем пластмассы и 250—300 Вт при использовании сопла без теплоизолирующего слоя.

Наиболее выгодно применение ТЭНов большого диаметра.

Зазор между наружной поверхностью ТЭНа и стенкой коллектора должен быть минимальным (не более 0,06 мм). Увеличение зазора приводит к ухудшению теплопередачи и, как следствие, к уменьшению срока службы нагревательных элементов и увеличению потребления электроэнергии. Однако при малом начальном зазоре, в случае отказа ТЭНа его сложно извлечь из коллектора, поэтому коллектор рекомендуют делать сборным. На рис. 49, *а*, *б* показаны такие коллекторы, которые при замене ТЭНа необходимо извлекать из формы. Коллектор на рис. 49, *в* не требует извлечения из формы. После снятия фланца легко снять клин *2* и освободить ТЭН *1*. Такая конструкция несколько сложнее в изготовлении.

Вариант с конической втулкой (рис. 49, *г*) обеспечивает установку ТЭНа без зазора. Такая конструкция применима для установки в малогабаритных коллекторах, когда коническое отверстие под ТЭН можно выполнить сквозным. При установке нагре-

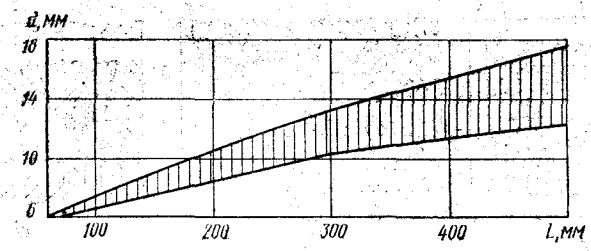


Рис. 50

вателя пробку *5* выворачивают, ТЭН *3* закладывают в коническую разрезную втулку *2*, вместе с которой вставляют в коническое отверстие коллектора *1*. Втулка плотно обжимает ТЭН. Пробку с кольцом *4* устанавливают на место. Толщина кольца должна гарантировать зазор между пробкой и торцом втулки. Для извлечения ТЭНа из коллектора кольцо снимают, пробку вворачивают до упора во втулку и извлекают ее из отверстия.

Другой вариант установки ТЭНа без зазора — применение специально изготовленных конических ТЭНов (конусность 1 : 50).

При проектировании литниковых каналов следует обращать внимание на устранение «мертвых зон», плохо омываемых поворотов, щелей в местах стыков деталей коллектора. Для этого в месте поворота канала к соплу следует устанавливать специальную заглушку *3* (см. рис. 47). Диаметр *d* литникового канала выбирают по диаграмме (рис. 50). При этом за длину *L* канала принимают сумму длин каналов коллектора и сопла.

Следует обращать внимание на то, чтобы при литье нетермостабильных пластмасс объем литникового канала не превышал объема отливки.

Стенки канала необходимо обрабатывать с минимально возможной (технологически) шероховатостью поверхности. Если коллектор изготовлен из медного сплава, то при литье полипропилена каналы необходимо хромировать.

Наиболее важная часть горячей литниковой системы — сопло, конструкция которого зависит от материала термопласта, размеров и формы изделия и специальных требований к нему.

Сопла для литья термостабильных пластмасс. На рис. 51, *а* показано наиболее распространенное термоизолированное сопло с точечным впуском. Термоизоляцию сопла *1* обеспечивает слой пластмассы *2*, которая заполняет свободное пространство между соплом и литниковой втулкой *3* в первом цикле и, затвердевая, образует изолирующий слой, препятствующий рассеянию теплоты от сопла. Толщина *b* термоизолирующего слоя между концом сопла и впускным литником 0,4—0,6 мм. Такой тонкий слой обеспечивает прохождение расплава при инжекционном давлении и в том случае, если этот слой затвердеет. Толщина термоизоли-

рующего слоя между боковой поверхностью сопла и литниковой втулкой должна быть не менее 2 мм.

В этой конструкции источником теплоты для сопла является горячий коллектор. Такое сопло следует изготовлять из материалов с хорошей теплопроводностью, например бериллиевой бронзы. При литье полипропилена такие сопла необходимо хромировать.

Отношение между длиной сопла (выступающей из коллектора части сопла) и его средним диаметром не должно превышать 2 : 1. При большем отношении необходимо поддерживать более высокую температуру коллектора, что может привести к разложению полимера. Принимают диаметр канала сопла $d_c = 5 \ldots 8$ мм, диаметр выходного отверстия $d_н = d_в + (0{,}5 \ldots 0{,}6)$ мм, длину выходного отверстия $l_н = 0{,}6 \ldots 1{,}8$ мм, $b = 0{,}4 \ldots 0{,}6$, $H_{max} = 40$ мм; значения R и $R_н$ — см. табл. 32.

Для исключения возможности вытягивания нитей расплава из сопла при раскрытии формы рекомендуют применять конструкцию (рис. 51, *б*, *в*), в которой из центрального отверстия сопла расплав подается по наклонным каналам к впускному отверстию. Такие конструкции хорошо зарекомендовали себя при литье мелких деталей из полиолефинов массой до 63 г с циклом литья до 20 с.

Если по конструктивным соображениям необходимо применить удлиненное сопло, то надо установить дополнительные внешние или внутренние обогревательные элементы. Внешний

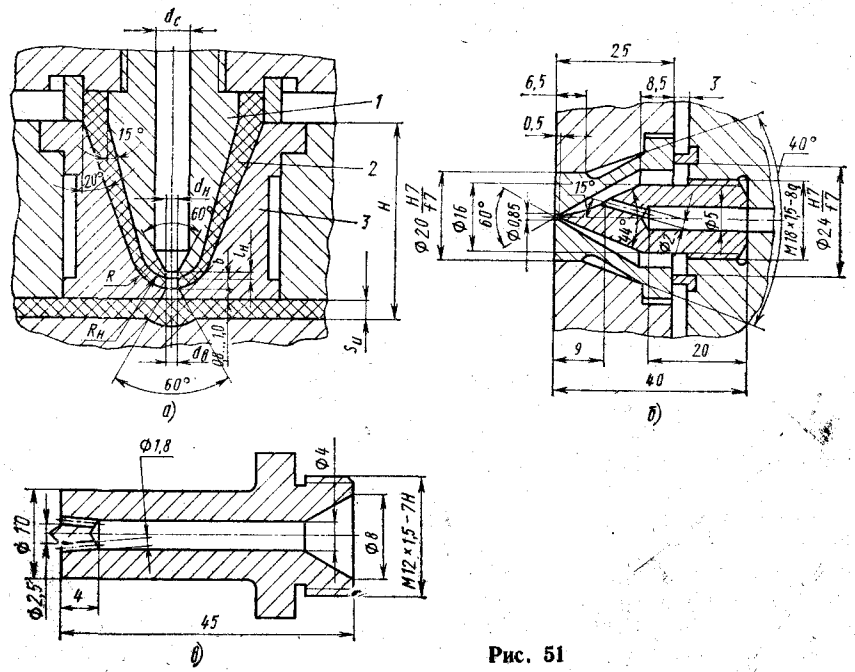


Рис. 51

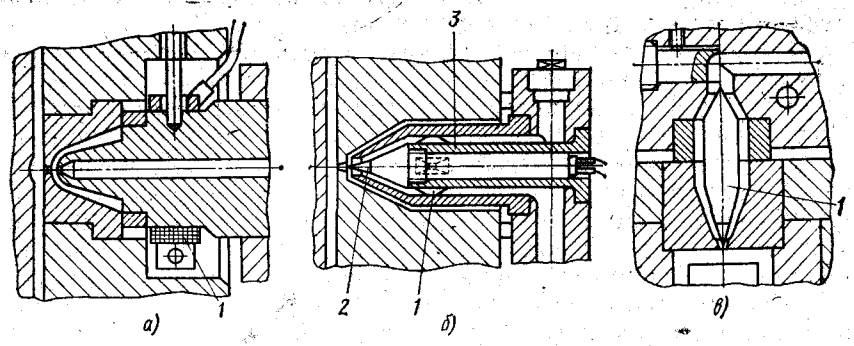


Рис. 52

обогревательный элемент выполняют в виде ленточного нагревателя *1* (рис. 52, *а*), внутренний — в виде сердечника *3* (рис. 52, *б*), выполненного из материала сопла. В сердечник вставлен ТЭН. Сердечник должен иметь три центрирующих элемента *1*, равномерно расположенных по окружности, которые удерживают его от смещения потоком расплава. К недостаткам такой конструкции следует отнести трудность регулирования температуры расплава в сопле.

На конце сердечника выполняют специальный иглообразный хвостовик *2*, который способствует поддержанию температуры расплава в отверстии литникового канала и одновременно предотвращает вытягивание нитей расплава при размыкании формы.

Хвостовик может быть выполнен из нихромовой нити. Перед началом впрыска через него пропускают электрический ток. Хвостовик разогревается, и полимер, затвердевший во впускном канале в предыдущем цикле, быстро расплавляется при непосредственном контакте с хвостовиком, и впускной канал быстро открывается. После выдержки под давлением ток отключают и канал перекрывают.

Преимущество такой конструкции хвостовика по сравнению с предыдущей — исключение возможности попадания холодной пробки полимера, снижающей качество отливаемого изделия, из впускного канала в полость формы. Необходимо следить, чтобы иглообразный хвостовик находился в центре впускного канала и не касался его стенок. В противном случае теплота от хвостовика рассеивается, и эффект локального нагрева полимера во впускном канале исчезает.

При литье нетермостабильных материалов применять обогреваемый ТЭНом стержень не рекомендуют. Для удлиненного сопла используют косвенно нагреваемую (за счет теплопроводности) торпеду *1* из медного сплава (рис. 52, *в*). Через торпеду теплота от коллектора подводится в центр сопла и к впускному каналу. Такая конструкция исключает возникновение температурных пиков, которые могут вызвать термический распад расплава.

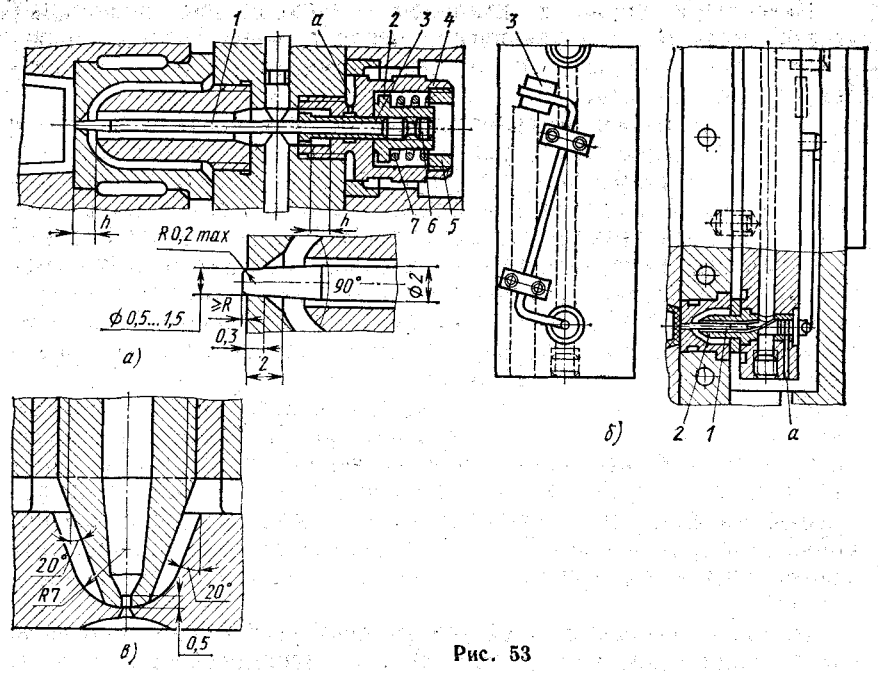


Рис. 53

Косвенно нагревая, торпеда позволяет увеличить длину сопла до 70—80 мм.

При литье толстостенных изделий, когда в результате длительной выдержки при охлаждении появляется опасность застывания впускного канала, целесообразно применение сопла с автоматическим клапаном (рис. 53, *а*, *б*). Такое сопло, кроме того, уменьшает след от литника. На рис. 53, *а* показан клапан с винтовой пружиной. Игла *1* закреплена в подпружиненной втулке *2*, в которую запрессована толкающая втулка *3*. При повышении давления в канале *а* расплав отжимает толкающую втулку на расстояние *h* до упора в стакан *4*. Втулка *2* с иглой *1* перемещается, сжимая винтовую пружину *7*. Сопло открывается. После уменьшения давления игла под действием пружины закрывает сопло, предотвращая перетекание расплава. Усилие пружины на давление 3—5 МПа регулируют пробкой *5*. Положение иглы регулируют вращением ее резьбового конца. Винт *6* удерживает иглы от смещения.

На рис. 53, *б* показан клапан с торсионной пружиной. Один конец пружины расположен на игле *1*, другой — на опоре *3*, высота которой определяет натяжение пружины. Расплав, вытекающий через зазор между иглой (толкающей втулкой) и соплом *2*, отводится через отверстие *а*.

Кроме описанных, применяют клапаны с механическим, гидравлическим, пневматическим приводами.

Недостаток сопла с клапаном — изнашивание подвижных частей, приводящее к увеличению зазоров, через которые происходит утечка расплава. Это особенно заметно при литье высокотекучих полиамидов.

Сопла для литья нетермостабильных материалов. При литье нетермостабильных полимеров можно применять те же сопла, что и при литье термостабильных (рис. 51, 52, *а*, 53, *а*). Однако для теплоизоляции сопла нельзя применять отливаемые материалы, так как они разлагаются при длительном воздействии повышенной температуры. Такой дефектный материал, попадая в отливаемое изделие, значительно ухудшает его физико-механические показатели и внешний вид. Для теплоизоляции используют термостабильные материалы, которые в первых циклах заполняют зазор между соплом и литниковой втулкой.

Применяют также сопло с воздушной изоляцией и сферической поверхностью контакта (см. рис. 53, *в*). Такое сопло целесообразно снабжать внутренней косвенно обогреваемой торпедой (см. рис. 52, *в*), так как непосредственный контакт сопла с литниковой втулкой приводит к дополнительному охлаждению сопла и материала в нем. По этой причине электрическую мощность обогревателей коллектора на 1 кг его массы принимают 250—300 Вт.

При использовании такой конструкции необходимо учитывать, что большие усилия прижатия сопла к литниковой втулке могут вызывать ее разрушение; поэтому важно, чтобы геометрия отливаемого изделия в области впуска обеспечивала прочность литниковой втулки (см. рис. 53, *в*).

Конструкции сопл, показанные на рис. 51, 52, *б*, *в*, 53, *а*, *б*, из-за наличия в них застойных зон, вызывающих разложение полимера, и необходимости установки внутреннего электронагревателя, применять не рекомендуют.

Корректировка размеров впускных каналов. При использовании рядных разводящих литниковых каналов (см. рис. 37) или любых других с разной длиной течения расплава необходимо корректировать размеры впускных каналов (балансировка) для обеспечения одинаковых условий заполнения гнезд.

Правильный способ корректировки состоит в изменении ширины впускного канала при сохранении одинаковых длины и глубины.

Теоретические расчеты, подтвержденные экспериментом, показывают, что при малой длине впускных каналов (в пределах рекомендуемых значений) течение полимера практически не зависит от нее. Основную роль здесь играет входная воронка. По этой причине корректировка по длине впуска неэффективна и ее не следует применять.

При разной глубине впускных каналов полимер затвердевает в них в течение различного времени, т. е. время подпитки различных гнезд неодинаково, что приводит к различию свойств изделий.

В связи с тем, что расчетные формулы корректировки громоздки и неудобны для практического применения, ее проводят экс-

периментальным путем. Полученные значения ширины каналов заносят в чертеж.

Корректировка заключается в том, что форму, исходные размеры впускных каналов которой определены по известной методике, заполняют расплавом. Дозу расплава от цикла к циклу последовательно увеличивают, начиная с малой и кончая дозой, равной массе отливки.

Впускные каналы гнезд, которые заполняются медленнее, обрабатывают, увеличивая их ширину. Затем последовательное заполнение формы повторяют. Вновь отмечают те гнезда, которые заполняются медленнее, и обрабатывают впускные каналы. Эти операции повторяют до тех пор, пока все гнезда будут заполняться одновременно.

Литниковая система для литья вспенивающихся термопластичных композиций. Конструкция литниковых каналов должна обеспечивать высокие скорости впрыска; поэтому длина каналов должна быть минимально возможной, а площадь сечения — в 2—3 раза превышать площадь сечения каналов, применяемых при литье изделий из невспенивающихся термопластов. Форма поперечного сечения круглая.

При конструировании литниковой системы необходимо учитывать, что максимальное отношение длины течения материала в форме к толщине стенки изделия равно 50 (для стеклонаполненных материалов 40).

3.2. ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ КАНАЛЫ

При заполнении оформляющей полости находящийся в ней воздух, а также выделяющиеся из полимера газы (особенно из поливинилхлорида, полиметилметакрилата, сополимеров формальдегида и др.) сжимаются, препятствуя заполнению формы. При этом температура газа может достичь 300—400 °С. На изделии могут появиться дефекты в виде резко выраженных спаев в местах встречи потоков расплава, недоливов, прижогов (при литье толстостенных изделий). Кроме того, происходит растворение газа в отливке, приводящее к уменьшению прочности и к деформации изделий. В связи с этим для отвода газов из оформляющего гнезда в форме предусматривают вентиляционные (газоотводящие) каналы в местах, заполняемых расплавом в последнюю очередь. Это, как правило, наиболее удаленные от места впуска участки полости с максимальным сопротивлением течению, где происходят защемление и сжатие газа. Площадь f удельного сечения вентиляционных каналов выбирают (рис. 54) в зависимости от времени впрыска τ. Площадь сечения вентиляционного канала одного гнезда, мм²

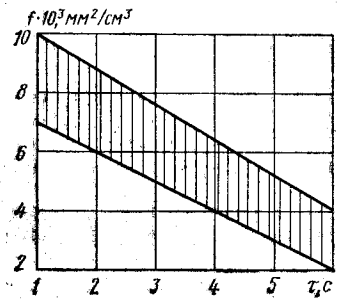


Рис. 54

$$F = fV_p,$$

где f — мм²/см³; V_p — объем гнезда, см³.

Для тонкостенных изделий с большой длиной течения расплава значения f принимают по верхней границе диаграммы, для толстостенных изделий с малой длиной течения — по нижней границе.

Максимальную глубину e каналов принимают в зависимости от материала изделия:

	e, мм
Полистирол	0,04
Полиолефины	0,03
Полиамиды	0,015
Сополимеры стирола	0,05
Полиметилметакрилат	0,055
Сополимеры формальдегида	0,035
Поликарбонат	0,06

Число n каналов выбирают по конструктивным соображениям. Суммарная ширина каналов равна расчетной ширине

$$B = F/e = \sum_1^n b,$$

где b — текущая ширина канала.

Длина вентиляционного канала 1,5—2,0 мм. Он переходит в соединительный канал глубиной 1,0—2,0 мм, который соединяет его с атмосферой (рис. 55, *а*).

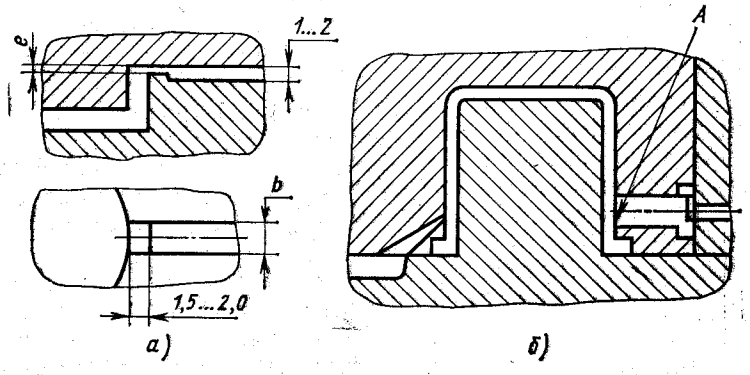


Рис. 55

Часто роль вентиляционных каналов могут играть зазоры в толкателях, вставках, подвижных и разъемных элементах оформления или специальных знаках (рис. 55, *б*), устанавливаемых в месте *А* защемления газа.

При литье вспенивающихся термопластичных композиций вентиляционным каналам следует уделять особое внимание, так как в этом случае давление заполнения формы значительно меньше, чем при литье невспенивающихся материалов.

Рекомендуемая глубина каналов $e = 0{,}05$ мм (см. рис. 55, *а*). Суммарная ширина каналов должна быть не менее 50 % периметра оформляющей полости в плоскости разъема. Число и ширину каналов выбирают конструктивно.

3.3. СИСТЕМА ОТДЕЛЕНИЯ ЛИТНИКОВ В ФОРМАХ

Извлечение литника из центрального литникового канала. Одно из необходимых условий работы формы в автоматическом режиме — надежные извлечение литника из центрального литникового канала при раскрытии формы и сброс его.

В многогнездных формах, как правило, элементы, обеспечивающие извлечение центрального литника из втулки, расположены в подвижной части формы, в одногнездных — обычно в неподвижной части.

В табл. 34 приведены наиболее характерные варианты решения данной задачи для многогнездных форм (для извлечения литника применены различного рода зацепы), а в табл. 35 — для одногнездных форм.

Конструкция и размер центральных втулок приведены в табл. 36.

Автоматическое отделение литника от изделия. Конструктивные варианты решения задачи отделения литников от изделия в формах приведены в табл. 37.

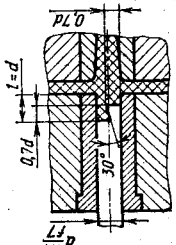
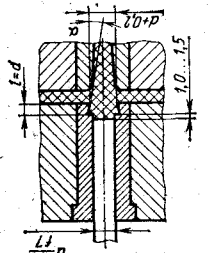
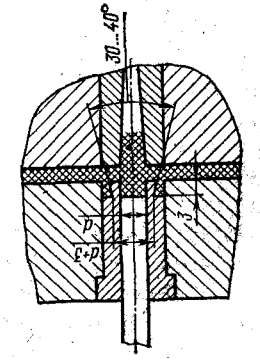
3.4. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ФОРМЫ

Изделия из формы извлекаются выталкивающей системой, которая может быть механической, пневматической, комбинированной. Если в очень высоких формах не может быть размещена выталкивающая система, то отливку освобождают и извлекают вручную. Однако это возможно только в случае, если конусность оформляющих элементов обеспечивает легкое освобождение отливки.

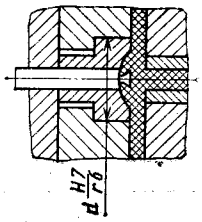
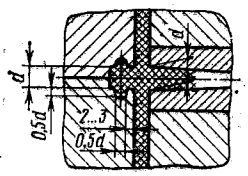
Механическая система выталкивает и сбрасывает изделия специальными выталкивателями (которые иногда могут совмещать роль выталкивателя и оформляющего элемента), сталкивающими плитами, разъемными матрицами и боковыми выдвижными знаками.

Таблица 34

Конструкция узла извлечения центрального литника в многогнездных формах

Эскиз	Исполнение зацепа, характеристика варианта	Рекомендации по применению
	На выталкивателе в виде наклонного среза. Наиболее технологичный в изготовлении вариант, но требует фиксации центрального выталкивателя и определенного положения установки формы	Для литников или отливок с большой массой и малой адгезией полимера к металлу
	В направляющей втулке[1] выталкивателя в виде конической расточки (для жестких материалов $\alpha = 5°$, для мягких — $\alpha = (8 \ldots 10)°$. Менее технологичен в изготовлении, но более надежен в эксплуатации (иногда коническую расточку заменяют тороидальной проточкой). Для исключения среза поднутрения размер 1,0—1,5 обязателен	В большинстве случаев, когда не требуется применения сталкивающей плиты или разъемной матрицы
	В виде конической проточки на наружной поверхности направляющей втулки. Технологичный и надежный вариант	При большом числе радиальных разводящих каналов, когда центральная литниковая втулка укорочена на высоту разводящих каналов

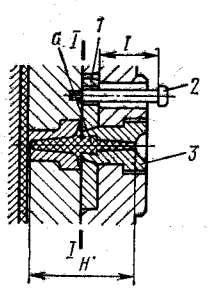
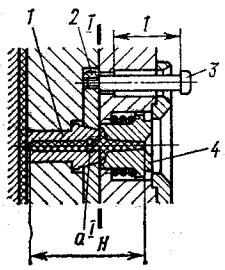
Продолжение табл. 34

Эскиз	Исполнение зацепа, характеристика варианта	Рекомендации по применению
	На специальном знаке в виде выступов различной формы. В отличие от предыдущих вариантов направляющие втулки выталкивателя установлены по прессовой посадке	При использовании сталкивающей плиты. Не рекомендуют для эластичных пластмасс (поливинилхлорида, полиэтилена и др.)
	В виде двух цилиндрических углублений в полуматрицах перпендикулярно центральному каналу	В формах с разъемными подвижными матрицами

[1] Конструкция и размеры втулки — см. табл. 36.

Таблица 35

Конструкция узла извлечения центрального литника в одногнездных формах

Эскиз	Характеристика	Рекомендации по применению
	При размыкании формы по плоскости *I—I* литник отделяется от изделия, удерживаясь в литниковой втулке *3* расточкой *a*. После выбора хода $l = 1{,}5H$ тяги *2* воздействуют на планку *1*, которая выдергивает литник из втулки *3*	При литье в точку
	При размыкании формы по плоскости *I—I* литник извлекается из втулки *4*, удерживаясь во втулке *1* расточкой *a*. После выбора хода $l = 1{,}5H$ тяги *3* и планка *2* останавливаются и выдергивают литник из втулки *1*	

Продолжение табл. 35

Эскиз	Характеристика	Рекомендации по применению
	При перемещении поршня *1* сжатым воздухом вправо литник *2* отделяется от изделия и литниковой втулки *3*. Канал *а* соединяется с подлитниковым пространством. Сжатый воздух выбрасывает литник. Позволяет уменьшить число плоскостей разъема и, соответственно, необходимую величину раскрытия формы	При литье в точку
	Работает аналогично предыдущему варианту. Позволяет уменьшить длину литника	Требуется удлиненное сопло

Таблица 36

Втулки центральные пресс-форм для литья термопластов под давлением по ГОСТ 22078—76 (размеры, мм)

Обозначение втулки	*L* (пред. откл. по h6)	*D*	*d* (пред. откл. по n6)	d_1 (пред. откл. по H7)	d_2	*l*	Масса, кг, не более
0602-0521	22	20	16	6	7	10	0,033
0602-0522	25						0,037
0602-0523	33						0,047
0602-0524	36						0,051
0602-0525	42						0,059
0602-0526	45						0,063
0602-0527	53						0,073
0602-0528	56						0,077
0602-0529	21	25	20	8	9	15	0,049
0602-0531	25					12	0,057
0602-0532	32						0,071
0602-0533	36						0,079
0602-0534	41						0,089
0602-0535	45						0,097
0602-0536	52						0,101
0602-0537	56						0,109
0602-0538	71						0,162
0602-0539	75						0,169
0602-0541	30	32	25	10	11	16	0,107
0602-0542	36						0,126
0602-0543	39						0,135
0602-0544	45						0,154
0602-0545	50						0,170
0602-0546	56						0,189
0602-0547	69						0,230
0602-0548	75						0,249

Примечание. Пример условного обозначения центральной втулки размерами $L = 22$ мм, $D = 20$ мм:

Втулка 0602-0521 ГОСТ 22078—76

Материал — сталь У8А по ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81).

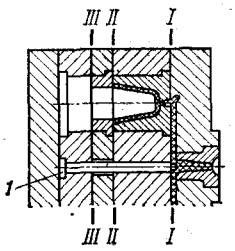
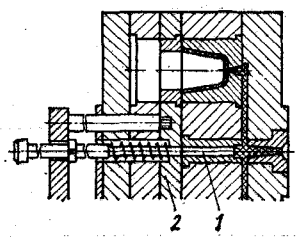
Твердость $HRC_э$ 49,5 ... 53.

Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — по H14, валов — по h14, прочих — по $\pm IT14/2$.

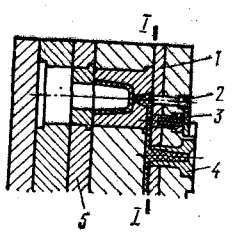
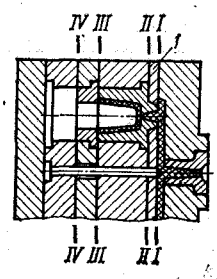
Технические условия — по ГОСТ 22082—76.

Таблица 37

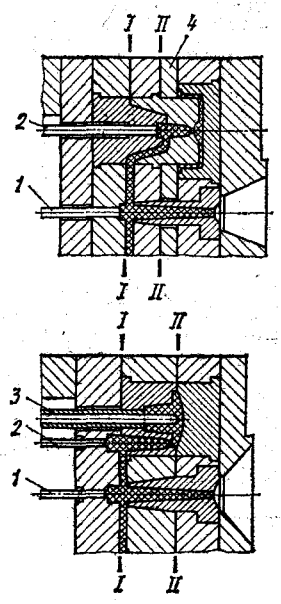
Конструкции узлов автоматического отделения литника от изделия

Вариант	Эскиз	Принцип действия, характеристика	Область применения
1		Литник отрывается от изделия при раскрытии формы по плоскости *I—I*, удерживаясь на неподвижной части формы специальными поднутрениями различной формы. Изделие извлекается из матрицы одновременно со снятием литника с удерживающего стержня *1* раскрытой формы по плоскости *II—II*. Изделие снимается с пуансона при раскрытии формы по плоскости *III—III*	
2		Литник отрывается от изделия, как в предыдущем варианте. Изделие снимается с пуансона, а литник — с удерживающей втулки при поочередной остановке центрального выталкивающего стержня *1* и сталкивающей плиты *2*	Предпочтителен для жестких пластмасс (полистирол, сополимеры стирола, формальдегида и др.)

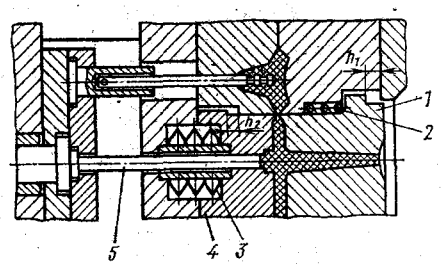
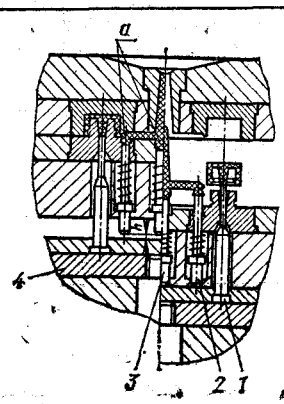
Продолжение табл. 37

Вариант	Эскиз	Принцип действия, характеристика	Область применения
3		Литник отрывается от изделия при раскрытии формы по плоскости *I—I*, удерживаясь зацепом стержня *2*. Затем плита *1* отделяет литник от зацепа и литниковой втулки *4*. Сбрасывается литник пружинным сбрасывателем *3*. Изделие снимается плитой *5*	Предпочтителен для жестких пластмасс (полистирол, сополимеры стирола, формальдегида и др.)
4		Литник извлекается из центрального канала при раскрытии формы по плоскости *I—I* и отрывается от изделий плитой *1* при раскрытии формы по плоскости *II—II*. Изделие извлекается из матрицы, и литник снимается с удерживающего стержня при раскрытии формы по плоскости *III—III*, а изделие — с пуансона при раскрытии по плоскости *IV—IV*. Вариант — более сложный по сравнению с двумя предыдущими	Предпочтителен для эластичных пластмасс

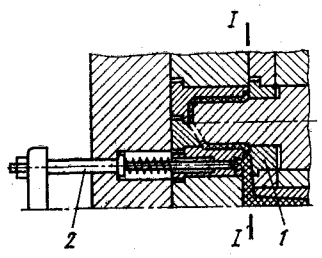
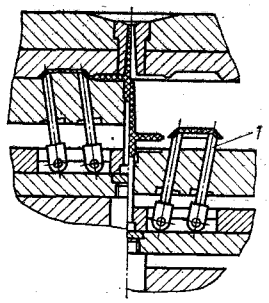
Продолжение табл. 37

Вариант	Эскиз	Принцип действия, характеристика	Область применения
5		При раскрытии формы по плоскости *I—I* отрываются и извлекаются впускной и центральный литники, которые затем сбрасываются выталкивателями *1, 2*. Изделие сбрасывается трубой *3* или плитой *4* при раскрытии формы по плоскости *II—II*. Недостатки — удлинение литниковой системы и, соответственно, увеличение расхода сырья	Применяют, когда не допускается след литника на видовой части изделия

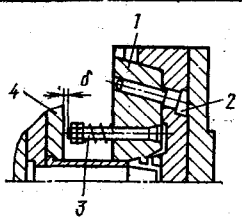
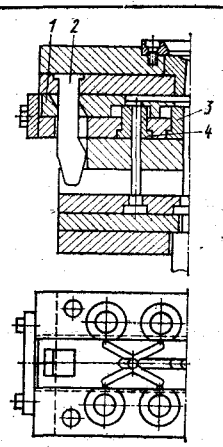
Продолжение табл. 37

Вариант	Эскиз	Принцип действия, характеристика	Область применения
6		При отходе сопла литьевой машины под воздействием пружины *2* литниковая втулка *1* отходит вправо на расстояние h_1. Втулка *4* под воздействием тарельчатых пружин *3* перемещается на расстояние $h_2 < h_1$ и отделяет литник от изделия. После полного охлаждения форма раскрывается, изделие выталкивается. Литник сбрасывается выталкивателем *5*. Недостатки — увеличенный износ втулок *1* и *4* по трущимся поверхностям и опасность забоя режущей кромки втулки *4*	В много- и одногнездных формах, когда затруднено использование тоннельного литника
7		Выталкиватели литниковой системы короче выталкивателей изделия и не доходят до плиты *4* на расстояние $h = 5 \ldots 10$ мм. Выталкиватель *1* снимает изделие с пуансона, отрывая его от литниковой системы, которая удерживается при этом зацепами *a* на плите пуансонов. После выборки зазора *h* выталкиватели *2* и *3* сбрасывают литник. Достаточно простой вариант	Предпочтителен по сравнению с тоннельными литниками для стеклонаполненных и нетермостабильных материалов

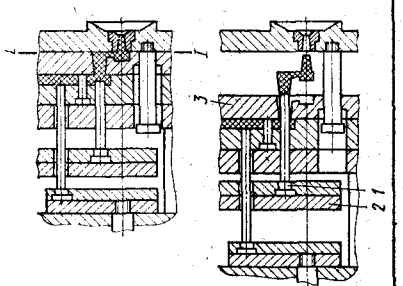
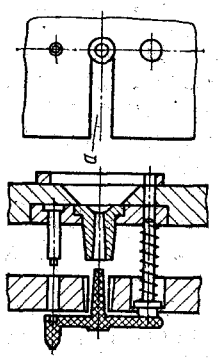
Продолжение табл. 37

Вариант	Эскиз	Принцип действия, характеристика	Область применения
8		При раскрытии формы по плоскости *I—I* изделие остается на неподвижном пуансоне, а литник — в подвижной части формы. Изделие сталкивается плитой *1*, литник — выталкивателем *2*. Достаточно простой вариант	Для глубоких изделий, чтобы уменьшить длину центрального литникового канала
9		Изделие отрывается от литниковой системы наклонно расположенными выталкивателями *1*. Более сложный в изготовлении вариант	Для изделий, конфигурация которых позволяет им свободно падать с толкателей

Продолжение табл. 37

Вариант	Эскиз	Принцип действия, характеристика	Область применения
10		При перемещении ползуна *1* колонкой *2* литник отделяется от изделия. Сбрасывается литник выталкивателем *3*, установленным с зазором $\delta = 2 \ldots 3$ мм по отношению к плите *4*. Удачно сочетается необходимость использования ползуна (разъемной полуматрицы) с отделением литника	В формах с ползунами или разъемными матрицами
11		Литники отделяются от изделий при перемещении специальной подвижной планки *1* клиновой колонкой *2*. Недостаток — сложность пригонки торцов втулок *3* и *4* к планке *1*	В многогнездных формах, когда требуется уменьшить число выталкивателей литниковой системы для размещения каналов системы охлаждения

Продолжение табл. 37

Вариант	Эскиз	Причина действия, характеристика	Область применения
12		Литник подводится к месту отверстия в изделии, оформляемого выталкивателем *1*. При раскрытии формы по плоскости *1—1* литник извлекается из центральной литниковой втулки, и толкатель *1* дополнительной выталкивающей системы *2* отрезает его от изделия. При этом изделие удерживается в матрице плитой *3*. Зазор между толкателем *1* и литниковым отверстием плиты *3* выполняют из расчета 0,1 мм на диаметр. Система громоздка и требует применения сложных замковых устройств для удержания плит *2* и *3*	Применяют, когда не допускаются следы литников
13		Конструкция аналогична варианту 3. Наличие дополнительного паза *а* обеспечивает надежный сброс литника	Для двухгнездных форм

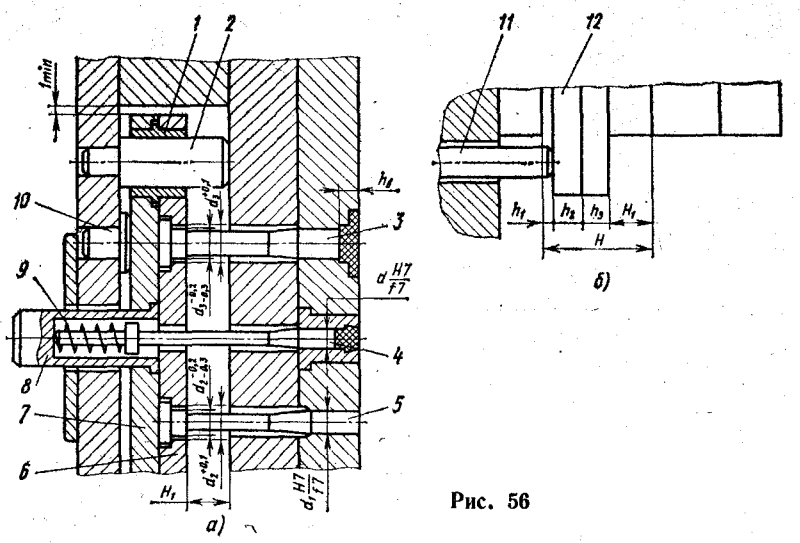


Рис. 56

На рис. 56, *а* показана типовая система выталкивания ($h_в$ — высота изделия). Выталкиватели *3* установлены в плите *6* выталкивателей с зазором 0,2—0,5 мм, который обеспечивает их самоустановку по направляющему отверстию матрицы, и укреплены в ней с помощью опорной плиты *7*. Для предотвращения подтекания материала в зазор между головкой выталкивателя и направляющим отверстием матрицы, что может привести к зависанию изделия, соединение выполнено по посадке H7/f7, для размера менее 6 мм — по посадке H9/f9. Отношение длины *l* направляющей головки выталкивателя к ее диаметру *d* необходимо принимать по следующим данным:

d, мм	До 3	3—5	5—10	Св. 10
l/*d*	8—4	4—3	3,0—2,5	2,5—2,0

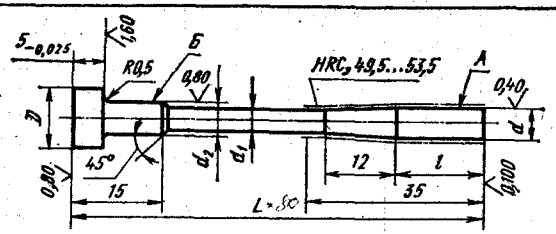
Если диаметр головки цилиндрического выталкивателя не превышает 4 мм, то для исключения продольного изгиба его выполняют ступенчатым. Конструкция и размеры выталкивателей в соответствии с ОСТ 64-1-303—77 и ОСТ 64-1-304—77 приведены в табл. 38, 39.

Центрирование и направление выталкивающей системы обеспечивают направляющие втулки *1* и колонки *2*, которые одновременно выполняют функции дополнительной опоры. Конструкция и размеры втулок и колонок в соответствии с ГОСТ 17389—72 и ГОСТ 17386—72 даны в табл. 40, 41.

В процессе раскрытия формы выталкиватели перемещаются в направлении съема изделий упором литьевой машины через хвостовик *8* (или без него), закрепляемый в плите *7*. Если литьевая машина имеет боковые выталкивающие упоры *11* (рис. 56, *б*), то крупногабаритные формы должны иметь удлиненные плиты *12*,

Таблица 38

Выталкиватели по ОСТ 64-1-303—77 (размеры, мм)



Обозначение заготовок выталкивателей	d (пред. откл. по f7)	d_1 (пред. откл. —0,2)	d_2 (пред. откл. по d11)	D	l	L (пред. откл. по h8)	Масса, кг
64-1041-0001	5	4,5	6	10	15	От 65 до 70	0,012
64-1041-0002						Св. 70 » 80	0,013
64-1041-0003						» 80 » 90	0,014
64-1041-0004						» 90 » 100	0,016
64-1041-0005						» 100 » 110	0,017
64-1041-0006						» 110 » 120	0,018
64-1041-0007						» 120 » 130	0,019
64-1041-0008						» 130 » 140	0,020
64-1041-0009						» 140 » 150	0,022
64-1041-0010						» 150 » 160	0,023
64-1041-0011						» 160 » 170	0,024
64-1041-0012						» 170 » 180	0,025
64-1041-0013						» 180 » 190	0,026
64-1041-0014						» 190 до 200	0,027
64-1041-0015	6	5,5	8	12		» 65 » 70	0,029
64-1041-0016						» 70 » 80	0,031
64-1041-0017						» 80 » 90	0,023
64-1041-0018						» 90 » 100	0,025
64-1041-0019						» 100 » 110	0,027
64-1041-0020						» 110 » 120	0,028
64-1041-0021						» 120 » 130	0,030
64-1041-0022						» 130 » 140	0,032
64-1041-0023						» 140 » 150	0,034
64-1041-0024						» 150 » 160	0,036
64-1041-0025						» 160 » 170	0,038
64-1041-0026						» 170 » 180	0,040
64-1041-0027						» 180 » 190	0,042
64-1041-0028						» 190 » 200	0,043
64-1041-0029	8	7,5	10	15	18	От 65 до 70	0,034
64-1041-0030						Св. 70 » 80	0,037
64-1041-0031						» 80 » 90	0,041
64-1041-0032						» 90 » 100	0,044
64-1041-0033						» 100 » 110	0,048
64-1041-0034						» 110 » 120	0,051
64-1041-0035						» 120 » 130	0,055
64-1041-0036						» 130 » 140	0,058
64-1041-0037						» 140 » 150	0,062
64-1041-0038						» 150 » 160	0,065
64-1041-0039						» 160 » 170	0,068

Продолжение табл. 38

Обозначение заготовок выталкивателей	d (пред. откл. по f7)	d_1 (пред. откл. —0,2)	d_2 (пред. откл. по d11)	D	l	L (пред. откл. по h8)	Масса, кг
64-1041-0040	8	7,5	10	15	18	Св. 170 до 180	0,071
64-1041-0041						» 180 » 190	0,076
64-1041-0042						» 190 » 200	0,080
64-1041-0043	10	9,5	12	18	18	От 65 до 70	0,049
64-1041-0044						Св. 70 » 80	0,054
64-1041-0045						» 80 » 90	0,059
64-1041-0046						» 90 » 100	0,064
64-1041-0047						» 100 » 110	0,069
64-1041-0048						» 110 » 120	0,074
64-1041-0049						» 120 » 130	0,079
64-1041-0050						» 130 » 140	0,084
64-1041-0051						» 140 » 150	0,089
64-1041-0052						» 150 » 160	0,094
64-1041-0053						» 160 » 170	0,099
64-1041-0054						» 170 » 180	0,104
64-1041-0055						» 180 » 190	0,109
64-1041-0056						» 190 » 200	0,114
64-1041-0057	12	11,5	14	20	25	От 80 до 90	0,099
64-1041-0058						Св. 90 » 100	0,108
64-1041-0059						» 100 » 110	0,118
64-1041-0060						» 110 » 120	0,128
64-1041-0061						» 120 » 130	0,139
64-1041-0062						» 130 » 140	0,149
64-1041-0063						» 140 » 150	0,159
64-1041-0064						» 150 » 160	0,169
64-1041-0065						» 160 » 170	0,180
64-1041-0066						» 170 » 180	0,190
64-1041-0067						» 180 » 190	0,199
64-1041-0068						» 190 » 200	0,210
64-1041-0069	15	14,5	17	25	25	От 80 до 90	0,134
64-1041-0070						Св. 90 » 100	0,144
64-1041-0071						» 100 » 110	0,159
64-1041-0072						» 110 » 120	0,173
64-1041-0073						» 120 » 130	0,184
64-1041-0074						» 130 » 140	0,196
64-1041-0075						» 140 » 150	0,209
64-1041-0076						» 150 » 160	0,221
64-1041-0077						» 160 » 170	0,232
64-1041-0078						» 170 » 180	0,246
64-1041-0079						» 180 » 190	0,259
64-1041-0080						» 190 » 200	0,271

Примечание. Пример условного обозначения выталкивателя размерами $d = 5$ мм, $L = 68$ мм:

Выталкиватель 64-1041-0001—68 ОСТ 64-1-303—77

Материал — сталь У8А по ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81).

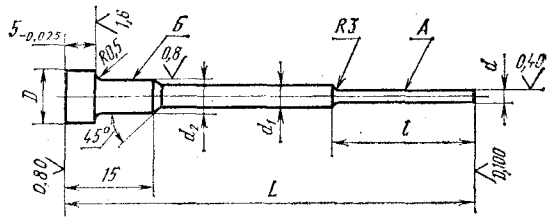
Твердость $HRC_э$ 45,5 ... 49,5, кроме места, обозначенного особо.

Радиальное биение поверхности *Б* относительно поверхности *А* не более 0,012 мм.

Остальные технические требования по ОСТ 64-1-317—77.

Таблица 39

Выталкиватели по ОСТ 64-1-304—77 (размеры, мм)



Обозначение заготовок выталкивателей	d (пред. откл. по f7)	d_1 (пред. откл. −0,2)	d_2 (пред. откл. по d11)	D	l	L (пред. откл. по h8)	Масса, кг
64-1041-0081	2	5	6	10	20	От 60 до 65	0,010
64-1041-0082						Св. 65 » 70	0,011
64-1041-0083						» 70 » 75	0,012
64-1041-0084						» 75 » 80	0,013
64-1041-0085						» 80 » 85	0,014
64-1041-0086					30	» 85 » 90	0,013
64-1041-0087						» 90 » 95	0,014
64-1041-0088						» 95 » 100	0,015
64-1041-0089						» 100 » 105	0,016
64-1041-0090					40	» 105 » 110	0,017
64-1041-0091						» 110 » 115	
64-1041-0092						» 115 » 120	0,018
64-1041-0093						» 120 » 125	0,019
64-1041-0094					45	» 125 » 130	0,020
64-1041-0095						» 130 » 135	0,021
64-1041-0096						» 135 » 140	0,021
64-1041-0097						» 140 » 145	0,022
64-1041-0098					50	» 145 » 150	0,023
64-1041-0099						» 150 » 160	0,024
64-1041-0100						» 160 » 170	0,026
64-1041-0101	2,5				20	От 60 до 65	0,010
64-1041-0102						» 65 » 70	0,011
64-1041-0103						Св. 70 до 75	0,012
64-1041-0104						» 75 » 80	
64-1041-0105						» 80 » 85	0,013
64-1041-0106					30	» 85 » 90	0,014
64-1041-0107						» 90 » 95	0,015
64-1041-0108						» 95 » 100	
64-1041-0109						» 100 » 105	0,016
64-1041-0110					40	» 105 » 110	0,017
64-1041-0111						» 110 » 115	0,018
64-1041-0112						» 115 » 120	0,019
64-1041-0113						» 120 » 125	

Продолжение табл. 39

Обозначение заготовок выталкивателей	d (пред. откл. по f7)	d_1 (пред. откл. −0,2)	d_2 (пред. откл. по d11)	D	l	L (пред. откл. по h8)	Масса, кг
64-1041-0114	2,5	5	6	10	45	Св. 125 до 130	0,020
64-1041-0115						» 130 » 135	0,021
64-1041-0116						» 135 » 140	0,022
64-1041-0117						» 140 » 145	0,023
64-1041-0118					50	» 145 » 150	0,023
64-1041-0119						» 150 » 160	0,025
64-1041-0120						» 160 » 170	0,026
64-1041-0121	3	6	8	12	20	От 65 до 70	0,015
64-1041-0122						Св. 70 » 75	0,016
64-1041-0123						» 75 » 80	0,017
64-1041-0124						» 80 » 85	0,018
64-1041-0125					30	» 85 » 90	0,019
64-1041-0126						» 95 » 100	0,022
64-1041-0127						» 100 » 105	0,023
64-1041-0128					40	» 105 » 110	0,024
64-1041-0129						» 110 » 115	
64-1041-0130						» 115 » 120	0,025
64-1041-0131						» 120 » 125	0,027
64-1041-0132					45	» 125 » 130	
64-1041-0133						» 130 » 135	0,029
64-1041-0134						» 135 » 140	0,030
64-1041-0135						» 140 » 150	0,032
64-1041-0136					50	» 150 » 160	0,034
64-1041-0137						» 160 » 170	0,037
64-1041-0138						» 170 » 180	0,039
64-1041-0139						» 180 » 190	0,041
64-1041-0140					60	» 190 » 200	0,044
64-1041-0141	4	8	10	14	20	От 65 до 70	0,029
64-1041-0142						Св. 70 » 75	0,031
64-1041-0143						» 75 » 80	0,033
64-1041-0144						» 80 » 85	0,035
64-1041-0145					30	» 85 » 90	0,037
64-1041-0146						» 90 » 95	0,040
64-1041-0147						» 95 » 100	0,042
64-1041-0148						» 100 » 105	0,044
64-1041-0149					40	» 105 » 110	0,046
64-1041-0150						» 110 » 115	0,048
64-1041-0151						» 115 » 120	0,050
64-1041-0152						» 120 » 125	0,052
64-1041-0153					45	» 125 » 130	0,054
64-1041-0154						» 130 » 140	0,058
64-1041-0155						» 140 » 150	0,063
64-1041-0156					50	» 150 » 160	0,067
64-1041-0157						» 160 » 170	0,071

Продолжение табл. 39

Обозначение заготовок выталкивателей	d (пред. откл. по f7)	d_1 (пред. откл. −0,2)	d_2 (пред. откл. по d11)	D	l	L (пред. откл. по h8)	Масса, кг
64-1041-0158	4	8	10	14	50	Св. 170 до 180	0,075
64-1041-0159						» 180 » 190	0,079
64-1041-0160					60	» 190 » 200	0,084

Примечание. Пример условного обозначения выталкивателя размерами $d = 2$ мм, $L = 62$ мм:

Выталкиватель 64-1041-0081-62 ОСТ 64-1-304—77

Материал — сталь У8А по ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81).

Твердость $HRC_э$ 45,5 ... 49,5.

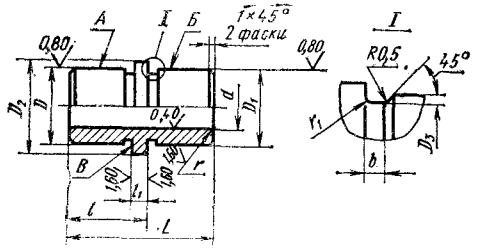
Радиальное биение поверхности *Б* относительно поверхности *А* не более 0,012 мм.

Остальные технические требования по ОСТ 64-1-317—77.

Таблица 40

Втулки направляющие ступенчатые по ГОСТ 17389—72

(размеры, мм)



Обозначение втулки	d (пред. откл. по H9)	D (пред. откл. по n6)	D_1 (пред. откл. по h9)	D_2 (пред. откл. по b12)	D_3	L	l (пред. откл. −0,5 −1,0)	l_1 (пред. откл. по h14)	b	r	r_1	Масса, кг, не более
1032-1401	10	16	16	20	15,5	25	16	4,0	3	1,6	1,0	0,03
1032-1402	12	18	18	22	17,5							0,04
1032-1403	16	22	22	28	21,5	32	20					0,05
1032-1404	20	28	28	32	27,5			6,3		2,5		0,08
1032-1405	25	36	36	40	35,5	40	25					0,18
1032-1406	32	40	40	45	39,5	50	32					0,19
1032-1407	40	50	50	56	49,5	60	40					0,36
1032-1408	50	63	63	71	62,0	70	50	10,0	5	4,0	1,6	0,70
1032-1409	63	80	80	90	79,0	80	60					1,30

Примечание. Пример условного обозначения ступенчатой направляющей втулки $d = 10$ мм из стали У8А:

Втулка 1032-1401 У8А ГОСТ 17389—72

Материал — сталь У8А по ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81).

Твердость $HRC_э$ 47,5 ... 51,5.

Радиальное биение поверхностей *А* и *Б* относительно оси отверстия — по 6-й степени точности ГОСТ 24643—81 (СТ СЭВ 636—77).

Торцовое биение поверхности *В* относительно оси отверстия — по 7-й степени точности ГОСТ 24643—81 (СТ СЭВ 636—77).

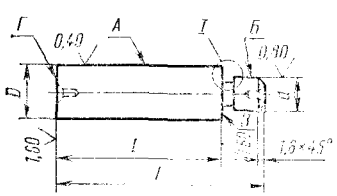
Остальные технические требования — по ГОСТ 17392—72.

Таблица 41

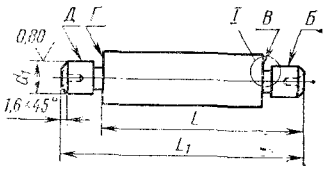
Колонки направляющие ступенчатые по ГОСТ 17386—72

(размеры, мм)

Исполнение 1



Исполнение 2



Обозначение колонки	D (пред. откл. по d8)	d (пред. откл. по n6)	d_1 (пред. откл. по h8)	d_2	l (пред. откл. +0,8 +0,3)	L	L_1	Масса, кг, не более
1030-2031	20	12	—	11,5	50	65	—	0,13
1030-2032			12				80	0,15
1030-2033			—		55	71	—	
1030-2034			12				85	0,16
1030-2035			—		60	75	—	
1030-2036			12				90	0,17
1030-2037			—		70	85	—	0,18
1030-2038			12				100	0,20
1030-2039			—		80	95	—	0,21
1030-2040			12				110	0,22
1030-2041			—		90	105	—	0,23
1030-2042			12				120	0,24
1030-2043			—		100	115	—	0,26
1030-2044			12				130	0,27
1030-2045			—		110	125	—	0,28
1030-2046			12				140	0,30
1030-2047			—		125	140	—	0,32
1030-2048			12				155	0,33
1030-2049			—		140	155	—	0,36
1030-2050			12				170	0,37
1030-2051	25	16	—		60	80	—	0,26
1030-2052			16				100	0,29
1030-2053			—		70	90	—	0,30
1030-2054			16				110	0,33
1030-2055			—		80	100	—	0,34
1030-2056			16				120	0,37
1030-2057			—		90	110	—	0,38
1030-2058			16				130	0,40
1030-2059			—		100	120	—	0,41
1030-2060			16				140	0,44

Продолжение табл. 41

Обозначение колонки	D (пред. откл. по d8)	d (пред. откл. по n6)	d_1 (пред. откл. по h8)	d_2	l (пред. откл. +0,8 +0,3)	L	L_1	Масса, кг, не более
1030-2061	25	16	—	15,5	110	130	—	0,45
1030-2062			16				150	0,48
1030-2063			—		125	145	—	0,50
1030-2064			16				165	0,55
1030-2065			—		140	160	—	0,56
1030-2066			16				180	0,60
1030-2067			—		160	180	—	0,64
1030-2068			16				200	0,67
1030-2069			—		180	200	—	0,72
1030-2070			16				220	0,75
1030-2071	32	20	—	19,5	80	105	—	0,56
1030-2072			20				130	0,61
1030-2073			—		90	115	—	0,62
1030-2074			20				140	0,68
1030-2075			—		100	125	—	0,69
1030-2076			20				150	0,74
1030-2077			—		110	135	—	0,75
1030-2078			20				160	0,81
1030-2079			—		125	150	—	0,84
1030-2080			20				170	0,89
1030-2081			—		140	165	—	0,93
1030-2082			20				190	0,99
1030-2083			—		160	185	—	1,06
1030-2084			20				210	1,12
1030-2085			—		180	205	—	1,20
1030-2086			20				230	1,25
1030-2087			—		200	230	—	1,32
1030-2088			20				250	1,37
1030-2089			—		220	250	—	1,45
1030-2090			20				270	1,50
1030-2091	40	20	—	19,5	100	125	—	1,04
1030-2092			20				150	1,10
1030-2093			—		110	135	—	1,14
1030-2094			20				160	1,20
1030-2095			—		125	150	—	1,28
1030-2096			20				170	1,33
1030-2097			—		140	165	—	1,43
1030-2098			20				190	1,49
1030-2099			—		160	185	—	1,63
1030-2100			20				210	1,69
1030-2101			—		180	205	—	1,82
1030-2102			20				230	1,88

Продолжение табл. 41

Обозначение колонки	D (пред. откл. по d8)	d (пред. откл. по n6)	d_1 (пред. откл. по h8)	d_2	l (пред. откл. +0,8 +0,3)	L	L_1	Масса, кг, не более
1030-2103	40	20	—	19,5	200	230	—	2,03
1030-2104			20				250	2,08
1030-2105			—		220	250	—	2,23
1030-2106			20				270	2,28
1030-2107			—		250	280	—	2,52
1030-2108			20				300	2,57
1030-2109			—		280	310	—	2,81
1030-2110			20				330	2,86
1030-2111	50	25	—	24,5	100	130	—	1,65
1030-2112			25				160	1,76
1030-2113			—		110	140	—	1,80
1030-2114			25				170	1,91
1030-2115			—		125	155	—	2,02
1030-2116			25				180	2,12
1030-2117			—		140	170	—	2,25
1030-2118			25				200	2,37
1030-2119			—		160	190	—	2,56
1030-2120			25				220	2,68
1030-2121			—		180	210	—	2,87
1030-2122			25				240	2,99
1030-2123			—		200	230	—	3,17
1030-2124			25				260	3,29
1030-2125			—		220	250	—	3,48
1030-2126			25				280	3,60
1030-2127			—		250	280	—	3,94
1030-2128			25				310	4,06
1030-2129			—		280	310	—	4,40
1030-2130			25				340	4,52
1030-2131			—		320	350	—	5,01
1030-2132			25				380	5,13
1030-2133	63	32	—	31,5	125	165	—	3,28
1030-2134			32				200	3,50
1030-2135			—		140	180	—	3,65
1030-2136			32				220	3,90
1030-2137			—		160	200	—	4,13
1030-2138			32				240	4,38
1030-2139			—		180	220	—	4,61
1030-2140			32				260	4,86
1030-2141			—		200	240	—	5,10
1030-2142			32				280	5,35
1030-2143			—		220	260	—	5,58
1030-2144			32				300	5,83

Продолжение табл. 41

Обозначение колонки	D (пред. откл. по d8)	d (пред. откл. по n6)	d_1 (пред. откл. по h8)	d_2	l (пред. откл +0,8 +0,3)	L	L_1	Масса, кг, не более
1030-2145	63	32	—	31,5	250	290	—	6,31
1030-2146			32				330	6,56
1030-2147			—		280	320	—	7,05
1030-2148			32				360	7,30
1030-2149			—		320	360	—	8,03
1030-2150			32				400	8,28

Примечание. Пример условного обозначения ступенчатой направляющей колонки $D = 20$ мм, $l = 50$ мм из стали У8А, исполнения 1:

Колонка 1030-2031 ГОСТ 17386—72

То же, исполнение 2:

Колонка 1030-2032 ГОСТ 17386—72

Материал — сталь У8А по ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81).
Твердость $HRC_э$ 51,5 ... 55.
Центровые отверстия по ГОСТ 14034—74.
Радиальное биение поверхности *А* относительно оси поверхности *Б* колонок исполнения 1 и относительно общей оси поверхностей *Б* и *Д* колонок исполнения 2 — по 5-й степени точности ГОСТ 24643—81 (СТ СЭВ 636—77).
Торцовое биение поверхностей *В* и *Г* относительно оси поверхности *Б* колонок исполнения 1 и относительно общей оси поверхностей *Б* и *Д* колонок исполнения 2 — по 7-й степени точности ГОСТ 24643—81 (СТ СЭВ 636—77).
Остальные технические требования — по ГОСТ 22082—76.

на которые непосредственно воздействуют упоры *11* (без хвостовиков).

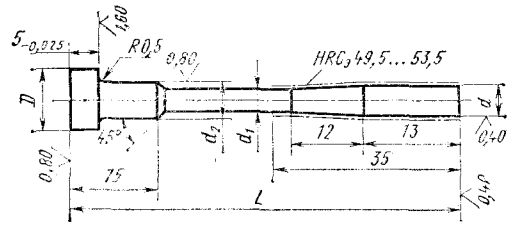
При смыкании формы система возвращается в исходное положение контртолкателями *5* (рис. 56, *а*), роль которых иногда выполняют выталкиватели увеличенного диаметра, упирающиеся в боковую стенку изделия (см. табл. 47), или другими системами, рассматриваемыми ниже. Легкие выталкивающие системы с небольшим числом выталкивателей или с одним сбрасывателем литника могут возвращаться в исходное положение пружиной (которую можно устанавливать и для предотвращения самопроизвольного вывинчивания штока), размещаемой на хвостовике (табл. 43). Конструкция и размеры контртолкателя и штока даны в табл. 42, 44.

Сбрасыватель *4* выполняют подпружиненным (рис. 56, *а*), когда есть вероятность зависания отливки на выталкивателях, либо без пружины (см. табл. 37, вариант 6). Для упрощения пригонки выталкивающей системы по высоте применяют упоры *10* (табл. 45). На рис. 56: $H_1 = h_в + 5$ мм, где $h_в$ — часть хода, необходимая для выталкивания изделий; $H = H_1 + h_1 + h_2 + h_3$.

Рекомендации по расположению выталкивателей относительно изделия даны в табл. 46, по применению выталкивателей различного вида — в табл. 47.

Таблица 42

Контртолкатели по ОСТ 64-1-305—77 (размеры, мм)



Обозначение заготовок контртолкателей	d (пред. откл. по f7)	d_1 (пред. откл. —0,2)	d_2 (пред. откл. по d11)	D	L (пред. откл. по h3)	Масса, кг
64-1041-0161	10	9	12	18	От 90 до 100	0,063
64-1041-0162					Св. 100 » 110	0,070
64-1041-0163					» 110 » 115	0,073
64-1041-0164					» 115 » 120	0,075
64-1041-0165					» 120 » 125	0,077
64-1041-0166					» 125 » 130	0,080
64-1041-0167					» 130 » 135	0,082
64-1041-0168					» 135 » 140	0,085
64-1041-0169					» 140 » 150	0,090
64-1041-0170					» 150 » 160	0,095
64-1041-0171					» 160 » 170	0,100
64-1041-0172					» 170 » 180	0,105
64-1041-0173					» 180 » 190	0,110
64-1041-0174					» 190 » 200	0,115
64-1041-0175	12	11	14	20	От 100 до 110	0,088
64-1041-0176					Св. 110 » 115	0,102
64-1041-0177					» 115 » 120	0,106
64-1041-0178					» 120 » 125	0,110
64-1041-0179					» 125 » 130	0,113
64-1041-0180					» 130 » 135	0,116
64-1041-0181					» 135 » 140	0,120
64-1041-0182					» 140 » 150	0,128
64-1041-0183					» 150 » 160	0,136
64-1041-0184					» 160 » 170	0,144
64-1041-0185					» 170 » 180	0,150
64-1041-0186					» 180 » 190	0,158
64-1041-0187					» 190 » 200	0,165
64-1041-0188					» 200 » 210	0,173

Продолжение табл. 42

Обозначение заготовок контртолкателей	d (пред. откл. по f7)	d_1 (пред. откл. −0,2)	d_2 (пред. откл. по d11)	D	L (пред. откл. по h8)	Масса, кг
64-1041-0189					От 110 до 115	0,181
64-1041-0190					Св. 115 » 120	0,189
64-1041-0191					» 120 » 125	0,195
64-1041-0192					» 125 » 130	0,202
64-1041-0193					» 130 » 135	0,210
64-1041-0194					» 135 » 140	0,218
64-1041-0195	16	15	18	24	» 140 » 150	0,228
64-1041-0196					» 150 » 160	0,243
64-1041-0197					» 160 » 170	0,257
64-1041-0198					» 170 » 180	0,271
64-1041-0199					» 180 » 190	0,287
64-1041-0200					» 190 » 200	0,301
64-1041-0201					» 200 » 210	0,312
64-1041-0202					» 210 » 220	0,326
64-1041-0203					От 115 до 120	0,292
64-1041-0204					Св. 120 » 125	0,303
64-1041-0205					» 125 » 130	0,314
64-1041-0206					» 130 » 140	0,336
64-1041-0207					» 140 » 150	0,358
64-1041-0208					» 150 » 160	0,365
64-1041-0209	20	19	22	28	» 160 » 170	0,402
64-1041-0210					» 170 » 180	0,424
64-1041-0211					» 180 » 190	0,446
64-1041-0212					» 190 » 200	0,468
64-1041-0213					» 200 » 210	0,490
64-1041-0214					» 210 » 220	0,512
64-1041-0215					» 220 » 230	0,554

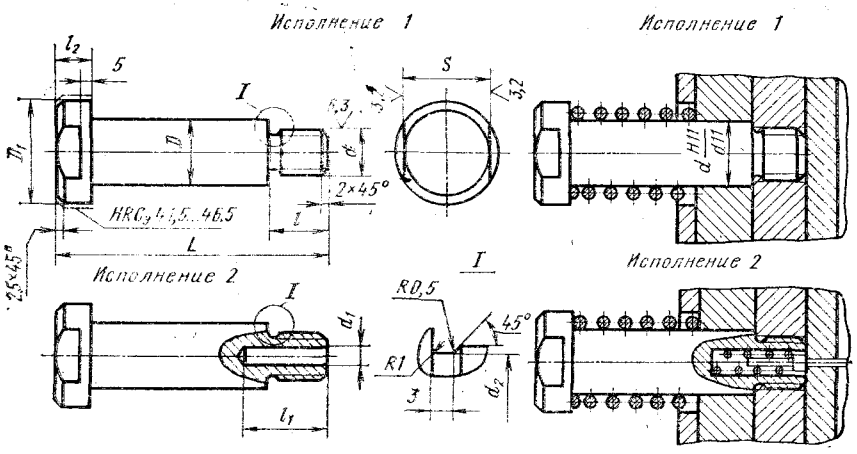
Примечание. Пример условного обозначения контртолкателя размерами $d = 10$ мм, $L = 95$ мм:

Контртолкатель 64-1041-0161-95 ОСТ 64-1-305—77

Материал — сталь У8А по ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81).
Твердость $HRC_э$ 45,5 ... 49,5, кроме места, обозначенного особо.
Остальные технические требования по ГОСТ 22082—76.

Таблица 43

Хвостовики с буртом по ГОСТ 22080—76 (размеры, мм)



Обозначение хвостовика	Исполнение	L	D (пред. откл. по d11)	D_1	d	d_1	d_2	l (пред. откл. по h14)	l_1	l_2	S (пред. откл. по h12)	Масса, кг, не более
0603-0461	1	140	25	40	M20×2—8q	—	17	16	—	12	27	0,59
0603-0462	2					10,5			40			0,56
0603-0463	1	180				—			—			0,74
0603-0464	2					10,5			40			0,71
0603-0465	1	160	35	56	M24×2—8q	—	21	20	—	18	41	1,39
0603-0466	2					12,5			50			1,35
0603-0467	1	200				—	27		—			1,71
0603-0468	2					12,5			50			1,67

Примечание. Пример условного обозначения хвостовика с буртом размерами $L = 40$ мм, $D = 25$ мм, исполнения 1:

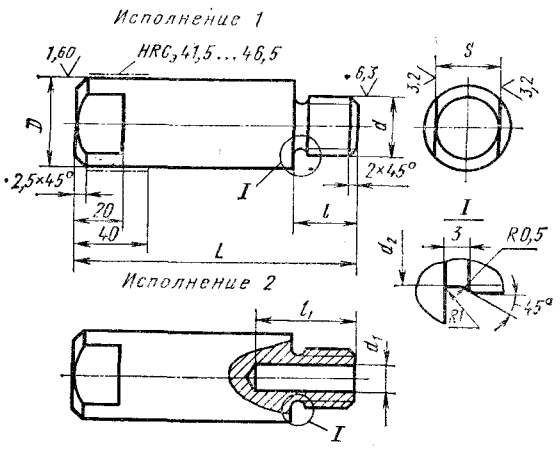
Хвостовик 0603-0461 ГОСТ 22080—76

Материал — сталь 45 по ГОСТ 1050—74.

Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — по H14, валов — по h14, прочих — по $\pm$IT14/2.
Резьба по ГОСТ 9150—81 и ГОСТ 24705—81. Поле допуска по ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77).
Технические условия по ГОСТ 22082—76.

Таблица 44

Хвостовики форм по ГОСТ 22079—76 (размеры, мм)



Обозначение хвостовика	L	(пред. откл. по d11)	d	d_1	d_2	l (пред. откл. по h14)	l_1	S (пред. откл. по h12)	Масса, кг, не более
0603-0451	100	25	M20×2—8q	—	17	16	—	19	0,36
0603-0452				10,5			40		0,33
0603-0453	125			—			—		0,42
0603-0454				10,5			40		0,39
0603-0455		36	M24×2—8q	—	21	20	—	27	0,91
0603-0456				12,5			50		0,87
0603-0457	160	50	M30×2—8q	—	27	25	—	36	2,22
0603-0458				14,5			60		2,14

Примечание. Пример условного обозначения хвостовика размерами L = 100 мм, D = 25 мм, исполнения 1:

Хвостовик 0603-0451 ГОСТ 22079—76

Материал — сталь 45 по ГОСТ 1050—74.

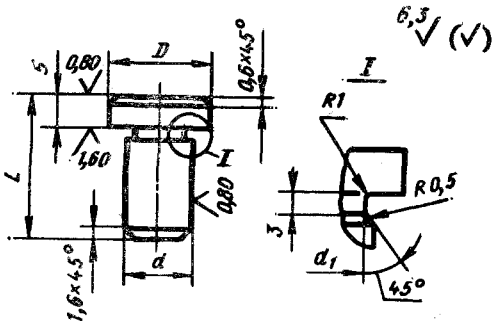
Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — по H14, валов — по h14, прочих — по ±IT14/2.

Резьба по ГОСТ 9150—81 и ГОСТ 24705—81. Поле допуска по ГОСТ 16093—81.

Технические условия по ГОСТ 22082—76.

Таблица 45

Упоры по ОСТ 64-1-309—77 (размеры, мм)



Обозначение упоров	D	d (пред. откл. по и8)	d_1	L	Масса, кг, не более
64-1050-0001	14	8	7,5	15	0,010
64-1050-0002	16	10	9,5		0,014
64-1050-0003	18	12	14,5	24	0,027

Примечание. Пример условного обозначения упора размерами D = = 14 мм:

Упор 64-1050-0001 ОСТ 64-1-309—77

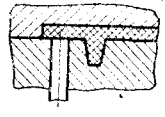
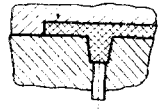
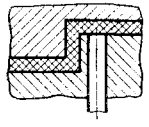
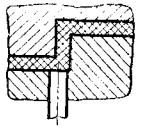
Материал — сталь У8А по ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81).

Твердость $HRC_э$ 46,5 ... 51,5.

Технические условия по ГОСТ 22082—76.

Таблица 46

Расположение выталкивателей относительно изделия

Вариант		Рекомендации
нерекомендуемый	рекомендуемый	
		Лучше воздействовать непосредственно на ребро. Диаметр (толщина) выталкивателя должна 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)

Продолжение табл. 46

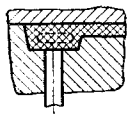
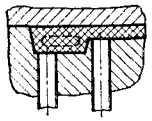
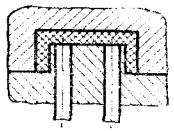
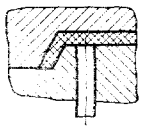
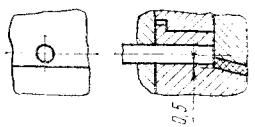
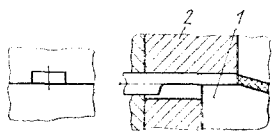
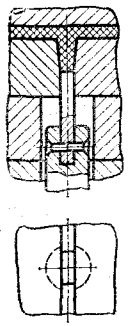
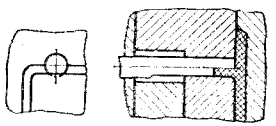
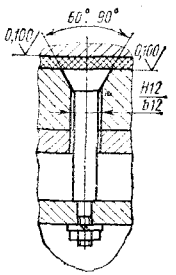
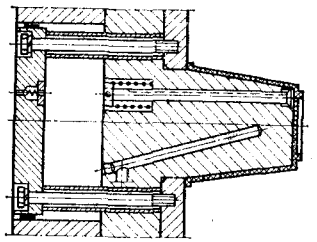
Вариант		Рекомендации
нерекомендуемый	рекомендуемый	
		Центр утолщения отливки отверждается позже края. Во избежание появления вмятин на изделии выталкиватель следует располагать у края утолщения
		Расположение выталкивателя по внутренней (данной) поверхности изделия допускается для: плоских изделий типа пластины, П- и Г-образных изделий с вертикальным расположением боковой стенки в форме, неглубоких изделий типа кювета с наклонной замкнутой боковой стенкой. При расположении выталкивателей внутри глубокого изделия возможно его зависание, поэтому необходимо снимать его вручную или использовать специальные системы для съема изделий с выталкивателей (например, пневматические системы, системы возврата выталкивателей, манипуляторы)

Таблица 47

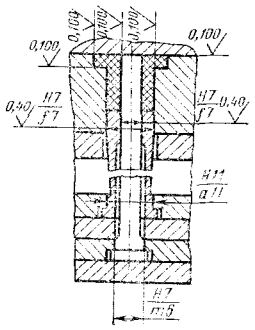
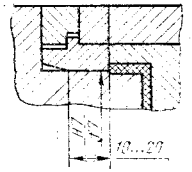
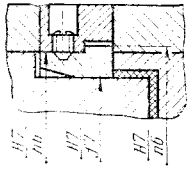
Примеры использования выталкивателей

№ п/п	Эскиз	Рекомендации по применению
1		Цилиндрические выталкиватели применяют в цельных пуансонах (матрицах). Можно использовать одновременно как контртолкатель. 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 применяют во вставных пуансонах (матрицах), когда выталкиватель проходит через поверхность двух сопрягаемых оформляющих деталей *1*, *2* и применение цилиндрических выталкивателей неконструктивно

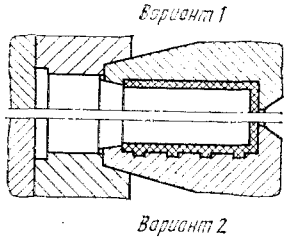
Продолжение табл. 47

№ п/п	Эскиз	Рекомендации по применению
3		Плоские выталкиватели, как и прямоугольные, применяют в сочетании со вставными пуансонами (матрицами), как правило, при контакте с тонкими ребрами, стенками. Можно выполнять цельными и составными
4		Выталкиватели с круглыми и прямоугольными элементами оформления применяют 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 наклонно к направлению выталкивания (см. также рис. 83, *в*, рис. 165)
5		Грибковые выталкиватели применяют в основном при необходимости увеличить площадь контакта выталкивателя с изделием для предотвращения пластических деформаций и разрушения тонкостенных изделий из материалов с низким модулем упругости (поливинилхлорид, полиэтилен и др.). Выполняют в основном подвесными.
6		Одновременно можно использовать как клапаны в комбинированных системах выталкивания и для снятия вакуума при сталкивании глубоких изделий

Продолжение табл. 47

№ п/п	Эскиз	Рекомендации по применению
7		Трубчатые выталкиватели применяют для извлечения изделий с глубокими сквозными или глухими отверстиями (например, катушка, трубка, панель с отверстиями и др.), когда на оформляющих их знаках возникают большие усилия сцепления и применение других выталкивателей может привести к разрушению изделия. Если на знаке *9* (см. рис. 62) установлены арматура *7*, то выталкивающая система должна иметь возможность возврата в исходное положение после сброса изделия до смыкания формы. Это необходимо для установки арматуры
8	 	Сталкивающие кольца (см. рис. 59), рамки, плиты (см. рис. 139, 140) сталкивают изделия одновременно по всему контуру. Это позволяет равномерно распределить усилие выталкивания на всю опорную площадь изделия и достичь минимального давления и, следовательно, минимального коробления и деформации изделия. Плиты особенно часто применяют, когда при сталкивании требуется преодолеть значительные усилия, для недостаточно жестких изделий из эластичных материалов (полиэтилен высокого давления и др.), с поднутрениями на внутренней поверхности. Другие преимущества — возможность свободного размещения охлаждающих каналов в пуансонах, а также одновременного сталкивания плитой и выталкивателями, при литье объемных изделий с большой площадью литья для предотвращения прогиба основания, а также при двойном сталкивании (см. рис. 58). Сталкивающие плиты используют также для размещения на них перемещающихся деталей, предназначенных 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 плиты выполняют сборными. Плиты не закаливают, а вставки, охватывающие пуансон, закаливают. Посадка плиты на пуансон по конической поверхности обеспечивает более длительный срок службы (по сравнению с установкой на цилиндрическую поверхность), исключает образование подливов материала и рекомендуется для крупносерийного и массового производства

Продолжение табл. 47

№ п/п	Эскиз	Рекомендации по применению
9		Для сталкивания 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 кольцевые выступы в соответствии с вариантом 2

Механические системы двойного сталкивания применяют для автоматического извлечения и сброса изделий, зависающих на выталкивателях типовой (одинарной) системы, а также для предотвращения разрушения и обеспечения выталкивания изделий с высокими тонкими перегородками и (или) удерживающими элементами (буртики, пояски и пр.).

Система (рис. 57), исключающая зависание изделия на выталкивателях *4*, работает следующим образом. Под действием усилия, приложенного к хвостовику *1*, пакеты *2* и *3* плит с размещенными в них выталкивателями *4* и *5* перемещаются вперед. После того как изделие вынесено из матрицы *6*, рычаги *8*, установленные в пакетах *2*, одним плечом наталкиваются на упор *7* и при последующем движении системы вперед поворачиваются вокруг оси *9*, вторым плечом нажимая на пакеты *3*. При этом последним сообщается дополнительное перемещение вперед. Происходит съем изделия с выталкивателей *4* и свободное его падение. Высота опорного бруса между плитой *10* и матрицей *6*, мм

$$H = l + b_1 + b_2 + c_1 + c_2 + 5,$$

где l — максимальная глубина матрицы, мм; $b_1 = h + (1 \dots 2)$ мм — расстояние, на которое дополнительно перемещается пакет *3* относительно пакета *2* (h — глубина изделия); $b_2 = kb_1$, где $k = a_2/a_1$; c_1 и c_2 — высота пакетов соответственно *2* и *3*.

При небольшой глубине h изделия рычаг выполняют равноплечим ($a_2 = a_1$), тогда $b_2 = b_1 = b$ и $H = l + 2b + c_1 + c_2 + 5$ мм.

Система, показанная на рис. 58, работает следующим образом. Хвостовик *9*, закрепленный в пакете плит *12*, перемещает всю выталкивающую систему на расстояние h до упора кольца *10* в плиту *11*. Это обеспечивает съем изделия плитой *1* с пуансона *2* без разрушения изделия у основания высокой перегородки.

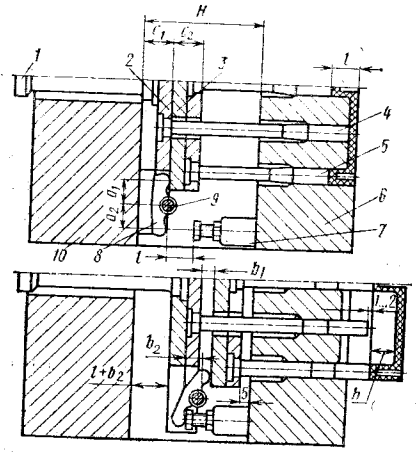


Рис. 57

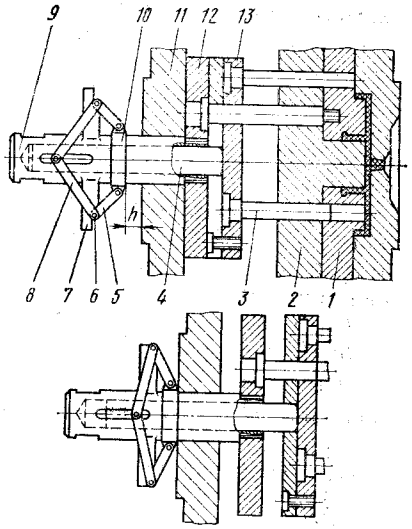


Рис. 58

Так как при дальнейшем перемещении хвостовика с плитами *12* кольцо *10* остается неподвижным, упоры *7* воздействуют на оси *6*, складывая рычаги *5* и *8*. Благодаря этому шток *4*, а с ним и пакет плит *13* с выталкивателями *3* получают дополнительное перемещение относительно пакета плит *12*, и происходит сталкивание изделия с плиты *1*.

Систему, показанную на рис. 57, используют предпочтительно на формах, устанавливаемых на термопластавтоматах с объемом впрыска до 125 см³. При большем объеме впрыска предпочтение следует отдавать системе, данной на рис. 58 [А. с. 555022 (СССР)].

Для извлечения из формы изделий, усилие сцепления которых с пуансоном невелико, но требуется применение системы двойного сталкивания (изделие типа крышки), можно использовать упрощенную систему (рис. 59). Для отрыва литника при разъеме формы по плоскости *I—I* кольцо *1* с изделием удерживается на пуансоне до момента отрыва литника подпружиненными пальцами *2* (усилие сжатия для пружин *3* должно быть больше, чем для пружин *5*). Изделие снимается с пуансона кольцом *1* под действием пружины *5*. Выталкивание изделия из кольца выполняет грибковый выталкиватель *4*.

Механические системы отделения изделия от выталкивателей применяют, когда существует вероятность прилипания легких изделий к торцу выталкивателя (для материалов с большой адгезией) или зависания на подливах (заусенцах), образующихся вокруг выталкивателей из-за их изнашивания или неточного изготовления. Система, показанная на рис. 60 [А. с. 979131 (СССР)], работает следующим образом. При раскрытии формы по плоскости *I—I* захваты *2* воздействуют на выталкивающую плиту *6* с выталкивателями *7* и извлекают изделие из матрицы *4*,

сжимая при этом пружины *5*. В момент сталкивания автоматически отделяются от изделия тоннельные литники. Штифт *1* захвата наезжает на копир *3* — происходит разъединение плиты *6* и захватов. Затем под действием пружин *5* толкающая система резко возвращается в исходное положение, а изделие задерживается торцом матрицы благодаря наличию в ней обратного конуса (в пределах технических требований на изделие) и, отделившись от выталкивателей, падает в приемник. Демпфер *9* гасит удары при обратном ходе плит *6*. Усилия пружин *5* и *8* в исходном положении должны быть примерно равными: P_7, P_8. Расчетные формулы для определения размеров (мм) этой системы: $H = h + 8$; $l_3 = l + (10 \ldots 15)$; $l_2 = l_3 + b + H + H_1 + H_2$; $l_1 = l_2 (l_2 - b)/(l_2 + a) - 3$; $c^* = l_1 - H_1 - H_2$ — размер для справок; $e = d/\sqrt{2}$; $f = al_1/l_2 + d/2$; a, b, d, H_1, H_2 — конструктивные размеры; $D - d > \delta$ (где δ — усадка).

Пример. Рассчитать. Высота отливаемого изделия $h = 10$ мм. Конструктивные размеры: длина центрального литника $l = 40$ мм; $a = 3$ мм; $b = 10$ мм; $d = 8$ мм; $H_1 = 50$ мм; $H_2 = 20$ мм.

Исполнительные размеры рассчитываем по приведенным выше формулам: $H = 10 + 8 = 18$ мм; $l_3 = 40 + 10 = 50$ мм; $l_2 = 50 + 10 + 18 + 50 + 20 = 148$ мм; $l_1 = 148\,(148 - 10)/(148 + 3) - 3 = 132{,}26$ мм.

Полученный размер округляем. Окончательно $l_1 = 132$ мм. Справочный размер $c = 132 - 50 - 20 = 62$ мм; $e = 8/\sqrt{2} = 5{,}67$ мм; $f = 3 \cdot 132/148 + 8/2 = 6{,}68$ мм или после округления $f = 6{,}7$ мм.

Система на рис. 61, *а* [А. с. 579157 (СССР)] обеспечивает последовательное отделение выталкивателей *4* и *5*, закрепленных в пакетах плит соответственно *3* и *2*, от изделия после его выталкивания из формы под действием хвостовика *1*. В исходном положении (форма сомкнута) зазор между плитами *2* и *3* $f \geqslant 6$ мм. При выталкивании изделия плиты *2*, перемещаясь, через систему

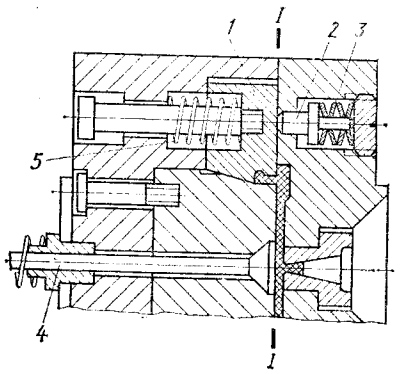


Рис. 59

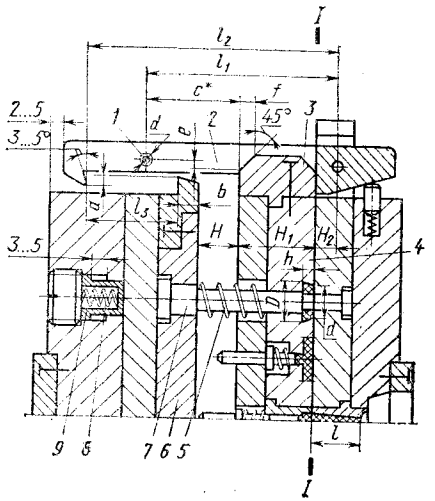


Рис. 60

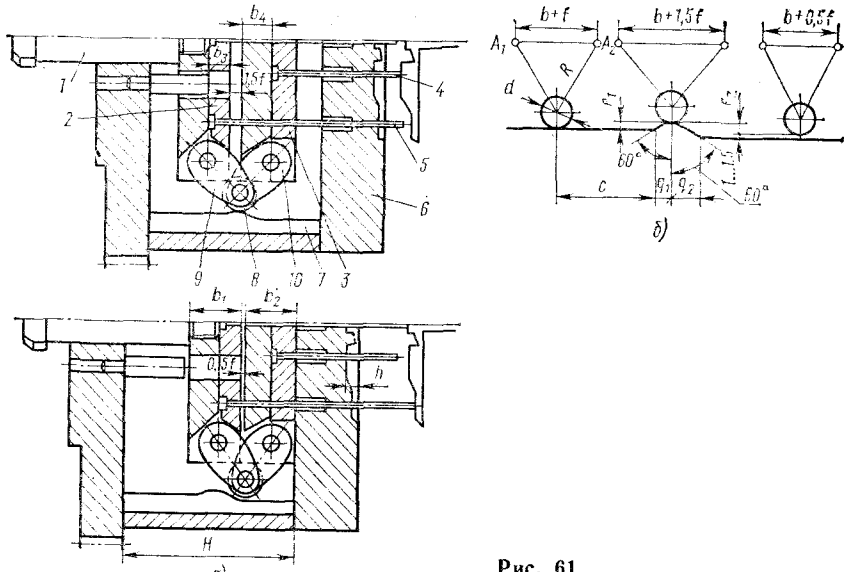


Рис. 61

рычагов *9*, *10* воздействуют на плиты *3*. Ролик *8* при этом катится по кулачку *7*, обеспечивая постоянный зазор f. Наезжая на выступ кулачка, ролик *8* получает перемещение в направлении, перпендикулярном направлению выталкивания. Расстояние между точками A_1 и A_2 (рис. 61, *б*) увеличивается; соответственно увеличивается расстояние между пакетами плит *2* и *3* (рис. 61, *а*) до $1{,}5f$. Происходит ускоренное перемещение вперед выталкивателей *4* относительно выталкивателей *5*. Изделие отходит от выталкивателей *5* на расстояние $0{,}5f$. При дальнейшем перемещении плит вперед ролик сходит с вершины кулачка, плита *3* упирается в плиту *6*. Плиты *2* продолжают перемещаться на расстояние f (гарантированный зазор между пакетами плит $0{,}5f$). При этом выталкиватели *5* обгоняют выталкиватели *4* на расстояние $0{,}5f$. Изделие отделяется от выталкивателей *4* и свободно падает. Рычаги, оси, ролики и кулачки необходимо закалить. Схему работы кулачка иллюстрирует рис. 61, *б*. Расчетные формулы

$$H_{min} = b_1 + b_2 + c + q_1 + q_2 + 0{,}5d \operatorname{tg} 15^\circ + f,$$

где b_1, b_2, b_3, b_4 и d принимают конструктивно; $c \geqslant h$ (h — максимальная высота изделия, размещенного в матрице);

$$q_1 = e_1 \operatorname{tg} 60^\circ; \quad q_2 = [e_2 + (1{,}0 \ldots 1{,}5) \operatorname{tg} 60^\circ,$$

где

$$e_1 = \sqrt{R^2 - 0{,}25(b+f)^2} - \sqrt{R^2 - 0{,}25(b+15f)^2};$$

$$e_2 = \sqrt{R^2 - 0{,}25b^2} - \sqrt{R^2 - 0{,}25(b+f)^2};$$

здесь $b = b_3 + b_4$.

Самовозвратные выталкивающие системы применяют, когда пластмассовое изделие содержит закладную арматуру, под которую установлен выталкиватель. В этом случае необходимо обеспечить самовозврат системы до начала смыкания формы, что позволяет освободить место в гнезде для установки арматуры. Такую систему можно использовать и для исключения зависания изделия на выталкивателях аналогично системе на рис. 57. В ряде случаев, когда выталкивающая система имеет большие массу и размеры, целесообразно выполнять самовозвратными отдельные выталкиватели, под которыми установлена арматура.

Система на рис. 62 работает следующим образом. При движении выталкивания защелка *2* наезжает на клин *3*, под действием которого опускается, сжимая пружину *10*. В момент полного выталкивания изделия защелка выходит из зацепления с хвостовиком *1*, система плит *5*, *6* с выталкивателями *8* возвращается в исходное положение под действием предварительно сжатых при выталкивании пружин *4*. После этого устанавливают арматуру *7* на знак *9*. При смыкании формы хвостовик *1* возвращается в исходное положение пружиной *11*, и защелка фиксирует его.

Специальный хвостовик (рис. 63) предназначен для использования в самовозвратной выталкивающей системе. Система работает следующим образом. Усилие выталкивания через корпус хвостовика *8* и собачки *5* передается на шток *4*, который ввернут в соединительную плиту *2*. В конце хода выталкивания собачки поверхностью *А* наезжают на упор *3* и расходятся, сжимая пружину *7* и освобождая шток, благодаря чему плиты с выталкивателями под действием возвратных пружин *1* устанавливаются в исходное положение. При смыкании формы корпус хвостовика *8* с собачками возвращается в исходное положение пружиной *6*, и собачки под действием пружины *7* замыкают шток. К премуще-

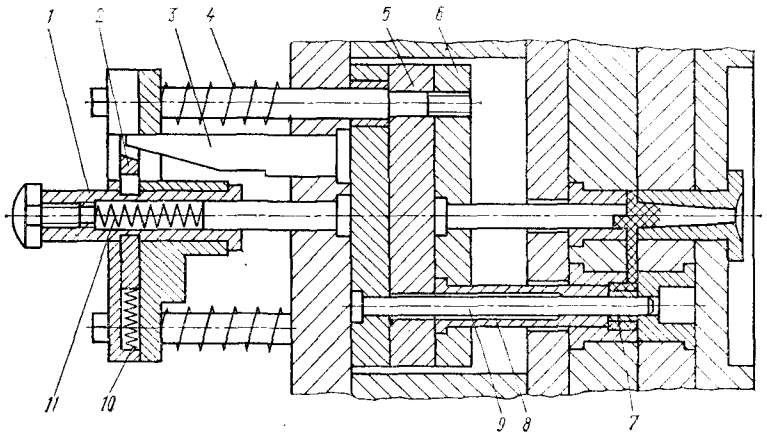


Рис. 62

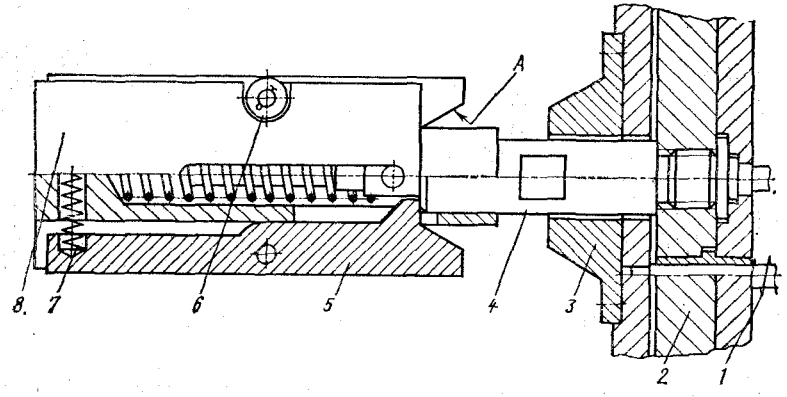


Рис. 63

ствам такой системы следует отнести возможность свободной перестановки хвостовика с формы на форму (или замены при выходе его из строя), к недостаткам — размещение возвратных пружин *1* внутри формы, что приводит к некоторому увеличению высоты формы и ограничению хода выталкивателя.

Выталкивающая система с индивидуальными самовозвратными выталкивателями (рис. 64) работает следующим образом. После раскрытия формы по плоскости *I—I* в начальный период выталкивания самовозвратный выталкиватель *1* воздействует на арматуру, помогая извлечь изделие, и совместно с основными выталкивателями (на рисунке не показаны) отделяет изделие от формующей поверхности. При наезде ползуна *2* на кулачок *3* ползун освобождает выталкиватель, который под действием пружины *4* возвращается в исходное положение. Сбрасывают изделие основные выталкиватели.

Системы опережающего возврата выталкивателей применяют, когда при смыкании формы необходимо избежать пересечения подвижных боковых оформляющих элементов с выталкивателями. Для выполнения этой задачи также применяют самовозвратные системы различных конструкций. Простейшим примером является система с возвратной пружиной хвостовика (см. табл. 43), которую можно применять в легких выталкивающих системах.

На рис. 65 показана система с качающейся планкой, в которой при смыкании формы скалка *3* через ролик *2* планки *4* действует на плиту *1* и возвращает ее в исходное положение с необходимым опережением. Между роликом *2* и скалкой *3* в сомкнутом положении должен быть обеспечен зазор 0,3—0,5 мм, гарантирующий надежную работу системы. Зазор обеспечивают подшлифовкой плоскостей *А* или *Б* скалки.

При малом ходе выталкивания (до 15 мм) можно применять другую систему (рис. 66). При замыкании формы скалка *1* освобождает ползун *2*, который при выталкивании перемещается

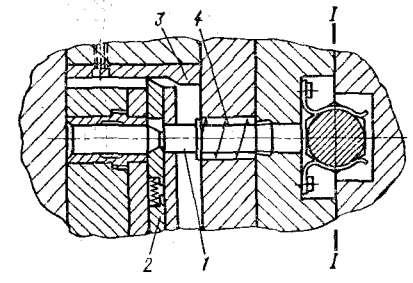


Рис. 64

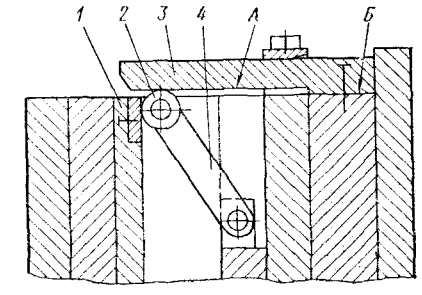


Рис. 65

в плите *3* наклонной поверхности *А* опорной плиты *4*. При смыкании формы ползун под действием скалки (поверхность *В* которой действует на поверхность *Б* ползуна) опускается, перемещается влево и возвращает плиту *3* с выталкивателями в исходное положение, своевременно выводя их из зоны пересечения с боковыми оформляющими элементами.

На рис. 67 приведен пример вывода выталкивателя *1* из зоны пересечения не введением дополнительных конструктивных элементов, а укорачиванием на $h = b/\mathrm{tg}\,\alpha + (5 \ldots 8)$ мм, где b — ход ползуна в ходе пересечения, α — угол наклона лекальной колонки. Однако эту систему можно применять, когда ползун (оформляющий элемент) *2* перекрывает отверстие выталкивателя.

В другой системе (рис. 68) опережающий возврат выталкивателей (из зоны пересечения) в исходное положение происходит под действием наклонных плоскостей матриц и возвратных колонок. При смыкании формы под действием лекальных колонок *1* полуматрицы *2*, сдвигаясь, своей наклонной плоскостью *А* воз-

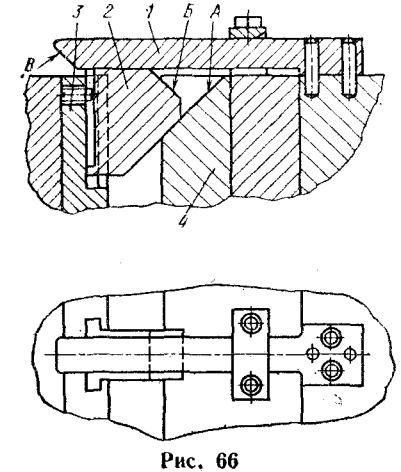


Рис. 66

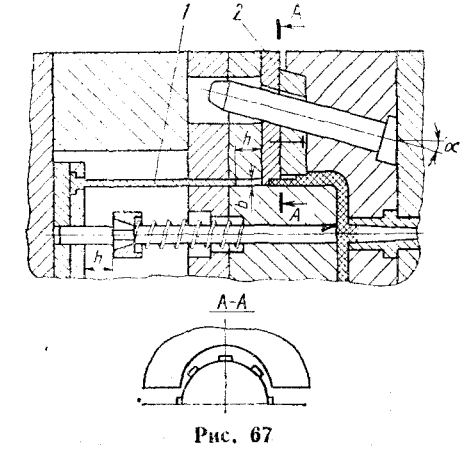


Рис. 67

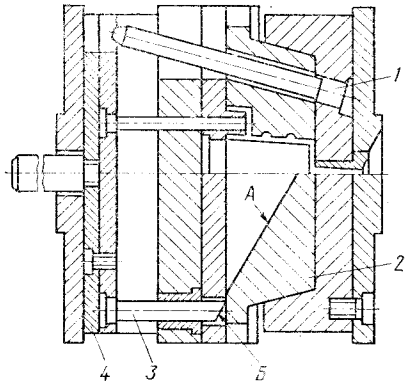


Рис. 68

действуют на наклонную поверхность *Б* возвратных колонок *3*, возвращая в исходное положение выталкивающую систему *4* еще до полного смыкания полуматриц [А. с. 528212 (СССР)].

Рычажные системы выталкивания и извлечения знаков применяют:

при литье глубоких изделий (труба, ниппель, гильза и др.), когда для уменьшения высоты формы ось изделия целесообразно расположить перпендикулярно оси раскрытия формы;

при литье изделий с глубокими боковыми поднутряющими впадинами, отверстиями;

при сталкивании изделий по сложной траектории;

для привода подвижных полуматриц.

В наиболее распространенной рычажной системе с равноплечими рычагами (рис. 69) для оформления внутренней полости изделия предназначен пуансон *1*, расположенный в плоскости разъема формы и укрепленный в траверсе *3*. Изделие снимает с пуансона траверса *2*, перемещаемая относительно пуансона системой рычагов *4*. При раскрытии формы пуансон перемещается только в направлении разъема со скоростью, в 2 раза меньшей

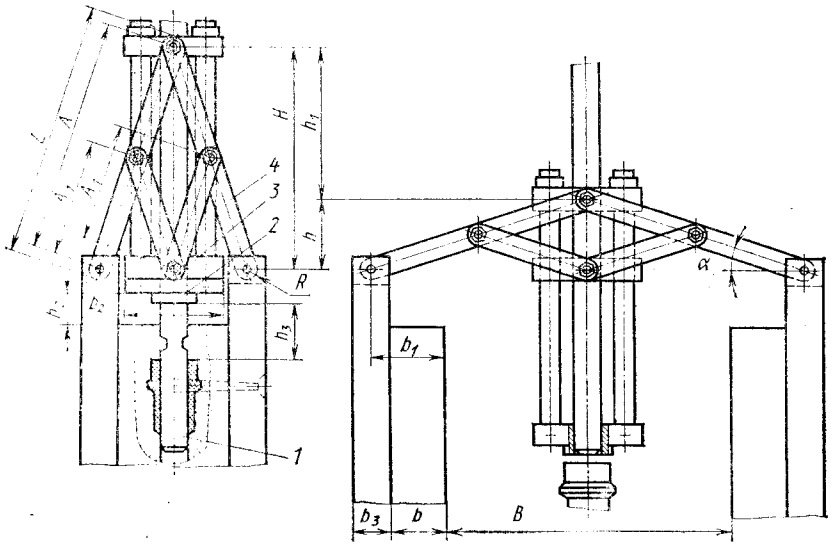


Рис. 69

скорости подвижной полуформы, и поэтому всегда симметрично расположен относительно полуформ; в перпендикулярном направлении пуансон неподвижен. Для крепления рычагов к форме и траверсам можно использовать специальные скобы и кронштейны с компенсирующими прокладками, упрощающими пригонку и установку. При необходимости несколько таких систем можно устанавливать по разные стороны от формы.

Для расчета исполнительных размеров рычагов необходимо задаться раскрытием B формы, высотой b полуматрицы, расстоянием b_1 от плоскости разъема до оси крепления рычага, ходом S выталкивания и углом α (оптимальное значение $\alpha = 10 \ldots 15°$).

$$A = (b_1 + 0{,}5B)/\cos\alpha; \qquad h = (b_1 + 0{,}5b_2)\operatorname{tg}\alpha; \quad b_{2\max} = 2b - $$

$$- (4 \ldots 6) \text{ мм}; \quad H = \sqrt{A^2 - b_1^2}; \qquad h_1 = H - h; \quad h_2 = H -$$

$$- \sqrt{A^2 - (b_1 - 0{,}5b_2)^2} + (3 \ldots 4) \text{ мм};$$

$$h_3 = h_1 - S.$$

Исполнительные размеры ряда рычагов применительно к некоторым моделям оборудования даны в табл. 48.

Для съема тонкостенных изделий из эластичных материалов или других изделий, склонных к выпучиванию боковых стенок под действием осевых сил выталкивания, можно использовать рычажную систему (рис. 70, *а*), для которой $e > 0{,}5L$. При такой конструкции одновременно с разъемом формы начинается извлечение пуансона *1* из изделия (в системе традиционной конструкции пуансон не извлекают из изделия), так как длина рычагов *2* больше половины длины рычагов *3*. В это время изделие должны удерживать полуматрицы *5*. Окончательно изделия сбрасываются с пуансона упором-съемником *4*.

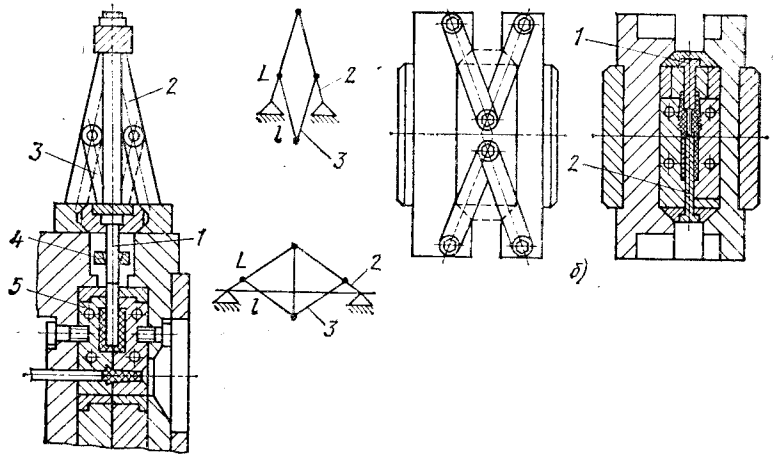


Рис. 70

Таблица 48

Основные размеры, мм, узла рычажной системы литьевых форм
(см. рис. 69)

Модель машины	Объем впрыска, см³	B	b	b_3	A	A_1	$b_{2\,max}$	H	h_1	h_2	R	L
Д3127	63	250	40	30	186	93	78	178	129,8	20	15	216
ДА3127			60		207	103,5	118	193	139,3	37		237
ДБ3127			80		228	114	158	207	148,1	62		258
ДВ3127П			95		243	121,5	188	218	154,8	88		273
Д3130	125	320	45	35	230	115	88	221,7	162,1	21		260
ДБ3231			60		246	123	118	233	169,6	31		276
ДВ3130			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
Д3132	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
Д3134	500	500	80	45	365	182,5	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
			205		494	247	408	438,9	311,0	199		544
Д3136	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	118		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. $\alpha = 15°$, $h_3 = h_1 - S$, где S — необходимый ход выталкивания.

Для изделий с глубокими встречными или сквозными отверстиями, оси которых перпендикулярны направлению разъема формы, целесообразно применять обратную рычажную систему (рис. 70, *б*), две вершины треугольников которой, как и в обычной системе, связаны с подвижной и неподвижной частями формы, а третьи вершины связаны с пуансонами знаками *1*, *2*.

Рычажная система (рис. 71) предназначена для раскрытия полуматриц после съема изделия с пуансона. При раскрытии формы по плоскости разъема *I—I* полуматрицы (сомкнутые)

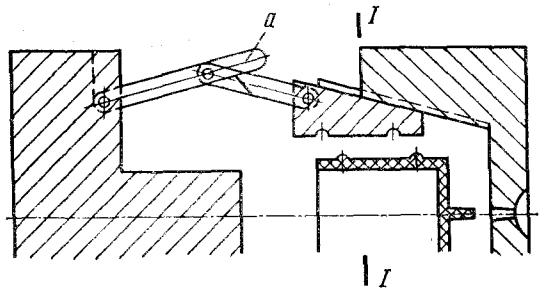


Рис. 71

удерживают изделие в неподвижной части формы, снимая его с пуансона. После извлечения пуансона рычаги вытягивают полуматрицы из обоймы. При этом изделие перемещается совместно с полуматрицами под действием поднутряющих выступов (впадин), извлекая литник из литникового канала. После раскрытия полуматриц изделие выпадает. Конструкция рычагов должна гарантировать складывание рычагов во внешнюю сторону (например, введением специального выступа *а*). Такую конструкцию можно применять для изготовления крупногабаритных высоких изделий.

Рычажные системы чаще всего используют при снятии изделий с криволинейных пуансонов и знаков. На рис. 72 приведен пример съема изделия с криволинейного знака *1* специальным съемным рычагом *4* после раскрытия полуматриц *2* при угловом перемещении вокруг оси *3*. Рычаг приводится в движение штоком *5*.

В другой системе (рис. 73) криволинейный формующий знак *1* выводится из изделия перемещением его хвостовой части *7* по криволинейному пазу кронштейна *6*. Знак перемещается при раскрытии формы системой рычагов *3*, *4*, *5*, которые соединены с хвостовой частью знака осью *8*. После извлечения знака изделие сбрасывается из матрицы *2* выталкивателями [А. с. 644630 (СССР)].

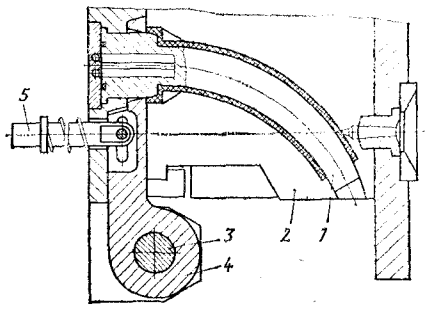


Рис. 72

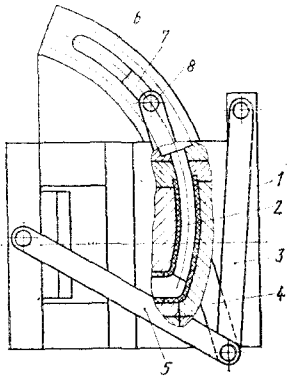


Рис. 73

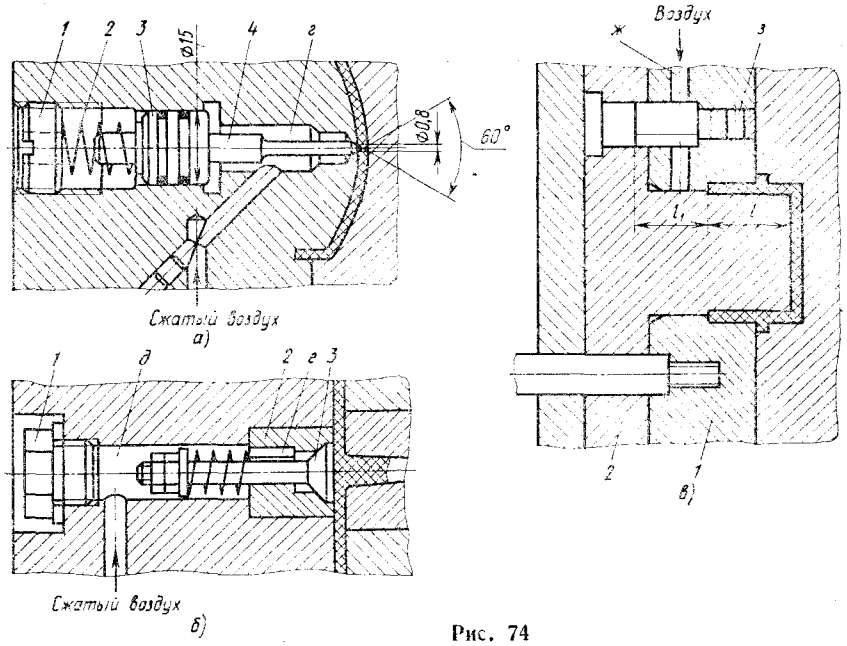


Рис. 74

Пневматические и комбинированные системы выталкивания применяют для съема с пуансона (матрицы) крупногабаритных сосудов и изделий с полостями из мягких материалов (рис. 74, *а*, *б*), а также в комбинированных системах выталкивания для сброса с выталкивателя (см. табл. 47, эскиз 6) или выталкивающей плиты (рис. 74, *в*). На рис. 74, *а*, *б* сжатый воздух подводится под изделие через грибковый и игольчатый клапаны. На сложных криволинейных поверхностях рекомендут применять игольчатые клапаны (рис. 74, *а*), которых может быть несколько в одном гнезде. При подаче воздуха в полость *г* поршень *3* с иглой *4* перемещается влево, открывая отверстие клапана. Воздух подается под изделие и сбрасывает его. Давление срабатывания клапана должно быть больше давления материала на иглу и регулируется пробкой *1* и пружиной *2*. Для подведения воздуха к гнезду достаточно отверстие диаметром 0,8—1,0 мм. Для надежной работы игла клапана должна быть термически обработана и притерта. Преимущество конструкции заключается в том, что на поверхности изделия остается незначительный след от иглы, недостаток — несколько бо́льшая сложность по сравнению с грибковым клапаном.

Грибковый клапан — наиболее прост в конструктивном и технологическом отношении и широко применяется для изделий с простой поверхностью. Сжатый воздух подводится в полость *д* и через каналы *е* воздействует на грибок *3*, открывая его. Седло *2*

и клапан должны быть термически обработаны. Пробка *1* облегчает доступ к клапану при его прочистке и замене.

На рис. 74, *в* приведен пример съема изделия с пуансона *2* сталкивающей плитой *1* и выталкивания его из плиты сжатым воздухом, который попадает в пространство между пуансоном и изделием при совмещении отверстий *ж* и *з*. Во избежание утечки воздуха должно выдерживаться соотношение $l_1 > l$. Пример комбинированного сталкивания с пуансона показан на рис. 140.

3.5. УСТАНОВКА И ЗАКРЕПЛЕНИЕ АРМАТУРЫ

Арматуру, как правило, устанавливают вручную непосредственно в форму. Для уменьшения вспомогательного времени, особенно при большом количестве мелкой арматуры, используют специальные кассеты. Кассеты для очередной отливки набирают во время предыдущей отливки. При массовом производстве применяют автоматическую установку арматуры. Наиболее просто автоматизировать установку проволочной, гладкой стержневой, цилиндрической и другой аналогичной арматуры.

На рис. 75, *а* показано крепление стержневой арматуры *1* пружинами *4* в плоскости разъема формы. Опорной базой арматуры является подвижная плита *3*, упорной базой — штифт *2*. При необходимости установки арматуры на неподвижной части формы пружины *4* и штифт *2* также располагают на ее неподвижной части, а на подвижной — ставят дополнительные более мощные пружины, которые при раскрытии формы увлекают арматуру вместе с изделием, защитив его тем самым от возможного разрушения.

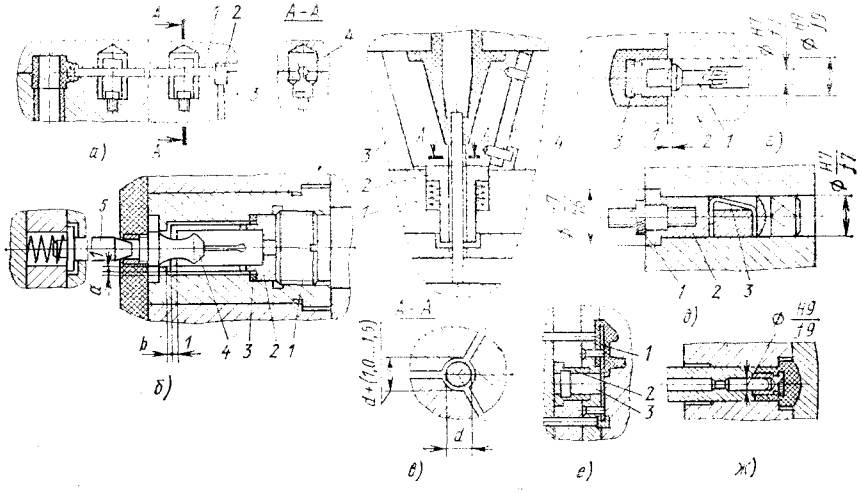


Рис. 75

Арматуру *4* (рис. 75, *б*), расположенную в осевом направлении формы, а также тяжелые резьбовые знаки можно крепить с помощью цанг. Хвостовая часть арматуры (знака) при закреплении ее в цанге может быть гладкой.

Для регулирования положения цанги *2* по высоте предназначена регулировочная шайба *3*. От осевого смещения цангу удерживает пробка *1*. Зазоры *a* и *b* должны быть достаточны для свободного раскрытия лепестков цанги.

Определенные сложности возникают при установке стержневой арматуры большой длины, расположенной вдоль оси разъема формы. Это вызвано тем, что такая арматура, как правило, имеет существенные отклонения от прямолинейности, превышающие на базовой длине величину гарантированного зазора в гнезде для установки арматуры. При работе с такой арматурой интенсивно изнашивается установочное гнездо и в разношенное отверстие затекает полимер.

Для исключения этого матрицу изготовляют разрезной, как правило из трех секций (рис. 75, *в*). В этом случае при выталкивании, под действием сил сцепления материала с матрицей *3* и пружинами *1* через толкатель *2*, секции матриц выходят из гнезда по направляющим *4* на заданное расстояние. При этом диаметр отверстия матрицы увеличивается на 1,0—1,5 мм. В такое отверстие свободно устанавливают стержень. При замыкании формы секции матриц плотно охватывают стержень. Однако при этом несколько усложняется конструкция.

Резьбовую арматуру *3* (рис. 75, *г*) в виде букс закрепляют в форме резьбовым знаком *1* с разрезным пружинящим хвостовиком. Для исключения срезания знака потоком расплава арматура углублена в пуансон *2* на 1 мм.

Резьбовую арматуру *1* (рис. 75, *д*) в виде винта с накатанной головкой закрепляют специальным знаком *2*. Для крепления знака в форме предназначена пружина *3*.

Стальную арматуру удобно крепить в форме с помощью постоянных магнитов. На рис. 75, *е* приведен пример крепления арматуры *1* в плоскости разъема формы; магнит *3* крепится в форме втулкой *2* из немагнитопроводного материала (например, латуни).

Часто при изготовлении армированных пластмассовых изделий некоторые поверхности арматуры требуется защитить от попадания на них следов пластмассы. Ниже рассмотрены методы решения этой задачи, суть которых состоит в том, что поверхности арматуры, требующие защиты, приводят в плотный контакт с оформляющей поверхностью или стенками посадочного гнезда формы перед заполнением ее полимером (рис. 75, *ж*).

Торцы арматуры изделия, показанного на рис. 76, *а*, по техническим требованиям должны быть свободны от облоя. Для обеспечения этого требования высоту арматуры выполняют несколько большей (на 0,1—0,2 мм) номинального размера оформляющей плоскости формы. В процессе смыкания формы происходит упру-

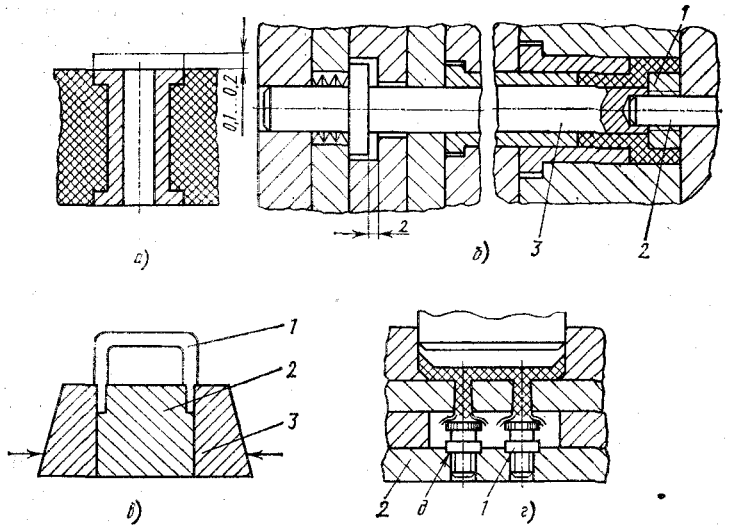


Рис. 76

гое или пластическое деформирование арматуры, обеспечивающее плотный прижим ее торцов к оформляющим поверхностям формы и предотвращающее затекание полимера на торцовые поверхности. Для обеспечения такого жесткого сжатия арматуры между оформляющими поверхностями конструкцию формы не требуется изменять, но не всегда удается получить изделия высокого качества, так как в результате пластического деформирования изменяются диаметр отверстия арматуры и шаг резьбы. Этого недостатка можно избежать, если в форме в месте установки арматуры предусмотреть подвижный подпружиненный фиксирующий элемент, в процессе смыкания плотно прижимающий арматуру (гайку) к оформляющей поверхности и предотвращающий пластическое деформирование.

В другой конструкции (рис. 76, *б*) для исключения попадания расплава в резьбу гайки *1*, имеющей большой разброс размеров по высоте, гайка поджата подпружиненным стержнем *3* диаметром больше наружного диаметра резьбы. Это позволяет заменить резьбовой знак гладким знаком *2* и исключить операцию свинчивания изделия.

Гладкие отверстия (см. рис. 75, *б*) можно перекрыть стержнем *5* с конической головкой, входящей в отверстие арматуры *4*. В этих конструкциях, вследствие малых перемещений, в качестве упругого элемента можно с успехом использовать полиуретан (ТУ 38.10323—70).

Для предотвращения образования облоя на боковых поверхностях плоской арматуры *1* (см. рис. 76, *в*) ее выступающие части фиксируют в соответствующем гнезде формы с натягом 0,01—

0,05 мм. Гарантированный натяг создается за счет разности соответствующих размеров армирующего элемента и посадочного гнезда. Гнездо, предназначенное для фиксации арматуры в форме, образуют подвижные *3* и неподвижные *2* элементы. Вначале арматуру устанавливают в паз неподвижного элемента, затем при смыкании подвижных частей форм арматура деформируется, и создается необходимый натяг.

Для исключения попадания пластмассы на торец *д* арматуры *1* (рис. 76, *г*) используют давление потока полимера, заполняющего оформляющую полость и прижимающего арматуру к формующей поверхности плиты *2*. Арматуру необходимо располагать строго под литниковыми каналами.

К арматуре, показанной на рис. 76, *а*, *в*, предъявляют повышенные требования в отношении точности замыкаемых размеров в пределах 9-го квалитета.

Примеры автоматической установки арматуры в форме приведены в п. 6.1 (см. рис. 153—155).

3.6. ЭЛЕМЕНТЫ ПРИВОДА ПЛИТ ФОРМ

В литьевых формах с несколькими плоскостями разъема 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. Число подвижных плит и очередность их разъема определяются конструкцией изделия и степенью автоматизации формы (см. гл. 6). Плиты могут перемещаться различными механизмами: пружинами (при малом ходе); гидро- и пневмоцилиндрами (в специальных случаях, когда перемещение той или иной плиты не должно быть увязано с ходом раскрытия формы); различными тягами и скобами (получили наибольшее распространение).

Во всех формах с несколькими плоскостями разъема необходимо обеспечивать точное направление и центрирование перемещающихся плит для исключения повреждения оформляющих элементов во время смыкания формы. Тяги, скобы и другие элементы следует располагать так, чтобы они не препятствовали выпаданию отливки из формы.

Тяги бывают жесткие (стержни, планки и пр.) и гибкие (цепи, тросы). Жесткие тяги более точны и применяются чаще. К преимуществам тяг следует отнести простоту их изготовления, к недостаткам — замкнутость кинематической системы формы, требующей повышенной точности настройки хода раскрытия.

На рис. 77 приведены различные типы жестких тяг. Простейший тип тяг (рис. 77, *а*, исполнение 1) обеспечивает раскрытие по плоскости *II—II* после раскрытия формы по плоскости *I—I* на расстояние $s = l$. Одновременно тяга *1* выполняет функцию

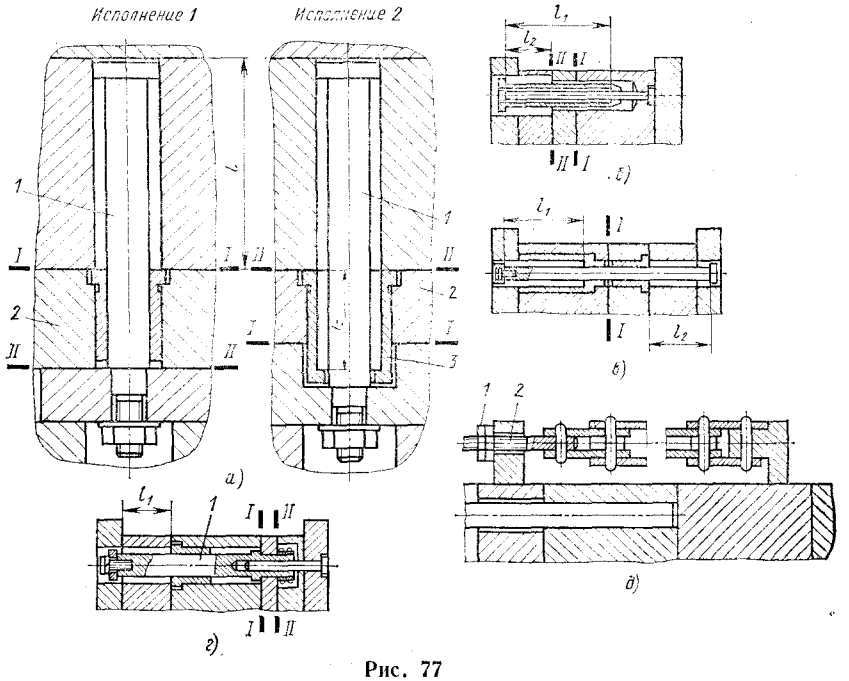


Рис. 77

направляющей колонки для плиты *2*. При большем ходе раскрытия может появиться необходимость в установке втулки *3* (исполнение *2*), увеличивающей рабочую длину раскрытия по плоскости *I—I* на величину l_2. В этом случае тяга *1* предназначена только для перемещения плиты *2*.

Телескопическая тяга (рис. 77, *б*) позволяет значительно увеличить ход плит. При раскрытии по плоскости *I—I* в начальный момент должно быть обеспечено замыкание плит по плоскости *II—II* (это требование относится ко всем формам с несколькими плоскостями разъема). В этом случае ход $s_{I-I} = l_1 + l_2$.

Тяга, показанная на рис. 77, *в*, свободно проходит с обеих сторон формы. Раскрытие начинается по плоскости *I—I*, и ход $s = l_1 + l_2$.

На рис. 77, *г* тяга *1* выполняет функции и 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 не удается разместить жесткие тяги требуемой длины, то можно использовать гибкие тяги (цепи, тросы), размещаемые сбоку ее.

При установке цепи с регулируемой длиной (рис. 77, *д*) используют винт *2* и гайки *1*. На рис. 143 приведен пример использования цепи в форме с автоматическим свинчиванием.

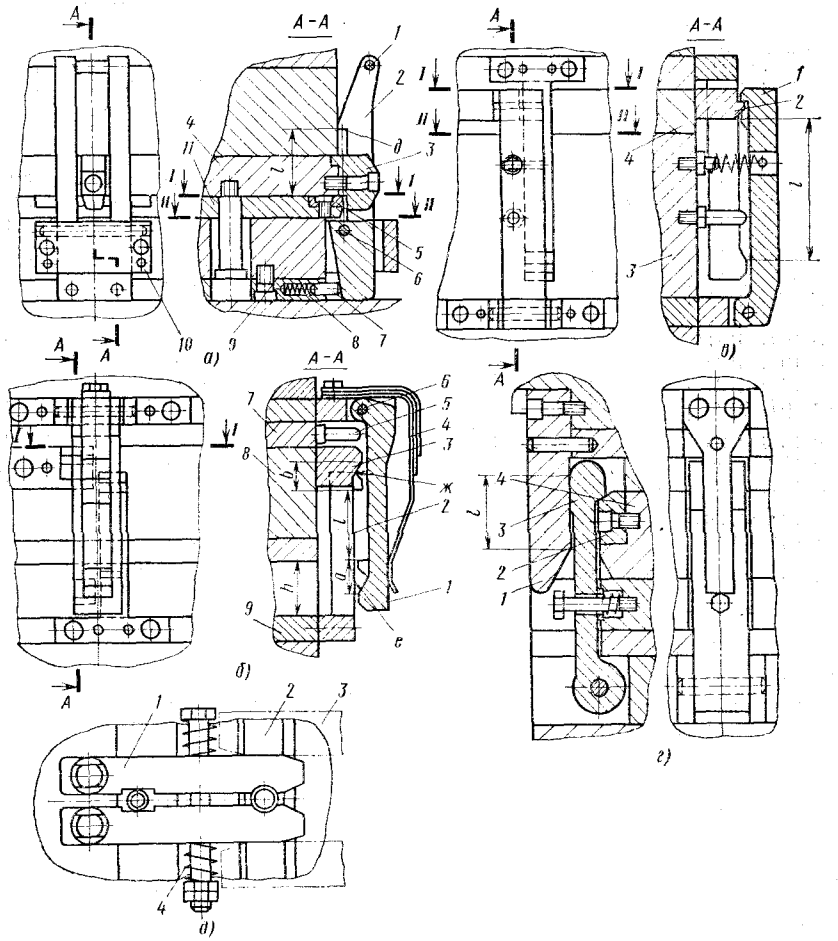


Рис. 78

В отличие от тяг **скобы** имеют следующие преимущества: их можно разъединять, и, следовательно, они не создают замкнутой кинематической цепи; скобы могут раскрывать промежуточные плиты в заданной плоскости одновременно с началом движения подвижной плиты машины или после заданного хода раскрытия формы; скобы крепят к форме сбоку, поэтому они не занимают ее рабочего пространства. Для надежной работы скобы необходимо обеспечивать одновременность действия как зацепов, так и размыкающих кулачков. В крупногабаритных формах с массой отливки более 1 кг применять скобы не рекомендуют. В этом случае их необходимо заменить на пневмо- или гидропривод.

На рис. 78 представлены механизмы привода плит с использованием скоб.

Исполнение на рис. 78, *а* обеспечивает разъем формы по плоскости *I—I* скобой *2*. Скоба сидит на оси *6*, установленной в корпусе *10*. Корпус закреплен на плите *9*. При раскрытии формы по плоскости *II—II* на расстояние *l* скоба зацепом *д* 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 формы по плоскости *II—II*. Удержание и возврат скобы в исходное положение обеспечивают штифт *7* и пружина *8*. Для правильной работы скобы необходимо ее ось *6* размещать на одной прямой со средней линией зацепа. Если ось размещена правее средней линии, то при сцеплении скобы с плитой *11* возникнет вращающий момент, который может сжать пружину *8* и откинуть скобу раньше времени.

Другое исполнение (рис. 78, *б*) представляет собой механизм, обеспечивающий принудительное движение выталкивающей системы или разъем формы по заданной плоскости скобами *1*, *2* и кулачком *3*. Пружина *4* выполняет те же функции, что и пружина *8* на рис. 78, *а*. Однако пружину *4* применяют только в случае, если невозможно использовать винтовые цилиндрические пружины сжатия и растяжения. Упор *5* препятствует повороту скобы *1* вокруг оси *6* после ее расцепления со скобой *2*, предотвращая их поломку при смыкании формы.

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 *l*, необходимый, например, 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 *е* скобы *1* происходит расцепление скоб. Рабочий ход выталкивания $a + b = h - (2 \ldots 3)$ мм.

Исполнение на рис. 78, *в* в первой фазе раскрытия формы обеспечивает сцепление плит *3* и *4*, при этом разъем происходит по плоскости *I—I*. После раскрытия на расстояние *l* происходит расцепление скобы *1* с зацепом *2*, закрепленным на плите *4*. Форма раскрывается по плоскости *II—II*.

По назначению механизма привода исполнения, показанные на рис. 78, *г* и *в*, аналогичны. Отличительная особенность данной конструкции на рис. 78, *г* — наличие запорной планки *1*, гарантирующей замыкание скобы *3* на сухаре *2* на длине *l* хода. Применение запорной планки повышает надежность срабатывания механизма. Недостатки конструкции — увеличенный износ пары запорная планка *1* — скоба *3* и уменьшенный ход *l* удержания плиты *4*.

Механизм на рис. 78, *д* применяют для коротких перемещений съемной плиты, например, для отрыва литника от зацепов (см. табл. 37, вариант 3) или удержания изделия на пуансоне (матрице). Особенность механизма — отсутствие откидывающихся кулачков. Самораскрытие скоб *1* происходит при упоре плиты *2*

в ограничитель. Если сила сопротивления перемещению плиты *2* в начальный момент велика, а усилие замыкания пружины *4* по конструктивным соображениям увеличить не удается, можно применять запорные планки *3*.

3.7. СПОСОБЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОДНУТРЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ФОРМ И ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗНАКОВ

В зависимости от формы, размеров и места расположения поднутрений на изделии оформляющие их элементы можно выполнять в виде отдельных знаков или разъемных секционных матриц (пуансонов), которые перемещаются механическим, гидравлическим или пневматическим приводом.

Механические приводы. *Механизм привода с наклонной колонкой.* Из механических приводов наиболее распространены наклонно расположенные колонки со специальными ползунами, в которых закреплены знаки, оформляющие поднутрение. Часто ползун может быть непосредственно оформляющим элементом или секцией матрицы.

На рис. 79, *а* изображена типовая конструкция наклонной колонки с ползуном. Диаметр отверстия в ползуне *2* минимум на

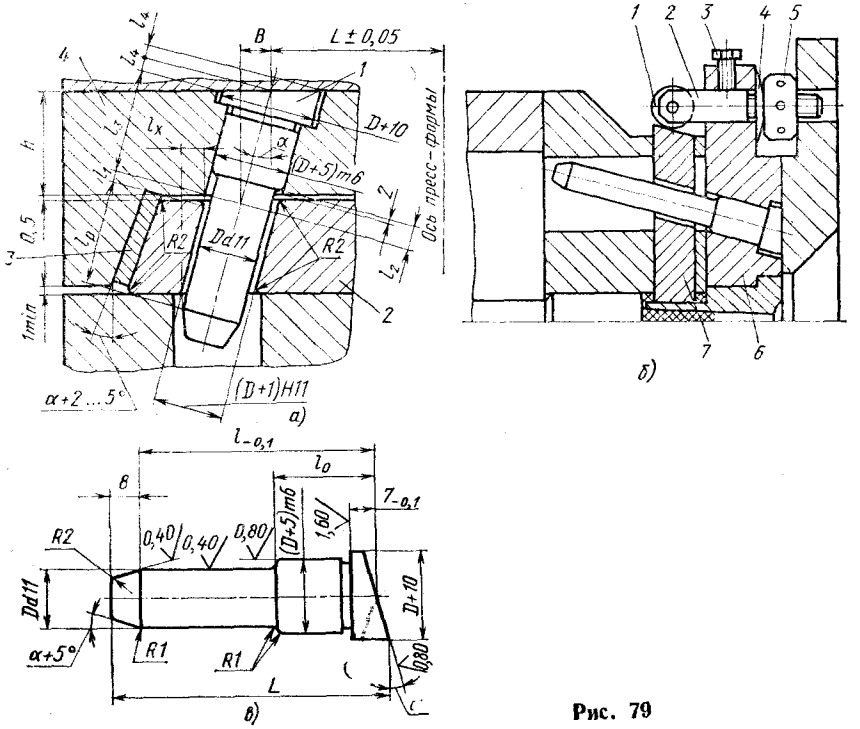


Рис. 79

1 мм больше диаметра колонки *1*. Это необходимо для того, чтобы в начальный момент раскрытия формы разгрузить ползун и закрепленные на нем оформляющие элементы от усилий замыкания формы, а также предотвратить заклинивание колонки в конечный момент смыкания формы, когда компенсационная планка *3* зажимает ползун. Необходимость в компенсационной планке отпадает, если нажимной клин не выполнен за одно целое с плитой *4*, а является вставным или привернутым. В этом случае замыкание регулируют перемещением или подшлифовкой самого клина. Для знаков малых сечений в качестве нажимного элемента ползуна можно использовать ролик *1*, установленный в специальной вилке *2* (рис. 79, *б*) [SU1006248A]. Вилка прямоугольного сечения установлена в плите *6* с возможностью осевого перемещения под действием хвостовика с резьбой и специальной гайки *5*. Для регулирования усилия прижатия ползуна *7* и компенсации износа контактирующих поверхностей ползуна и ролика предназначена гайка *5*. Для фиксации положения вилки служит болт *3*. Тарельчатая пружинная шайба *4* создает осевой натяг гайки при уменьшении усилия затяжки болта *3*.

При необходимости некоторого запаздывания в перемещении ползуна отверстие в нем выполняют больше указанного диаметра или делают овальным.

Для уменьшения изнашивания во время работы направляющие ползуна необходимо покрывать твердыми дисульфид-молибденовыми смазывающими материалами.

Для предотвращения защемления из-за неравномерного температурного расширения подвижные элементы формы (ползуны, знаки, полуматрицы) необходимо включать в систему термостатирования формы.

Исходными данными для расчета исполнительных размеров колонки (рис. 79, *в*) являются: ход ползуна l_x, угол наклона колонки α, диаметр колонки D и толщина h плиты *4*. С достаточной для практических целей точностью колонку рассчитывают по формулам:

$$l_0 = l_3 + l_4 - l_2; \qquad (22)$$

здесь $l_3 = h/\cos\alpha$; $l_4 = 0{,}5\,(D + 10)\,\mathrm{tg}\,\alpha$; $l_2 = 2 + (D + 5)\,\mathrm{tg}\,\alpha$;

$$l = l_p + l_1 + l_3 + l_4; \qquad (23)$$

здесь

$$l_p = l_x/\sin\alpha + 0{,}5/\mathrm{tg}\,\alpha; \qquad (24)$$

$$l_1 = (R + \delta)/\cos\alpha,$$

где $\delta = 0{,}5\,(D_1 - D)$ [D_1 — диаметр отверстия в ползуне *2*];

$$L = l + l_4 + 8. \qquad (25)$$

Разность B координат посадочного отверстия под колонку и отверстия в ползуне

$$B = (h + \delta)\,\mathrm{tg}\,\alpha. \qquad (26)$$

Исполнительные размеры колонок для наиболее широко используемых значений исходных данных приведены в табл. 49. Кроме того, в табл. 49 даны расчетные значения l_1, l_2, l_3, l_4, $l_р$, которые используют при определении исполнительных размеров l_0, l, L, B, если некоторые исходные данные отличаются от табличных.

Пример. Определить l_0, l, L и B при $l_х = 17$ мм, $\alpha = 15°$, $D = 20$ мм, $h = 55$ мм.

Поскольку $l_х$ и h отличаются от табличных, то для определения исполнительных размеров колонки необходимо определить значения l_1, l_2, l_3, l_4, $l_р$.

Так как в формулы для определения l_1, l_2, l_4 не входят исходные значения $l_х$ и h, отличающиеся от табличных, выбираем их по табл. 49: $l_1 = 2{,}6$; $l_2 = 8{,}7$; $l_4 = 4{,}0$.

По формуле (24)

$l_р = 17/\sin 15° + 0{,}5/\mathrm{tg}\,15° = 67{,}54$ мм; принимаем $l_р = 67{,}5$ мм. $l_3 = 31{,}1 + 25{,}9 = 57{,}0$ мм, где $l_3 = 31{,}1$ мм — табличное значение при $h = 30$ мм и $l_3 = 25{,}9$ мм — табличное значение при $h = 25$ мм.

Тогда [см. формулы (22), (23), (25)]

$l_0 = 57{,}0 + 4{,}0 - 8{,}7 = 52{,}3$ мм; $l = 67{,}5 + 2{,}6 + 57{,}0 + 4{,}0 = 131{,}1$ мм;

$$L = 131{,}1 + 4{,}0 + 8 = 143{,}1 \text{ мм}.$$

По формуле (26) $B = (55 + 0{,}5)\,\mathrm{tg}\,15° = 14{,}8$.

Для предотвращения смещения ползуна после раскрытия формы необходимо применять фиксирующие устройства. Наиболее надежная и удобная конструкция показана на рис. 80, *а*. При раскрытии формы колонка *4* отводит ползун *5* на ход $l_х$ (см. рис. 79) ползуна. Пружина *2* и винт *3* удерживают ползун от возможного смещения. Расстояние *а* между упором *1* и ползуном должно быть на 1,0—1,5 мм больше длины $l_х$ хода ползуна. Это необходимо для компенсации погрешностей расчета и изготовления. Если по

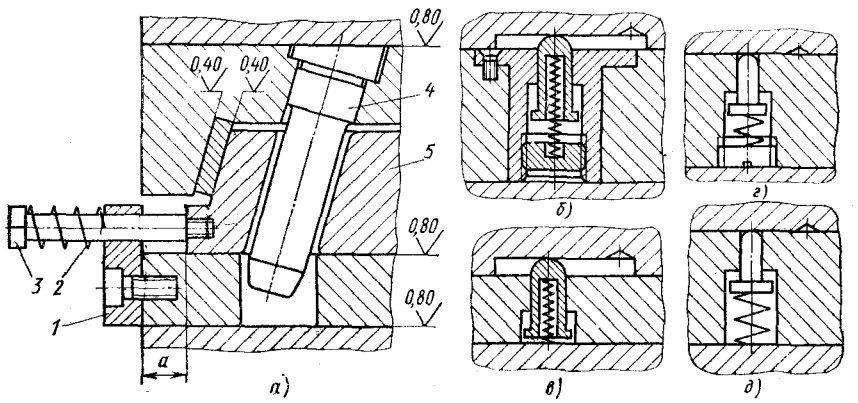


Рис. 80

Таблица 49

Исполнительные и расчетные размеры, мм, лекальных колонок (см. рис. 79)

D	h	$l_х$	α, °	L	l	l_0	B	$l_р$	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		137,4	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	8,5	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		26,6	
		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		87,5	75,0			30,6			
		25		131,3	118,8			74,5			

Продолжение табл. 49

D	h	l_x	α, °	L	l	l_0	B	l_p	l_2	l_3	l_4
18	20	3	15	52,4	40,6	16,3	5,5	13,5	8,2	20,7	3,8
		5		60,1	48,3			21,2			
		10		79,4	67,6			40,5			
		25		137,4	125,6			98,5			
	25	3		57,6	45,8	21,5	6,8	13,5		25,9	
		5		65,3	53,5			21,2			
		10		84,6	72,8			40,5			
		25		142,6	130,8			98,5			
	30	3		62,8	51,0	26,7	8,2	13,5		31,1	
		5		70,5	58,7			21,2			
		10		89,8	78,0			40,5			
		25		147,8	136,0			98,5			
	35	3		67,9	56,1	31,8	9,5	13,5		36,2	
		5		75,6	63,8			21,2			
		10		94,9	83,1			40,5			
		25		152,9	141,1			98,5			
	20	3	18	51,8	39,3	16,0	6,7	11,2	9,5	21,0	4,5
		5		58,3	45,8			17,7			
		10		74,6	62,1			34,0			
		25		123,1	110,6			82,5			
	25	3		57,1	44,6	21,3	8,3	11,2		26,3	
		5		63,6	51,1			17,7			
		10		79,9	67,4			34,0			
		25		128,4	115,9			82,5			
	30	3		62,3	49,8	26,5	9,9	11,2		31,5	
		5		68,8	56,3			17,7			
		10		85,1	72,6			34,0			
		25		133,6	121,1			82,5			
	35	3		67,6	55,1	31,8	11,5	11,2		36,8	
		5		74,1	61,6			17,7			
		10		90,4	77,9			34,0			
		25		138,9	126,4			82,5			
	20	3	20	52,3	39,2	16,0	7,5	10,2	10,4	21,3	5,1
		5		58,1	45,0			16,0			
		10		72,7	59,6			30,6			
		25		116,6	103,5			74,5			
	25	3		57,6	44,5	21,3	9,3	10,2		26,6	
		5		63,4	50,3			16,0			
		10		78,0	64,9			30,6			
		25		121,9	108,8			74,5			
	30	3		63,9	50,8	26,6	11,1	10,2		31,9	
		5		69,7	56,6			16,0			
		10		84,3	71,2			30,6			
		25		128,2	115,1			74,5			
	35	3		69,3	56,2	32,0	12,9	10,2		37,3	
		5		75,1	62,0			16,0			
		10		88,1	75,6			30,6			
		25		132,6	119,5			74,5			

Продолжение табл. 49

D	h	l_x	α, °	L	l	l_0	B	l_p	l_2	l_3	l_4
20	20	3	15	52,8	40,8	16,0	5,5	13,5	8,7	20,7	4,0
		5		60,5	48,5			21,2			
		10		79,8	67,8			40,5			
		25		137,8	125,8			98,5			
	25	3		58,0	46,0	21,2	6,8	13,5		25,9	
		5		65,7	53,7			21,2			
		10		85,0	73,0			40,5			
		25		142,9	130,9			98,5			
	30	3		63,1	51,1	26,3	8,2	13,5		31,1	
		5		70,8	58,8			21,2			
		10		90,1	78,1			40,5			
		25		148,2	136,2			98,5			
	35	3		68,3	56,3	31,5	9,5	13,5		36,2	
		5		76,0	64,0			21,2			
		10		95,3	83,3			40,5			
		25		153,2	141,2			98,5			
	20	3	18	52,6	39,7	15,7	6,7	11,2	10,1	21,0	4,9
		5		59,0	46,2			17,7			
		10		75,3	62,4			34,0			
		25		123,8	110,9			82,5			
	25	3		57,9	45,0	21,1	8,3	11,2		26,3	
		5		64,3	51,5			17,7			
		10		80,6	67,7			34,0			
		25		129,1	116,2			82,5			
	30	3		63,1	50,2	26,3	9,9	11,2		31,5	
		5		69,5	56,7			17,7			
		10		85,8	73,0			34,0			
		25		134,3	121,4			82,5			
	35	3		68,4	55,5	31,6	11,5	11,2		36,8	
		5		74,8	62,0			17,7			
		10		91,1	78,2			34,0			
		25		139,6	126,7			82,5			
	20	3	20	52,4	39,5	15,7	7,5	10,2	11,1	21,3	5,5
		5		58,8	45,4			16,0			
		10		73,4	60,0			30,6			
		25		117,3	103,9			74,5			
	25	3		58,3	44,8	21,0	9,3	10,2		26,6	
		5		64,1	50,7			16,0			
		10		78,7	65,3			30,6			
		25		122,7	109,2			74,5			
	30	3		63,6	50,1	26,3	11,1	10,2		31,9	
		5		69,4	56,0			16,0			
		10		84,0	70,6			30,6			
		25		127,9	114,5			74,5			
	35	3		68,8	55,5	31,6	12,9	10,2		37,3	
		5		74,6	61,3			16,0			
		10		89,4	75,9			30,6			
		25		133,3	119,8			74,5			

Продолжение табл. 49

D	h	l_x	α, °	L	l	l_0	B	l_p	l_2	l_3	l_4
	20	3		54,2	41,5			13,5			
		5		61,9	49,2	15,4	5,5	21,2		20,7	
		10		81,2	68,5			40,5			
		25		139,1	126,4			98,5			
	25	3		59,4	46,7			13,5			
		5		67,1	54,4	20,6	6,8	21,2		25,9	
		10		86,4	73,7			40,5			
		25	15	144,3	131,6			98,5	10,0		4,7
	30	3		64,5	51,8			13,5			
		5		72,6	59,5	25,7	8,2	21,2		31,1	
		10		91,5	78,8			40,5			
		25		149,5	136,8			98,5			
	35	3		69,7	57,0			13,5			
		5		77,4	64,7	30,9	9,5	21,2		36,2	
		10		96,7	84,0			40,5			
		25		154,6	141,9			98,5			
	20	3		54,2	40,5			11,2			
		5		60,7	47,0	15,0	6,7	17,7		21,0	
		10		77,0	63,3			34,0			
		25		125,4	111,7			82,5			
	25	3		59,5	45,8			11,2			
		5		66,0	52,3	20,0	8,3	17,7		26,3	
		10		82,3	68,6			34,0			
25		25	18	130,8	117,1			82,5	11,7		5,7
	30	3		64,7	51,0			11,2			
		5		71,2	57,5	26,0	9,9	17,7		31,5	
		10		87,4	73,7			34,0			
		25		135,9	122,2			82,5			
	35	3		70,0	56,3			11,2			
		5		76,5	62,8	30,8	11,5	17,7		36,8	
		10		92,7	79,0			34,0			
		25		141,2	127,5			82,5			
	20	3		54,8	40,4			10,2			
		5		60,7	46,3	20,4	7,5	16,0		21,3	
		10		75,3	60,9			30,6			
		25		119,2	104,8			74,5			
	25	3		60,2	45,8			10,2			
		5		66,0	51,6	23,7	9,3	16,0		26,6	
		10		80,6	66,2			30,6			
		25	20	124,5	110,1			74,5	12,9		6,4
	30	3		65,5	51,1			10,2			
		5		71,3	56,9	27,2	11,1	16,0		31,9	
		10		85,9	71,5			30,6			
		25		129,8	115,4			74,5			
	35	3		70,8	56,4			10,2			
		5		77,7	62,3	30,8	12,9	16,0		37,3	
		10		91,3	76,9			30,6			
		25		135,2	120,8			74,5			

Примечания: 1. $l_1 = 2{,}6$ мм.
2. Значения B и l_1 даны при $R = 2$ мм и $\delta = 0{,}5$ мм.

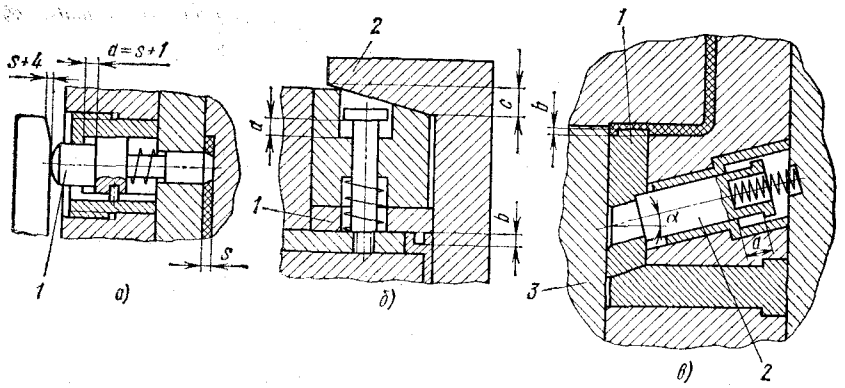


Рис. 81

каким-либо причинам эту конструкцию нельзя разместить в форме, то можно использовать варианты, показанные на рис. 80, *б—д*; первый из них, выполненный в виде сменного узла, отличается простотой регулирования усилия пружины и может быть заменен без разборки формы, остальные — достаточно просты и не требуют дополнительного пояснения.

Пружинные механизмы привода применяют для перемещения ползунов и оформляющих элементов, когда ход невелик (обычно не превышает 5 мм). Для материалов с высокой адгезией (например, стеклонаполненных) и для перемещения тяжелых ползунов рекомендуют применять тарельчатые пружины.

На рис. 81, *а* показан пример использования пружины для непосредственного перемещения оформляющего знака *1*, размещенного с внешней стороны изделия и возвращаемого в рабочее положение клином *2*.

Конструкцию, показанную на рис. 81, *б*, можно использовать для перемещения оформляющей стенки *1* 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 $b < a < c$.

На рис. 81, *в* показана конструкция узла, в котором оформляющий элемент *1* извлекается из изделия подпружиненным пальцем *2*, установленным под углом α. Ход пальца $a = (b + 1)/\sin\alpha$. В исходное положение оформляющий элемент возвращает плита *3*. В таких конструкциях должно быть не менее двух пальцев.

Ползун *1* (рис. 82, *а*) перемещается под углом к направлению разъема, выходя из поднутрения. Ход ползуна $a = (b + 0{,}5)\sin\alpha$, где b — глубина поднутрения. Следует учесть, что плоскость A ползуна должна быть на 0,3—0,5 мм ниже плоскости $Б$ матрицы. Это необходимо для предотвращения углубления ползуна в изделие, препятствующего свободному выходу ползуна.

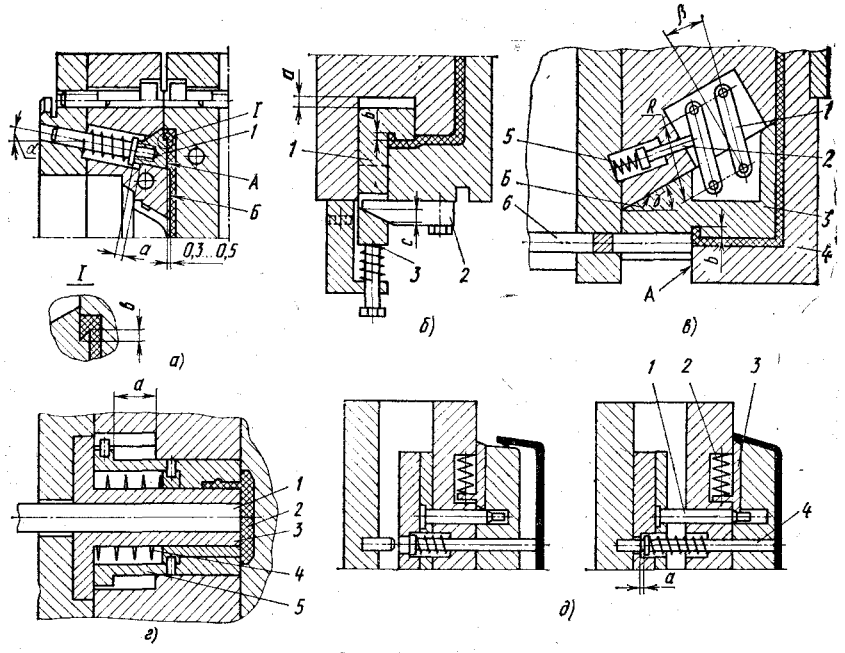


Рис. 82

При размыкании формы клин *2* (рис. 82, *б*) освобождает оформляющий ползун *1*, который под действием пружины *3* выходит из поднутрения. При этом должно соблюдаться соотношение $b < a < c$.

Извлечение из изделия поднутряющего элемента происходит следующим образом. Толкатель *6* (рис. 82, *в*) через изделие взаимодействует с поднутряющей вставкой *3*, которая получает сложное движение благодаря наличию рычагов *1*. Пройдя определенное расстояние, вставка выходит из поднутряющей полости изделия, а толкатели продолжают движение и сбрасывают его. Пружина *5* через шток *2* удерживает рычаги со вставкой в разомкнутом положении. При смыкании формы вставка возвращается в исходное положение плоскостью *А* матрицы *4*. Верхняя головка выталкивателя имеет прямоугольное сечение. Минимальный угол наклона β оси рычагов к нормали плоскости *Б*

$$\beta = \arcsin [b/(2R \sin \alpha)], \qquad (27)$$

где b — глубина поднутрения; R — длина рычагов; α — угол наклона плоскости *Б* к направлению разъема формы.

Минимальная доля хода выталкивающей системы, необходимая для извлечения из изделия вставки *3*, $h = b/\mathrm{tg}\,\alpha$. При этом должно выполняться условие $\beta < \alpha$. Угол α рекомендуют принимать не более 30°.

В конструкции по рис. 82, *г* пружина используется в сочетании с выталкивателем. После раскрытия формы и включения выталкивающей системы втулка *5* совместно с изделием *2* под действием пружины *4* и выталкивателя *1* перемещается на расстояние *а* до полного съема изделия с втулки *3*. При дальнейшем ходе выталкивателя изделие выходит из втулки *5* за счет его деформации в образовавшееся свободное пространство. Для полной автоматизации съема изделия выталкиватель *1* следует выполнять самовозвратным (см. выше) либо использовать пневмосистему.

В конструкции на рис. 82, *д* при включении выталкивающей системы колонка *1* своей конической частью воздействует на подпружиненный оформляющий ползун *3*, который деформирует боковую стенку изделия и освобождает ее от поднутрения. При этом в выталкивающей системе выбирается зазор *а* и в работу включается выталкиватель *4*. Изделие сбрасывается. После возврата выталкивающей системы в исходное положение ползун под действием пружины *2* также возвращается в исходное положение.

Прочие механические механизмы привода поднутряющих знаков. Поднутрение оформляется подвижными знаками *2* (рис. 83, *а*). расположенными под углом α к направлению выталкивания.

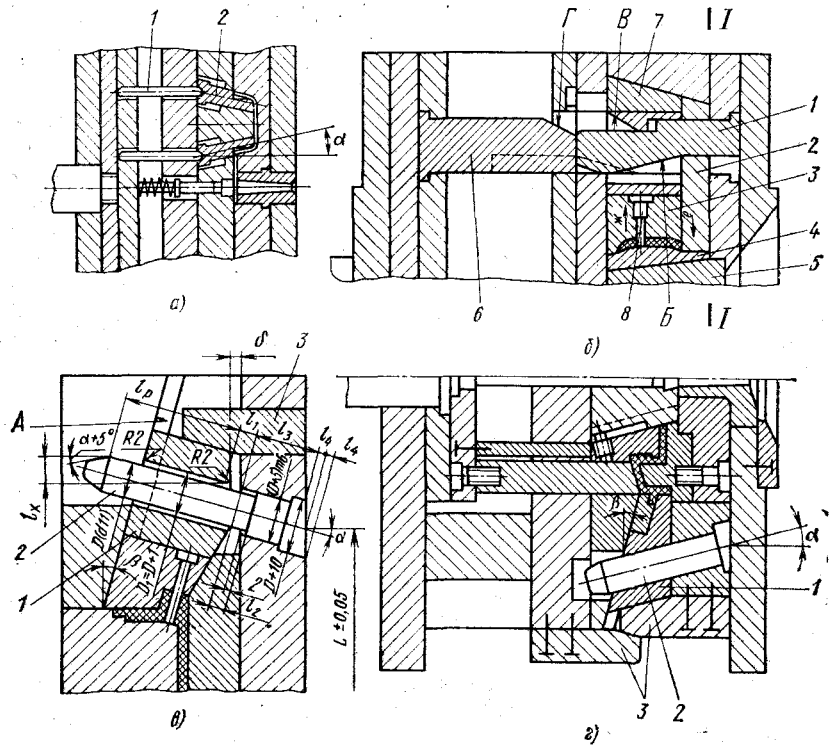


Рис. 83

Знаки приводятся в движение выталкивателями *1*. Отличительная особенность выталкивателей — наличие сферического основания, благодаря которому при выталкивании они свободно наклоняются.

Конструкция на рис. 83, *б* является примером сочетания в одном узле механизмов перемещения оформляющих элементов во взаимно противоположных направлениях. При размыкании формы по плоскости *I—I* запорный клин *5* выходит из контакта с формующей стенкой *4* и освобождает ее. Ведущий клин *1* плоскостью *Б* воздействует на планку-ползун *2*, на которой жестко закреплена формующая стенка *4*, и перемещает ее в направлении, показанном стрелкой *е*, освобождая поднутрение. При включении выталкивателя клин *6* наклонной плоскостью *Г* воздействует на плоскость *В* ползуна *7*, с которым соединена оформляющая стенка *3*, со знаком *8* и перемещает ползун в направлении, показанном стрелкой *ж*.

Механизмы на рис. 83, *в*, *г* предназначены для оформления отверстия (выступа), расположенного под углом к основной плоскости разъема формы. От типового механизма с наклонной колонкой (см. рис. 79, *а*) эти конструкции отличаются положительным (отрицательным) углом наклона плоскости хода ползунов *1*. При расчете исполнительных размеров колонки можно пользоваться методикой расчета типового узла (см. рис. 79, *а*), где $l_р = l_х \cos \beta / \sin \alpha + 0{,}5/\operatorname{tg} \alpha$. Для механизма на рис. 83, *в* угол наклона α колонки *2* можно увеличить по сравнению с типовым (рис. 79, *а*) на угол β, а для механизма на рис. 83, *г* — уменьшить на угол β. Следует учитывать, что при отрицательном угле β (рис. 83, *г*), превышающем угол трения, в сомкнутой форме на ползун *1* действуют отжимающие усилия; поэтому запирающие клинья *3* должны быть надежно прикреплены к соответствующим плитам или выполнены за одно целое с ними.

При больших отрицательных углах наклона ползуна ($\beta > 15°$), когда применение наклонных колонок *2* или пружинных механизмов невозможно, используют шариковый передаточный механизм (рис. 84, *а*) или рычажные механизмы (рис. 84, *б*, *в*). Шариковый механизм работает следующим образом. На первом этапе выталкивания первая ступень *7* выталкивающей системы формы перемещается на расстояние $h > l$; при этом шток *6* действует на шарики *5* и через них на шток *3*, выводя из поднутрения ползун *2* и сжимая пружину *1*. На втором этапе включается вторая ступень *8* выталкивающей системы — изделие выталкивается выталкивателями *4*. В исходное положение упор *3* и шарики возвращаются пружиной *1* при отходе выталкивающей системы назад.

Рычажный механизм [А. с. 876459 (СССР)] работает следующим образом. При движении плит *1*, *2* (рис. 84, *б*) выталкивающей системы вправо рычаг *5* поворачивается вокруг оси *6* и выдвигает ползун *4* из изделия на расстояние *b*. При этом выталкиватель *3* неподвижен до полной выборки зазора *a*. Затем изделие выталкивается. Выбор и расчет исполнительных размеров *a*, *c*, *d*, *r*, *R*, *h* выполняют в такой последовательности: конструктивно определяют длину *r* меньшего плеча рычага *5*. Длину большего рычага принимают $R = (2{,}0 \ldots 2{,}5)\, r$. Определяют

$$a = R \sin (90° - \beta) - R \cos (90° - \beta) \times \operatorname{tg} (90° - \beta - \varphi) + 1 \ldots 2 \text{ мм}, \quad (28)$$

где $\varphi = \operatorname{arctg} (\beta / r)$.

Ход выталкивающей системы

$$h = a + h_в + 5 \text{ мм}, \quad (29)$$

где $h_в$ — доля хода, необходимая для выталкивания изделия.

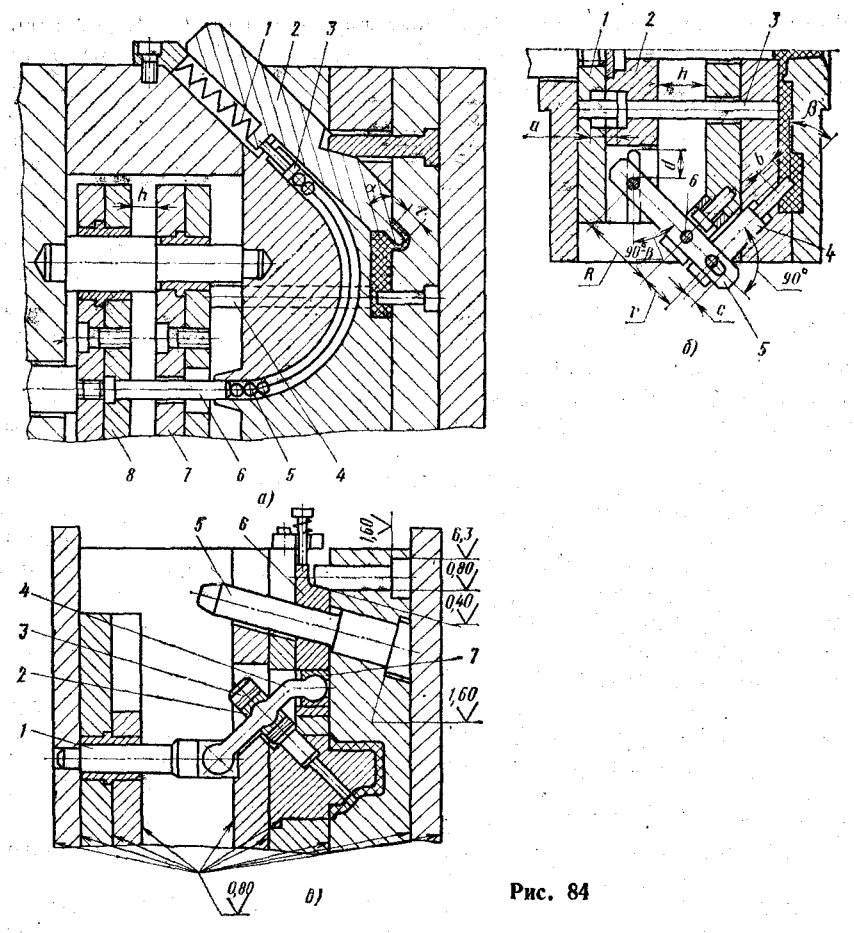


Рис. 84

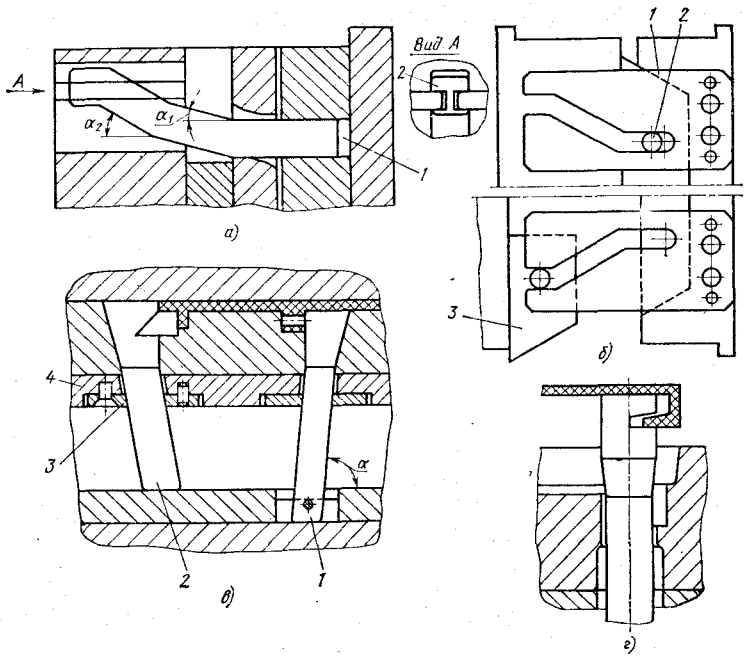


Рис. 85

После конструктивной проработки выталкивающей системы уточняют значения R и a и определяют

$$d = R\,[1 - \cos(90° - \beta)] + 1 \ldots 3 \text{ мм};$$

$$c = r\,[1 - \cos(90° - \beta)]/\cos(90° - \beta) + 1 \ldots 3 \text{ мм}. \qquad (30)$$

Особенность конструкции на рис. 84, *в* заключается в том, что рычаг *4*, служащий для извлечения знака *3*, приводится в движение не выталкивающей системой, как в предыдущем случае, а ползуном *6*. Рычаг шарнирно закреплен в стойке *1*. В местах взаимодействия рычага с ползуном и знаком в шарнирные соединения введены скользящие опорные пластины *7* и *2*, служащие для уменьшения износа соединений. При раскрытии формы колонка *5* перемещает ползун, который тянет рычаг и поворачивает его на некоторый угол. При этом знак выходит из изделия. Такие системы можно с успехом применять при малом ходе знака. Преимущества этой конструкции по сравнению с предыдущей: бóльшая надежность в работе и высвобождение выталкивающей системы от функций извлечения знака; недостаток — большая трудоемкость изготовления.

На рис. 85, *а* показана конструкция двухступенчатой колонки. На первом этапе разъема формы колонка *1* имеет малый угол наклона рабочей поверхности ($\alpha_1 \leqslant 15°$), что требует больших

усилий для перемещения ползуна. На втором этапе, поскольку сопротивление перемещению ползуна уменьшается, угол наклона второй ступени колонки увеличивается ($15° \leqslant \alpha_2 \leqslant 30°$), что позволяет уменьшить рабочую длину колонки, а следовательно, и высоту формы. При использовании двухступенчатых колонок отверстие в ползуне выполняют с двумя наклонными поверхностями, которые контактируют поочередно с соответствующими поверхностями колонки. Для увеличения жесткости длинной колонки на ее конце рекомендуют выполнять пазы, в которых перемещаются направляющие *2*.

В ряде случаев для раздвижных полуматриц можно использовать специальные планки с направляющими пазами; планки устанавливают по обе стороны от полуматрицы (рис. 85, *б*). Для зацепления полуматриц *3* с планками *1* предназначен штифт *2*. Для уменьшения сил трения в пазах штифт можно заменить роликом.

Поднутрения оформляют с помощью клиньев (рис. 85, *в*), служащих одновременно выталкивателями (клин *1*), а в некоторых случаях колонкой возврата (клин *2*). Такая конструкция позволяет оформлять поднутрения, расположенные как на наружной, так и на внутренней стороне стенки детали на любом расстоянии от стенки изделия. Для увеличения длины направляющей поверхности клина и обеспечения надежности его работы в плиту *4* вводят направляющую планку *3*, устанавливаемую по месту. При $\alpha \leqslant 75°$ опорный конец хвостовика клина следует выполнять с роликом.

Конструкцию с поднутрением, оформляемым в выталкивателе (рис. 85, *г*), можно использовать в случаях, когда поднутрения на изделии расположены с одной стороны и изделие снимают вручную. Такой вариант предназначен для прессовых форм.

Для вывода знаков, оформляющих боковые радиально расположенные отверстия, можно применять общий привод с поводковым кольцом *3* (рис. 86, *а*). Поводковое кольцо поворачивается вокруг направляющей шайбы *4* под действием наклонных колонок *5* и взаимодействует с ползунами *2* через штифты *1*.

Конструкция на рис. 86, *б* обеспечивает съем изделия (шестерни), имеющего два зубчатых венца с различными углами наклона зубьев (в том числе и с противоположными направлениями). Один из венцов может быть выполнен в виде арматуры *2*. При выталкивании изделия толкателями *5* матрица *1* и вставка *4* поворачиваются вокруг своей оси на угол, определяемый углом наклона зубьев, и обеспечивают свободный выход изделия. Для уменьшения нагрузки на зубья и облегчения поворота матрицы и вставки *4* на поверхности трения *А*, *Б*, *В* наносят твердый графитовый или дисульфидмолибденовый смазывающий материал, а по буртикам вводят шарики *3*.

Реечный механизм привода (рис. 87, *а*) целесообразно использовать для поднутрений глубиной до 30 мм [$l_р = L - (c + t)$].

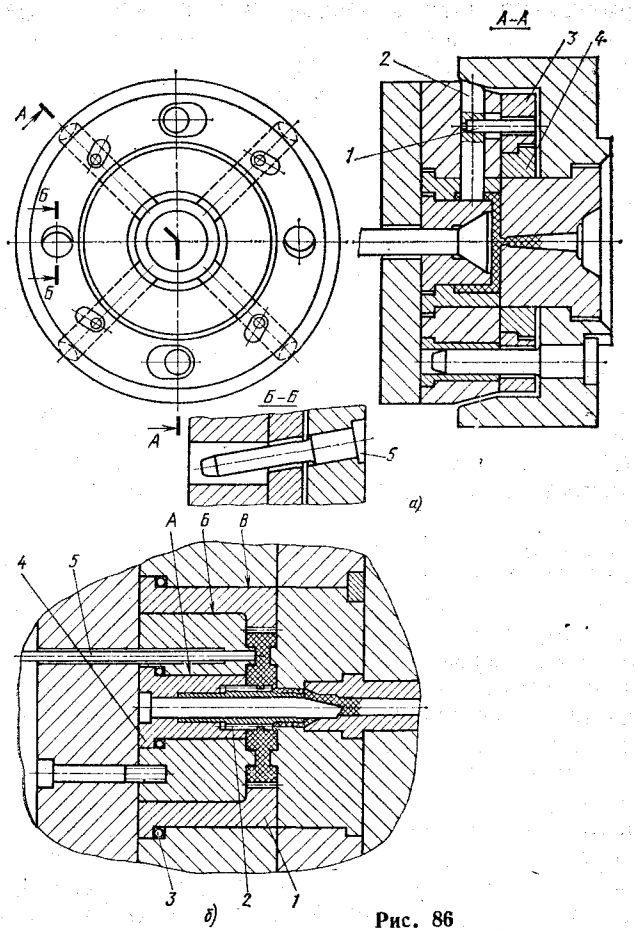


Рис. 86

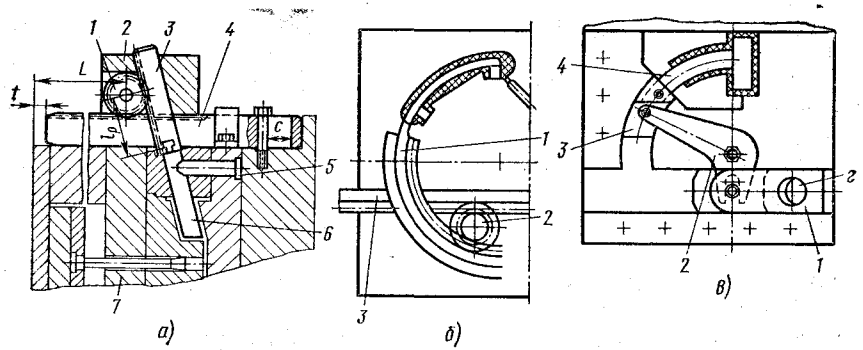


Рис. 87

Оформляющий знак *6* закреплен в рейке *3* и фиксируется клином *5*. Рейка *3* находится в зацеплении с шестерней *1*, установленной в корпус *2*. Корпус закреплен на плите *7*. Для вращения шестерни предназначена рейка *4*, свободный ход *с* которой обеспечивает при размыкании формы выход клина *5* из знака *6*. При этом рейка *4* не должна выходить из зацепления с шестерней *1*; в противном случае возможен сдвиг зубчатой системы и повреждение формы при смыкании. Эту конструкцию применяют, если не удается закрепить рейку *4* в выталкивающей системе.

Конструкция узла с креплением рейки в выталкивающей системе показана на рис. 195 (сечение *Б—Б*).

В ряде случаев реечные механизмы могут оказаться очень удобными для извлечения сложных криволинейных знаков большой длины. Для вывода таких знаков используют криволинейную (дуга окружности) рейку *1* (рис. 87, *б*), выполненную за одно целое со знаком. Рейка *1* зацепляется с шестерней *2*, которая приводится во вращение рейкой *3*. Для уменьшения хода рейки *3* венец зацепляющейся с ней шестерни может иметь меньшее число зубьев.

Менее длинные криволинейные знаки можно извлекать с помощью рычажного механизма (рис. 87, *в*). При размыкании формы наклонная колонка, размещенная в отверстии *г*, сообщает поступательное движение ползуну *1*, связанному с рычагом *2*. При повороте рычаг перемещает ползун *3* с закрепленным в нем знаком *4* по дуге окружности и извлекает знак из изделия. Выталкивание изделия из формы выполняет выталкивающая система.

Оформление кольцевого поднутрения в конструкции на рис. 88 осуществляется эластичным телом (резина, полиуретан). При смыкании формы эластичное оформляющее кольцо *1* устанавливается колпачком *2* на конус пуансона *3* и увеличивается в диаметре, образуя кольцевой оформляющий выступ. При раскрытии формы по плоскости *I—I* на расстояние, достаточное для выпадания изделия, оно удерживается на пуансоне. Затем останавливается сталкивающая плита *4* с изделием, и форма размыкается по плоскости *II—II*. Пуансон извлекается из изделия, и эластичное кольцо *1* уменьшается в диаметре, выйдя из поднутрения. При дальнейшем ходе пуансон тягой *5* выводит из изделия кольцо *1* и колпачок *2*. Изделие выпадает. Окончательные размеры эластичного оформляющего кольца уточняют после испытания формы.

Ниже приведены примеры извлечения поднутряющих знаков, которые, как правило, используют в съемных формах. В конструкции на рис. 89, *а* резьбовое отверстие, расположенное перпендикулярно направлению выталкивания изделия, оформляется знаком *1*. Извлекают знак из изделия вручную вращением до тех пор, пока резьбовая втулка *3*, имеющая возможность перемещаться по знаку, не достигнет ограничительной шайбы *2*. В этот момент резьбовый знак выходит из изделия, и его можно извлекать.

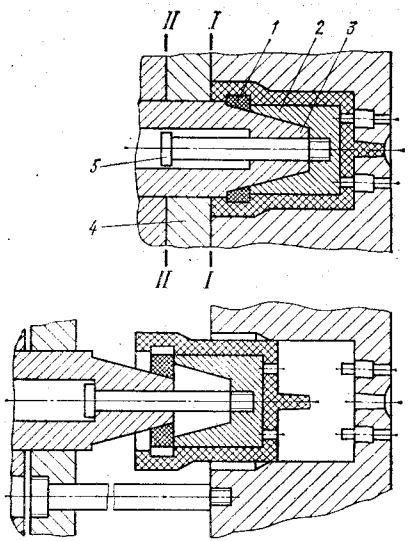


Рис. 88

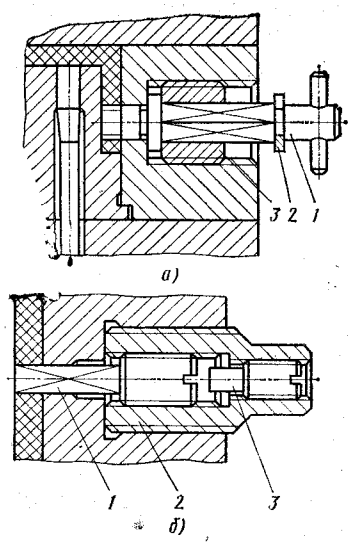


Рис. 89

Втулка *3* может иметь шаг резьбы, отличный от шага резьбы оформляющего знака.

Конструкция на рис. 89, *б* обеспечивает ускоренное извлечение (установку) формующего знака *1*. Это возможно благодаря наличию на втулке *2* внутренней и внешней резьбы левой и правой. При вращении втулки скорость движения знака равна сумме скоростей поступательного перемещения втулки в матрице и знака во втулке. Ход знака на один оборот втулки равен сумме шагов ее внутренней и внешней резьбы. При упоре знака в пробку *3* вращение втулки прекращается, что свидетельствует о полном выходе знака из изделия [А. с. 816761 (СССР)].

Гидравлические и пневматические приводы. Гидравлический привод (см. рис. 176, *е*) применяют для извлечения из отливки крупных, тяжелых, длинных оформляющих знаков, когда необходимы большие усилия. Для этого используют гидроцилиндры двойного действия. Применение гидропривода особенно целесообразно, когда предусмотрена возможность его подключения к гидроприводу машины.

Пневматический привод (см. рис. 140) применяют в основном для перемещения длинных небольшого диаметра оформляющих знаков с небольшим усилием сцепления с материалом.

При использовании цилиндров давление расплава на оформляющий элемент воспринимается, как правило, запорным клином, а сам цилиндр только перемещает знак.

Цилиндры следует монтировать в форме так, чтобы на их штоки не действовали боковые нагрузки и штоки не выполняли функции направляющих тяжелонагруженных формующих элементов. Из-за сложности синхронизации работы двух параллельных цилиндров не рекомендуют на один ползун устанавливать более одного цилиндра. Для обеспечения стабильной работы цилиндры должны быть теплоизолированы от горячих частей формы.

Управляют цилиндрами вручную или автоматически с помощью конечных выключателей и (или) реле времени.

3.8. РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Исполнительные размеры формообразующих элементов назначают в зависимости от допуска на размеры изделия и усадки формуемого материала. Методика расчета гладких формообразующих элементов в соответствии с ГОСТ 15947—70 приведена в табл. 50.

Углы конусов поверхностей формообразующих деталей, предусматриваемые для съема изделий, нужно располагать в пределах поля допуска размера изделия и назначать не менее приведенных в табл. 51. Уклоны должны быть направлены в сторону увеличения охватывающих размеров и в сторону уменьшения охватываемых размеров формообразующих деталей.

Исполнительные размеры гладких формообразующих деталей, рассчитанные по формулам табл. 50, следует округлять с кратностью, указанной в табл. 52 (охватывающие размеры — в сторону увеличения, а охватываемые, межосевые и прочие — в сторону уменьшения).

Пример расчета исполнительных размеров гладких формообразующих деталей. Рассчитать исполнительные размеры гладких формообразующих деталей для изделия (рис. 90, *а*) из полистирола блочного по ГОСТ 20282—74. Усадка $S = 0{,}4 \ldots 0{,}8\ \%$.

1. Допуски, заданные чертежом изделия, не меньше достижимых допусков, рассчитанных по формулам табл. 54.

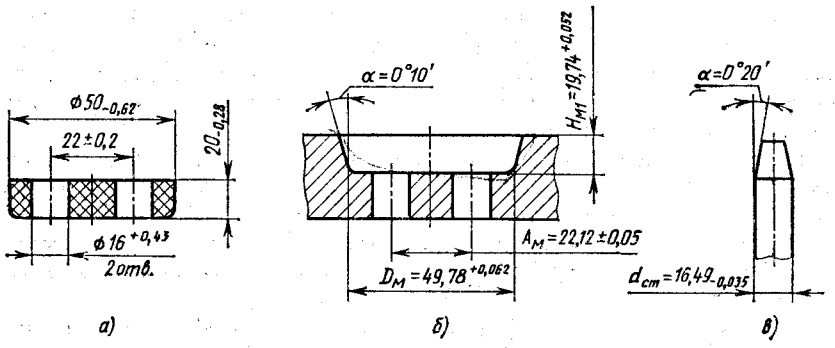
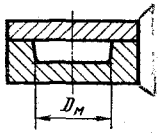
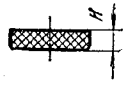
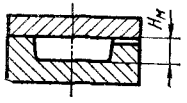
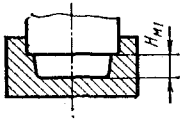
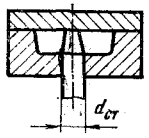
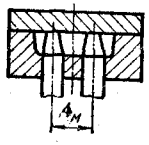


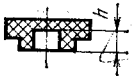
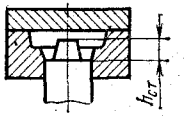
Рис. 90

Таблица 50

Расчет гладких формообразующих элементов

Размеры изделия	Размеры формообразующих деталей	Расчетная формула
Охватываемые диаметральные	Охватывающие 	$D_м = D_{max} + D_{max} \cdot 0{,}01 S_{max} - T_и$
Охватываемые высотные 	Охватывающие высотные, не зависящие от толщины облоя 	$H_м = H_{max} + H_{max} \cdot 0{,}01 S_{ср} - 0{,}5 (T_и + T_ф)$
	Охватывающие высотные, зависящие от толщины облоя (пресс-формы прямого прессования) 	$H_{м1} = H_{max} + H_{max} \cdot 0{,}01 S_{ср} - c - 0{,}5 (T_и + T_ф)$
Охватываемые диаметральные	Охватывающие 	$d_{ст} = d_{min} + d_{min} \cdot 0{,}01 S_{min} + T_и$
межосевые		$A_м = A + A \cdot 0{,}01 S_{ср}$

Продолжение табл. 50

Размеры изделия	Размеры формообразующих деталей	Расчетная формула
Прочие, не относящиеся к охватываемым, охватывающим и межосевым (глубина паза, высота уступа и т. п.) 		$h_{ст} = h_{min} + h_{min} \cdot 0{,}01 S_{ср} + 0{,}5 (T_и + T_ф)$

Примечание. D_{max}, H_{max} — наибольшие предельные размеры изделия, мм; d_{min}, h_{min} — наименьшие предельные размеры изделия, мм; S_{max}, S_{min}, $S_{ср}$ — соответственно наибольшая, наименьшая и средняя усадка пластмассы, %; $T_и$ — допуск на размер изделия, мм; $T_ф$ — допуск на размер формообразующих деталей (табл. 53); c — поправочный коэффициент, учитывающий толщину облоя в формах прямого прессования (для древесного наполнителя пресс-массы $c = 0{,}1$ мм, минерального — $c = 0{,}2$ мм, волокнистого — $c = 0{,}3$ мм).

Таблица 51

Минимально допустимые углы α конусов формообразующих элементов

Пластмасса	α для поверхностей	
	внутренних	наружных
Реактопласты и термопласты, кроме стекловолокнистого пресс-материала и полиэтилена	0° 10′	0° 20′
Стекловолокнистый пресс-материал типа АГ-4	0° 15′	0° 30′
Полиэтилен	0° 30′	1°

Таблица 52

Кратность округления исполнительных размеров формообразующих деталей

Номинальные размеры, мм	Кратность округления при квалитете		
	6—7	9	11—12
От 1 до 3	0,005	0,01	0,02
Св. 3 » 6			
» 6 » 10			0,05
» 10 » 18			
» 18 » 30	0,010	0,02	
» 30 » 50			
» 50 » 80			0,10
» 80 » 120			
» 120 » 180			
» 180 » 260		0,05	
» 260 » 360	—		
» 360 » 500			

Таблица 53

Поле допуска на размеры формообразующих деталей в зависимости от квалитета формуемого изделия

Квалитет	Поле допуска размеров		
	охватывающих	охватываемых и прочих	межосевых [1]
10—11 12—14 15—16 17	H7 H9 H11 H12	h6 h9 h11 h12	$\pm \frac{T_и}{10}$

[1] Предельные отклонения межосевых размеров следует назначать не менее ±0,02 мм.

2. Исполнительный размер матрицы (рис. 90, *б*) (см. табл. 50)

$$D_м = 50 + 50 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}8 - 0{,}62 = 49{,}78 \text{ мм}.$$

3. Исполнительный размер матрицы (рис. 90, *б*) (см. табл. 50)

$$H_{м1} = 20 + 20 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}6 - 0{,}1 - 0{,}5\,(0{,}52 + 0{,}052) = 19{,}734 \text{ мм}.$$

Таблица 54

Достижимая точность размеров изделий из пластмасс, получаемых прессованием и литьем под давлением

Размеры	Расчетные формулы
Охватываемые, кроме высотных Охватывающие	$T_и \geqslant T_s + T_ф + 2T_у$, где $T_s = D \cdot 0{,}01\,(S_{max} - S_{min})$ $T_у = H \operatorname{tg} \alpha$
Охватываемые высотные, не зависящие от толщины облоя; межосевые; прочие, не относящиеся к охватываемым и охватывающим	$T_и > T_s + T_ф$
Охватываемые высотные, зависящие от толщины облоя (пресс-формы прямого прессования)	$T_и \geqslant T_s + T_ф + T_c$

Примечание. $T_и$ — допуск на размер изделий, мм; T_s — часть допуска на размер изделия, учитывающая колебания усадки пластмассы, мм; $T_ф$ — допуск на размер формообразующей детали, мм; $T_у$ — часть допуска на размер изделия, учитывающая уклон поверхности формообразующей детали, мм; D — номинальный размер изделия, мм; S_{max}, S_{min} — максимальная и минимальная усадка пластмассы, %; H — высота элемента изделия, оформляемого с уклоном, мм; α — угол конуса поверхности формообразующей детали (см. табл. 51); T_c — часть допуска, учитывающая колебание толщины облоя (принимают $T_c = 0{,}1$ мм).

С учетом кратности округления по табл. 52 принимаем $H_{м1} = 19{,}74$ мм.

4. Исполнительный размер знака (рис. 90, *в*) — см. табл. 50

$$d_{ст} = 16 + 16 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}4 + 0{,}43 = 16{,}494 \text{ мм}.$$

С учетом кратности округления по табл. 52 принимаем $d_{ст} = 16{,}49$ мм.

5. Исполнительный размер матрицы (рис. 90, *б*) — см. табл. 51

$$A_м = 22 + 22 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}6 = 22{,}132 \text{ мм}.$$

С учетом кратности округления по табл. 52 принимаем $A_м = 22{,}12$ мм.

Предельные отклонения размеров матрицы (рис. 90, *б*) и стержня (рис. 90, *в*) принимаем с учетом данных табл. 53, углы конусов α — по табл. 51.

При оформлении сквозных отверстий, для предотвращения образования пленки, появляющейся вследствие неплотного сопряжения оформляющих элементов (когда затруднена пригонка), на практике используют прием, заключающийся в принудительном вдавливании оформляющего знака в «тело» сопрягаемой детали. Для этого оформляющий отверстие знак выполняют на 0,1—0,2 мм больше расчетной длины с твердостью на 6—10 единиц $HRC_э$ больше твердости сопрягаемой детали.

Усадку в формулах табл. 50 обычно принимают по соответствующим ГОСТ и ТУ на материал (см. табл. 1—3). Для изделий неответственного назначения усадку не учитывают, а при расчете исполнительных размеров оформляющих элементов учитывают только их износ по сопрягаемым размерам изделия. Для изделий с повышенными требованиями к точности размеров уточненное значение усадки можно получить лишь после изготовления опытных образцов при установившихся режимах переработки.

В некоторых случаях более точные значения усадки можно принимать по табл. 55, где приведены данные для ряда типовых изделий. По этим данным с использованием приведенной ниже методики можно определить усадку для всех изделий подобного типа.

Зависимость усадки от толщины изделия имеет вид

$$S_H = S_т k^n, \tag{31}$$

где $S_н$ — расчетная усадка, зависящая от толщины изделия; $S_т$ — значение усадки по табл. 55; $k = 1{,}05$ — коэффициент; n — безразмерная величина, равная разности между толщиной стенки отливаемого изделия и соответствующей табличной величиной ($n > 0$ при увеличении толщины и $n \leqslant 0$ при ее уменьшении).

Изменение длины течения расплава учитывают формулой

$$S_l = S_т k_1^{n_1}, \tag{32}$$

где S_l — расчетная усадка, зависящая от длины l пути течения расплава; $k_1 = 1{,}03$ — коэффициент; n_1 — безразмерная величина, равная разности длины течения расплава и ее табличного значения, деленной на 50 (при увеличении длины $n_1 > 0$, при уменьшении — $n_1 < 0$; изменение пути течения при расчете

Таблица 55

Усадка наиболее часто встречающихся типов изделий из различных материалов [21]

Тип изделия (толщина стенки S)	Основной геометрический параметр	Значение параметра, мм	Усадка, %													Литниковая система
			Полистирол		Полиэтилен				Полипропилен (ТУ 6-05-1756—78)		Полиамид П-610 (ГОСТ 10589—73)	Полиамид-6 (ОСТ 6-06-09—76)	Поликарбонат (ТУ 6-05-1668—80)	Сополимер СФД (ТУ 6-05-1543—74)	ПММА-литьевой (ТУ 6-05-952—77)	
			Блочный (ГОСТ 20282—74)	УПП (ОСТ 6-05-406—75)	НП (ГОСТ 16337—77)		ВП (ГОСТ 16338—77)									
					П-2055	П-2035	П-4070	П-4040	ПП-1	ПП-2						
Круглая коробка ($S = 2$ мм)	Наружный диаметр:															
	у дна	100	0,50	0,45	2,55	2,35	2,20	2,10	2,10	1,95	1,35	1,25	0,60	2,40	0,65	Центральный литник $\varnothing$ 3×15 мм
	у крышки	100	0,40	0,35	2,35	2,15	2,05	1,90	1,95	1,85	1,25	1,15	0,55	2,35	0,55	
	Высота	100	0,45	0,40	2,40	2,20	2,10	2,00	2,05	1,90	1,30	1,20	0,57	2,40	0,60	
Прямоугольная коробка ($S = 3$ мм)	Длина:															
	у дна	200	0,50	0,40	2,40	2,30	2,20	2,15	2,15	2,00	1,40	1,25	0,65	2,35	0,70	Центральный литник в центре дна $\varnothing$ 4×25 мм
	у крышки	200	0,45	0,35	2,25	2,20	2,10	2,05	2,05	1,90	1,35	1,20	0,60	2,35	0,60	
	Ширина:															
	у дна	150	0,55	0,45	2,60	2,55	2,50	2,40	2,30	2,20	1,45	1,30	0,70	2,40	0,75	
	у крышки	150	0,50	0,40	2,50	2,45	2,40	2,30	2,20	2,10	1,40	1,25	0,65	2,30	0,65	
	Высота	80	0,55	0,45	2,35	2,30	2,20	2,15	2,10	2,00	1,50	1,35	0,65	2,40	0,70	

Продолжение табл. 55

Тип изделия (толщина стенки S)	Основной геометрический параметр	Значение параметра, мм	Усадка, %													Литниковая система
			Полистирол		Полиэтилен				Полипропилен (ТУ 6-05-1756—78)		Полиамид П-610 (ГОСТ 10589—73)	Полиамид-6 (ОСТ 6-06-09—76)	Поликарбонат (ТУ 6-05-1668—80)	Сополимер СФД (ТУ 6-05-1543—74)	ПММА-литьевой (ТУ 6-05-952—77)	
			Блочный (ГОСТ 20282—74)	УПП (ОСТ 6-05-406—75)	НП (ГОСТ 16337—77)		ВП (ГОСТ 16338—77)									
					П-2055	П-2035	П-4070	П-4040	ПП-1	ПП-2						
Диск ($S = 2$ мм)	Наружный диаметр	100	0,45	0,35	2,30	2,10	2,00	2,00	2,00	1,80	1,35	1,25	0,60	2,35	0,60	Центральный литник $\varnothing$ 3×15 мм
Пластина ($S = 3$ мм)	Длина	200	0,45	0,35	2,30	2,10	2,00	2,00	2,05	1,90	1,35	1,25	0,60	2,30	0,65	Щелевой литник с короткой стороны $B \times h =$ = 60×1 мм
	Ширина:															
	у литника	100	0,50	0,40	2,60	2,40	2,25	2,15	2,15	2,05	1,40	1,30	0,65	2,40	0,70	
	с противоположной стороны	100	0,45	0,35	2,40	2,20	2,10	1,90	1,95	1,80	1,30	1,20	0,55	2,20	0,55	
Втулка ($S = 3$ мм)	Наружный диаметр:															
	у литника	70	0,55	0,45	2,60	2,40	2,20	2,00	2,00	1,80	1,40	1,20	0,65	2,50	0,70	Шатровый литник $b = 2{,}5$ мм, кольцевой $h = 1$ мм
	с противоположной стороны	70	0,45	0,35	2,40	2,20	2,05	1,85	1,85	1,65	1,35	1,10	0,60	2,30	0,60	
	Высота	60	0,50	0,40	2,50	2,30	2,10	1,90	1,90	1,70	1,35	1,15	0,55	2,40	0,65	

усадки по высоте должно включать и изменение размера по длине, если такое имеется).

Для затвердевающих литников в расчетную длину пути течения расплава входит длина разводящих и подводящих литников; при использовании горячеканальной литниковой системы их длину не учитывают. Для нескольких впускных литников в расчетную длину включают расстояние, проходимое расплавом от впуска сопла литьевой машины до изделия.

Для точечных литников расчетную усадку умножают на коэффициент $k_2 = 1{,}1$.

Полная расчетная усадка

$$S_p = k_2 S_H S_l. \qquad (33)$$

Формулы (31)—(33) справедливы при толщине изделий не более 6 мм.

Расчет исполнительных размеров резьбооформляющих деталей (колец и знаков) в соответствии с ГОСТ 15948—76 для формования резьбы по ГОСТ 11709—81 (СТ СЭВ 1158—78) в пластмассовых изделиях следует выполнять в соответствии с рис. 91 и табл. 56.

Диаметры резьбы резьбооформляющих деталей, рассчитанные по формулам табл. 56, следует округлять в соответствии с данными табл. 57 (диаметры резьбы кольца в сторону увеличения, а диаметры резьбы стержня в сторону уменьшения).

Предельные отклонения диаметров резьбы резьбооформляющих деталей нужно назначать в соответствии с полями допусков, приведенными в табл. 58.

Шаг резьбы резьбооформляющих деталей, рассчитанный по формулам табл. 56, округляют до сотых долей миллиметра. Предельные отклонения Δ_P шага резьбы резьбооформляющих деталей следует назначать в зависимости от длины l резьбы в соответствии со следующими данными (предельные отклонения шага относятся к расстояниям между любыми витками резьбы резьбооформляющих деталей):

l, мм	До 12	12—32	32—40	Св. 50
Δ_P, мм	±0,008	±0,010	±0,012	±0,014

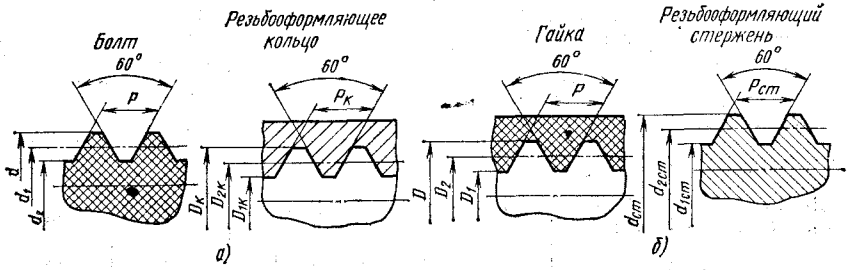


Рис. 91

Таблица 56

Расчет резьбооформляющих элементов

Размер	Расчетная формула
Резьбооформляющее кольцо (см. рис. 91, *а*)	
Наружный диаметр	$D_к = d + d \cdot 0{,}01 S_{max} - T_d - es$
Средний диаметр	$D_{2к} = d_2 + d_2 \cdot 0{,}01 S_{max} - T_{d_2} - es$
Внутренний диаметр	$D_{1к} = d_1 + d_1 \cdot 0{,}01 S_{max} - T_{d_2} - es - 0{,}144P$
Шаг	$P_к = P\,(1 + 0{,}01 S_{ср})$ *
Резьбооформляющий стержень (см. рис. 91, *б*)	
Наружный диаметр	$d_{ст} = D + D \cdot 0{,}01 S_{min} + T_{D_2} + EI$
Средний диаметр	$d_{2ст} = D_2 + D_2 \cdot 0{,}01 S_{min} + T_{D_2} + EI$
Внутренний диаметр	$d_{1ст} = D_1 + D_1 \cdot 0{,}01 S_{min} + T_{D_1} + EI$
Шаг	$P_{ст} = P_к = P\,(1 + 0{,}01 S_{ср})$ *

* Допускается применять резьбооформляющие детали с номинальным (нескорректированным) шагом при условии выполнения рекомендаций ГОСТ 11709—81 (СТ СЭВ 1158—78).

Примечание. d, d_2 и d_1 — соответственно наружный, средний и внутренний номинальный диаметр резьбы болта, мм; D, D_2 и D_1 — соответственно наружный, средний и внутренний номинальный диаметр резьбы гайки, мм; P — шаг резьбы, мм; T_d и T_{d_2} — допуски наружного и среднего диаметров резьбы болта, мм; T_{D_2} и T_{D_1} — допуски среднего и внутреннего диаметров резьбы гайки, мм; es — верхнее отклонение диаметров резьбы болта, мм; EI — нижнее отклонение диаметров резьбы гайки, мм; S_{max}, S_{min}, $S_{ср}$—соответственно наибольшая, наименьшая и средняя усадка пластмассы, %.

Ниже приведены предельные отклонения $\Delta'_{\beta/2}$ половины угла профиля резьбы при шаге P:

P, мм	До 0,35	0,35—0,60	0,60—1,00	1,00—1,50	1,50—3,00	Св. 3,00
$\Delta'_{\beta/2}$, ...	±65	±50	±40	±35	±25	±20

Таблица 57

Кратность округления исполнительных размеров резьбооформляющих деталей

Диаметр резьбы, мм	Кратность округления при квалитете	
	6—7	8—10
До 10	0,005	0,02
Св. 10 до 50	0,010	
» 50 » 180	0,020	0,05

Таблица 58

Поле допуска на диаметр резьбы резьбооформляющих деталей

Квалитет	Поле допуска	
	для кольца	для стержня
6—7	H7	h6
8—10	H9	h9

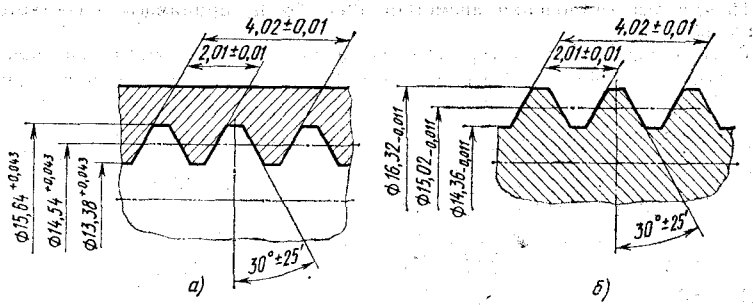


Рис. 92

Пример расчета исполнительных размеров резьбооформляющих деталей. Рассчитать исполнительные размеры резьбы резьбооформляющих деталей для литья болта и гайки из полистирола блочного (ГОСТ 20282—74); усадка 0,4—0,8 %; резьба болта М16—8 d; резьба гайки М16—7Н; шаг $P = 2$ мм; число витков 8. Наружный, средний и внутренний номинальный диаметр резьбы (ГОСТ 9150—81) соответственно: $d = 16$ мм; $d_2 = D_2 = 14{,}701$ мм; $d_1 = D_1 = 13{,}835$ мм.

По ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77) верхнее отклонение болта es = 0,038 мм; допуск наружного диаметра болта $T_d = 0{,}45$ мм; допуск среднего диаметра болта $T_{d2} = 0{,}25$ мм; нижнее отклонение диаметра резьбы гайки EI = 0; допуск среднего диаметра резьбы гайки $T_{D2} = 0{,}265$ мм; допуск внутреннего диаметра резьбы гайки $T_{D1} = 0{,}475$ мм.

1. По ГОСТ 11709—81 (СТ СЭВ 1158—78) требуемая точность резьбы болта и гайки из пластмассы с колебанием усадки 0,4 % достижима.

2. Исполнительные размеры диаметров резьбы резьбооформляющего кольца (рис. 92, *а*) — см. табл. 56:

$$D_к = 16 + 16 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}8 - 0{,}45 - 0{,}038 = 15{,}640 \text{ мм};$$

$$D_{2к} = 14{,}701 + 14{,}701 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}8 - 0{,}25 - 0{,}038 = 14{,}530 \text{ мм};$$

$$D_{1к} = 13{,}835 + 13{,}835 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}8 - 0{,}25 - 0{,}038 - 0{,}144 \cdot 2 = 13{,}369 \text{ мм}.$$

С учетом кратности округления по табл. 57 принимаем: $D_к = 15{,}64$ мм; $D_{2к} = 14{,}54$ мм; $D_{1к} = 13{,}38$ мм.

Предельные отклонения диаметров (рис. 92, *а*) приняты в соответствии с табл. 58.

3. Исполнительный размер шага резьбы резьбооформляющего кольца рассчитываем по формуле табл. 56, так как, в соответствии с рекомендациями ГОСТ 11709—71 (СТ СЭВ 1158—78), требуемая точность достижима лишь при скорректированном шаге

$$P_к = 2\,(1 + 0{,}01 \cdot 0{,}6) = 2{,}012 \text{ мм}.$$

С учетом кратности округления принимаем $P_к = 2{,}01$ мм.

Предельные отклонения шага принимаем в соответствии с данными на с. 186.

4. Предельные отклонения половины угла профиля резьбы резьбооформляющего кольца принимаем по данным на с. 187.

5. Исполнительные размеры диаметров резьбы резьбооформляющего стержня (рис. 92, *б*) — см. табл. 56.

$$d_{ст} = 16 + 16 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}4 + 0{,}265 + 0 = 16{,}329 \text{ мм};$$

$$d_{2\,ст} = 14{,}701 + 14{,}701 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}4 + 0{,}265 + 0 = 15{,}024 \text{ мм};$$

$$d_{1\,ст} = 13{,}835 + 13{,}835 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}4 + 0{,}475 + 0 = 14{,}365 \text{ мм}.$$

С учетом кратности округления по табл. 57 принимаем:

$$d_{ст} = 16{,}32 \text{ мм}; \quad d_{2\,ст} = 15{,}02 \text{ мм}; \quad d_{1\,ст} = 14{,}36 \text{ мм}.$$

Предельные отклонения диаметров (рис. 92, *а*) принимаем в соответствии с табл. 58.

6. Исполнительный размер шага, предельные отклонения шага и половины угла профиля резьбы резьбооформляющего стержня те же, что и для резьбооформляющего кольца.

В обоснованных случаях, когда применение полей допусков по ГОСТ 11709—81 (СТ СЭВ 1158—78) не обеспечивает выполнения предъявляемых к изделию требований по плотности резьбового соединения, при назначении исполнительных размеров резьбооформляющих деталей рекомендуется пользоваться данными табл. 59—62.

Для пластмасс с повышенной адгезией к формообразующим элементам (например, фенопласты, стеклонаполненные полимеры и, особенно, материалы типа АГ-4) и для резьб с длиной свинчивания группы L по ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77) рекомендуется резьбооформляющее кольцо и стержень изготовлять с конусностью Δ в пределах допуска на резьбу пластмассового изделия; обычно принимают $\Delta = 0{,}05 \ldots 0{,}1$ мм. Для кольца Δ прибавляют к значению размера по табл. 59—62, а для стержней — вычитают:

$$D'_к = D_к + \Delta; \quad D'_{2к} = D_{2к} + \Delta; \quad D'_{1к} = D_{1к} + \Delta;$$

$$d'_{ст} = d_{ст} - \Delta; \quad d'_{2ст} = d_{2ст} - \Delta; \quad d'_{1ст} = d_{1ст} - \Delta,$$

где $d'_{ст}$, $d'_{2\,ст}$, $d'_{1\,ст}$ — соответственно наружный, средний и внутренний номинальные диаметры резьбооформляющего стержня на выходе (см. рис. 95, *а*); $D'_к$, $D'_{2к}$, $D'_{1к}$ — соответственно наружный, средний и внутренний номинальные диаметры резьбооформляющего кольца на входе (см. рис. 94, *б*).

Конструкцию захода и выхода резьбы пластмассового изделия выполняют по рис. 93, *а* и *б* (соответственно для болта и гайки).

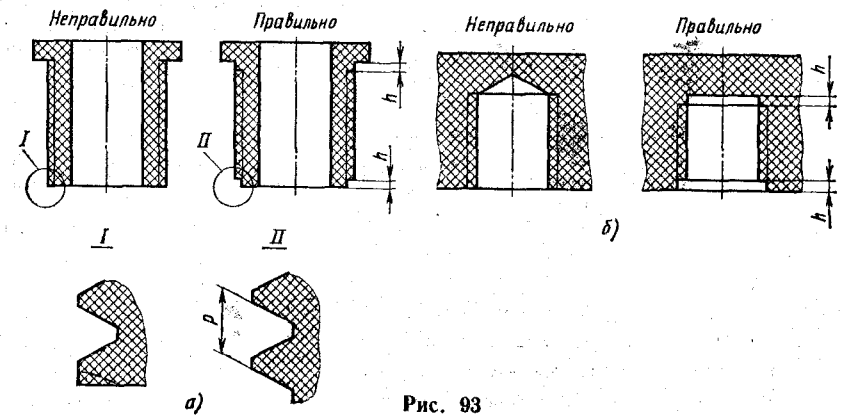


Рис. 93

Таблица 59

Исполнительные размеры, мм, резьбооформляющих деталей для формообразования метрических резьб в пластмассах с усадкой 0,6—1 % (учетная средняя усадка 0,8 %) [20]

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы P	Диаметр резьбового кольца для оформления пластмассового болта			Диаметр резьбового знака для оформления пластмассовой гайки		
		наружный $D_к$	средний $D_{2к}$	внутренний $D_{1к}$	наружный $d_{ст}$	средний $d_{2ст}$	внутренний $d_{1ст}$
3	0,50	$2{,}92^{+0{,}020}$	$2{,}62^{+0{,}020}$	$2{,}36^{+0{,}020}$	$3{,}16_{-0{,}025}$	$2{,}76_{-0{,}020}$	$2{,}60_{-0{,}020}$
3,5	0,60	$3{,}42^{+0{,}025}$	$3{,}06^{+0{,}025}$	$2{,}74^{+0{,}020}$	$3{,}66_{-0{,}025}$	$3{,}20_{-0{,}025}$	$3{,}00_{-0{,}020}$
4	0,70	$3{,}92^{+0{,}025}$	$3{,}50^{+0{,}025}$	$3{,}12^{+0{,}025}$	$4{,}18_{-0{,}025}$	$3{,}66_{-0{,}025}$	$3{,}42_{-0{,}025}$
5	0,80	$4{,}86^{+0{,}025}$	$4{,}44^{+0{,}025}$	$4{,}00^{+0{,}025}$	$5{,}20_{-0{,}025}$	$4{,}60_{-0{,}025}$	$4{,}34_{-0{,}025}$
6	1	$5{,}84^{+0{,}025}$	$5{,}30^{+0{,}025}$	$4{,}78^{+0{,}025}$	$6{,}22_{-0{,}030}$	$5{,}48_{-0{,}025}$	$5{,}12_{-0{,}025}$
8	1,25	$7{,}82^{+0{,}030}$	$7{,}14^{+0{,}030}$	$6{,}50^{+0{,}030}$	$8{,}26_{-0{,}030}$	$7{,}34_{-0{,}030}$	$6{,}88_{-0{,}030}$
10	1,50	$9{,}80^{+0{,}030}$	$8{,}98^{+0{,}030}$	$8{,}22^{+0{,}030}$	$10{,}30_{-0{,}035}$	$9{,}22_{-0{,}030}$	$8{,}66_{-0{,}030}$
12	1,75	$11{,}78^{+0{,}035}$	$10{,}76^{+0{,}035}$	$9{,}96^{+0{,}030}$	$12{,}32_{-0{,}035}$	$11{,}14_{-0{,}035}$	$10{,}42_{-0{,}035}$
14	2	$13{,}78^{+0{,}035}$	$12{,}60^{+0{,}035}$	$11{,}68^{+0{,}035}$	$14{,}36_{-0{,}035}$	$13{,}00_{-0{,}035}$	$12{,}18_{-0{,}035}$
16		$15{,}80^{+0{,}035}$	$14{,}62^{+0{,}035}$	$13{,}70^{+0{,}035}$	$16{,}38_{-0{,}035}$	$15{,}02_{-0{,}035}$	$14{,}20_{-0{,}035}$
18	2,50	$17{,}76^{+0{,}035}$	$16{,}28^{+0{,}035}$	$15{,}14^{+0{,}035}$	$18{,}42_{-0{,}045}$	$16{,}72_{-0{,}035}$	$15{,}68_{-0{,}035}$
20		$19{,}76^{+0{,}045}$	$18{,}30^{+0{,}045}$	$17{,}16^{+0{,}035}$	$20{,}44_{-0{,}045}$	$18{,}74_{-0{,}045}$	$17{,}70_{-0{,}035}$
22		$21{,}78^{+0{,}045}$	$20{,}32^{+0{,}045}$	$19{,}18^{+0{,}045}$	$22{,}46_{-0{,}045}$	$20{,}76_{-0{,}045}$	$19{,}72_{-0{,}045}$
24	3	$23{,}76^{+0{,}045}$	$21{,}98^{+0{,}045}$	$20{,}62^{+0{,}045}$	$24{,}50_{-0{,}045}$	$22{,}46_{-0{,}045}$	$21{,}24_{-0{,}045}$
27		$26{,}80^{+0{,}045}$	$25{,}00^{+0{,}045}$	$23{,}64^{+0{,}045}$	$27{,}52_{-0{,}045}$	$25{,}50_{-0{,}045}$	$24{,}26_{-0{,}045}$
30	3,50	$29{,}80^{+0{,}045}$	$27{,}68^{+0{,}045}$	$26{,}10^{+0{,}045}$	$30{,}56_{-0{,}050}$	$28{,}20_{-0{,}045}$	$26{,}76_{-0{,}045}$
33		$32{,}80^{+0{,}050}$	$30{,}70^{+0{,}050}$	$29{,}10^{+0{,}045}$	$33{,}60_{-0{,}050}$	$31{,}25_{-0{,}050}$	$29{,}80_{-0{,}045}$
36	4	$35{,}80^{+0{,}050}$	$33{,}40^{+0{,}050}$	$31{,}55^{+0{,}050}$	$36{,}65_{-0{,}050}$	$33{,}95_{-0{,}050}$	$32{,}35_{-0{,}050}$
39		$38{,}80^{+0{,}050}$	$36{,}40^{+0{,}050}$	$34{,}60^{+0{,}050}$	$39{,}70_{-0{,}050}$	$37{,}00_{-0{,}050}$	$35{,}35_{-0{,}050}$
42	4,50	$41{,}80^{+0{,}050}$	$39{,}10^{+0{,}050}$	$37{,}05^{+0{,}050}$	$42{,}70_{-0{,}050}$	$39{,}70_{-0{,}050}$	$37{,}90_{-0{,}050}$
45		$44{,}80^{+0{,}050}$	$42{,}12^{+0{,}050}$	$40{,}05^{+0{,}050}$	$45{,}75_{-0{,}050}$	$42{,}70_{-0{,}050}$	$40{,}90_{-0{,}050}$
48	5	$47{,}80^{+0{,}050}$	$44{,}80^{+0{,}050}$	$42{,}55^{+0{,}050}$	$48{,}80_{-0{,}050}$	$45{,}45_{-0{,}050}$	$43{,}45_{-0{,}050}$

Таблица 60

Исполнительные размеры, мм, резьбооформляющих деталей для формообразования метрических резьб в пластмассах с усадкой 0,6—1 % (учтена средняя усадка 0,8 %)

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы P	Диаметр резьбового кольца для оформления пластмассового болта			Диаметр резьбового знака для оформления пластмассовой гайки		
		наружный $D_к$	средний $D_{2к}$	внутренний $D_{1к}$	наружный $d_{ст}$	средний $d_{2ст}$	внутренний $d_{1ст}$
3	0,35	$2{,}94^{+0{,}020}$	$2{,}74^{+0{,}020}$	$2{,}54^{+0{,}020}$	$3{,}14_{-0{,}025}$	$2{,}86_{-0{,}020}$	$2{,}74_{-0{,}020}$
3,5		$3{,}44^{+0{,}025}$	$3{,}24^{+0{,}025}$	$3{,}02^{+0{,}025}$	$3{,}66_{-0{,}025}$	$3{,}36_{-0{,}025}$	$3{,}24_{-0{,}025}$
4	0,5	$3{,}92^{+0{,}025}$	$3{,}62^{+0{,}025}$	$3{,}34^{+0{,}025}$	$4{,}18_{-0{,}025}$	$3{,}78_{-0{,}025}$	$3{,}60_{-0{,}025}$
4,5		$4{,}44^{+0{,}025}$	$4{,}14^{+0{,}025}$	$3{,}86^{+0{,}025}$	$4{,}68_{-0{,}025}$	$4{,}28_{-0{,}025}$	$4{,}12_{-0{,}025}$
5		$4{,}94^{+0{,}025}$	$4{,}64^{+0{,}025}$	$4{,}36^{+0{,}025}$	$5{,}18_{-0{,}025}$	$4{,}78_{-0{,}025}$	$4{,}62_{-0{,}025}$
6	0,75	$5{,}92^{+0{,}025}$	$5{,}46^{+0{,}025}$	$5{,}06^{+0{,}025}$	$6{,}22_{-0{,}030}$	$5{,}64_{-0{,}025}$	$5{,}40_{-0{,}025}$
	0,5	$5{,}94^{+0{,}025}$	$5{,}64^{+0{,}025}$	$5{,}34^{+0{,}025}$	$6{,}20_{-0{,}030}$	$5{,}80_{-0{,}025}$	$5{,}62_{-0{,}025}$
8	1	$7{,}86^{+0{,}030}$	$7{,}32^{+0{,}030}$	$6{,}80^{+0{,}030}$	$8{,}24_{-0{,}030}$	$7{,}50_{-0{,}030}$	$7{,}14_{-0{,}030}$
	0,75	$7{,}94^{+0{,}030}$	$7{,}48^{+0{,}030}$	$7{,}08^{+0{,}030}$	$8{,}24_{-0{,}030}$	$7{,}66_{-0{,}030}$	$7{,}40_{-0{,}030}$
	0,5	$7{,}96^{+0{,}030}$	$7{,}66^{+0{,}030}$	$8{,}36^{+0{,}030}$	$8{,}22_{-0{,}030}$	$7{,}82_{-0{,}030}$	$7{,}64_{-0{,}030}$
10	1,25	$9{,}84^{+0{,}030}$	$9{,}16^{+0{,}030}$	$8{,}52^{+0{,}030}$	$10{,}28_{-0{,}035}$	$9{,}36_{-0{,}030}$	$8{,}90_{-0{,}030}$
	1	$9{,}88^{+0{,}030}$	$9{,}32^{+0{,}030}$	$8{,}80^{+0{,}030}$	$10{,}28_{-0{,}035}$	$9{,}52_{-0{,}030}$	$9{,}16_{-0{,}030}$
	0,75	$9{,}96^{+0{,}030}$	$9{,}50^{+0{,}030}$	$9{,}08^{+0{,}030}$	$10{,}26_{-0{,}035}$	$9{,}68_{-0{,}030}$	$9{,}42_{-0{,}030}$
	0,5	$9{,}98^{+0{,}030}$	$9{,}66^{+0{,}030}$	$9{,}36^{+0{,}030}$	$10{,}24_{-0{,}035}$	$9{,}84_{-0{,}030}$	$9{,}66_{-0{,}030}$

Продолжение табл. 60

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы P	Диаметр резьбового кольца для оформления пластмассового болта			Диаметр резьбового знака для оформления пластмассовой гайки		
		наружный $D_к$	средний $D_{2к}$	внутренний $D_{1к}$	наружный $d_{ст}$	средний $d_{2ст}$	внутренний $d_{1ст}$
12	1,5	$11{,}80^{+0{,}035}$	$10{,}94^{+0{,}035}$	$10{,}24^{+0{,}035}$	$12{,}30_{-0{,}035}$	$11{,}28_{-0{,}035}$	$10{,}66_{-0{,}035}$
	1,25	$11{,}84^{+0{,}035}$	$11{,}12^{+0{,}035}$	$10{,}54^{+0{,}035}$	$12{,}30_{-0{,}035}$	$11{,}44_{-0{,}035}$	$10{,}92_{-0{,}035}$
	1	$11{,}88^{+0{,}035}$	$11{,}28^{+0{,}035}$	$10{,}82^{+0{,}035}$	$12{,}28_{-0{,}035}$	$11{,}60_{-0{,}035}$	$11{,}18_{-0{,}035}$
	0,75	$11{,}96^{+0{,}035}$	$11{,}46^{+0{,}035}$	$11{,}10^{+0{,}035}$	$12{,}28_{-0{,}035}$	$11{,}76_{-0{,}035}$	$11{,}44_{-0{,}035}$
	0,5	$12{,}00^{+0{,}035}$	$11{,}64^{+0{,}035}$	$11{,}38^{+0{,}035}$	$12{,}26_{-0{,}035}$	$11{,}90_{-0{,}035}$	$11{,}68_{-0{,}035}$
14	1,5	$13{,}82^{+0{,}035}$	$12{,}96^{+0{,}035}$	$12{,}26^{+0{,}035}$	$14{,}32_{-0{,}035}$	$13{,}30_{-0{,}035}$	$12{,}68_{-0{,}035}$
	1,25	$13{,}86^{+0{,}035}$	$13{,}14^{+0{,}035}$	$12{,}56^{+0{,}035}$	$14{,}30_{-0{,}035}$	$13{,}46_{-0{,}035}$	$12{,}92_{-0{,}035}$
	1	$13{,}90^{+0{,}035}$	$13{,}30^{+0{,}035}$	$12{,}82^{+0{,}035}$	$14{,}30_{-0{,}035}$	$13{,}62_{-0{,}035}$	$13{,}20_{-0{,}035}$
	0,5	$14{,}00^{+0{,}035}$	$13{,}64^{+0{,}035}$	$13{,}40^{+0{,}035}$	$14{,}28_{-0{,}035}$	$13{,}92_{-0{,}035}$	$13{,}68_{-0{,}035}$
16	1,5	$15{,}84^{+0{,}035}$	$14{,}98^{+0{,}035}$	$14{,}28^{+0{,}035}$	$16{,}34_{-0{,}035}$	$15{,}32_{-0{,}035}$	$14{,}70_{-0{,}035}$
	1	$15{,}92^{+0{,}035}$	$15{,}32^{+0{,}035}$	$14{,}84^{+0{,}035}$	$16{,}32_{-0{,}035}$	$15{,}64_{-0{,}035}$	$15{,}20_{-0{,}035}$
	0,75	$16{,}00^{+0{,}035}$	$15{,}48^{+0{,}035}$	$15{,}12^{+0{,}035}$	$16{,}32_{-0{,}035}$	$15{,}78_{-0{,}035}$	$15{,}48_{-0{,}035}$
	0,5	$16{,}02^{+0{,}035}$	$15{,}66^{+0{,}035}$	$15{,}42^{+0{,}035}$	$16{,}30_{-0{,}035}$	$15{,}94_{-0{,}035}$	$15{,}70_{-0{,}035}$
18	2	$17{,}80^{+0{,}035}$	$16{,}62^{+0{,}035}$	$15{,}70^{+0{,}035}$	$18{,}04_{-0{,}045}$	$17{,}04_{-0{,}035}$	$16{,}22_{-0{,}035}$

Продолжение табл. 60

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы P	Диаметр резьбового кольца для оформления пластмассового болта			Диаметр резьбового знака для оформления пластмассовой гайки		
		наружный $D_к$	средний $D_{2к}$	внутренний $D_{1к}$	наружный $d_{ст}$	средний $d_{2ст}$	внутренний $d_{1ст}$
18	1,5	$17{,}86^{+0{,}035}$	$16{,}98^{+0{,}035}$	$16{,}28^{+0{,}035}$	$18{,}38_{-0{,}045}$	$17{,}34_{-0{,}035}$	$16{,}72_{-0{,}035}$
	1	$17{,}94^{+0{,}035}$	$17{,}32^{+0{,}035}$	$16{,}74^{+0{,}035}$	$18{,}36_{-0{,}045}$	$17{,}66_{-0{,}035}$	$17{,}22_{-0{,}035}$
	0,75	$18{,}02^{+0{,}045}$	$17{,}48^{+0{,}035}$	$17{,}12^{+0{,}035}$	$18{,}34_{-0{,}045}$	$17{,}82_{-0{,}035}$	$17{,}48_{-0{,}035}$
20	2	$19{,}82^{+0{,}045}$	$18{,}64^{+0{,}045}$	$17{,}72^{+0{,}035}$	$20{,}42_{-0{,}045}$	$19{,}06_{-0{,}045}$	$18{,}22_{-0{,}045}$
	1,5	$19{,}88^{+0{,}045}$	$19{,}00^{+0{,}045}$	$18{,}30^{+0{,}045}$	$20{,}38_{-0{,}045}$	$19{,}36_{-0{,}045}$	$18{,}74_{-0{,}045}$
	1	$19{,}96^{+0{,}045}$	$19{,}34^{+0{,}045}$	$18{,}86^{+0{,}045}$	$20{,}36_{-0{,}045}$	$19{,}68_{-0{,}045}$	$19{,}24_{-0{,}045}$
22	2	$21{,}84^{+0{,}045}$	$20{,}66^{+0{,}045}$	$19{,}74^{+0{,}045}$	$20{,}34_{-0{,}045}$	$21{,}08_{-0{,}045}$	$20{,}24_{-0{,}045}$
	1,5	$21{,}88^{+0{,}045}$	$21{,}00^{+0{,}045}$	$20{,}30^{+0{,}045}$	$22{,}40_{-0{,}045}$	$21{,}38_{-0{,}045}$	$20{,}74_{-0{,}045}$
	1	$21{,}96^{+0{,}045}$	$28{,}36^{+0{,}045}$	$20{,}88^{+0{,}045}$	$22{,}38_{-0{,}045}$	$21{,}70_{-0{,}045}$	$21{,}26_{-0{,}045}$
24	2	$23{,}36^{+0{,}045}$	$22{,}68^{+0{,}045}$	$21{,}76^{+0{,}045}$	$24{,}46_{-0{,}045}$	$23{,}10_{-0{,}045}$	$22{,}26_{-0{,}045}$
	1,5	$23{,}90^{+0{,}045}$	$23{,}02^{+0{,}045}$	$22{,}32^{+0{,}045}$	$24{,}42_{-0{,}045}$	$23{,}40_{-0{,}045}$	$22{,}76_{-0{,}045}$
	1	$23{,}98^{+0{,}045}$	$23{,}36^{+0{,}045}$	$22{,}32^{+0{,}045}$	$24{,}40_{-0{,}045}$	$23{,}70_{-0{,}045}$	$23{,}26_{-0{,}045}$
27	2	$26{,}88^{+0{,}045}$	$25{,}70^{+0{,}045}$	$24{,}78^{+0{,}045}$	$27{,}48_{-0{,}045}$	$26{,}12_{-0{,}045}$	$25{,}28_{-0{,}045}$
	1,5	$26{,}92^{+0{,}045}$	$26{,}04^{+0{,}045}$	$25{,}34^{+0{,}045}$	$27{,}44_{-0{,}045}$	$26{,}42_{-0{,}045}$	$25{,}78_{-0{,}045}$

Продолжение табл. 60

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы P	Диаметр резьбового кольца для оформления пластмассового болта			Диаметр резьбового знака для оформления пластмассовой гайки		
		наружный $D_к$	средний $D_{2к}$	внутренний $D_{1к}$	наружный $d_{ст}$	средний $d_{2ст}$	внутренний $d_{1ст}$
27	1	$27{,}00^{+0{,}045}$	$26{,}40^{+0{,}045}$	$25{,}92^{+0{,}045}$	$27{,}42_{-0{,}045}$	$26{,}90_{-0{,}045}$	$26{,}56_{-0{,}045}$
30	3	$29{,}82^{+0{,}045}$	$28{,}02^{+0{,}045}$	$26{,}64^{+0{,}045}$	$30{,}56_{-0{,}050}$	$28{,}54_{-0{,}045}$	$27{,}28_{-0{,}045}$
	2	$29{,}90^{+0{,}045}$	$28{,}70^{+0{,}045}$	$27{,}76^{+0{,}045}$	$30{,}52_{-0{,}050}$	$29{,}16_{-0{,}045}$	$28{,}30_{-0{,}045}$
	1,5	$29{,}96^{+0{,}045}$	$29{,}04^{+0{,}045}$	$28{,}34^{+0{,}045}$	$30{,}50_{-0{,}050}$	$29{,}46_{-0{,}045}$	$28{,}82_{-0{,}045}$
	1	$30{,}04^{+0{,}050}$	$29{,}40^{+0{,}045}$	$28{,}90^{+0{,}045}$	$30{,}48_{-0{,}050}$	$29{,}78_{-0{,}045}$	$29{,}32_{-0{,}045}$
33	3	$32{,}80^{+0{,}050}$	$31{,}05^{+0{,}050}$	$29{,}65^{+0{,}045}$	$33{,}60_{-0{,}050}$	$31{,}55_{-0{,}050}$	$30{,}30_{-0{,}050}$
	2	$32{,}90^{+0{,}050}$	$31{,}70^{+0{,}050}$	$30{,}80^{+0{,}050}$	$33{,}55_{-0{,}050}$	$32{,}20_{-0{,}050}$	$31{,}35_{-0{,}050}$
	1,5	$32{,}95^{+0{,}050}$	$32{,}05^{+0{,}050}$	$31{,}35^{+0{,}050}$	$33{,}55_{-0{,}050}$	$32{,}50_{-0{,}050}$	$31{,}85_{-0{,}050}$
	1	$33{,}05^{+0{,}050}$	$32{,}40^{+0{,}050}$	$31{,}90^{+0{,}050}$	$33{,}50_{-0{,}050}$	$32{,}80_{-0{,}050}$	$32{,}35_{-0{,}050}$
36	3	$35{,}85^{+0{,}050}$	$34{,}05^{+0{,}050}$	$32{,}70^{+0{,}050}$	$36{,}60_{-0{,}050}$	$34{,}60_{-0{,}050}$	$33{,}35_{-0{,}050}$
	2	$35{,}95^{+0{,}050}$	$34{,}75^{+0{,}050}$	$33{,}80^{+0{,}050}$	$36{,}60_{-0{,}050}$	$35{,}25_{-0{,}050}$	$34{,}35_{-0{,}050}$
	1,5	$36{,}00^{+0{,}050}$	$35{,}10^{+0{,}050}$	$34{,}40^{+0{,}050}$	$36{,}55_{-0{,}050}$	$35{,}55_{-0{,}050}$	$34{,}90_{-0{,}050}$
	1	$36{,}05^{+0{,}050}$	$35{,}40^{+0{,}050}$	$34{,}95^{+0{,}050}$	$36{,}55_{-0{,}050}$	$35{,}85_{-0{,}050}$	$35{,}40_{-0{,}050}$
39	3	$38{,}85^{+0{,}050}$	$37{,}05^{+0{,}050}$	$35{,}70^{+0{,}050}$	$39{,}65_{-0{,}050}$	$37{,}60_{-0{,}050}$	$36{,}35_{-0{,}050}$

Продолжение табл. 60

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы P	Диаметр резьбового кольца для оформления пластмассового болта			Диаметр резьбового знака для оформления пластмассовой гайки		
		наружный $D_к$	средний $D_{2к}$	внутренний $D_{1к}$	наружный $d_{ст}$	средний $d_{2ст}$	внутренний $d_{1ст}$
39	2	$38{,}95^{+0{,}050}$	$37{,}75^{+0{,}050}$	$36{,}85^{+0{,}050}$	$39{,}60_{-0{,}050}$	$38{,}25_{-0{,}050}$	$37{,}40_{-0{,}050}$
	1,5	$39{,}00^{+0{,}050}$	$38{,}10^{+0{,}050}$	$37{,}40^{+0{,}050}$	$39{,}60_{-0{,}050}$	$38{,}55_{-0{,}050}$	$37{,}90_{-0{,}050}$
42	4	$41{,}85^{+0{,}050}$	$39{,}40^{+0{,}050}$	$37{,}60^{+0{,}050}$	$42{,}70_{-0{,}050}$	$40{,}05_{-0{,}050}$	$38{,}40_{-0{,}050}$
	3	$41{,}90^{+0{,}050}$	$40{,}10^{+0{,}050}$	$38{,}75^{+0{,}050}$	$42{,}65_{-0{,}050}$	$40{,}65_{-0{,}050}$	$39{,}40_{-0{,}050}$
	2	$42{,}00^{+0{,}050}$	$40{,}80^{+0{,}050}$	$39{,}85^{+0{,}050}$	$42{,}65_{-0{,}050}$	$41{,}30_{-0{,}050}$	$40{,}40_{-0{,}050}$
	1,5	$42{,}05^{+0{,}050}$	$41{,}15^{+0{,}050}$	$40{,}40^{+0{,}050}$	$42{,}60_{-0{,}050}$	$41{,}60_{-0{,}050}$	$40{,}90_{-0{,}050}$
45	4	$44{,}85^{+0{,}050}$	$42{,}45^{+0{,}050}$	$40{,}60^{+0{,}050}$	$45{,}75_{-0{,}050}$	$43{,}05_{-0{,}050}$	$41{,}40_{-0{,}050}$
	3	$44{,}90^{+0{,}050}$	$43{,}10^{+0{,}050}$	$41{,}75^{+0{,}050}$	$45{,}70_{-0{,}050}$	$43{,}65_{-0{,}050}$	$42{,}40_{-0{,}050}$
	2	$45{,}00^{+0{,}050}$	$43{,}80^{+0{,}050}$	$42{,}85^{+0{,}050}$	$45{,}65_{-0{,}050}$	$44{,}30_{-0{,}050}$	$43{,}45_{-0{,}050}$
	1,5	$45{,}05^{+0{,}050}$	$44{,}15^{+0{,}050}$	$43{,}45^{+0{,}050}$	$45{,}65_{-0{,}050}$	$44{,}60_{-0{,}050}$	$43{,}95_{-0{,}050}$
48	4	$47{,}90^{+0{,}050}$	$45{,}45^{+0{,}050}$	$43{,}65^{+0{,}050}$	$48{,}75_{-0{,}050}$	$46{,}10_{-0{,}050}$	$44{,}45_{-0{,}050}$
	3	$47{,}95^{+0{,}050}$	$46{,}15^{+0{,}050}$	$44{,}80^{+0{,}050}$	$48{,}70_{-0{,}050}$	$46{,}70_{-0{,}050}$	$44{,}45_{-0{,}050}$
	2	$48{,}05^{+0{,}050}$	$46{,}85^{+0{,}050}$	$45{,}90^{+0{,}050}$	$48{,}70_{-0{,}050}$	$47{,}30_{-0{,}050}$	$46{,}45_{-0{,}050}$
	1,5	$48{,}10^{+0{,}050}$	$47{,}20^{+0{,}050}$	$46{,}45^{+0{,}050}$	$48{,}65_{-0{,}050}$	$47{,}65_{-0{,}050}$	$46{,}94_{-0{,}050}$

Таблица 61

Исполнительные размеры, мм, резьбооформляющих деталей для формообразования метрических резьб в пластмассах с усадкой 0,1—0,4 % (учтена средняя усадка 0,2 %) [20]

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы P	Диаметр резьбового кольца для оформления пластмассового болта			Диаметр резьбового знака для оформления пластмассовой гайки		
		наружный $D_к$	средний $D_{2к}$	внутренний $D_{1к}$	наружный $d_{ст}$	средний $d_{2ст}$	внутренний $d_{1ст}$
3	0,50	$2{,}90^{+0{,}020}$	$2{,}62^{+0{,}020}$	$2{,}34^{+0{,}020}$	$3{,}14_{-0{,}025}$	$2{,}74_{-0{,}020}$	$2{,}58_{-0{,}020}$
3,5	0,60	$3{,}40^{+0{,}025}$	$3{,}04^{+0{,}025}$	$2{,}72^{+0{,}020}$	$3{,}64_{-0{,}025}$	$3{,}20_{-0{,}025}$	$3{,}00_{-0{,}020}$
4	0,70	$3{,}88^{+0{,}025}$	$3{,}48^{+0{,}025}$	$3{,}10^{+0{,}025}$	$4{,}16_{-0{,}025}$	$3{,}64_{-0{,}025}$	$3{,}40_{-0{,}025}$
4,5	0,75	$4{,}38^{+0{,}025}$	$3{,}94^{+0{,}025}$	$3{,}54^{+0{,}025}$	$4{,}66_{-0{,}025}$	$4{,}10_{-0{,}025}$	$3{,}86_{-0{,}025}$
5	0,80	$4{,}82^{+0{,}025}$	$4{,}40^{+0{,}025}$	$3{,}98^{+0{,}025}$	$5{,}16_{-0{,}025}$	$4{,}58_{-0{,}025}$	$4{,}32_{-0{,}025}$
6	1	$5{,}80^{+0{,}025}$	$5{,}26^{+0{,}025}$	$4{,}74^{+0{,}025}$	$6{,}18_{-0{,}030}$	$5{,}46_{-0{,}025}$	$5{,}10_{-0{,}025}$
8	1,25	$7{,}76^{+0{,}030}$	$7{,}10^{+0{,}030}$	$6{,}46^{+0{,}030}$	$8{,}22_{-0{,}030}$	$7{,}30_{-0{,}030}$	$6{,}84_{-0{,}030}$
10	1,50	$9{,}74^{+0{,}030}$	$8{,}94^{+0{,}030}$	$8{,}18^{+0{,}030}$	$10{,}24_{-0{,}035}$	$9{,}16_{-0{,}030}$	$8{,}70_{-0{,}030}$
12	1,75	$11{,}72^{+0{,}035}$	$10{,}70^{+0{,}035}$	$9{,}90^{+0{,}030}$	$12{,}26_{-0{,}035}$	$11{,}08_{-0{,}035}$	$10{,}36_{-0{,}035}$
14	2	$13{,}70^{+0{,}035}$	$12{,}52^{+0{,}035}$	$11{,}62^{+0{,}035}$	$14{,}28_{-0{,}035}$	$12{,}92_{-0{,}035}$	$12{,}10_{-0{,}035}$
16		$15{,}70^{+0{,}035}$	$14{,}54^{+0{,}035}$	$13{,}62^{+0{,}035}$	$16{,}28_{-0{,}035}$	$14{,}94_{-0{,}035}$	$14{,}12_{-0{,}035}$
18	2,50	$17{,}64^{+0{,}035}$	$16{,}18^{+0{,}035}$	$15{,}04^{+0{,}035}$	$18{,}32_{-0{,}045}$	$16{,}64_{-0{,}035}$	$15{,}60_{-0{,}035}$
20		$19{,}64^{+0{,}045}$	$18{,}20^{+0{,}045}$	$17{,}06^{+0{,}035}$	$20{,}32_{-0{,}045}$	$18{,}64_{-0{,}045}$	$17{,}60_{-0{,}035}$
22		$21{,}62^{+0{,}045}$	$20{,}20^{+0{,}045}$	$19{,}06^{+0{,}045}$	$22{,}32_{-0{,}045}$	$20{,}64_{-0{,}045}$	$19{,}60_{-0{,}045}$
24	3	$23{,}62^{+0{,}045}$	$21{,}86^{+0{,}045}$	$20{,}50^{+0{,}045}$	$24{,}34_{-0{,}045}$	$22{,}34_{-0{,}045}$	$21{,}10_{-0{,}045}$
27		$26{,}62^{+0{,}045}$	$24{,}86^{+0{,}045}$	$23{,}50^{+0{,}045}$	$27{,}36_{-0{,}045}$	$25{,}34_{-0{,}045}$	$24{,}12_{-0{,}045}$
30	3,50	$29{,}62^{+0{,}045}$	$27{,}52^{+0{,}045}$	$25{,}94^{+0{,}045}$	$30{,}38_{-0{,}050}$	$28{,}04_{-0{,}045}$	$26{,}60_{-0{,}045}$
33		$32{,}60^{+0{,}050}$	$30{,}50^{+0{,}050}$	$28{,}95^{+0{,}045}$	$33{,}40_{-0{,}050}$	$31{,}05_{-0{,}050}$	$29{,}65_{-0{,}045}$
36	4	$35{,}55^{+0{,}050}$	$33{,}20^{+0{,}050}$	$31{,}35^{+0{,}050}$	$36{,}45_{-0{,}050}$	$33{,}75_{-0{,}050}$	$32{,}15_{-0{,}050}$
39		$38{,}55^{+0{,}050}$	$36{,}20^{+0{,}050}$	$34{,}40^{+0{,}050}$	$39{,}45_{-0{,}050}$	$36{,}75_{-0{,}050}$	$35{,}15_{-0{,}050}$
42	4,50	$41{,}55^{+0{,}050}$	$38{,}85^{+0{,}050}$	$36{,}80^{+0{,}050}$	$42{,}45_{-0{,}050}$	$39{,}45_{-0{,}050}$	$37{,}65_{-0{,}050}$
45		$44{,}55^{+0{,}050}$	$41{,}85^{+0{,}050}$	$39{,}85^{+0{,}050}$	$45{,}45_{-0{,}050}$	$42{,}45_{-0{,}050}$	$40{,}65_{-0{,}050}$
48	5	$47{,}55^{+0{,}050}$	$44{,}55^{+0{,}050}$	$42{,}95^{+0{,}050}$	$48{,}50_{-0{,}050}$	$45{,}15_{-0{,}050}$	$43{,}20_{-0{,}050}$

Таблица 62

Исполнительные размеры, мм, резьбооформляющих деталей для формообразования метрических резьб в пластмассах с усадкой 0,1—0,4 % (учтена средняя усадка 0,2 %) [20]

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы P	Диаметр резьбового кольца для оформления пластмассового болта			Диаметр резьбового знака для оформления пластмассовой гайки		
		наружный $D_к$	средний $D_{2к}$	внутренний $D_{1к}$	наружный $d_{ст}$	средний $d_{2ст}$	внутренний $d_{1ст}$
3	0,35	$2{,}92^{+0{,}020}$	$2{,}72^{+0{,}020}$	$2{,}52^{+0{,}020}$	$3{,}12_{-0{,}020}$	$2{,}84_{-0{,}020}$	$2{,}72_{-0{,}020}$
3,5		$3{,}42^{+0{,}025}$	$3{,}22^{+0{,}025}$	$3{,}00^{+0{,}025}$	$3{,}64_{-0{,}025}$	$3{,}34_{-0{,}025}$	$3{,}22_{-0{,}025}$
4	0,5	$3{,}90^{+0{,}025}$	$3{,}60^{+0{,}025}$	$3{,}32^{+0{,}025}$	$4{,}14_{-0{,}025}$	$3{,}76_{-0{,}025}$	$3{,}58_{-0{,}025}$
4,5		$4{,}40^{+0{,}025}$	$4{,}10^{+0{,}025}$	$3{,}82^{+0{,}025}$	$4{,}64_{-0{,}025}$	$4{,}26_{-0{,}025}$	$4{,}08_{-0{,}025}$
5		$4{,}90^{+0{,}025}$	$4{,}60^{+0{,}025}$	$4{,}32^{+0{,}025}$	$4{,}64_{-0{,}025}$	$4{,}76_{-0{,}025}$	$4{,}60_{-0{,}025}$
6	0,75	$5{,}88^{+0{,}025}$	$5{,}44^{+0{,}025}$	$5{,}02^{+0{,}025}$	$6{,}18_{-0{,}030}$	$5{,}62_{-0{,}025}$	$5{,}36_{-0{,}025}$
	0,5	$5{,}90^{+0{,}025}$	$5{,}60^{+0{,}025}$	$5{,}32^{+0{,}025}$	$6{,}16_{-0{,}030}$	$5{,}76_{-0{,}025}$	$5{,}60_{-0{,}025}$
8	1	$7{,}80^{+0{,}030}$	$7{,}28^{+0{,}030}$	$6{,}76^{+0{,}030}$	$8{,}20_{-0{,}030}$	$7{,}46_{-0{,}030}$	$7{,}10_{-0{,}030}$
	0,75	$7{,}88^{+0{,}030}$	$7{,}44^{+0{,}030}$	$7{,}04^{+0{,}030}$	$8{,}18_{-0{,}030}$	$7{,}62_{-0{,}030}$	$7{,}36_{-0{,}030}$
	0,5	$7{,}90^{+0{,}030}$	$7{,}60^{+0{,}030}$	$7{,}32^{+0{,}030}$	$8{,}18_{-0{,}030}$	$7{,}78_{-0{,}030}$	$7{,}60_{-0{,}030}$
10	1,25	$9{,}78^{+0{,}030}$	$9{,}10^{+0{,}030}$	$8{,}46^{+0{,}030}$	$10{,}22_{-0{,}035}$	$9{,}30_{-0{,}030}$	$8{,}84_{-0{,}030}$
	1	$9{,}82^{+0{,}030}$	$9{,}26^{+0{,}030}$	$8{,}74^{+0{,}030}$	$10{,}22_{-0{,}035}$	$9{,}48_{-0{,}030}$	$9{,}10_{-0{,}030}$
	0,75	$9{,}90^{+0{,}030}$	$9{,}44^{+0{,}030}$	$9{,}02^{+0{,}030}$	$10{,}20_{-0{,}035}$	$9{,}62_{-0{,}030}$	$9{,}36_{-0{,}030}$
	0,5	$9{,}92^{+0{,}030}$	$9{,}60^{+0{,}030}$	$9{,}30^{+0{,}030}$	$10{,}18_{-0{,}035}$	$9{,}78_{-0{,}030}$	$9{,}60_{-0{,}030}$
12	1,5	$11{,}74^{+0{,}035}$	$10{,}88^{+0{,}035}$	$10{,}15^{+0{,}035}$	$12{,}24_{-0{,}035}$	$11{,}22_{-0{,}035}$	$10{,}60_{-0{,}035}$
	1,25	$11{,}78^{+0{,}035}$	$11{,}06^{+0{,}035}$	$10{,}48^{+0{,}035}$	$12{,}22_{-0{,}035}$	$11{,}36_{-0{,}035}$	$10{,}84_{-0{,}035}$
	1	$11{,}82^{+0{,}035}$	$11{,}22^{+0{,}035}$	$10{,}74^{+0{,}035}$	$12{,}22_{-0{,}035}$	$11{,}52_{-0{,}035}$	$11{,}10_{-0{,}035}$
	0,75	$11{,}90^{+0{,}035}$	$11{,}38^{+0{,}035}$	$11{,}02^{+0{,}035}$	$12{,}20_{-0{,}035}$	$11{,}68_{-0{,}035}$	$11{,}38_{-0{,}035}$
	0,5	$11{,}92^{+0{,}035}$	$11{,}56^{+0{,}035}$	$11{,}32^{+0{,}035}$	$12{,}20_{-0{,}035}$	$11{,}74_{-0{,}035}$	$11{,}60_{-0{,}035}$
14	1,5	$13{,}74^{+0{,}035}$	$12{,}88^{+0{,}035}$	$12{,}18^{+0{,}035}$	$14{,}24_{-0{,}035}$	$13{,}22_{-0{,}035}$	$12{,}60_{-0{,}035}$
	1,25	$13{,}78^{+0{,}035}$	$13{,}06^{+0{,}035}$	$12{,}48^{+0{,}035}$	$14{,}22_{-0{,}035}$	$13{,}38_{-0{,}035}$	$12{,}84_{-0{,}035}$
	1	$13{,}82^{+0{,}035}$	$13{,}22^{+0{,}035}$	$12{,}74^{+0{,}035}$	$14{,}22_{-0{,}035}$	$13{,}54_{-0{,}035}$	$13{,}12_{-0{,}035}$
	0,75	$13{,}90^{+0{,}035}$	$13{,}40^{+0{,}035}$	$13{,}02^{+0{,}035}$	$14{,}22_{-0{,}035}$	$13{,}68_{-0{,}035}$	$13{,}38_{-0{,}035}$
	0,5	$13{,}92^{+0{,}035}$	$13{,}56^{+0{,}035}$	$13{,}32^{+0{,}035}$	$14{,}20_{-0{,}035}$	$13{,}84_{-0{,}035}$	$13{,}60_{-0{,}035}$

Продолжение табл. 62

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы P	Диаметр резьбового кольца для оформления пластмассового болта			Диаметр резьбового знака для оформления пластмассовой гайки		
		наружный $D_к$	средний $D_{2к}$	внутренний $D_{1к}$	наружный $d_{ст}$	средний $d_{2ст}$	внутренний $d_{1ст}$
16	1,5	$15{,}74^{+0{,}035}$	$14{,}88^{+0{,}035}$	$14{,}20^{+0{,}035}$	$16{,}24_{-0{,}035}$	$15{,}22_{-0{,}035}$	$14{,}62_{-0{,}035}$
	1	$15{,}82^{+0{,}035}$	$15{,}22^{+0{,}035}$	$14{,}76^{+0{,}035}$	$16{,}22_{-0{,}035}$	$15{,}54_{-0{,}035}$	$15{,}12_{-0{,}035}$
	0,75	$15{,}90^{+0{,}035}$	$15{,}40^{+0{,}035}$	$15{,}04^{+0{,}035}$	$16{,}22_{-0{,}035}$	$15{,}70_{-0{,}035}$	$15{,}38_{-0{,}035}$
	0,5	$15{,}92^{+0{,}035}$	$15{,}56^{+0{,}035}$	$15{,}32^{+0{,}035}$	$16{,}20_{-0{,}035}$	$15{,}84_{-0{,}035}$	$15{,}62_{-0{,}035}$
18	2	$17{,}70^{+0{,}035}$	$16{,}52^{+0{,}035}$	$15{,}60^{+0{,}035}$	$18{,}30_{-0{,}045}$	$16{,}94_{-0{,}035}$	$16{,}12_{-0{,}035}$
	1,5	$17{,}74^{+0{,}035}$	$16{,}88^{+0{,}035}$	$16{,}18^{+0{,}035}$	$18{,}26_{-0{,}045}$	$17{,}24_{-0{,}035}$	$16{,}62_{-0{,}035}$
	1	$17{,}82^{+0{,}035}$	$17{,}22^{+0{,}035}$	$16{,}74^{+0{,}035}$	$18{,}24_{-0{,}045}$	$17{,}56_{-0{,}035}$	$17{,}12_{-0{,}035}$
	0,75	$17{,}90^{+0{,}035}$	$17{,}38^{+0{,}035}$	$17{,}02^{+0{,}035}$	$18{,}24_{-0{,}045}$	$17{,}72_{-0{,}035}$	$17{,}38_{-0{,}035}$
20	2	$19{,}70^{+0{,}045}$	$18{,}52^{+0{,}045}$	$17{,}62^{+0{,}035}$	$20{,}30_{-0{,}045}$	$18{,}94_{-0{,}045}$	$18{,}08_{-0{,}045}$
	1,5	$19{,}76^{+0{,}045}$	$18{,}88^{+0{,}045}$	$18{,}18^{+0{,}045}$	$20{,}26_{-0{,}045}$	$19{,}24_{-0{,}045}$	$18{,}62_{-0{,}045}$
	1	$19{,}84^{+0{,}045}$	$19{,}22^{+0{,}045}$	$18{,}74^{+0{,}045}$	$20{,}24_{-0{,}045}$	$19{,}56_{-0{,}045}$	$19{,}12_{-0{,}045}$
22	2	$21{,}70^{+0{,}045}$	$20{,}54^{+0{,}045}$	$19{,}62^{+0{,}045}$	$22{,}30_{-0{,}045}$	$20{,}96_{-0{,}045}$	$20{,}12_{-0{,}045}$
	1,5	$21{,}76^{+0{,}045}$	$20{,}88^{+0{,}045}$	$20{,}18^{+0{,}045}$	$22{,}28_{-0{,}045}$	$21{,}26_{-0{,}045}$	$20{,}62_{-0{,}045}$
	1	$21{,}84^{+0{,}045}$	$21{,}22^{+0{,}045}$	$20{,}74^{+0{,}045}$	$22{,}26_{-0{,}045}$	$21{,}56_{-0{,}045}$	$21{,}12_{-0{,}045}$
24	2	$23{,}72^{+0{,}045}$	$22{,}54^{+0{,}045}$	$21{,}62^{+0{,}045}$	$24{,}30_{-0{,}045}$	$22{,}96_{-0{,}045}$	$22{,}12_{-0{,}045}$
	1,5	$23{,}76^{+0{,}045}$	$22{,}88^{+0{,}045}$	$22{,}18^{+0{,}045}$	$24{,}28_{-0{,}045}$	$23{,}26_{-0{,}045}$	$22{,}62_{-0{,}045}$
	1	$23{,}84^{+0{,}045}$	$23{,}22^{+0{,}045}$	$22{,}76^{+0{,}045}$	$24{,}26_{-0{,}045}$	$23{,}56_{-0{,}045}$	$23{,}14_{-0{,}045}$
27	2	$26{,}72^{+0{,}045}$	$25{,}54^{+0{,}045}$	$24{,}62^{+0{,}045}$	$27{,}32_{-0{,}045}$	$25{,}96_{-0{,}045}$	$25{,}14_{-0{,}045}$
	1,5	$26{,}76^{+0{,}045}$	$25{,}90^{+0{,}045}$	$25{,}20^{+0{,}045}$	$27{,}28_{-0{,}045}$	$26{,}26_{-0{,}045}$	$25{,}64_{-0{,}045}$
	1	$26{,}84^{+0{,}045}$	$26{,}24^{+0{,}045}$	$25{,}76^{+0{,}045}$	$27{,}26_{-0{,}045}$	$26{,}58_{-0{,}045}$	$26{,}14_{-0{,}045}$
30	3	$29{,}64^{+0{,}045}$	$27{,}84^{+0{,}045}$	$26{,}48^{+0{,}045}$	$30{,}38_{-0{,}045}$	$28{,}36_{-0{,}045}$	$27{,}12_{-0{,}045}$
	2	$29{,}72^{+0{,}045}$	$28{,}52^{+0{,}045}$	$27{,}60^{+0{,}045}$	$30{,}34_{-0{,}050}$	$29{,}00_{-0{,}045}$	$28{,}14_{-0{,}045}$
	1,5	$29{,}78^{+0{,}045}$	$28{,}88^{+0{,}045}$	$28{,}15^{+0{,}045}$	$30{,}32_{-0{,}050}$	$29{,}30_{-0{,}045}$	$28{,}64_{-0{,}045}$
	1	$29{,}86^{+0{,}045}$	$29{,}22^{+0{,}045}$	$28{,}74^{+0{,}045}$	$30{,}30_{-0{,}050}$	$29{,}60_{-0{,}045}$	$29{,}14_{-0{,}045}$

Продолжение табл. 62

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы P	Диаметр резьбового кольца для оформления пластмассового болта			Диаметр резьбового знака для оформления пластмассовой гайки		
		наружный $D_к$	средний $D_{2к}$	внутренний $D_{1к}$	наружный $d_{ст}$	средний $d_{2ст}$	внутренний $d_{1ст}$
33	3	$32{,}65^{+0{,}050}$	$30{,}85^{+0{,}050}$	$29{,}50^{+0{,}045}$	$33{,}40_{-0{,}050}$	$31{,}40_{-0{,}050}$	$30{,}15_{-0{,}050}$
	2	$32{,}70^{+0{,}050}$	$31{,}50^{+0{,}050}$	$30{,}60^{+0{,}050}$	$33{,}35_{-0{,}050}$	$32{,}00_{-0{,}050}$	$31{,}15_{-0{,}050}$
	1,5	$32{,}75^{+0{,}050}$	$31{,}85^{+0{,}050}$	$31{,}15^{+0{,}050}$	$33{,}35_{-0{,}050}$	$32{,}30_{-0{,}050}$	$31{,}65_{-0{,}050}$
	1	$32{,}85^{+0{,}050}$	$32{,}22^{+0{,}050}$	$31{,}75^{+0{,}050}$	$33{,}30_{-0{,}050}$	$32{,}60_{-0{,}050}$	$32{,}15_{-0{,}050}$
36	3	$35{,}65^{+0{,}050}$	$33{,}85^{+0{,}050}$	$32{,}50^{+0{,}050}$	$36{,}40_{-0{,}050}$	$34{,}40_{-0{,}050}$	$33{,}15_{-0{,}050}$
	2	$35{,}70^{+0{,}050}$	$34{,}54^{+0{,}050}$	$33{,}60^{+0{,}050}$	$36{,}40_{-0{,}050}$	$35{,}00_{-0{,}050}$	$34{,}15_{-0{,}050}$
	1,5	$35{,}75^{+0{,}050}$	$34{,}85^{+0{,}050}$	$24{,}15^{+0{,}050}$	$36{,}35_{-0{,}050}$	$35{,}30_{-0{,}050}$	$34{,}65_{-0{,}050}$
	1	$35{,}85^{+0{,}050}$	$35{,}22^{+0{,}050}$	$34{,}75^{+0{,}050}$	$36{,}35_{-0{,}050}$	$35{,}65_{-0{,}050}$	$35{,}15_{-0{,}050}$
39	3	$38{,}65^{+0{,}050}$	$36{,}85^{+0{,}050}$	$35{,}50^{+0{,}050}$	$39{,}40_{-0{,}050}$	$37{,}40_{-0{,}050}$	$36{,}15_{-0{,}050}$
	2	$38{,}75^{+0{,}050}$	$37{,}55^{+0{,}050}$	$36{,}60^{+0{,}050}$	$39{,}40_{-0{,}050}$	$38{,}00_{-0{,}050}$	$37{,}15_{-0{,}050}$
	1,5	$38{,}75^{+0{,}050}$	$37{,}85^{+0{,}050}$	$37{,}20^{+0{,}050}$	$39{,}35_{-0{,}050}$	$38{,}35_{-0{,}050}$	$37{,}65_{-0{,}050}$
42	4	$41{,}60^{+0{,}050}$	$39{,}15^{+0{,}050}$	$37{,}35^{+0{,}050}$	$42{,}45_{-0{,}050}$	$39{,}80_{-0{,}050}$	$38{,}15_{-0{,}050}$
	3	$41{,}65^{+0{,}050}$	$39{,}85^{+0{,}050}$	$38{,}50^{+0{,}050}$	$42{,}40_{-0{,}050}$	$40{,}40_{-0{,}050}$	$39{,}15_{-0{,}050}$
	2	$41{,}75^{+0{,}050}$	$40{,}55^{+0{,}050}$	$39{,}60^{+0{,}050}$	$42{,}40_{-0{,}050}$	$41{,}05_{-0{,}050}$	$40{,}20_{-0{,}050}$
	1,5	$41{,}80^{+0{,}050}$	$40{,}90^{+0{,}050}$	$40{,}20^{+0{,}050}$	$42{,}35_{-0{,}050}$	$41{,}35_{-0{,}050}$	$40{,}70_{-0{,}050}$
45	4	$44{,}60^{+0{,}050}$	$42{,}15^{+0{,}050}$	$40{,}35^{+0{,}050}$	$45{,}45_{-0{,}050}$	$42{,}80_{-0{,}050}$	$41{,}15_{-0{,}050}$
	3	$44{,}65^{+0{,}050}$	$42{,}85^{+0{,}050}$	$41{,}50^{+0{,}050}$	$45{,}40_{-0{,}050}$	$43{,}40_{-0{,}050}$	$42{,}15_{-0{,}050}$
	2	$44{,}75^{+0{,}050}$	$43{,}55^{+0{,}050}$	$42{,}60^{+0{,}050}$	$45{,}40_{-0{,}050}$	$44{,}05_{-0{,}050}$	$43{,}20_{-0{,}050}$
	1,5	$44{,}80^{+0{,}050}$	$43{,}90^{+0{,}050}$	$43{,}20^{+0{,}050}$	$45{,}35_{-0{,}050}$	$44{,}35_{-0{,}050}$	$43{,}70_{-0{,}050}$
48	4	$47{,}60^{+0{,}050}$	$45{,}25^{+0{,}050}$	$43{,}35^{+0{,}050}$	$48{,}50_{-0{,}050}$	$45{,}80_{-0{,}050}$	$44{,}15_{-0{,}050}$
	3	$47{,}65^{+0{,}050}$	$45{,}85^{+0{,}050}$	$44{,}50^{+0{,}050}$	$48{,}45_{-0{,}050}$	$46{,}40_{-0{,}050}$	$45{,}15_{-0{,}050}$
	2	$47{,}75^{+0{,}050}$	$46{,}55^{+0{,}050}$	$45{,}60^{+0{,}050}$	$48{,}40_{-0{,}050}$	$47{,}05_{-0{,}050}$	$46{,}20_{-0{,}050}$
	1,5	$47{,}80^{+0{,}050}$	$46{,}90^{+0{,}050}$	$46{,}20^{+0{,}050}$	$48{,}35_{-0{,}050}$	$47{,}35_{-0{,}050}$	$46{,}70_{-0{,}050}$

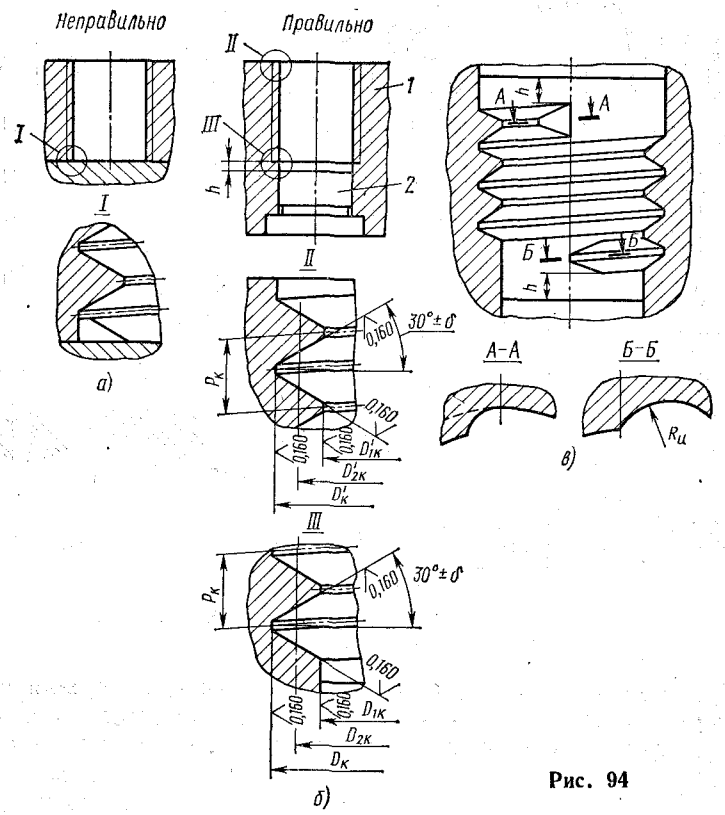


Рис. 94

Значения h принимают в зависимости от шага резьбы P по следующим данным:

P, мм	До 0,75	0,6—1,5	1,6—2,0	Св. 2,0
h, мм	1,0	1,5	2,0	3,0

На рис. 94, *а* и *б* приведены конструкции резьбооформляющего кольца. При неправильном (сквозном) выполнении резьбооформляющего кольца после удаления неполной части нитки на выходе резьбы кольца в изделии образуется прилив (см. рис. 93, *а*, узел *I*), который будет препятствовать вывинчиванию изделия, способствовать его разрушению и потребует чистки кольца после каждого цикла. Правильное исполнение резьбооформляющего кольца *1* достигается несквозной нарезкой резьбы (рис. 94, *б*, *в*). Цилиндрический знак *2* резьбового кольца не должен доходить до нарезанной части на расстояние h. Заходную нитку кольца срезают, а выход резьбы делают плавным без поднутрений с радиусом, равным радиусу резьбошлифовального камня (рис. 94, *в*).

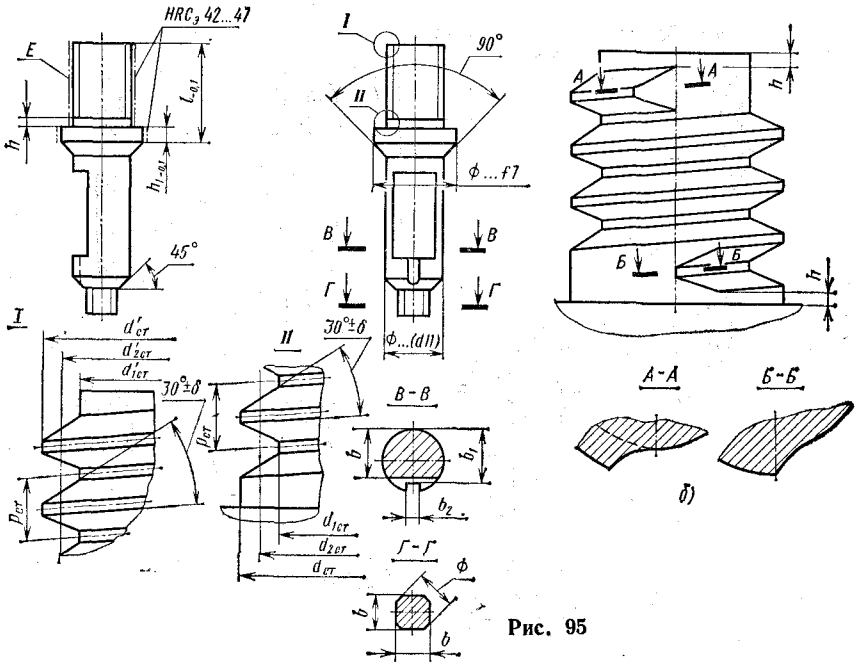


Рис. 95

Правильное исполнение резьбооформляющего стержня и правильная простановка основных размеров показаны на рис. 95. В гнезде формы резьбооформляющий стержень, как правило, крепят одной или двумя пружинами, зачеканиваемыми в паз хвостовика (рис. 96). Тяжелые знаки можно крепить с помощью цанг в прессовых формах знак, размещаемый в нижней полуформе, выполняют без крепежных элементов. Значения h для кольца и резьбового знака принимают по данным на с. 200.

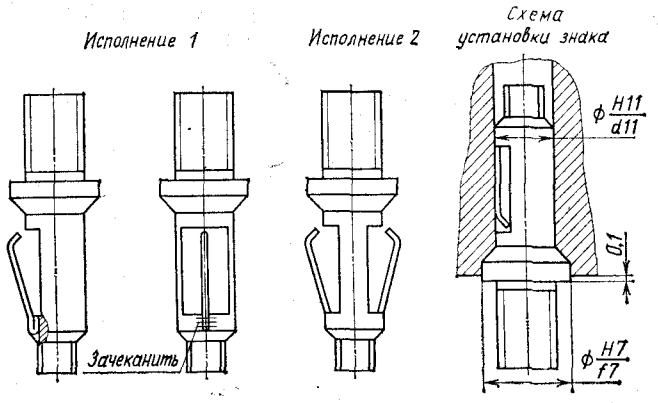


Рис. 96

Дополнительные технические требования на резьбооформляющие элементы:

1. $HRC_э$ 31,5 ... 36,5, кроме мест, указанных особо.
2. Покрытие поверхности Е Хтв. 12 зк. (хромовое твердое толщиной 12 мкм зеркальное). Детали из стали 40Х13, 30Х13 (ГОСТ 5632—72) не хромировать.
3. Гравировать в зеркальном изображении порядковый номер знака. Шрифт .... ГОСТ 2930—62. Глубина гравировки до 0,3 мм.

3.9. ЦЕНТРИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ФОРМ

Качество получаемых изделий, особенно тонкостенных, а также надежность работы форм во многом зависят от точного взаимного расположения полуформ и ее отдельных элементов. Базирующими элементами полуформ являются фланцы крепежных плит. На неподвижной плите машины фланец обеспечивает соосность центральной литниковой втулки формы и сопла материального цилиндра машины. На подвижной плите фланец обеспечивает соосность подвижной и неподвижной полуформ. Конструкция и размеры фланца приведены в табл. 63. Окончательное центрирование частей форм обеспечивают направляющие колонки, планки, конические или наклонные поверхности, поперечные валики, конические цапфы и др.

Выбор способа центрирования зависит от допускаемого отклонения от соосности пуансона и матрицы, конфигурации и размеров изделия, размеров и конструкции формы.

Направляющие элементы необходимо располагать как можно ближе к краям плит для свободного и удобного размещения формообразующих элементов и системы термостатирования. При этом координаты одного или двух направляющих элементов рекомендуется смещать от центра формы для гарантии правильного совмещения полуформ при установке на литьевую машину. Особенно важно выполнять это условие для съемных форм, которые собирают и разбирают вручную после каждого цикла литья.

Направляющие колонки часто не только центрируют полуформы, но и служат направляющими, по которым перемещаются подвижные плиты формы при смыкании и размыкании. Колонки должны обладать достаточной прочностью и жесткостью, поэтому необходимо правильно выбирать диаметр колонки и обеспечивать жесткую посадку ее в плите. Толщину плиты принимают не меньше $1{,}5d$ (где d — диаметр колонки).

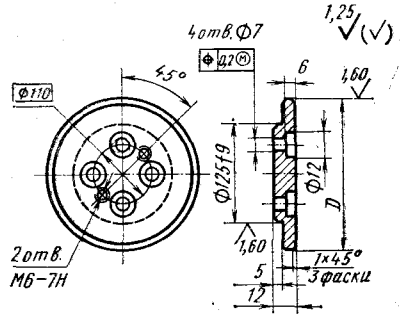
В небольших формах устанавливают две направляющие колонки, в больших — три или четыре. Колонки рекомендуется размещать в той части формы, где они не мешают выпаданию отливок.

Для форм толщиной до 600 мм диаметр колонок рекомендуется определять по эмпирическим формулам:

$$d = 4 + 0{,}06\sqrt{ab} \quad \text{или} \quad d = 4 + 0{,}06D,$$

Таблица 63

Фланец по ГОСТ 22081—76 (размеры, мм)



Обозначение фланцев-заготовок	D (пред. откл. по d9)	Масса, кг, не более
0602-0281	125	1,16
0602-0282	150	1,36
0602-0283	160	1,47
0602-0284	175	1,62
0602-0285	200	1,81
0602-0286	250	2,60

Примечание. Пример условного обозначения фланца-заготовки D = = 125 мм:

Фланец 0602-0281 ГОСТ 22081—76

Материал — сталь Ст3 по ГОСТ 380—71.

Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — по H14, валов — по h14, прочих — по $\pm$IT14/2.

Резьба по ГОСТ 9150—81 и ГОСТ 24705—81; поле допуска по ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77).

Технические условия по ГОСТ 22082—76.

где d — диаметр направляющей части колонки, мм; a и b — длина и ширина формы, мм; D — диаметр формы, мм.

Диаметр колонки, в зависимости от размеров плит формы, можно также выбирать по ГОСТ 22065—76.

Длина колонок должна превышать высоту пуансона и длину проекции наклонной колонки на направление смыкания, чтобы при замыкании формы колонки не повредили оформляющие элементы, ползуны. Рабочая часть направляющей втулки должна быть не менее $1{,}5d$.

На практике применяют различные конструкции направляющих колонок (рис. 97). Гладкие колонки (рис. 97, *а*) используют

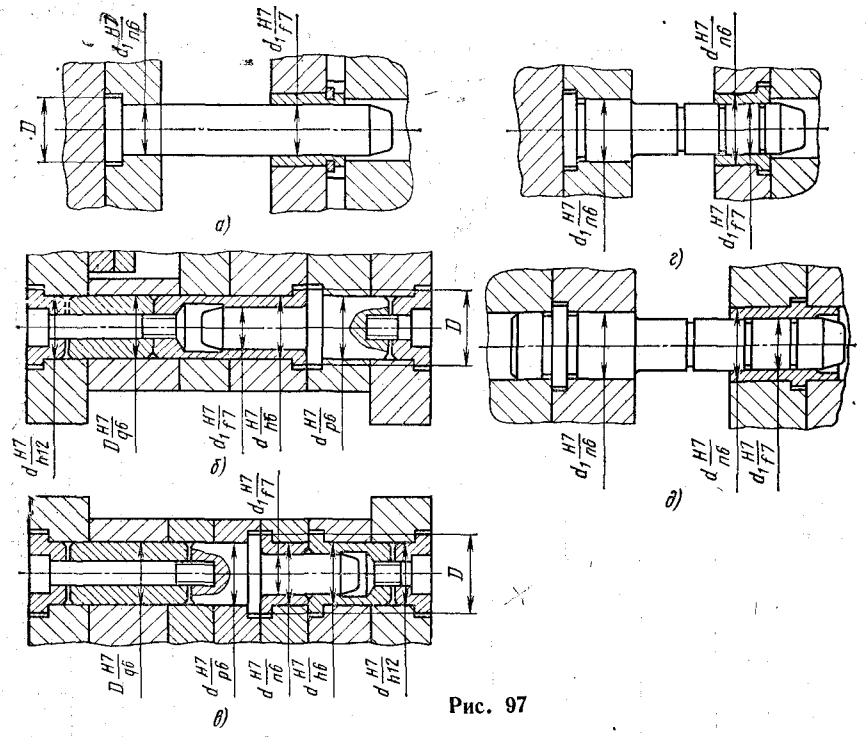


Рис. 97

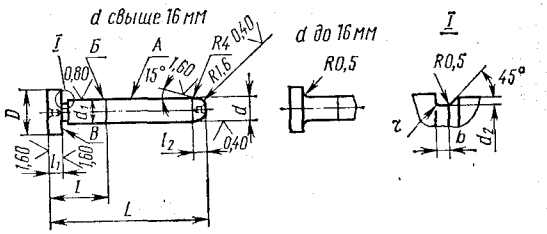
в основном для съемных и малогабаритных форм. Колонки стационарных форм выбирают по табл. 64, втулки к ним — по табл. 65 и 66. Колонки и втулки можно применять с опорами (табл. 67) или без них. Если посадочные отверстия в плитах под колонки и втулки выполняют с одного установа, то необходимо применять колонки с увеличенным диаметром посадочного места, равным наружному посадочному диаметру втулки (рис. 97, *б*—*д*). Центрирующий узел (рис. 97, *б*, *в*) обеспечивает одновременно центрирование и соединение всех плит формы с одной (рис. 97, *б*) и двумя (рис. 97, *в*) плоскостями разъема. Применение такой конструкции позволяет эффективнее использовать поверхности плит и более рационально располагать систему термостатирования за счет исключения штифтов и размещения соединительных винтов внутри направляющего узла.

Детали центрирующих узлов выполняют по табл. 68—72. При удлиненных направляющих колонках используют варианты, показанные на рис. 97, *г*, *д*. Особенно целесообразно их применение в пакет-формах.

Для направления и фиксации частей крупных форм используют направляющие планки, закрепляемые на наружной боковой

Таблица 64

Колонки направляющие по ГОСТ 17385—72 (размеры, мм)



Обозначение колонок	d (пред. откл. по f7, e8, d8)	d_1 (пред. откл. по n6)	d_2	D (пред. откл. по b12)	Δ	l	l_1 (пред. откл. по h11)	l_2	b	r	Масса, кг
1030-1855	8,0	8,0	—	12	25	12	4,0	4,0	—	—	0,011
1030-1856					28						0,012
1030-1857					32						0,014
1030-1858						16					
1030-1859					36	12					0,016
1030-1860						16					
1030-1861					40	12					0,018
1030-1862						16					
1030-1863					45	12					0,020
1030-1864						16					
1030-1865					50	12					0,022
1030-1866						16					
1030-1867					56	12					0,024
1030-1868						16					
1030-1869					63	12					0,026
1030-1870						16					
1030-1871					71	12					0,030

Продолжение табл. 64

Обозначение колонок	d (пред. откл. по f7, e8, d8)	d_1 (пред. откл. по n6)	d_2	D (пред. откл. по b12)	L	l	l_1 (пред. откл. по h11)	l_2	b	r	Масса, кг
1030-1872	8,0	8,0		12	71	16					0,030
1030-1873					25	12					0,017
1030-1874					28						0,019
1030-1875					32						0,022
1030-1876						16					
1030-1877					36	12					0,024
1030-1878						16					
1030-1879					40	12					0,026
1030-1880						16					
1030-1881					45	12					0,029
1030-1882						16					
1030-1883	10,0	10,0	—	14	50	12	4,0	4,0	—	—	0,032
1030-1884						16					
1030-1885					56	12					0,036
1030-1886						16					
1030-1887					63	12					0,040
1030-1888						16					
1030-1889					71	12					0,046
1030-1890						16					
1030-1891					80						0,052
1030-1892					90						0,058
1030-1893	12	12		16	32	12					0,030
1030-1894						16					

Продолжение табл. 64

Обозначение колонок	d (пред. откл. по f7, e8, d8)	d_1 (пред. откл. по n6)	d_2	D (пред. откл. по b12)	L	l	l_1 (пред. откл. по h11)	l_2	b	r	Масса, кг
1030-1895	12	12	—	16	36	12	4,0	4,0	—	—	0,034
1030-1896						16					
1030-1897					40	12					0,038
1030-1898						16					
1030-1899					45	12					0,042
1030-1900						16					
1030-1901					50	12					0,046
1030-1902						16					
1030-1903					56	12					0,051
1030-1904						16					
1030-1905					63						0,058
1030-1906						20					
1030-1907					71	16					0,065
1030-1908						20					
1030-1909					80	16					0,073
1030-1910						20					
1030-1911					90	16					0,082
1030-1912											
1030-1913					100	20					0,087
1030-1914					110						0,092
1030-1915	16	16		20	40	16					0,65
1030-1916						20					
1030-1917					45	16					0,073

Продолжение табл. 64

Обозначение колонок	d (пред. откл. по f7, e8, d8)	d_1 (пред. откл. по n6)	d_2	D (пред. откл. по b12)	L	l	l_1 (пред. откл. по h11)	l_2	b	r	Масса, кг
1030-1918	16	16	—	20	45	20	4,0	4,0	—	—	0,073
1030-1919					50	16					0,08
1030-1920						20					
1030-1921					56	16					0,090
1030-1922						20					
1030-1923					63	16					0,100
1030-1924						20					
1030-1925					71	16					0,011
1030-1926						20					
1030-1927					80	20					0,120
1030-1928						25					
1030-1929					90	20					0,140
1030-1930						25					
1030-1931					100	20					0,160
1030-1932						25					
1030-1933					110	20					0,180
1030-1934						25					
1030-1935					125	25					0,21
1030-1936					140						0,24
1030-1937	20	20	19,5	25	50						0,12
1030-1938					56						0,14
1030-1939					63						0,16
1030-1940					71						0,18

Продолжение табл. 64

Обозначение колонок	d (пред. откл. по f7, e8, d8)	d_1 (пред. откл. по n6)	d_2	D (пред. откл. по b12)	L	l	l_1 (пред. откл. по h11)	l_2	b	r	Масса, кг
1030-1941	20	20	19,5	25	80	25	6,3	6,3	3	1,0	0,20
1030-1942					90	32					0,22
1030-1943					100						0,25
1030-1944					110						0,27
1030-1945					125						0,31
1030-1951	25	25	24,5	32	63						0,24
1030-1952					71						0,28
1030-1953					80						0,31
1030-1954					90						0,35
1030-1955					100						0,39
1030-1956					110	40					0,43
1030-1957					125						0,48
1030-1958					140						0,54
1030-1959					150						0,57
1030-1960					160						0,61
1030-1961					170						0,65
1030-1962					180						0,69
1030-1967	32	32	31,5	40	80		10	10			0,54
1030-1968					90						0,60
1030-1969					100						0,66
1030-1970					110						0,72
1030-1971					125						0,81
1030-1972					140	50					0,90

Продолжение табл. 64

Обозначение колонок	d (пред. откл. по f7, e8, d8)	d_1 (пред. откл. по n6)	d_2	D (пред. откл. по b12)	L	l	l_1 (пред. откл. по h11)	l_2	b	r	Масса, кг
1030-1973	32	32	31,5	40	150	50	10	10	3	1,0	0,97
1030-1974					160						1,04
1030-1975					170						1,10
1030-1976					180						1,16
1030-1983	40	40	39,5	45	100						1,00
1030-1984					110						1,09
1030-1985					125						1,23
1030-1986					140						1,38
1030-1987					150						1,48
1030-1988					160						1,58
1030-1989					170	60					1,68
1030-1990					180						1,78

Примечание. Пример условного обозначения направляющей колонки $d = 8$ мм, $L = 25$ мм, $l = 12$ мм, из стали У8А, с предельным отклонением диаметра f7:

Колонка 1030-1855 f7 ГОСТ 17385—72

То же, с предельным отклонением диаметра e8:

Колонка 1030-1855 e8 ГОСТ 17385—72

То же, с предельным отклонением диаметра d8:

Колонка 1030-1855 d8 ГОСТ 17385—72

Материал — сталь У8А по ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81). Допускается применение стали 20 по ГОСТ 1050—74. Цементировать на глубину 0,8—1,2 мм.

Твердость $HRC_э$ 51,5 ... 55.

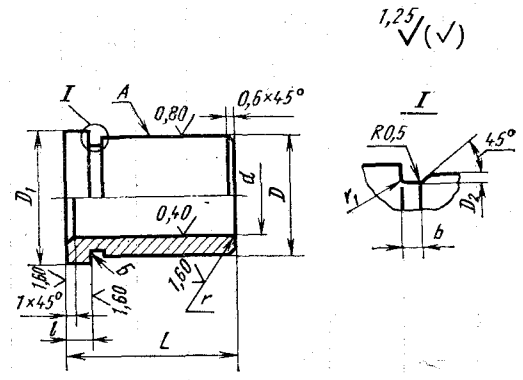
Центровые отверстия по ГОСТ 14034—74.

Радиальное биение поверхности *А* относительно оси поверхности *Б* — по 5 степени точности ГОСТ 24643—81 (СТ СЭВ 636—77). Торцовое биение поверхности *В* относительно оси поверхности *Б* — по 7 степени точности ГОСТ 24643—81 (СТ СЭВ 636—77).

Остальные технические требования по ГОСТ 17392—72.

Таблица 65

Втулки направляющие по ГОСТ 17387—72 (размеры, мм)



Обозначение втулки	d (пред. откл. по H7)	D (пред. откл. по n6)	D_1 (пред. откл. по b12)	D_2	L	l (пред. откл. по h11)	b	r	r_1	Масса, кг
1032-1351	8	14	18	13,5	16	4,0	3	1,6	1,0	0,016
1032-1352	10	16	20	15,5	16					0,018
1032-1353					20					0,020
1032-1354	12	18	22	17,5	16					0,022
1032-1355					20					0,025
1032-1356					25					0,028
1032-1357	16	22	28	21,5	20					0,030
1032-1358					25					0,040
1032-1359					32					0,050
1032-1360	20	28	32	27,5	25	6,3		2,5		0,060
1032-1361					32					0,080
1032-1362					40					0,100

Продолжение табл. 65

Обозначение втулки	d (пред. откл. по H7)	D (пред. откл. по n6)	D_1 (пред. откл. по b12)	D_2	L	l (пред. откл. по h11)	b	r	r_1	Масса, кг
1032-1363	25	36	40	35,5	32	6,3	3	2,5	1,0	0,150
1032-1364					40					0,180
1032-1365					50					0,220
1032-1366	32	40	45	39,5	40	10,0				0,170
1032-1367					50					0,200
1032-1368					60					0,240
1032-1369	40	50	56	49,5	50					0,320
1032-1370					60					0,370
1032-1371					70					0,420
1032-1372					80					0,480

Примечание. Пример условного обозначения направляющей втулки $d = 8$ мм, $L = 16$ мм, из стали марки У8А:

Втулка 1032-1351 У8А ГОСТ 17387—72

Материал — сталь У8А по ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81).

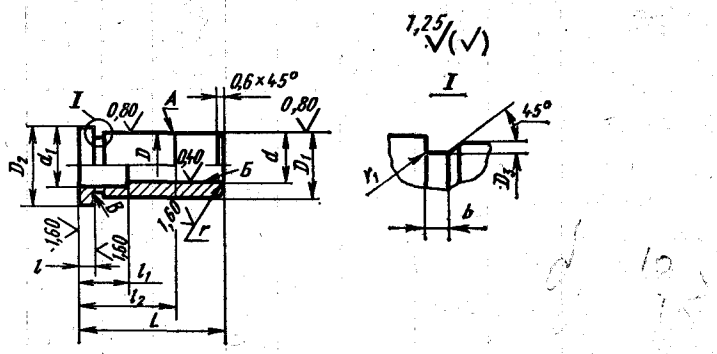
Твердость — $HRC_э$ 48 ... 51,5.

Радиальное биение поверхности A относительно оси отверстия — по 5 степени точности ГОСТ 24643—81 (СТ СЭВ 636—77). Торцовое биение поверхности $Б$ относительно оси отверстия — по 7 степени точности ГОСТ 24643—81 (СТ СЭВ 636—77).

Остальные технические требования по ГОСТ 17392—72.

Таблица 66

Втулки направляющие удлиненные по ГОСТ 17388—72 (размеры, мм)



Обозначение втулки	d (пред. откл. по H7)	d_1	D (пред. откл. по n6)	D_1 (пред. откл. по e9)	D_2 (пред. откл. по b12)	D_3	L	l (пред. откл. по h11)	l_1	l_2	b	r	r_1	Масса, кг
1032-1391	20	21	28	28	32	27,5	60	6,3	20	40	3	2,5	1,0	0,15
1032-1392	25	26	36	36	40	35,5				50				0,25
1032-1393							80		32					0,33
1032-1394	32	33	40	40	45	39,5		10,0	20	63				0,30
1032-1395	40	41	50	50	56	49,5	100			80				0,58

Примечание. Пример условного обозначения направляющей втулки $d = 20$ мм, $L = 60$ мм, из стали У8А:

Втулка 1032-1391 ГОСТ 17388—72

Материал — сталь У8А по ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81).

Твердость — $HRC_э$ 47,5 ... 51,5.

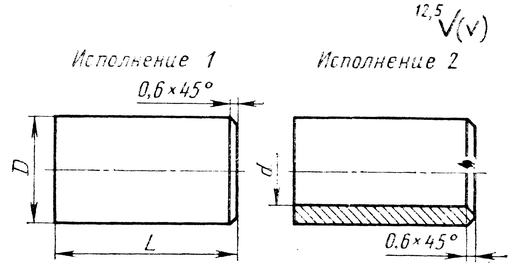
Радиальное биение поверхности A относительно оси отверстия $Б$ — по 5 степени точности ГОСТ 24643—81 (СТ СЭВ 636—77). Торцовое биение поверхности B относительно оси отверстия $Б$—по 7 степени точности ГОСТ 24643—81 (СТ СЭВ 636—77).

Остальные технические требования по ГОСТ 17392—72.

Таблица 67

Опоры направляющих колонок и втулок по ГОСТ 17391—72

(размеры, мм)



Обозначение опоры	Исполнение	D	d	L (пред. откл. +2,0 +1,0)	Масса, кг, не более
1036-0611	1	20	—	10	0,02
1036-0612				16	0,04
1036-0613				25	0,06
1036-0614	2		12	10	0,01
1036-0615				12	0,02
1036-0616				16	0,03
1036-0617		22	14	12	0,02
1036-0618				16	0,03
1036-0619				20	0,04
1036-0620	1	25	—	8	0,03
1036-0621				16	0,06
1036-0622				25	0,09
1036-0623				40	0,15

Продолжение табл. 67

Обозначение опоры	Исполнение	D	d	L (пред. откл. +2,0 +1,0)	Масса, кг, не более
1036-0624	2	28	18	8	0,02
1036-0625				16	0,04
1036-0626				20	0,05
1036-0627				25	0,07
1036-0628	1	32	—	10	0,06
1036-0629				16	0,10
1036-0630				25	0,15
1036-0631				40	0,25
1036-0632				60	0,37
1036-0633	2		22	12	0,04
1036-0634				20	0,07
1036-0635				25	0,08
1036-0636				40	0,14
1036-0637				60	0,20
1036-0638	1	40	—	10	0,09
1036-0639				20	0,19
1036-0640				40	0,39
1036-0641				60	0,59
1036-0642				80	0,78
1036-0643	2		28	10	0,05
1036-0644				20	0,10
1036-0645				40	0,20

Продолжение табл. 67

Обозначение опоры	Исполнение	D	d	L (пред. откл. $^{+2,0}_{+1,0}$)	Масса, кг, не более
1036-0646	2	40	28	60	0,30
1036-0647				80	0,40
1036-0648	1	45	—	20	0,24
1036-0649				40	0,49
1036-0650				60	0,74
1036-0651				80	0,99
1036-0652				100	1,24
1036-0653	2		34	16	0,08
1036-0654				20	0,10
1036-0655				40	0,21
1036-0656				60	0,32
1036-0657				80	0,42
1036-0663		56	42	20	0,17
1036-0664				40	0,34
1036-0665				60	0,51
1036-0666				80	0,67
1036-0667				100	0,86

Примечание. Пример условного обозначения опоры $D = 20$ мм, $L = 10$ мм из стали Ст3, исполнения 1:

Опора 1036-0611 ГОСТ 17391—72

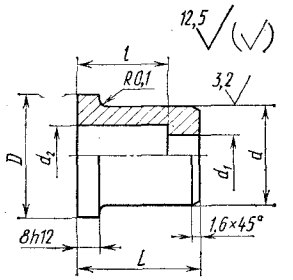
То же, исполнения 2:

Опора 1036-0614 ГОСТ 17391—72

Материал — сталь Ст3 по ГОСТ 380—71.
Остальные технические требования по ГОСТ 17392—72.

Таблица 68

Шайбы опорные по ГОСТ 22076—76 (размеры, мм)



Обозначение опорной шайбы	D	L	d (пред. откл. по h12)	d_1	d_2	t	Масса, кг, не более
0602-0351	25	16	20	9	15	8	0,017
0602-0352	32		25	11	18	10	0,063
0602-0353	40	18	32	13	20	12	0,104
0602-0354	48	22	40	17	28	16	0,162
0602-0355	60	28	50	22	34	20	0,318

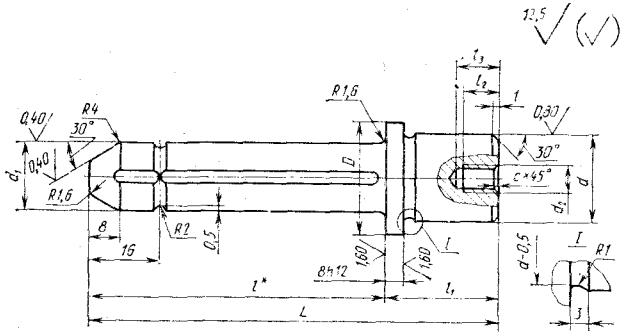
Примечание. Пример условного обозначения опорной шайбы $d =$ $= 20$ мм:

Шайба 0602-0351 ГОСТ 22076—76

Материал — сталь 45 по ГОСТ 1050—74.
Твердость — $HRC_э$ 46,5 ... 51,5.
Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — по H14, валов — по h14, прочих — по $\pm$IT14/2.
Технические условия по ГОСТ 22082—76.

Таблица 69

Колонки направляющие по ГОСТ 22072—76 (размеры, мм)



Обозначение колонки	L	D	d (пред. откл. по js6)	d_1 (пред. откл. по f7)	d_2	l*	l_1 (пред. откл. по h11)	l_2	l_3	c	Масса, кг
0602-0301	60	25	20	12	M8—7H	30	30	16	17,7	1,6	0,102
0602-0302	70						40				0,111
0602-0303	80					40	40				0,135
0602-0304	100						60				0,185
0602-0305	80					50	30				0,120
0602-0306	100						50				0,169
0602-0307	110						60				0,194
0602-0308	90					60	30				0,128
0602-0309	120						60				0,202
0602-0311	130						70				0,227
0602-0312	110					70	40				0,162
0602-0313	120					80					0,171

Продолжение табл. 69

Обозначение колонки	L	D	d (пред. откл. по js6)	d_1 (пред. откл. по f7)	d_2	l*	l_1 (пред. откл. по h11)	l_2	l_3	c	Масса, кг
0602-0314	60	32	25	16	M10—7H	30	30	20	22,0	1,6	0,166
0602-0315	80					40	40				0,220
0602-0316	90					50					0,236
0602-0317	100						50				0,247
0602-0318	100					60	40				0,251
0602-0319	120						60				0,328
0602-0321	110					70	40				0,267
0602-0322	120					80					0,283
0602-0323	60	40	32	20	M12—7H	30	30	25	27,3		0,265
0602-0324	80					40	40				0,352
0602-0325	100					50	50				0,439
0602-0326	110					60					0,464
0602-0327	120						60				0,527
0602-0328						70	50				0,488
0602-0329	130					80					0,513
0602-0331	80	48	40	28	M16—7H	40	40	32	34,5	2,0	0,566
0602-0332	100					50	50				0,712
0602-0333	120					60	60				0,858

Продолжение табл. 69

Обозначение колонки	L	D	d (пред. откл. по js6)	d_1 (пред. откл. по f7)	d_2	l *	l_1 (пред. откл. по h11)	l_2	l_3	c	Масса, кг
0602-0334	120	48	40	28	M16—7H	70	50	32	34,5	2,0	0,808
0602-0335	130					80	50				0,856
0602-0336	160						80				1,150
0602-0337	140					90	50				0,904
0602-0338	100						70				1,100
0602-0339	150					100	50				0,952
0602-0341	170						70				1,148
0602-0342	90	60	50	36	M20—7H	40	50	40	43,0		1,04
0602-0343	110					50	60				1,275
0602-0344	130					60	70				1,508
0602-0345						70	60				1,434
0602-0346	140					80					1,513
0602-0347	170						90				1,973
0602-0348	150					90	60				1,593
0602-0349	160					100					1,671

* Размер для справок.

Примечание. Пример условного обозначения направляющей колонки $L = 60$ мм, $d = 20$ мм, $l_1 = 40$ мм:

Колонка 0602-0301 ГОСТ 22072—76

Материал — сталь У8А по ГОСТ 1435—74.

Твердость — $HRC_э$ 49,5 ... 53.

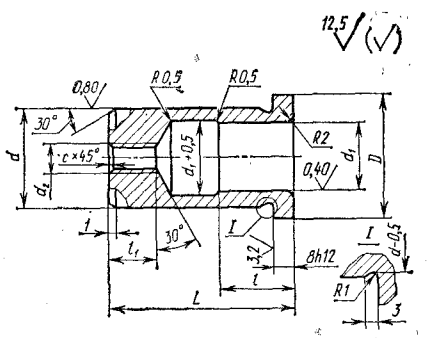
Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — по H14, валов — по h14, прочих — по IT14/2.

Резьба — по ГОСТ 9150—81. Поле допуска — по ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77).

Технические условия — по ГОСТ 22082—76.

Таблица 70

Втулки направляющие по ГОСТ 22073—76 (размеры, мм)



Обозначение втулки	L (пред. откл. по h11)	D	d (пред. откл. по h6)	d_1 (пред. откл. по H7)	d_2	l	l_1	c	Масса, кг, не более
0602-0361	30	25	20	12	8M—7H	16	8	1,6	0,065
0602-0362	40					20			0,074
0602-0362	50								0,085
0602-0364	60								0,100
0602-0365	70								0,111
0602-0366	80								0,124
0602-0367	90								0,136
0602-0368	100								0,148
0602-0369	110								0,161
0602-0371	30	32	25	16	M10—7H	16	10		0,100
0602-0372	40					20			0,116
0602-0373	50					25			0,137
0602-0374	60								0,154
0602-0375	70								0,171
0602-0376	80								0,188
0602-0377	90								0,205

Продолжение табл. 70

Обозначение втулки	l (пред. откл. по h11)	D	d (пред. откл. по h6)	d_1 (пред. откл. по H7)	d_2	l	l_1	c	Масса, кг, не более
0602-0378	40	40	32	20	M12—7H	20	12	1,6	0,197
0602-0379	50					25			0,233
0602-0381	60					32			0,263
0602-0382	70								0,300
0602-0383	80								0,330
0602-0384	90								0,360
0602-0385	55	48	40	28	M16—7H	28	16	2,0	0,354
0602-0386	65					36			0,401
0602-0387	80					45			0,475
0602-0388	90								0,509
0602-0389	100								0,544
0602-0391	110								0,579
0602-0392	60	60	50	36	M20—7H	28	20		0,599
0602-0393	70					36			0,668
0602-0394	80					45			0,740
0602-0395	90					56			0,819
0602-0396	110								0,021

Примечание. Пример условного обозначения направляющей втулки $L = 30$ мм, $D = 25$ мм:

Втулка 0602-0361 ГОСТ 22073—76

Материал — сталь 20 по ГОСТ 1050—74.

Цементировать на глубину 0,6—0,8 мм; $HRC_э$ 56 ... 61.

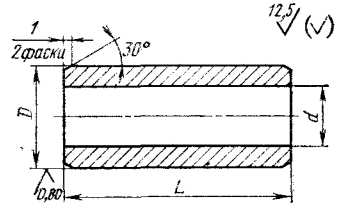
Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — по H14, валов — по h14, прочих — по $\pm$ IT14/2.

Резьба — по ГОСТ 9150—81 и ГОСТ 24705—81. Поле допуска — по ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77).

Технические условия — по ГОСТ 22082—76.

Таблица 71

Втулки центрирующие по ГОСТ 22075—76 (размеры, мм)



Обозначение втулки	L	D (пред. откл. по g6)	d	Масса, кг, не более
0602-0422	45	20	12	0,071
0602-0423	55			0,087
0602-0424	45	25	17	0,093
0602-0425	55			0,144
0602-0426	65			0,135
0602-0427	75			0,153
0602-0428	45	32	22	0,149
0602-0429	55			0,184
0602-0431	65			0,217
0602-0432	75			0,250
0602-0433	85			0,284
0602-0434	95			0,317
0602-0435	80	40	30	0,343
0602-0436	90			0,386
0602-0437	100			0,428
0602-0438	110			0,472
0602-0439	120			0,514
0602-0441	130			0,556
0602-0442	80	50	38	0,521
0602-0443	90			0,586
0602-0444	100			0,652
0602-0445	110			0,710
0602-0446	120			0,783
0602-0447	130			0,848
0602-0448	150			0,979

Примечание. Пример условного обозначения центрирующей втулки $L = 45$ мм, $D = 20$ мм:

Втулка 0602-0424 ГОСТ 22075—76

Материал — труба стальная $\frac{D \times s \text{ ГОСТ } 8734\text{—}75 \text{ (СТ СЭВ } 1483\text{—}78)}{20 \text{ ГОСТ } 1050\text{—}74}$

Цементировать на глубину 0,8—1,2 мм; $HRC_э$ 56 ... 61.

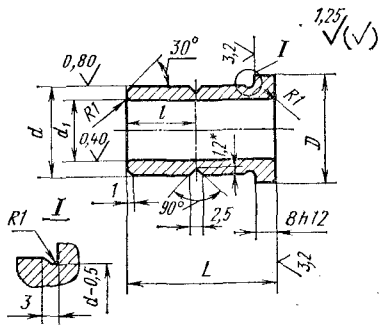
Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — по H14, валов — по h14.

Технические условия — по ГОСТ 22082—76.

Таблица 72

Втулки направляющие укороченные по ГОСТ 22074—76

(размеры, мм)



Обозначение втулки	L (пред. откл. по h12)	D	d (пред. откл. по n6)	d_1 (пред. откл. по H7)	l	Масса, кг, не более
0602-0401	25	25	20	12	12,5	0,050
0602-0402	36				18,0	0,067
0602-0403	25	32	25	16	12,5	0,076
0602-0404	36				18,0	0,089
0602-0405	25	40	32	20	12,5	0,124
0602-0406	36				18,0	0,166
0602-0407		48	40	28		0,214
0602-0408	45				22,5	0,259
0602-0409	36	60	50	36	18,0	0,319
0602-0411	45				22,5	0,386

* Размер для справок.

Примечание. Пример условного обозначения укороченной направляющей втулки $L = 25$ мм, $d = 20$ мм:

Втулка 0602-0401 ГОСТ 22074—76

Материал — сталь 20 по ГОСТ 1050—74.
Цементировать на глубину 0,6 ... 0,8 мм; $HRC_э$ 56 ... 61.
Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — по H14, валов — по h14, прочих — по ± IT14/2.
Технические условия — по ГОСТ 22082—76.

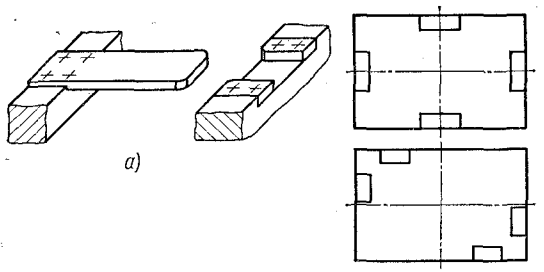


Рис. 98

поверхности плит (рис. 98, *а*); при этом устанавливают не менее четырех планок, расположенных по четырем сторонам или углам формы (рис. 98, *б*). Преимущества применения направляющих планок: точность направления, высокая несущая способность, возможность смены изношенных планок без разбора формы.

На рис. 99 показаны способы центрирования частей форм коническими поверхностями. Применение конических поверхностей обеспечивает высокую точность центрирования и позволяет с успехом использовать их при литье глубоких тонкостенных изделий, когда неизбежно возникают большие поперечные усилия из-за несимметричного расположения матрицы и пуансона, вызванного погрешностью изготовления или несимметричностью формы изделия.

Наиболее проста конструкция (рис. 99, *а*), в которой конические поверхности выполнены непосредственно в пуансоне и матрице. Охватывающая коническая поверхность может быть выполнена в специальном кольце, установленном по линии *в*. Однако расположение этой поверхности на стороне матрицы уменьшает пространство между полуформами после размыкания формы, что может затруднить удаление высоких отливок.

На рис. 99, *б* охватывающая поверхность выполнена со стороны пуансона на съемном кольце *2*, что увеличивает по сравнению с вариантом на рис. 99, *а* просвет после размыкания формы.

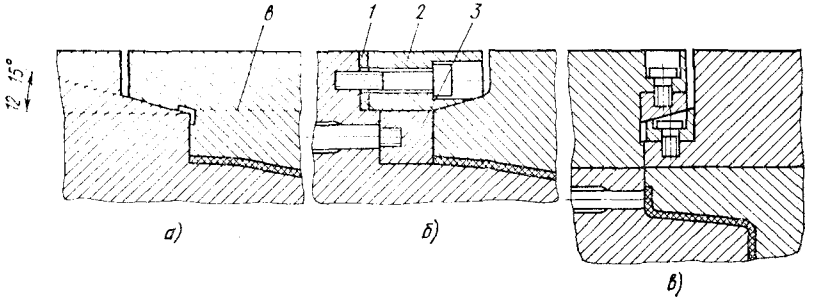


Рис. 99

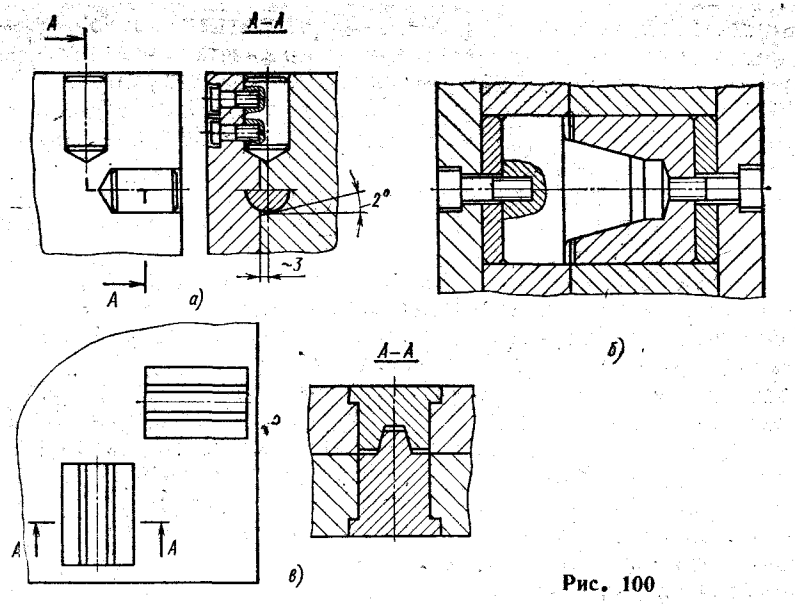


Рис. 100

Применение съемных колец *2* значительно упрощает ремонт, а компенсационных колец *1* — пригонку при сборке. Использование сталкивающего кольца *3* в качестве центрирующего элемента не допускается.

Конические центрирующие элементы можно выполнять в виде отдельных сегментов (рис. 99, *в*). В этом случае их можно располагать по сторонам многоугольника (прямоугольника). Угол конуса центрирующих элементов должен быть в пределах 12—15°. Сопрягаемые поверхности необходимо закалить до твердости $HRC_э$ 52—60. В большинстве случаев центрирующие элементы применяют вместе с направляющими колонками, которые защищают форму от повреждений при креплении ее на машине и обеспечивают предварительное направление подвижной части формы.

Для повышения точности центрирования полуформ, в которых применение конических центрирующих элементов (см. рис. 99, *в*) невозможно, устанавливают центрирующие элементы, показанные на рис. 100, *а—в*. Их можно применять для центрирования съемных форм, а также разъемных полуматриц. В этих элементах нет бокового зазора, что обеспечивает высокую точность центрирования.

Центрирование трехсекционных матриц описано в гл. 7 (см. табл. 119).

3.10. ТЕРМОСТАТИРОВАНИЕ ФОРМ

Отверждение полимера в форме требует отвода большого количества теплоты. В связи с этим продолжительность цикла литья в значительной степени зависит от эффективности отвода теплоты

и от достигаемой при этом температуры отливки. Кроме того, режим охлаждения существенно влияет на качество изделий. Так, более высокая температура формы позволяет получить:

более высокие механические показатели кристаллических полимеров — $\sigma_р$, E, НВ и т. д. (у аморфных полимеров эти показатели меняются незначительно);

качественную поверхность, блеск изделия;

менее ориентированную структуру полимера и меньшие внутренние напряжения;

меньшую склонность к растрескиванию в напряженном состоянии и при воздействии агрессивных сред;

большую стабильность размеров в процессе эксплуатации, особенно при повышенных температурах.

Низкая температура формы позволяет уменьшить: рассеяние размеров отливаемых изделий, усадку и коробление, цикл литья.

Вместе с тем необходимо помнить, что при быстром охлаждении в отливке возникают большие внутренние напряжения, и, если изделие эксплуатируется при повышенных температурах, неизбежны вторичная усадка и коробление. На переохлажденных стенках формы может конденсироваться влага, отрицательно влияющая на качество поверхности отливки.

Задача конструктора состоит в правильном расчете и проектировании системы термостатирующих каналов формы, которая обеспечит поддержание требуемого теплового режима. Выбор конструктивного решения системы термостатирующих каналов, которые будут рассмотрены ниже, должен быть обоснован количественно, т. е. расчетным путем. Прежде всего рассчитывают площадь поперечного сечения каналов, затем — длину каналов.

Расчет каналов.

1. Время охлаждения, с, определяют по приближенной формуле

$$\tau_{охл} = \frac{0{,}405}{a}\left(\frac{\delta}{2}\right)^2\left(\ln 1{,}27 - \ln\frac{t_к - t_ф}{t_н - t_ф}\right), \qquad (34)$$

где a — коэффициент температуропроводности, м²/с (по табл. 73); δ — толщина изделия, м; $t_ф$ — средняя за цикл температура формующих поверхностей, °С (по табл. 73); $t_н$ — начальная температура изделия, равная температуре впрыскиваемого в форму расплава, °С (по табл. 73); $t_к$ — температура в середине стенки изделия, при которой раскрывается форма (принимают на 8—25 °С выше $t_ф$; меньшие значения $t_к$ для мягких материалов, большие — для жестких прочных; для стеклонаполненных материалов можно принимать $t_к \geqslant t_ф$ на 20 ... 30 °С).

2. Время цикла, с

$$\tau_ц = \tau_{охл} + \tau_{ср} + \tau_{впр}, \qquad (35)$$

Таблица 73

Некоторые физические и технологические параметры материалов, используемые при расчете систем термостатирования

Материал	Плотность $\rho \cdot 10^{-3}$, кг/м³	Теплопроводность λ, Вт/(м·°С)	Удельная теплоемкость $c \cdot 10^{-3}$, Дж/(кг·°С)	Температуропроводность $a \cdot 10^{7}$, м²/с	Температурный коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^{5}$, 1/°С	Температура формы при литье, °С	Температура расплава в зоне сопла, °С
Полимерные материалы:							
полистирол блочный, эмульсионный	1,03—1,07	0,09—0,16	1,33	0,88	8	60—75	200—220
полистирол 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
полиметилметакрилат	1,18—1,20	0,187—0,21	1,8—1,97	0,93	8	60—80	200—230
поликапролактам	1,14—1,15	0,254	2,5	0,9	10—11	—	—
полиамид 610	1,1	0,268	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—180
Охлаждающие 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	—	—	—

Продолжение табл. 73

Материал	Плотность $\rho \cdot 10^{-3}$, кг/м³	Теплопроводность λ, Вт/(м·°С)	Удельная теплоемкость $c \cdot 10^{-3}$, Дж/(кг·°С)	Температуропроводность $a \cdot 10^{7}$, м²/с	Температурный коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^{5}$, 1/°С	Температура формы при литье, °С	Температура расплава в зоне сопла, °С
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 (12ХН3А, 30ХН3А)	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—8,6	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	—	—
бериллий 99,5 %	1,8	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	—	—

где $\tau_{ср}$ — время смыкания или размыкания полуформ, с; $\tau_{впр}$ — время впрыска, с.

3. Количество теплоты $Q_о$, поступившей с расплавом и отдаваемой отливкой, Дж

$$Q_о = m_о c_о (t_н - \bar{t}_к), \quad (36)$$

где $m_о = m_и n + m_л$ — масса отливки, кг ($m_и$ — масса изделия, кг, n — число гнезд, $m_л$ — масса литников, кг); $c_о$ — удельная теплоемкость материала отливки, Дж/(кг·°С) (по табл. 73); $\bar{t}_к$ — средняя (по объему отливки) температура изделия в момент раскрытия формы, °С.

$$\bar{t}_к = t_ф + 2(t_н - t_ф)/\pi. \quad (37)$$

4. Количество теплоты, отводимой хладагентом,

$$Q_х = Q_о \pm Q_{пот}, \quad (38)$$

где $Q_{пот}$ — потери теплоты в окружающую среду (минус) или количество теплоты, получаемой формой из окружающей среды (плюс).

В тепловых расчетах литьевых форм теплообменом с окружающей средой в большинстве случаев можно пренебречь без большой погрешности. Тогда

$$Q_х = Q_о. \quad (39)$$

Однако, если хладагент подогревается до высокой температуры, то внешний теплоотвод надо учитывать; при этом

$$Q_{пот} = Q_к + Q_т + Q_и,$$

где $Q_к$, $Q_т$ и $Q_и$ — количество теплоты, передаваемой в окружающую среду соответственно конвективно, через крепежные плиты машины и излучением.

Поскольку в этом случае необходимо предусматривать тепловую изоляцию формы от плит пресса, то $Q_т$ в расчете можно не учитывать. При высоких температурах формы $Q_и \approx 0{,}25 Q_к$, поэтому окончательно можно записать

$$Q_{пот} = 1{,}25 Q_к, \quad (40)$$

$$Q_к = F_б \alpha (t_{пф} - t_в) \tau_ц, \quad (41)$$

где $F_б$ — площадь боковых поверхностей формы, м²; α — коэффициент теплоотдачи (при естественной конвекции в воздухе можно принять $\alpha = 8$ кг·с$^{-3}$/°С); $t_{пф}$ — температура на поверхности формы, °С; $t_в$ — температура окружающего воздуха, °С.

5. Расход хладагента, кг

$$g_х = Q_х/(c_х \Delta t_х), \quad (42)$$

где $c_х$ — удельная теплоемкость хладагента, Дж/(кг·°С) по табл. 73; $\Delta t_х$ — разность температур хладагента на выходе и входе в канал (принимают не более 2—4 °С для исключения неравномерности охлаждения).

6. Расход, кг, хладагента через пуансон и матрицу принимают пропорциональным площадям оформляющих их поверхностей $F_{п(м)}$

$$g_х^{п(м)} = g_х F_{п(м)}/F_{общ}, \quad (43)$$

где $F_{п(м)}$ и $F_{общ}$ определяют по чертежу пуансона и матрицы или по чертежу изделия, м² ($F_{общ}$ — суммарная площадь оформляющих поверхностей пуансона и матрицы).

7. Площадь поперечного сечения каналов,

$$f_к^{п(м)} = g_х^{п(м)}/(\rho_х \tau_ц w), \quad (44)$$

где $\rho_х$ — плотность хладагента, кг/м³; $\tau_ц$ — см. (35); w — скорость течения хладагента, м/с (принимают $w = 0{,}5 \ldots 1{,}0$ м/с).

8. Диаметр канала или длина стороны сечения (если канал прямоугольный), м

$$d_к^{п(м)} = 1{,}13 \sqrt{f_к^{п(м)}}. \quad (45)$$

Если расчет дает неприемлемые результаты, например слишком малый (нетехнологичный) диаметр канала, то необходимо увеличить расчетный расход хладагента, уменьшив $\Delta t_х$ в уравнении (42), или применить другой хладагент с меньшей теплоемкостью $c_х$. Если диаметр, наоборот, получается слишком большим, то расход уменьшают, переходя на хладагент с большими $c_х$ или $\Delta t_х$, либо увеличивают скорость хладагента w. При этом следует учитывать, что слишком большое увеличение $\Delta t_х$ приводит к значительной неравномерности температурного поля формы.

9. После окончательного выбора $d_к^{п(м)}$ определяют длину каналов из условия, что эффективная площадь поверхности каналов должна быть не менее охлаждаемой площади оформляющих поверхностей пуансона или матрицы, т. е. $F_к^{п(м)} \geqslant F_{п(м)}$, где $F_к^{п(м)}$ — площадь поверхности охлаждающих каналов пуансона (матрицы), м².

Суммарная длина, м, каналов круглого сечения

$$l_к^{п(м)} \geqslant F_{п(м)}/(\pi d_к^{п(м)}). \quad (46)$$

Конструирование системы термостатирования. Так как при расчете размеров каналов охлаждения принят ряд допущений, а также вследствие того, что расчетное время охлаждения отливки $\tau_{охл}$ может отличаться от фактического из-за неопределенности температуры $T_к$ в середине стенки изделия, необходимо предусматривать возможность регулирования температуры формы.

Температуру формы можно регулировать двумя способами: изменением средней температуры хладагента и изменением расхода хладагента. Первый способ применяют при высоких температурах формы; он реализуется независимо от конструкции формы.

Второй способ используют наиболее широко, поэтому в конструкции формы или в системе подвода хладагента к форме обязательно следует предусматривать возможность регулирования его расхода, например установкой вентиля.

При конструировании системы термостатирования необходимо учитывать следующие основные требования:

суммарная длина каналов должна быть возможно большой, но не меньше расчетного значения $l_к^{п\,(м)}$ (избыточные возможности системы всегда можно уменьшить регулированием, тогда как недостаток трудно компенсировать);

расположение каналов, а также направление потока хладагента от более нагретых частей формы к менее нагретым должны обеспечить по возможности равномерное охлаждение оформляющих элементов формы; необходимо учитывать, что температура формы в зоне впрыска всегда несколько выше, чем на периферийных участках;

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;

так как коэффициент теплоотдачи с изменением скорости движения жидкости изменяется в широком диапазоне, в системе каналов не должно быть участков с увеличивающимся сечением и, особенно, застойных зон, где охлаждающая жидкость может играть роль теплоизолятора (по этой же причине не рекомендуется использовать полостное охлаждение — см. рис. 105, *а*);

система охлаждения должна быть герметична, что проверяют при давлении 0,6 МПа.

Ниже рассмотрены основные конструктивные варианты — системы канального и полостного типа, комбинированная система.

Систему канального типа с прямыми каналами применяют при литье плоских прямоугольных изделий и в многогнездных формах с рядным расположением гнезд. Расстояние между охлаждающими каналами S, а также каналами и охлаждаемой поверхностью b (рис. 101, *а*) выбирают по эмпирическим зависимостям: $S \approx (2{,}5 \ldots 3{,}5)\, d_к$, $b \approx (0{,}8 \ldots 1{,}5)\, S$.

На рис. 101, *б* показано рекомендуемое расположение каналов при переменной толщине стенок изделия ($b_1 \geqslant b_2$).

Каналы в матрицах, пуансонах, плитах охлаждения или обоймах выполняют, как правило, сквозными и заканчивают резьбовыми гнездами, в которые вворачивают ниппели (табл. 74) и пробки (табл. 75). При подключении такой системы шлангами возможны различные комбинации направлений потоков хладагента. Опорные фланцы должны иметь большие размеры, чем плиты формы. Это исключит повреждение ниппелей системы охлаждения при транспортировании и установке форм на литьевую машину.

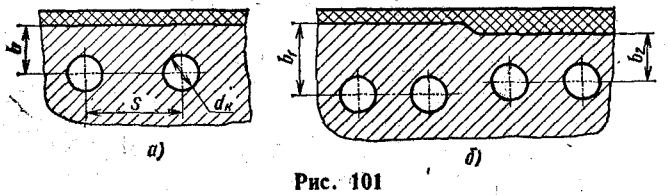


Рис. 101

На рис. 102, *а* показан вариант системы охлаждения канального типа для изделия прямоугольной формы, отливаемого через литник, который расположен с одного края изделия. Для изделий, отливаемых через центральный литник, более рациональна схема, показанная на рис. 102, *б*.

Систему канального типа с прямыми каналами иногда применяют для охлаждения плоских круглых изделий (рис. 103, *а*). Однако она не может обеспечить равномерного охлаждения изделия, и возможно его коробление. Улучшенный вариант для таких изделий показан на рис. 103, *б*, где в пуансоне выполнен спиральный канал с вводом жидкости в его центральной части и отводом на периферии. Зона, расположенная против центрального литника, дополнительно охлаждается фонтанирующим каналом *в*.

Для поддержания равномерного температурного поля высоких пуансонов можно использовать систему охлаждения со сложной траекторией движения жидкости (рис. 104). В центральное отверстие пуансона *1* (рис. 104, *а*) вставлен без зазора стержень *2* с винтовой нарезкой. Жидкость подается через центральное

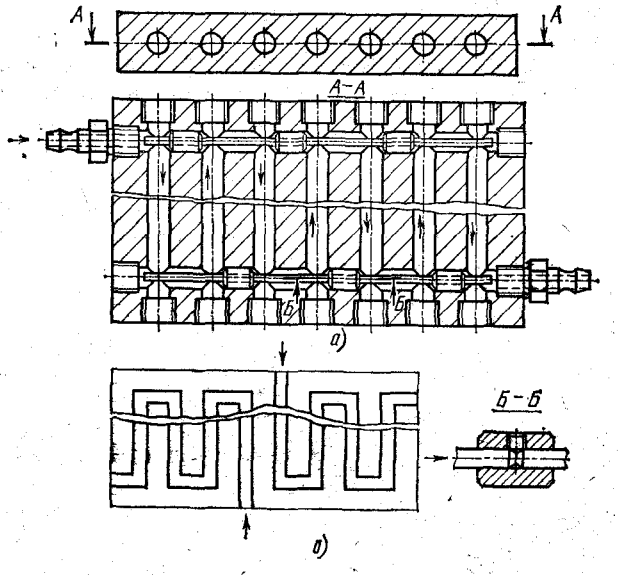


Рис. 102

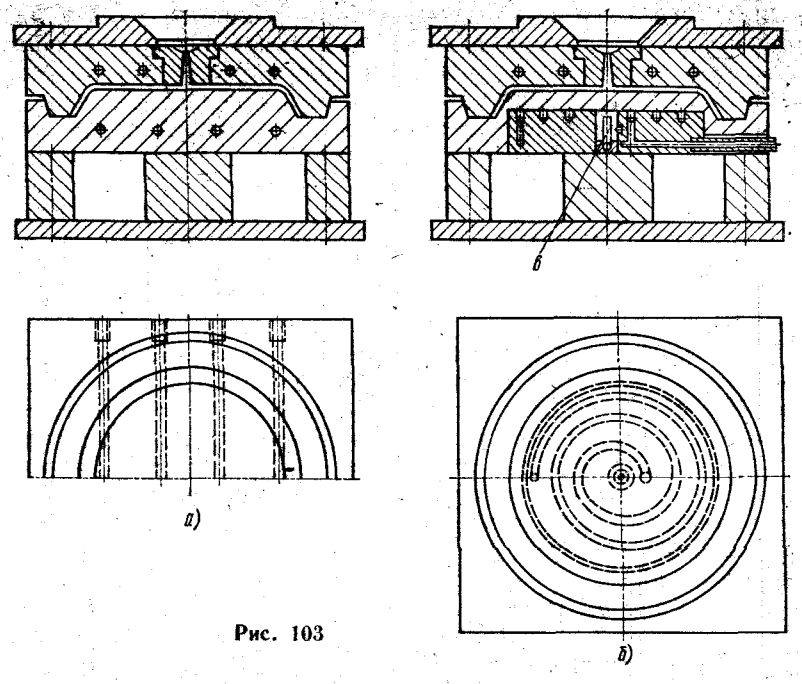


Рис. 103

отверстие стержня и отводится по винтовому каналу, охлаждая пуансон, последовательно от более нагретой части к менее нагретой. На рис. 104, *б* стержень *2* выполнен без центрального отверстия с двухзаходной винтовой нарезкой. По одному каналу жидкость подается, по другому — отводится. Такую систему можно применять, если литник *3* подводится не в дно изделия, как на рис. 104, *а*, а со стороны плоскости разъема *I—I* (рис. 104, *б*), и наиболее нагретая часть изделия расположена у этой плоскости. Стержень или пуансон *1* следует уплотнять резиновыми кольцами *4* (рис. 104, *а*, *б*). В ряде конструкций для герметизации используют эпоксидную смолу или другой теплостойкий герметик. Систему полостного типа (рис. 105), как правило, применяют при отношении высоты охлаждаемого элемента формы к его диаметру (ширине) $h/d \geqslant 1$.

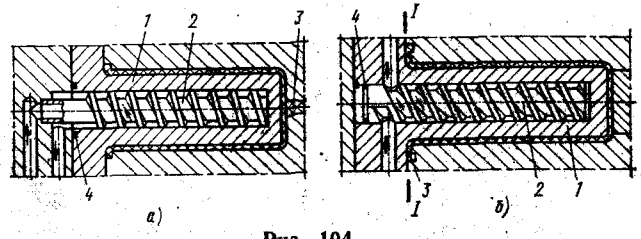
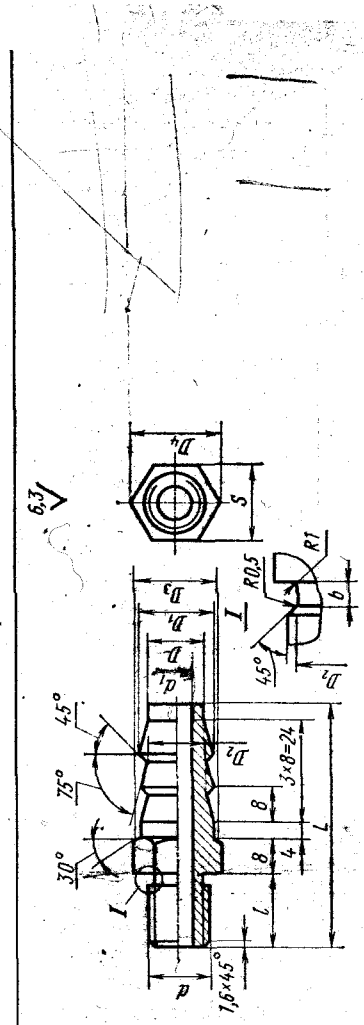


Рис. 104

Таблица 74

Ниппели по ОСТ 64-1-312—72 (размеры, мм)



Обозначение ниппеля	d	d_1	D	D_1	D_2	D_3	D_4	S (пред. откл. по h11)	b	L	l	Масса, кг
64-7024-0001	М8×1—6g	4	6	9,5	6,5	12	14,2	13	3	48	12	0,018
64-7024-0002	М10×1—6g	5	8	12,0	8,5	16	18,7	17	3	50	14	0,032
64-7024-0003	М12×1,25—6g	6	11	15,0	10,2	18	20,9	19	4	52	16	0,044
64-7024-0004	М16×1,5—6g	8	16	20,0	13,8	23	26,9	24	4	56	20	0,096

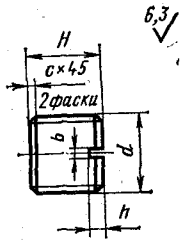
Примечание. Пример условного обозначения ниппеля d = М8×1—6g:

Ниппель 64-7024-0001 ОСТ 64-1-312—77

Материал — сталь 45 по ГОСТ 1050—74. Твердость $HRC_э$ 32,0 ... 36,5. Покрытие — Хим. Окс. прм по ГОСТ 9.073—77. Остальные технические требования по ГОСТ 22082—76.

Таблица 75

Пробки по ГОСТ 12202—66 (размеры, мм)



Обозначение пробки	d	H	h	b	c	Масса, кг
7009-0223	M8×1—6g	6	1,5	1,2	1	0,0022
7009-0225	M10×1—6g	6	2	1,6	1	0,0037
7009-0227	M12×1,25—6g	8	2,5	2	1,6	0,0065
7009-0231	M16×1,5—6g	10	3	2,5	1,6	0,0130

Примечание. Пример условного обозначения резьбовой пробки d = M8×1—6g:

Пробка 7009-0223 ГОСТ 12202—66

Материал — сталь 45 по ГОСТ 1050—74. Твердость $HRC_э$ 30 ... 35. Покрытие — Хим. Окс. прм по ГОСТ 9.077—77.

На рис. 105, *а* приведен пример неудачной полостной системы. В нижней части полости образовалась застойная зона, а в верхней части скорость потока мала. Пуансон имеет неравномерное температурное поле.

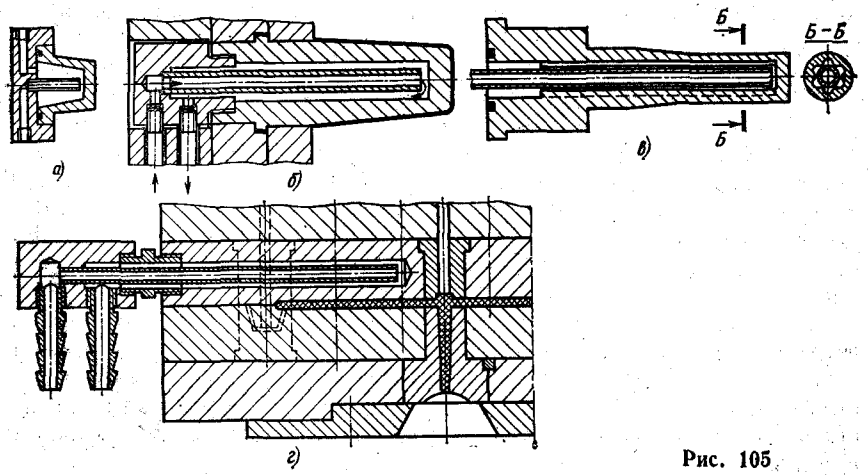


Рис. 105

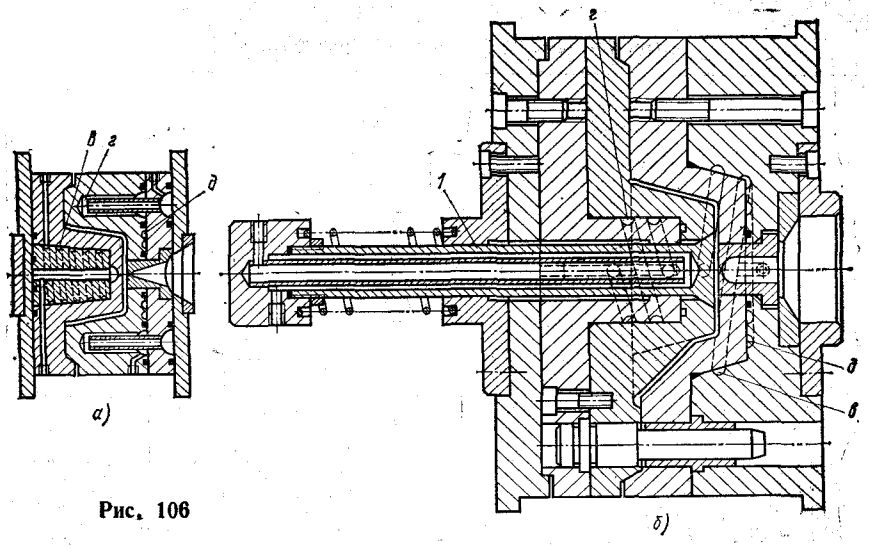


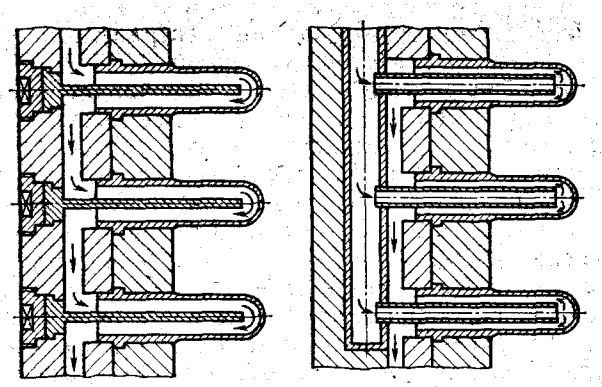
Рис. 106

На рис. 105, *б*, *в* показаны правильно спроектированные системы. В охлаждающей полости установлена фонтанирующая трубка, через которую жидкость подается к наиболее нагретому участку пуансона. Отводится жидкость через кольцевой зазор, образуемый в полости вокруг трубки.

Для увеличения эффективности охлаждения отдельных мест участков (где невозможно выполнить сквозной канал) формы могут применяться специальные узлы (рис. 105, *г*). В труднодоступных местах, где подвести жидкость не удается, для улучшения отвода теплоты можно применять вкладыши из материала с высоким коэффициентом теплопроводности (например, из меди) — см. рис. 139.

Комбинированная система является сочетанием канальной и полостной систем, причем возможны различные сочетания. На рис. 106, *а* в пуансоне выполнен винтовой канал *в*, в матрице — спиральные каналы *д* и полостная система с параллельными полостями *г*. На рис. 106, *б* в матрице выполнены спиральный *д* и винтовой *в* каналы, а в пуансоне — винтовой канал *г*. В грибковом выталкивателе *1* дополнительно введена фонтанирующая трубка, обеспечивающая интенсивное охлаждение зоны впрыска.

В многогнездных формах можно применять последовательную (рис. 107, *а*) и параллельную (рис. 107, *б*) схемы термостатирования. При числе гнезд более четырех можно использовать параллельно-последовательную схему с отдельным подводом и отводом жидкости последовательно для каждой группы.



а) *б)*

Рис. 107

3.11. ФОРМЫ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ РЕАКТОПЛАСТОВ

По конструкции формы, предназначенные для изготовления изделий из реактопластов методом литья под давлением, принципиально не отличаются от форм для литья изделий из термопластов. Некоторые особенности определяются спецификой технологии формования реактопластов. К таким особенностям относятся: наличие обогревательных элементов (ТЭНы, индукторы и др.), а также необходимость учета температурного расширения подвижных элементов формы для предотвращения возможных заеданий, задиров, поломок. Для уменьшения тепловых потерь и выравнивания температурного поля формы необходимо предусматривать надежную тепловую изоляцию полуформ от плит литьевой машины и окружающей среды.

При проектировании литниковой системы (центральный литник, разводящие литниковые каналы, место подвода впускного канала, его вид и форма), в целом, необходимо руководствоваться требованиями, предъявляемыми к литниковой системе форм для литья изделий из термопластов. Однако при литье реактопластов всегда необходима тщательная отделка поверхности разводящих каналов с обязательным хромированием. Переход от разводящих каналов к впускным должен быть плавным.

В настоящее время нет методики расчета сечения разводящих и впускных каналов, поэтому пользуются эмпирическими зависимостями, а в процессе испытаний и отладки формы проводят корректировку. Площадь поперечного сечения разводящего канала можно определять по соотношению

$$S_i \approx S_{i-1}/n_i,$$

где S_{i-1} — площадь поперечного сечения предыдущего разводящего канала (для первого от центрального литникового канала разводящего канала $S_{i-1} = S_{\text{цк}}$, где $S_{\text{цк}}$ — площадь поперечного сечения выходного отверстия центрального литникового канала); n_i — число разводящих каналов.

Если $i \geqslant 2$, то площадь сечения i-го канала рекомендуется принимать равной площади сечения i — 1-го канала.

Выбор площади поперечного сечения впускного канала — наиболее ответственный этап проектирования литниковой системы. Чрезмерное уменьшение поперечного сечения впускного канала приводит к следующим нежелательным явлениям: излишней потере давления; преждевременному отверждению впрыскиваемого материала из-за дополнительного выделения теплоты при трении в узком канале; возникновению больших внутренних напряжений в месте впуска; неравномерной ориентации наполнителя и вследствие этого ухудшению физико-механических свойств, особенно для материалов, армированных волокнами, а также к короблению изделия.

Чрезмерное увеличение площади поперечного сечения впускного канала также нежелательно, так как при отделении литника возможно повреждение изделия.

Площадь сечения впускного канала принимают из расчета его удельной пропускной способности 5—10 г массы впрыскиваемого материала на 1 мм² сечения. Высоту канала принимают 0,3—0,6 мм.

При литье плоских тонких изделий рекомендуют применять веерный литник, который может иметь при заданной площади сечения минимальную толщину и ухудшает ориентацию материала, снижая тем самым коробление изделия. При литье толстостенных изделий для уменьшения выдержки впускной канал целесообразно рассчитывать по максимальной пропускной способности впускного канала.

При использовании тоннельных литников, аналогичных по конструкции тоннельным литникам, применяемым при литье термопластов, расстояние A (см. рис. 45, *в*) от места впуска до оси ближайшего выталкивателя, принимаемое в пределах 20—60 мм, зависит от диаметра впускного отверстия и размера подводящего литника. Диаметр впускного отверстия тоннельного литника (как правило, 0,5—2,0 мм) можно определить по уравнению

$$d = kV + 0{,}5,$$

где d — диаметр впускного отверстия, мм; $k = 0{,}01$ мм/см³ — коэффициент пропорциональности; V — объем изделия, см³.

Увеличение диаметра свыше 2 мм возможно, но приводит к образованию на детали заметного следа от среза литника.

В многогнездных формах расположение оформляющих полостей должно быть таким, чтобы длина путей течения материала к ним была одинаковая, что обеспечивает одинаковые физико-механические свойства изделий, получаемых в разных гнездах.

Если в форме используют каналы с различными условиями течения до впускного канала, то необходима балансировка впускных каналов (см. гл. 3, п. 3.1).

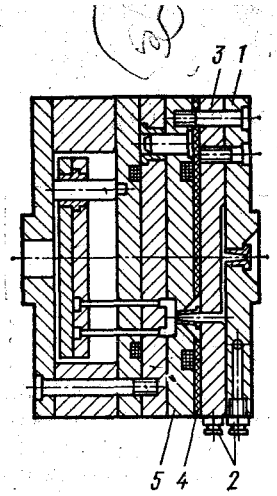


Рис. 108

Для получения качественной отливки существенное значение имеют вентиляционные каналы, место расположения которых следует выбирать в соответствии с правилами расположения их в формах для литья термопластов (см. гл. 3, п. 3.2). Размеры вентиляционных каналов подбирают опытным путем в зависимости от размеров детали: высота 0,05—0,2 мм, ширина 5—20 мм. После окончательной доводки при испытании формы эти каналы необходимо полировать и хромировать.

Прогрессивным направлением в конструировании является создание форм с холодными литниковыми каналами, которые соответствуют горячеканальным формам при литье термопластов. Особенно эффективно их применение для изготовления мелких деталей в многогнездных формах, где разветвленная литниковая система может составлять 50 % и более объема отливаемых изделий. Еще одно преимущество таких форм — возможность использования литниковых каналов увеличенного диаметра, что существенно снижает потери давления литья и несколько меньше разрушает стекловолокнистый наполнитель.

Отличительная особенность холодноканальных форм — обязательное наличие теплоизолирующей плиты *4* (рис. 108) между коллектором *3* литниковой системы и оформляющей плитой (обоймой матриц) *5*. Плита *1* и коллектор *3* термостатируются жидкостью, подводимой через штуцеры *2*. При этом температура плит не превышает 100 °С. В остальном эти формы не отличаются по конструкции от обычных горячеканальных форм для реактопластов.

ГЛАВА 4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФОРМ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ

4.1. ОСОБЕННОСТИ ФОРМ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ

Основные отличительные особенности форм для прессования реактопластов (см. рис. 164) определяются технологической особенностью процесса прессования, заключающейся в том, что, в отличие от литья, в открытую форму подается непластифицированный материал в виде порошка или таблеток, а смыкание формы происходит после загрузки материала.

Материал загружают в матрицу формы с помощью приспособлений и механизмов или вручную. Дозирование таблетированного пресс-материала выполняют по числу таблеток, порошкообразного — весовым или объемным способом, волокнистого — по числу таблеток и весовым способом.

Формообразование происходит в процессе смыкания формы при высоких температурах (150—200 °С) и высоком давлении на материал (25—50 МПа). При этом оформляющие элементы и арматура воспринимают повышенные нагрузки. Это необходимо учитывать при наличии длинных оформляющих элементов малого сечения, элементов, расположенных перпендикулярно направлению смыкания формы, а также при наличии арматуры, особенно тонкой проходной, которая в момент смыкания формы может изгибаться или ломаться.

Высокие температуры определяют ограничения при использовании (для автоматизации процесса) зубчатых, винтовых передач, гидро- и пневмоприводов и требуют обязательного применения высокотемпературных дисульфитмолибденовых и других смазочных материалов.

Процесс прессования проводят, как правило, с подпрессовкой. Подпрессовка — это кратковременное (2—3 с) размыкание формы на небольшую высоту (до 10 мм) для удаления газов, паров воды, образовавшихся в процессе поликонденсации, а также удаления влаги, находившейся в пресс-материале. Однако подпрессовку не применяют при прессовании изделий с арматурой и использовании форм кассетного типа, так как даже незначительный вывод пуансона из матрицы вызывает смещение арматуры или разрушение еще неотвержденного изделия. В таких случаях в пуансоне не следует располагать замкнутые оформляющие полости высотой более 3 мм.

Отпрессованные изделия выталкиваются из стационарных форм выталкивателями, получающими движение от штока нижнего гидроцилиндра пресса, и извлекаются специальной вилкой-съемником после возврата выталкивателей в исходное положение. Съемные формы размыкают вне пресса с использованием специальных приспособлений.

После извлечения изделий форму очищают с помощью сжатого воздуха, поэтому в местах, где может скапливаться облой, необходимо предусматривать пазы для продува (пазы *а* см. рис. 186).

4.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ФОРМ

Матрицы, пуансоны, загрузочные камеры. *Матрицы* компрессионных форм полузакрытого типа являются сочетанием двух элементов — собственно матрицы и расположенной над ней загрузочной камеры. Конструктивно матрицы могут быть выполнены как одно целое или составными (рис. 109, *а*) — для повышения технологичности ее конструкции, а также возможности внедрения прогрессивных методов формообразования (холодного и полугорячего выдавливания, электроимпульсной обработки, гальванопластики и др.).

Поверхность *А* собственно матрицы, по которой происходит ее запирание и отжатие излишнего количества вытекающего из матрицы пресс-материала, называется отжимным рантом матрицы. Его ширину *b* принимают в зависимости от конструкции матрицы и изделия не менее 2,5 мм. В цельных матрицах *1* (рис. 109, *б*), когда в пуансоне *2* не оформляются элементы изделия или когда они оформляются, но значение *а* соответствует условиям

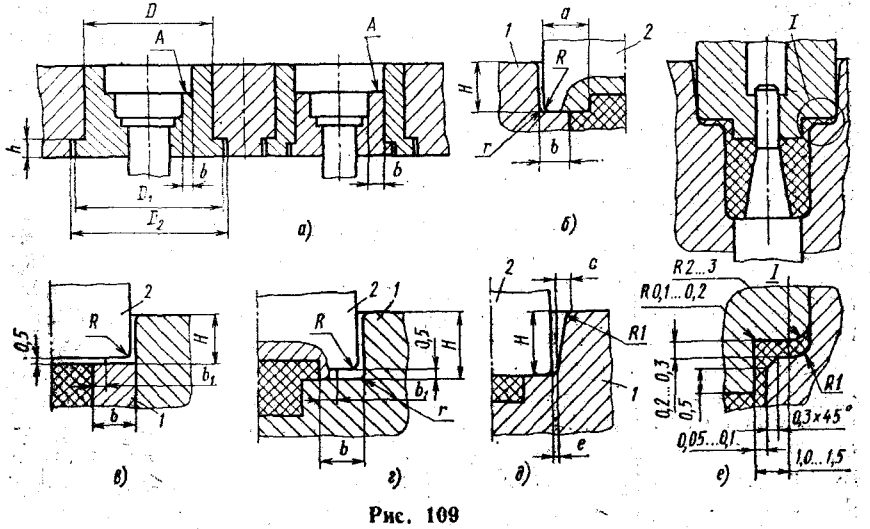


Рис. 109

прочности, ширину отжимного ранта принимают $b = 2{,}5$ мм. Во вставных матрицах *1* (рис. 109, *в*), а также в случаях, когда часть изделия размещена в пуансоне *2* (рис. 109, *г*) и размер этой части равен или больше размера части изделия, размещенного в матрице *1*, $b \geqslant 5$ мм. Для уменьшения толщины облоя, примыкающего к изделию в этом случае, на пуансоне выполняют также отжимной рант шириной $b_1 = 2{,}5$ мм и высотой 0,5 мм. При малом плане выпуска изделий, когда стойкость пуансона и матрицы не является лимитирующим фактором, b_1 можно уменьшить до 1 мм, что позволит дополнительно уменьшить толщину облоя. Радиус R скругления пуансона больше радиуса $r \leqslant 1$ мм скругления загрузочной камеры: $R = r + (0{,}5 \ldots 1)$ мм.

Избыточный материал и газы удаляются из оформляющего гнезда формы прямого прессования через зазор шириной *е* (рис. 109, *д*) между пуансоном *2* и стенкой загрузочной камеры. Кроме того, этот зазор исключает контакт боковых поверхностей пуансона и загрузочной камеры при запрессовке, что уменьшает износ этих поверхностей. Для материалов типа волокнит принимают $e = 0{,}3$ мм, для остальных материалов (фенопласты, аминопласты, стеклопласты АГ-4В, ДСВ и др.) $e = 0{,}15$ мм. Стенку загрузочной камеры выполняют с $c = 0{,}2$ мм при высоте $H \leqslant 30$ мм и $c = 0{,}3$ мм 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. 109, *е*.

Рекомендуемые размеры вставных матриц и пуансонов по рис. 109, *а* приведены в табл. 76.

Пуансоны и матрицы с цилиндрической посадочной частью и оформляющей частью, требующими взаимной ориентации, фиксируют шпонками, штифтами и пр. Пуансоны больших размеров, особенно сложной конфигурации, следует присоединять на резьбе

Таблица 76

Размеры, мм, матриц и пуансонов (см. рис. 109, *а*)

$D\left(\frac{H7}{n6}\right)$	D_1	D_2	$h\left(\frac{H11}{h11}\right)$
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

(см. рис. 162). При этом их фиксируют на плите обогрева штифтами, запрессовываемыми в незакаленные пробки.

Размеры загрузочной камеры рассчитывают в такой последовательности.

1. Объем загружаемого пресс-материала, см³

$$V = mkn/\rho,$$

где m — масса прессуемого изделия, г; k — коэффициент уплотнения пресс-массы (для нетаблетированных материалов $k = 1/\rho_н$, где $\rho_н$ — насыпная плотность, см. табл. 1; для таблетированных порошкообразных материалов $k = 1{,}4 \ldots 1{,}5$, волокнистых — $k = 2{,}5 \ldots 3{,}0$, жгутированного АГ-4В — $k = 3{,}5$); n — число одновременно прессуемых изделий с использованием одной загрузочной камеры; ρ — плотность отпрессованного изделия, г/см³.

2. Площадь F сечения загрузочной камеры матрицы в формах прямого прессования определяется типом оформляющего гнезда, а в многогнездных формах с общей загрузочной камерой — еще и числом одновременно прессуемых изделий.

3. Площадь F сечения верхней загрузочной камеры форм литьевого прессования (см. рис. 5, *а*), для предотвращения раскрытия формы под давлением материала, должна быть больше суммарной площади сечения изделия и литников

$$F = 1{,}1\,(F_и n + F_л),$$

где $F_и$ — площадь прессуемого изделия (в плане), см²; n — число одновременно прессуемых изделий; $F_л$ — суммарная площадь сечения литников (в плане), см².

4. Диаметр D, мм, нижней загрузочной камеры форм литьевого прессования (см. рис. 5, *б*) рекомендуется определять по эмпирической формуле

$$D = \sqrt[3]{V_и n},$$

где $V_и$ — объем прессуемого изделия, см³.

При этом должно выполняться условие, исключающее раскрытие формы под давлением расплава,

$$P_{см} = 1{,}25\,(P_в/F)\,(F_и n + F_л + F),$$

где $P_{см}$ — усилие смыкания пресса, создаваемое верхним гидроцилиндром; $P_в$ — усилие выталкивания, создаваемое нижним гидроцилиндром.

5. Высота H, см, загрузочной камеры

для полузакрытых форм прямого прессования

$$H = (V - V_и n)/F + 0{,}8;$$

для форм литьевого прессования

$$H = V/F + 1{,}2.$$

Расчет исполнительных размеров матриц, пуансонов, резьбовых знаков и других деталей не отличается от соответствующего расчета форм для литья термопластов (см. гл. 3 п. 3.8).

Толщину стенок загрузочных камер, матриц и обойм стационарных форм обычно не рассчитывают. Строгий расчет стенок загрузочных камер, матриц и обойм с учетом работы днища и возможного переменного сечения стенки громоздок и сложен, а упрощенный расчет по известным каноническим формулам сопромата является весьма приближенным и, как правило, не дает результатов, согласующихся с практикой; в связи с этим в большинстве случаев толщину s, s_1, s_2 стенок можно выбирать по табл. 77.

Камеры прессования *1* (табл. 78) для съемных пресс-форм предназначены для изготовления изделий из реактопластов методом литьевого прессования на съемных формах с горизонтальной и вертикальной плоскостями разъема. Размеры корпусов камер и поршней приведены в табл. 79 и 80.

Извлечение изделий из формы. Выталкивающая система пресса в отличие от соответствующей системы литьевой машины жестко связана с выталкивающей системой формы и перемещает ее по команде оператора (прессовщика) или автоматически. При этом система может возвращаться в исходное положение до установки знаков и (или) арматуры, а при необходимости после их установки в выталкиватели (см. рис. 162). В последнем случае значительно упрощается установка знаков и арматуры, а также конструкция формы — отпадает необходимость в специальных самовозвратных выталкивающих системах.

Конструктивно элементы типовой выталкивающей системы аналогичны соответствующим элементам типовой выталкивающей системы форм для литья под давлением (см. рис. 56, *а*, табл. 38—42, 45). Упор, кроме упрощения пригонки толкающей системы по высоте, обеспечивает свободный продув ее от облоя (в опорных брусьях для этой цели необходимо предусматривать сквозные пазы). Хвостовики следует выбирать по табл. 81. На прессы с усилием прессования до 1 МН можно устанавливать хвостовики исполнения 1.

Для стационарных форм ход выталкивателей определяется суммой расстояния от дна формующей полости до верхней плоскости обоймы матриц (загрузочной камеры) и зазора 8—10 мм для ввода под вытолкнутые изделия вилки-съемника. Для прессования из фено- и аминопластов тонкостенных изделий типа глубокого сосуда, коробки, тарелки, крышки и пр. без арматуры, резьбовых знаков, глубоких ребер, выступов и следов выталкивания (рис. 110) формы можно изготовлять без выталкивающей системы (рис. 110, *а*). Это позволяет упростить форму, уменьшить ее размеры и получить на прессе изделия большей высоты. В этом случае изделие извлекают из матрицы вручную после охлаждения струей сжатого воздуха (рис. 110, *б*). Размер a поднутряющих выступов (рис. 110, *а*), служащих для гарантированного удержа-

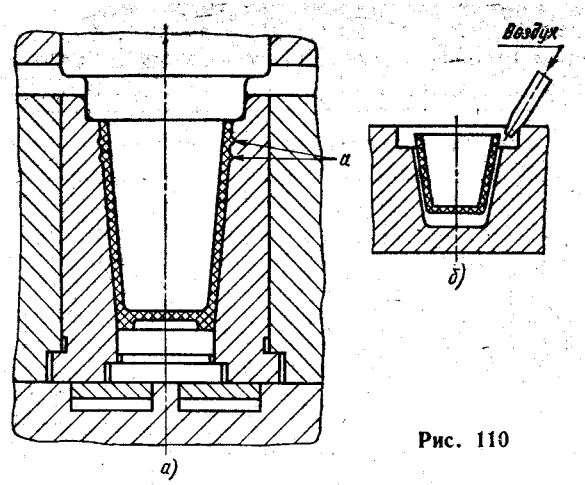


Рис. 110

ния изделия в матрице, следует принимать по соотношению: $a < 0{,}5S_{min}D$, где S_{min} — минимальная усадка, D — диаметр изделия.

Необходимое условие свободного извлечения изделия из матрицы — тщательное полирование ее при изготовлении.

Установка арматуры и резьбовых знаков (колец). При проектировании форм, предназначенных для прессования армированных изделий и форм со знаками, необходимо:

для изделий с плоской, сквозной и угловой арматурой предусматривать формы литьевого прессования;

поток пресс-массы направлять таким образом, чтобы он не смещал арматуру;

места установки арматуры и знаков *1* (см. эскиз табл. 82) устанавливать с учетом удобства обслуживания и чистки. Если они расположены в трудно доступных пазах, углублениях, их необходимо размещать в выталкивателях *2*, в которых должны быть предусмотрены окна для выбивания, при необходимости, знаков или арматуры; если знаки установлены непосредственно в матрице или пуансоне, то гнезда для их установки делают сквозными;

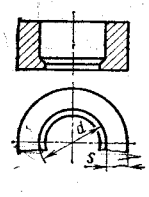
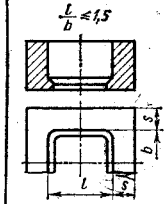
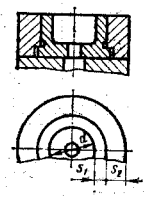
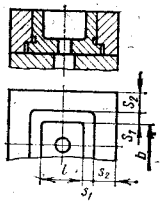
учитывать, что знаки, устанавливаемые в пуансоне (при прямом прессовании), имеют большую стойкость по сравнению со знаками, установленными в матрице;

рассчитывать резьбовые элементы форм по аналогии с расчетом этих элементов для литьевых форм (см. с. 186).

Резьбовые знаки имеют различное назначение. Одни из них служат для оформления внутренних резьбовых отверстий в изделиях из пластических масс, другие — для закрепления в определенном положении в пресс-форме, а следовательно, и в изделии, металлической арматуры с резьбой (типа гайки). Резьбовые

Таблица 77

Выбор толщины стенок загрузочных камер (размеры, мм)

Внутренний диаметр d или большая сторона l прямоугольника	Тип загрузочной камеры		Тип матрицы и обоймы			
	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

Примечания: 1. Давление в загрузочной камере не должно превышать 100 МПа.

2. Давление во внутренней полости матрицы-вставки не должно превышать 70 МПа.

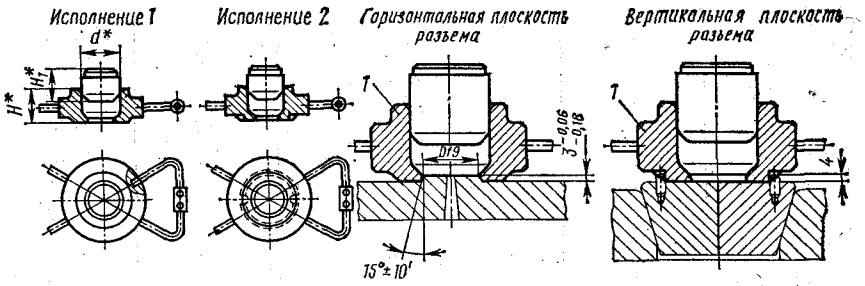
3. При $l/b > 1{,}5$ значения толщины стенок следует уменьшать (умножать на 0,8).

4. Наружные размеры, рассчитанные с учетом указанной толщины стенок, увеличивать кратно 5.

Таблица 78

Камера прессования по ГОСТ 20932—75 (размеры, мм)

Пример применения камеры прессования для съемных пресс-форм



Обозначение камеры	Исполнение	d	H	H_1	Масса, кг
1068-0451	1	40	25	22	0,95
1068-0452	2			25	0,98
1068-0453	1		32	29	1,18
1068-0454	2			32	1,21
1068-0455	1		40	37	1,44
1068-0456	2			40	1,46
1068-0457	1		50	47	1,79
1068-0458	2			50	1,81
1068-0459	1		63	60	2,26
1068-0461	2			63	2,28
1068-0462	1	50	25	22	1,37
1068-0463	2			25	1,41
1068-0464	1		32	29	1,71
1068-0465	2			32	1,75
1068-0466	1		40	37	2,11
1068-0467	2			40	2,14
1068-0468	1		50	47	2,63
1068-0469	2			50	2,67
1068-0471	1		63	60	3,36
1068-0472	2			63	3,39
1068-0473	1	63	25	22	2,06
1068-0474	2			25	2,12
1068-0475	1		32	29	2,57
1068-0476	2			32	2,63
1068-0477	1		40	37	3,19
1068-0478	2			40	3,24
1068-0479	1		50	47	4,00
1068-0481	2			50	4,06
1068-0482	1		63	60	5,12
1068-0483	2			63	5,17
1068-0484	1	71	25	22	2,57
1068-0485	2			25	2,64

Продолжение табл. 78

Обозначение камеры	Исполнение	d	H	H_1	Масса, кг
1068-0486	1	71	32	29	3,21
1068-0487	2			32	3,29
1068-0488	1		40	37	4,00
1068-0489	2			40	4,07
1068-0491	1		50	47	5,00
1068-0492	2			50	5,08
1068-0493	1		63	60	6,43
1068-0494	2			63	6,50
1068-0495	1	80	32	29	4,20
1068-0496	2			32	4,29
1068-0497	1		40	37	5,22
1068-0498	2			40	5,31
1068-0499	1		50	47	6,55
1068-0501	2			50	6,64
1068-0502	1		63	60	8,43
1068-0503	2			63	8,52
1068-0504	1	90	32	29	4,79
1068-0505	2			32	4,91
1068-0506	1		40	37	5,95
1068-0507	2			40	6,07
1068-0508	1		50	47	7,46
1068-0509	2			50	7,58
1068-0511	1		63	60	9,58
1068-0512	2			63	9,70
1068-0513	1	100	32	29	5,87
1068-0514	2			32	6,00
1068-0515	1		40	37	7,30
1068-0516	2			40	7,44
1068-0517	1		50	47	9,17
1068-0518	2			50	9,30
1068-0519	1		63	60	11,73
1068-0521	2			63	11,86

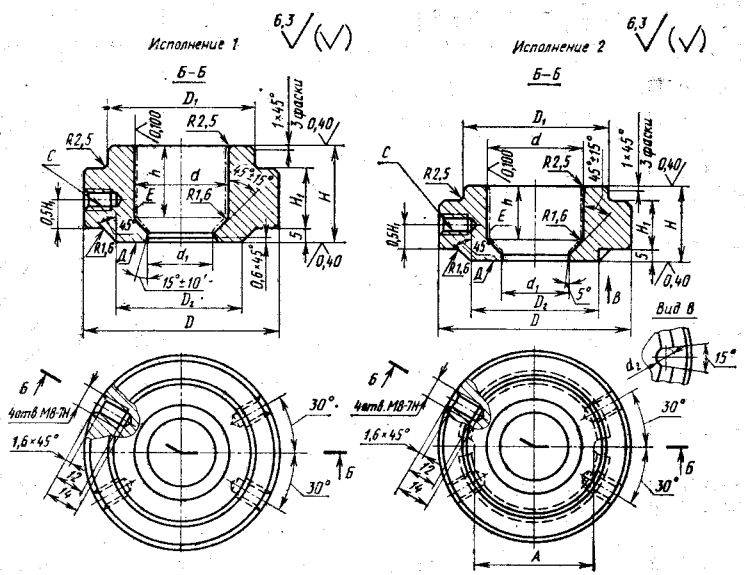
* Размеры для справок.

Примечание. Пример условного обозначения камеры прессования $d = 40$ мм, $H = 25$ мм, $H_1 = 22$ мм, исполнения 1:

Камера прессования 1068-0451 ГОСТ 20932—75

Таблица 79

Корпус по ГОСТ 20932—75 (размеры, мм)



Обозначение корпуса	Исполнение	d (пред. откл. по H9)	d_1 (пред. откл. по H9)	d_2	D	D_1	D_2	A	H	H_1	h	Масса, кг
1068-0451/001	1	40	28	— 8	80	60	53	— 50	25	16	16	0,59
1068-0452/001	2											
1068-0453/001	1			— 8				— 50	32	20	23	0,75
1068-0454/001	2											
1068-0455/001	1			— 8				— 50	40	25	31	0,93
1068-0456/001	2											
1068-0457/001	1			— 8				— 50	50	32	41	1,18
1068-0458/001	2											
1068-0459/001	1			— 8				— 50	63	40	54	1,52
1068-0461/001	2											
1068-0462/001	1	50	36	— 8	100	70	65	— 60	25	16	15 16	0,90
1068-0463/001	2											
1068-0464/001	1			— 8				— 60	32	20	22 23	1,13
1068-0465/001	2											

Продолжение табл. 79

Обозначение корпуса	Исполнение	d (пред. откл. по H9)	d_1 (пред. откл. по H9)	d_2	D	D_1	D_2	A	H	H_1	h	Масса, кг
1068-0466/001	1	50	36	— 8	100	70	65	— 60	40	25	30 31	1,40
1068-0467/001	2											
1068-0468/001	1			— 8				— 60	50	32	40 41	1,77
1068-0469/001	2											
1068-0471/001	1			— 8				— 60	63	40	53 54	2,31
1068-0472/001	2											
1068-0473/001	1	63	45	— 10	125	85	82	— 75	25	16	13,0 16,0	1,41
1068-0474/001	2											
1068-0475/001	1			— 10				— 75	32	20	20,0 23,0	1,75
1068-0476/001	2											
1068-0477/001	1			— 10				— 75	40	25	28,0 31,0	2,17
1068-0478/001	2											
1068-0479/001	1			— 10				— 75	50	32	38,0 41,0	2,74
1068-0481/001	2											
1068-0482/001	1			— 10				— 75	63	40	51,0 54,0	3,55
1068-0483/001	2											
1068-0484/001	1	71	50	— 10	140	95	92	— 85	25	16	11,5 16,0	1,78
1068-0485/001	2											
1068-0486/001	1			— 10				— 85	32	20	18,5 23,0	2,21
1068-0487/001	2											
1068-0488/001	1			— 10				— 85	40	25	26,5 31,0	2,74
1068-0489/001	2											
1068-0491/001	1			— 10				— 85	50	32	36,5 41,0	3,44
1068-0492/001	2											
1068-0493/001	1			— 10				— 85	63	40	49,5 54,0	4,48
1068-0494/001	2											
1068-0495/001	1			— 10				— 98	32	20	17,0 23,0	2,94
1068-0496/001	2											
1068-0497/001	1			— 10				— 98	40	25	25,0 31,0	3,64
1068-0498/001	2											

Продолжение табл. 79

Обозначение корпуса	Исполнение	d (пред. откл. по H9)	d_1 (пред. откл. по H9)	d_2	D	D_1	D_2	A	H	H_1	h	Масса, кг
1068-0499/001	1	80	56	—	160	110	105	—	50	32	35,0	4,49
1068-0501/001	2			10				98			41,0	
1068-0502/001	1			—				—	63	40	48,0	5,84
1068-0503/001	2			10				98			54,0	
1068-0504/001	1			—				—	32	20	15,5	3,27
1068-0505/001	2			10				110			23,0	
1068-0506/001	1			—				—	40	25	23,5	4,03
1068-0507/001	2			10				110			31,0	
1068-0508/001	1	90	63	—	170	120	118	—	50	32	33,5	5,04
1068-0509/001	2			10				110			41,0	
1068-0511/001	1			—				—	63	40	46,5	6,52
1068-0512/001	2			10				110			54,0	
1068-0513/001	1			—				—	32	20	14,5	4,05
1068-0514/001	2			10				120			23,0	
1068-0515/001	1			—				—	40	25	22,5	4,99
1068-0516/001	2	100	71	10	190	130	130	120			31,0	
1068-0517/001	1			—				—	50	32	32,5	6,24
1068-0518/001	2			10				120			41,0	
1068-0519/001	1			—				—	63	40	45,5	8,01
1068-0521/001	2			10				120			54,0	

Размеры поверхности E — после покрытия.

Примечание. Пример условного обозначения корпуса $d = 40$ мм, $H = 25$ мм, исполнения 1:

Корпус 1068-0451/001 ГОСТ 20932—75

То же, $d = 40$ мм, $H = 25$ мм, $A = 50$ мм, исполнения 2:

Корпус 1068-0452/001 ГОСТ 20932—75

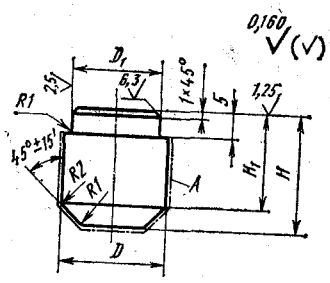
Материал — сталь 20 по ГОСТ 1050—74 (допускается применение стали 15).

Цементировать на глубину 0,8—1,2 мм до твердости $HRC_э$ 51,5 ... 55,0, кроме поверхности C. Покрытие поверхности E с обработкой до $Ra = 0{,}16$ мкм — Х. тв. 12зк (хромовое твердое толщиной 12 мкм зеркальное).

Отклонение от плоскостности поверхности $Д$ — не ниже 7 степени точности по ГОСТ 24643—81 (СТ СЭВ 636—77).

Таблица 80

Поршень по ГОСТ 20932—75 (размеры, мм)



Обозначение поршня	D * (пред. откл. по f7)	D_1	H	H_1	Масса, кг
1068-0451/002	40	38	22	15,5	0,19
1068-0452/002			25		0,22
1068-0453/002			29	22,5	0,26
1068-0454/002			32		0,29
1068-0455/002			37	30,5	0,34
1068-0456/002			40		0,36
1068-0457/002			47	40,5	0,44
1068-0458/002			50		0,46
1068-0459/002			60	53,5	0,57
1068-0461/002			63		0,59
1068-0462/002	50	48	22	14,5	0,30
1068-0463/002			25		0,34
1068-0464/002			29	21,5	0,41
1068-0465/002			32		0,45
1068-0466/002			37	29,5	0,54
1068-0467/002			40		0,57
1068-0468/002			47	39,5	0,69
1068-0469/002			50		0,73
1068-0471/002			60	52,5	0,88
1068-0472/002			63		0,92
1068-0473/002	63	60	22	12,5	0,47
1068-0474/002			25		0,53
1068-0475/002			29	19,5	0,64
1068-0476/002			32		0,70
1068-0477/002			37	27,5	0,84
1068-0478/002			40		0,89
1068-0479/002			47	37,5	1,08
1068-0481/002			50		1,14
1068-0482/002			60	50,5	1,39
1068-0483/002			63		1,45
1068-0484/002	71	67	22	11,0	0,58
1068-0485/002			25		0,65
1068-0486/002			29	18,0	0,79
1068-0487/002			32		0,87

Продолжение табл. 80

Обозначение поршня	D * (пред. откл. по f7)	D_1	H	H_1	Масса, кг
1068-0488/002	71	67	37	26,0	1,05
1068-0489/002			40		1,12
1068-0491/002			47	36,0	1,35
1068-0492/002			50		1,43
1068-0493/002			60	49,0	1,74
1068-0494/002			63		1,82
1068-0495/002	80	78	29	16,5	1,00
1068-0496/002			32		1,09
1068-0497/002			37	24,5	1,32
1068-0498/002			40		1,41
1068-0499/002			47	34,5	1,80
1068-0501/002			50		1,89
1068-0502/002			60	47,5	2,23
1068-0503/002			63		2,31
1068-0504/002	90	88	29	15,0	1,26
1068-0505/002			32		1,38
1068-0506/002			37	23,0	1,66
1068-0507/002			40		1,78
1068-0508/002			47	33,0	2,16
1068-0509/002			50		2,28
1068-0511/002			60	46,0	2,80
1068-0512/002			63		2,92
1068-0513/002	100	98	29	14,0	1,55
1068-0514/020			32		1,68
1068-0515/002			37	22,0	2,04
1068-0516/002			40		2,18
1068-0517/002			47	32,0	2,65
1068-0518/002			50		2,79
1068-0519/002			60	45,0	3,45
1068-0521/002			63		3,59

* Значение после покрытия поверхности *А*.

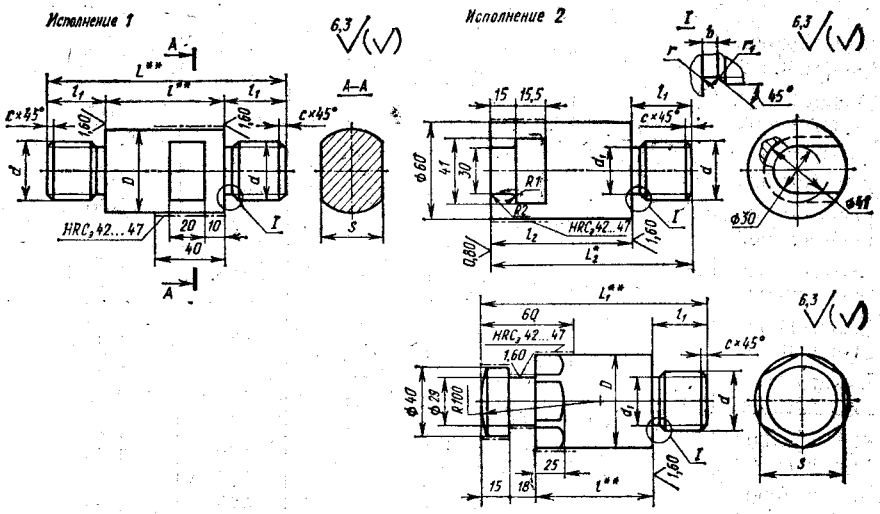
Примечание. Пример условного обозначения поршня $D = 40$ мм, $H = 22$ мм:

Поршень 1068-0451/002 ГОСТ 20932—75

Материал — сталь У8А по ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81).
Твердость $HRC_э$ 51,5 ... 55,0.
Покрытие поверхности *А* с обработкой до $Ra = 0{,}16$ мкм — Х. тв. 12зк (хромовое твердое толщиной 12 мкм зеркальное).

Таблица 81

Хвостовики (размеры, мм)



d	D	l_1	l_2	d_1	b	r	r_1	c	$S_{-0,34}$	L_2
М30—7Н	40	25	45	25	5,0	1,5	0,5	2,5	36	70
М36—7Н	46	30	50	30	5,0	1,5	0,5	3,0	41	80
М42—7Н	52	30	60	35,5	6,0	1,5	1,0	3,0	46	90

* Размер для справок.
** Размер выбирают конструктивно.

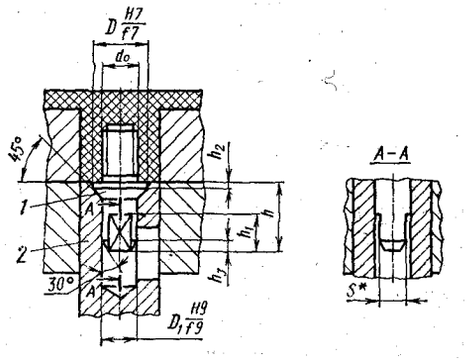
Примечание. Материал — сталь 45 по ГОСТ 1050—74.
Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — по H14, валов — по h14, прочих — по $\pm$IT14/2.
Резьба — по ГОСТ 9150—81 и ГОСТ 24705—81. Поле допуска — ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77).

кольца применяют для оформления наружной резьбы на прессуемом изделии.

В большинстве случаев резьбовые знаки выполняют съемными. Для предотвращения подтекания материала в посадочное гнездо знак изготовляют с коническим посадочным буртиком. Для знаков, устанавливаемых в нижней части формы, не требуются закрепляющие элементы, такие знаки устанавливают свободно.

Таблица 82

Рекомендуемые размеры, мм, резьбовых знаков и примеры их установки в форме



d_0	D	D_1	h	h_1	h_2**	h_3	S*
От 3 до 6	d_0+4	d_0+1	14	5	$\frac{1,5+0,1}{1,6-0,1}$	2	D_1-1
Св. 6 до 10	d_0+5	d_0	18	8	$\frac{2+0,1}{2,1-0,1}$	3	D_1-2
Св. 10 до 18	d_0+6	d_0-2	20	10	$\frac{2,5+0,1}{2,6-0,1}$		D_1-3
Св. 18 до 30	d_0+7	d_0-4	35	15	$\frac{3+0,1}{3,1-0,1}$		
Св. 30 до 48	d_0+8	d_0-6	50	25	$\frac{4+0,1}{4,1-0,1}$		

* Размер S должен соответствовать стандартному размеру «под ключ» по ГОСТ 6424—73.

** В числителе значение для гнезда, знаменателе — для знака.

Конструкция и рекомендуемые соотношения размеров даны в табл. 82.

Резьбовые знаки, устанавливаемые в верхней части формы, имеют более сложное крепление, которое должно удерживать знак от выпадания. Наиболее распространенные способы крепления, приведенные в гл. 3 (п. 3.7), могут быть использованы и для прессовых форм (за исключением магнитного способа).

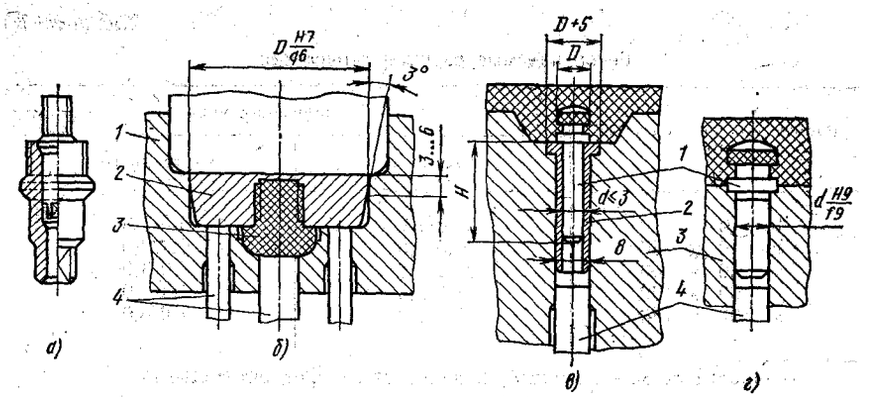


Рис. 111

Конструкция и рекомендуемые соотношения размеров резьбовых знаков приведены в табл. 83. Такие конструкции знаков можно применять и в литьевых формах.

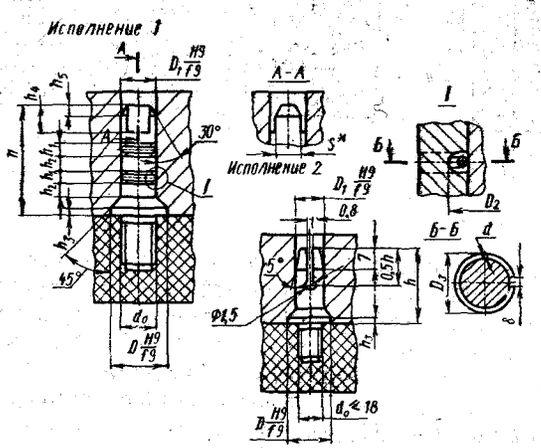
Конструкция сборного резьбового знака для формования резьб с различными шагом и диаметром приведены на рис. 111, *а*. Конструктивные элементы резьбового кольца *2* даны на рис. 111, *б*. В отличие от резьбовых колец форм для литья под давлением термо- и реактопластов кольца прессовых форм в основном выполняют неразрезными. Это объясняется тем, что в процессе прессования под действием больших усилий со стороны растекающегося материала полукольца неизбежно смещаются и образуется зазор, в который затекает материал. В процессе изнашивания посадочных поверхностей полуколец и матрицы *1* этот зазор увеличивается, снижая качество резьбы. После прессования кольцо вместе с изделием *3* выталкивается выталкивателями *4* из формы; затем кольцо *2* или изделие снимают. Пример оформления наружной резьбы кольцом, установленным в верхней части формы, и автоматического вывинчивания изделия из кольца показан на рис. 189.

Пример установки штифтовой арматуры *1* дан на рис. 111, *в, г*. Мелкую арматуру ($d \leqslant 3$; $H \geqslant 3d$) следует устанавливать в разрезную съемную втулку *2* (рис. 111, *в*). Арматуру большего диаметра устанавливают непосредственно в матрицу *3* (рис. 111, *г*) или в выталкиватель *4* (аналогично установке резьбового знака — см. табл. 82).

Другие возможные варианты установки арматуры и знаков показаны на рис. 112 (см. также п. 3.5). Следует учитывать, что магниты для закрепления стальной арматуры в формах для переработки реактопластов не применяют. На рис. 112, *а* приведен пример оформления бокового отверстия и внутреннего поднутрения специальным знаком в съемных формах. Извлечение изделия происходит следующим образом. Извлекается боковой знак *2*.

Таблица 83

Размеры, мм, резьбовых знаков и примеры их установки в форме



d_0	D	D_1	D_2	D_3	d	h	h_1	h_2	h_3**	h_4	h_5	S*
От 3 до 6	d_0+4	d_0+1	—	—	—	—	—	—	1,5+0,1 / 1,6—0,1	—	—	—
Св. 6 до 10	d_0+5	d_0	D_1—2d—0,2	D_1+0,4	1	30	d+0,2	5	2+0,1 / 2,1—0,1	8	3	D_1—2
Св. 10 до 18	d_0+6	d_0—2			1,5	35			2,5+0,1 / 2,6—0,1	10		
Св. 18 до 30	d_0+7	d_0—4				45		7	3+0,1 / 3,1—0,1	15		D_1—3
Св. 30 до 48	d_0+8	d_0—6			2	60			4+0,1 / 4,1—0,1	25		

* Размер S должен соответствовать стандартным размерам «под ключ» по ГОСТ 6424—73.

** Числитель для гнезда, знаменатель для знака.

Примечание. Проволоку выбирают по ГОСТ 9389—75; $\delta \approx 1$ мм.

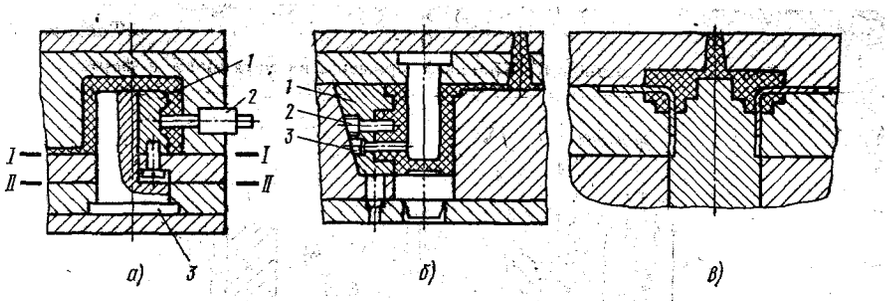


Рис. 112

На разъемном приспособлении форма раскрывается по плоскости *I—I*. При этом изделие удерживается поднутряющим знаком *1* на пуансоне. Затем форма раскрывается по плоскости *II—II*. Пуансон *3* выходит из изделия, после чего изделие смещается относительно знака *1* вправо и снимается. В другом варианте (рис. 112, *б*) знаки, оформляющие боковые отверстия, установлены в съемном оформляющем клине *1*, который извлекают из матрицы вместе с изделием. Резьбовый знак *2* вывертывается из изделия, после чего клин вместе с гладким знаком *3* отделяется от изделия.

Плоскую и проволочную арматуру располагают в плоскости разъема формы (рис. 112, *в*). Для надежной фиксации арматуры рекомендуется предусматривать ее обжим по наружному периметру в плоскости разъема формы и (или) разъемной матрицы.

Центрирующие элементы форм. В отличие от литьевых форм прессовые формы не имеют на опорных плитах центрирующих фланцев, поскольку не требуется высокая точность установки на плиты пресса, необходимая в литьевых формах для совмещения оси литниковой втулки с осью сопла машины.

Направляющие колонки прессовых форм всегда устанавливают в подвижной (верхней) полуформе, что обеспечивает удобство загрузки формы пресс-материалом, установки арматуры, извлечения отпрессованного изделия и очистки матрицы от облоя после прессования. Длина направляющей цилиндрической части колонки должна превышать высоты пуансона на 8—10 мм, чтобы при смыкании формы вначале входили направляющие колонки в направляющие втулки, а затем пуансон в матрицу. Это исключает образование задиров на пуансоне и краях загрузочной камеры. Конструкция и размеры направляющих колонок и втулок — см. табл. 69—77.

В съемных формах с несколькими плоскостями разъема устанавливают специальные ступенчатые колонки (рис. 113), причем число направляющих ступеней равно числу плоскостей разъема съемной формы (пакета). Такие колонки применяют в съемных формах, а также в формах для литья под давлением термопластов. Обычно в съемной форме устанавливают две колонки. Для удоб-

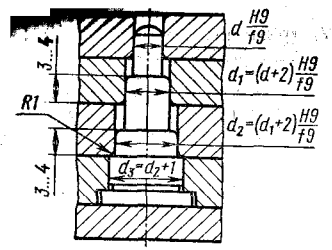


Рис. 113

ства ориентирования частей формы при сборке колонки выполняют разных диаметров, отличающихся на 1—2 мм.

Элементы привода плит форм извлечения знаков, оформление поднутрений прессовых форм аналогичны соответствующим элементам литьевых форм. Исключение составляют пружинные приводы, которые ограниченно применяют из-за высоких температур формы. Их можно использовать вне зоны высоких температур (см., например, рис. 189).

Прочие детали. *Опорные планки 1* (см. рис. 193, *б*) устанавливают в стационарных формах для ограничения хода пуансона и регулирования высоты изделия подшлифовкой планок. Они воспринимают избыточное давление пресса при смыкании, предохраняя от разрушения отжимной рант матрицы. Опорные планки устанавливают симметрично по краям обоймы матриц и пуансонов в плоскости разъема формы таким образом, чтобы планки не мешали подведению вилки-съемника под изделие. В качестве опорных планок иногда можно использовать и другие детали, например, направляющие кассеты. Конструкция и размеры опорных планок даны в табл. 84.

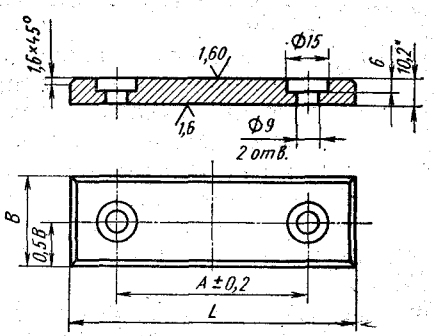
Так как съемные формы имеют небольшие размеры, а устанавливают их, как правило, на прессы с избыточным усилием прессования, в таких формах не используют опорные планки. В качестве опоры служит одна из плоскостей разъема между верхней и нижней частями формы. В этом случае для выхода избытка прессмассы в опорной плоскости выполняют пазы.

Опорные прокладки 11 (см. рис. 168) устанавливают на верхней и нижней плоскостях стационарных форм для уменьшения площади контакта формы с плитами пресса, образования воздушного зазора, снижающего теплоотдачу формы в плиты пресса. Опорные прокладки могут быть выполнены отдельно и закреплены, или за одно целое с опорными плитами; высота первых 15 мм, вторых 5—8 мм.

Опорные брусья 10 (см. рис. 168) служат для размещения плит выталкивающей системы стационарных форм и предотвращения прогиба плит обогрева, которые одновременно являются опорными плитами матриц. Длину и ширину опорных брусьев выбирают таким образом, чтобы они занимали максимальную площадь под плитой обогрева и тем самым предотвращали возможность ее прогиба. Опорные брусья, как правило, устанавливают по четырем сторонам плиты. Иногда по конструктивным соображениям, например при большой длине плит выталкивающей системы, одну пару брусьев заменяют опорными колонками, втулками.

Таблица 84

Планки опорные по ОСТ 64-1-313—77 (размеры, мм)



Обозначение планок	L	B	A	Масса, кг
64-1026-0001	60	25	40	0,104
64-1026-0002	80	20	50	0,111
64-1026-0003				0,173
64-1026-0004	100	30	60	0,220
64-1026-0005	120		80	0,266

* Размеры с припуском на доработку при испытании формы.

Примечание. Материал — сталь 45 по ГОСТ 1050—74. Твердость $RC_э$ 41,5 ... 45,5.

4.3. РАСЧЕТ ВПУСКНЫХ КАНАЛОВ ПРИ ЛИТЬЕВОМ ПРЕССОВАНИИ

Площадь поперечного сечения впускного канала, мм²

$$f_{вп} = 0{,}4kV_и,$$

где k — коэффициент, зависящий от предварительной подготовки материала (при литье с предварительным подогревом k = = 1 мм²/см³, при литье без подогрева $k = 2$ мм²/см³); $V_и$ — объем изделия, см³.

Для прямоугольных каналов принимают высоту 0,3—0,8 мм для порошкообразных материалов и 0,8—1,5 мм для волокнистых материалов.

Если необходимо несколько впускных каналов, то найденную общую площадь сечения разбивают на необходимое число отдельных впускных каналов.

4.4. ФОРМЫ ДЛЯ БЕЗОБЛОЙНОГО ПРЕССОВАНИЯ

В формах прямого прессования вследствие отжима пресс-массы по кромке пуансона облой располагается по всему контуру изделия, в формах литьевого прессования — в местах перехода впускного литника в «тело» изделия. Для снятия облоя с отпрессованных изделий необходимо применять дополнительные операции.

Сущность метода безоблойного прессования состоит в том, что облой отделяется в процессе прессования или при разъеме формы.

В формах прямого безоблойного прессования (рис. 114) облой отделяется в процессе прессования. В момент смыкания формы выступающий из пуансона знак *1* или выступающая часть самого пуансона отсекает прессуемое изделие и входит в оформляющую полость матрицы *2*. На полученном изделии остаются лишь тонкие вертикальные пленки толщиной $c = 0{,}05 \ldots 0{,}15$ мм, представляющие собой отпечатки лысок на выступающем знаке.

В формах литьевого безоблойного прессования облой отделяется при разъеме пресс-формы (см. рис. 119, *а*). Подвижный знак *1* срезает впускной литник высотой h. Дальнейшим движением вверх знак полирует место среза. Поскольку отпрессованное изделие в момент среза находится в пластичном состоянии, выкрашивание материала изделия в местах среза исключено.

Методом безоблойного прессования можно получать большую номенклатуру изделий из реактопластов различных марок. Исключение составляют изделия из пресс-масс с волокнистыми наполнителями.

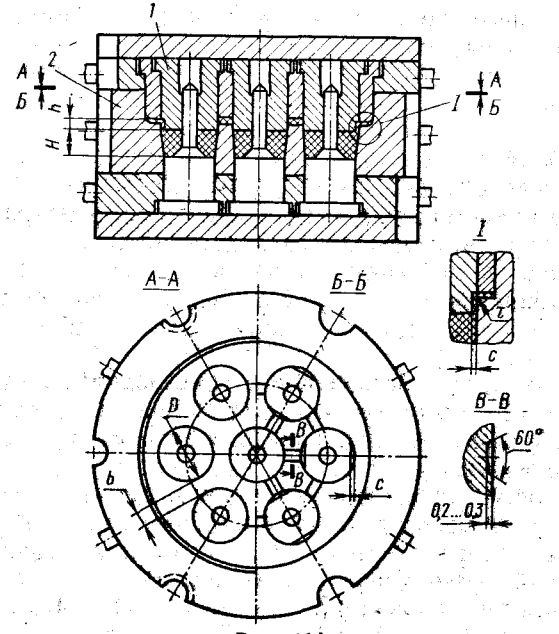


Рис. 114

Формы прямого безоблойного прессования. Способ прямого безоблойного прессования применяют для изделий, имеющих в сечении простую фигуру (окружность, овал, прямоугольник). Прямое безоблойное прессование не применяют для изделий с толщиной стенок менее 2 мм и армированных (за исключением изделий с вертикальной штифтовой и втулочной арматурой).

В формах прямого безоблойного прессования длина b перемычек между оформляющими гнездами матрицы (см. рис. 114) должна быть минимальной. Увеличение перемычек ухудшает равномерность заполнения гнезд пресс-массой.

При прессовании изделий круглого сечения длину перемычек между оформляющими гнездами определяют в зависимости от диаметра и высоты изделия (табл. 85).

В формах, предназначенных для прессования изделий прямоугольного сечения, длина b перемычек между оформляющими гнездами зависит от длины большей стороны сечения и высоты изделия (табл. 86).

В процессе прямого безоблойного прессования пуансон своей выступающей частью отсекает пресс-остаток от изделий (рис. 114). Высота h отсекающей части пуансона колеблется в пределах 0,5—1,0 мм в зависимости от площади поверхности и высоты прессуемого изделия (табл. 87). Отсекающую часть пуансона изготовляют по посадке H9/f9.

Для лучшего заполнения пресс-массой оформляющих гнезд необходимо предусматривать перетекатели (каналы) глубиной 0,2—0,3 мм (см. рис. 114). Ширину перетекателей назначают конструктивно от 2 до 6 мм в зависимости от площади прессуемых изделий.

Если облой отделяется знаком, то перетекатели выполняют на пуансоне; если отсекающая часть выполнена непосредственно на пуансоне, то перетекатели предусматривают на матрице.

Для обеспечения выхода излишней пресс-массы из оформляющего гнезда на отсекающей части пуансона следует снимать лыски. Глубина лыски $c = 0{,}05 \ldots 0{,}15$ мм в зависимости от площади прессуемого изделия. Число лысок выбирают конструктивно.

Формы литьевого безоблойного прессования. Литьевое безоблойное прессование применяют для изделий, имеющих базу для подвода впускного литника (сквозные отверстия, сквозные пазы, плоские боковые поверхности без выступов и поднутрений), которую можно оформить подвижным знаком. За базу не следует принимать круглые отверстия диаметром менее 2 мм и прямоугольные отверстия со стороной менее 3 мм, так как подвижный знак, оформляющий такие отверстия, нежесткий.

При диаметре сквозных отверстий $d = 2 \ldots 4$ мм глубина их не должна быть более $2{,}5d$.

Таблица 85

Рекомендуемая длина перемычек для изделий круглого сечения (размеры, мм) [20]

Диаметр изделия D	Длина b при высоте H изделия				
	до 10	св. 10 до 20	св. 20 до 30	св. 30 до 40	св. 40 до 50
До 10	3	4	4	5	—
Св. 10 до 20	4	5	5	5	—
» 20 » 30	5	5	6	6	—
» 30 » 40	6	6	7	7	7
» 40 » 50	7	7	8	8	8

Таблица 86

Рекомендуемая длина перемычек для изделий прямоугольного сечения (размеры, мм) [20]

Длина большей стороны сечения изделия	Длина b при высоте изделия			
	до 10	св. 10 до 20	св. 20 до 30	св. 30 до 40
До 10	4	4	5	6
Св 10 до 20	5	5	6	7
» 20 » 40	6	7	8	8
» 40 » 60	7	8	9	9
» 60 » 80	8	9	10	10
» 80 » 120	9	10	10	10

Таблица 87

Рекомендуемая высота h отсекающей части пуансона [20]

Площадь изделия, мм²	Высота h, мм, при высоте H изделия, мм						
	до 5	св. 5 до 10	св. 10 до 15	св. 15 до 20	св. 20 до 30	св. 30 до 40	св. 40 до 50
До 50	0,5	0,6	0,7	0,8	—	—	—
Св. 50 до 100	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	—	—
» 100 » 200	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	—
» 200 » 500	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0
» 500 » 2000	—	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

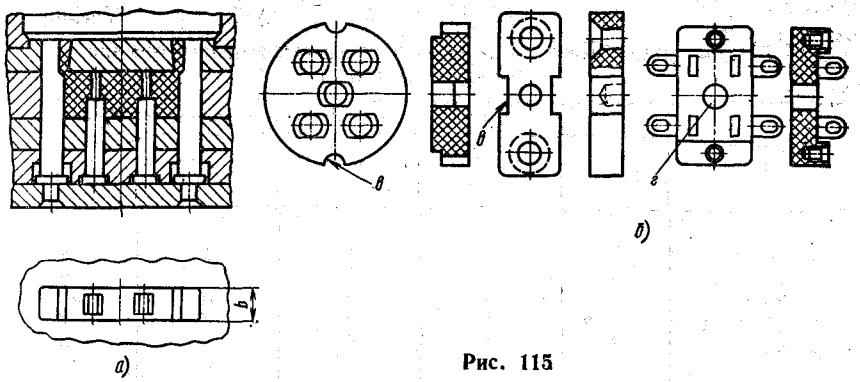


Рис. 115

В прямоугольных изделиях с отношением сторон более 1 : 5 не следует принимать в качестве базы подвода впускного литника сквозные пазы, расположенные на одной из больших сторон, так как это вызывает коробление отпрессованного изделия.

Плоскую боковую поверхность используют в качестве базы, если ее ширина не превышает 10—15 мм; при этом ширина литника должна быть не менее ширины b поверхности (рис. 115, *а*).

При отсутствии у изделия базы, удобной для подвода литника, ее можно создать, вводя технологические сквозные отверстия *г* или пазы *в* (рис. 115, *б*).

К элементам литниковой системы пресс-форм литьевого безоблойного прессования (рис. 116) относятся основной литник *2* и впускной литник, роль которого выполняет щель высотой h. Высота h впускного литника зависит от объема и конструкции прессуемого изделия (его размеров, наличия отверстий и арматуры), а также от свойств пресс-массы.

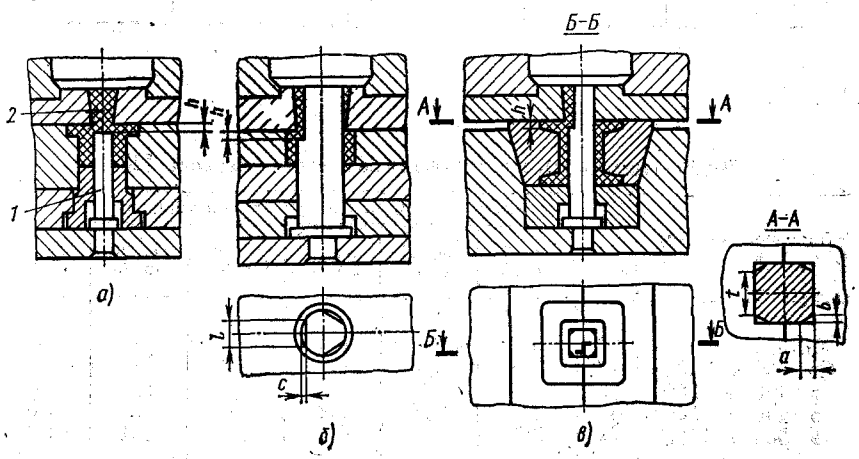


Рис. 116

При подводе литника к круглому отверстию диаметром до 4 мм (рис. 116, *а*) высоту h впускного литника, мм, вычисляют по эмпирической формуле

$$h = kV/(\pi dn), \qquad (47)$$

где k — коэффициент, зависящий от наполнителя пресс-массы (для пресс-массы с волокнистым наполнителем $k = 1$, для пресс-массы с древесным и минеральным наполнителем $k = 0{,}6$); V — объем прессуемого изделия без учета объема отверстий и арматуры, см^3; d — диаметр отверстия, мм; n — число подвижных знаков.

При подводе литника к круглому отверстию диаметром более 4 мм (рис. 116, *б*) высоту впускного литника вычисляют по формуле

$$h = kV/(lnz), \qquad (48)$$

где l — длина хорды (выбирают конструктивно при $c \geqslant 1$ мм); z — число лысок на подвижном знаке.

При подводе литника к прямоугольному отверстию (рис. 116, *в*) высота впускного литника

$$h = kV/[(a + b)\,nz], \qquad (49)$$

где a и b — стороны треугольника (задают конструктивно при условии, что сторона t не менее 2 мм).

При подводе литника к боковой поверхности (см. рис. 115, *а*) высота впускного литника

$$h = kV/(bn), \qquad (50)$$

где b — ширина впускного литника.

Высоту впускного литника h, вычисленную по формулам (47)—(50), следует принимать не менее следующих значений: для древесного наполнителя $h = 0{,}3$ мм, минерального — $h = 0{,}4$ мм, стекловолокнистого — $h = 0{,}5$ мм.

Максимальная высота впускного литника должна быть не более 2,5 мм.

Отверстия для основных литников в литниковых плитах используют и для срезания литника. Для этого литниковое отверстие должно иметь внизу цилиндрический поясок высотой 4—5 мм (рис. 117, *а*). Между поверхностями отверстия под литник и подвижного знака следует предусматривать зазор δ, зависящий от высоты h впускного литника; рекомендуемые значения этого зазора приведены ниже [20]:

h, мм	До 0,5	0,5—1,0	1,0—1,5	1,5—2,0	2,0—2,5
δ, мм	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030

Литниковый канал выполняют, как показано на рис. 117, *а—в*.

Подвижные знаки служат для оформления отверстий, используемых в качестве базы подвода литника, а также для срезания

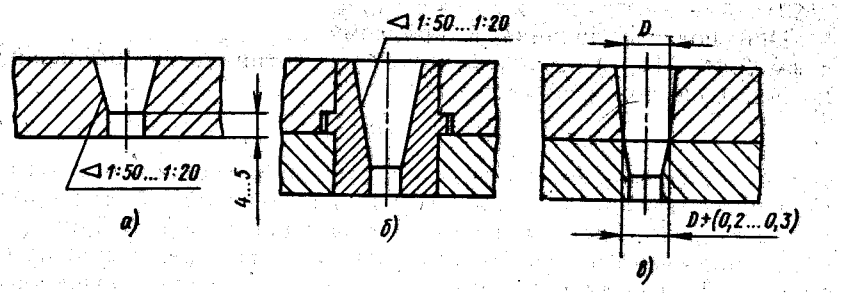


Рис. 117

впускного литника при разъеме формы. Конструкция знака зависит от размеров и конфигурации оформляемого отверстия.

На рис. 118, *а—в* приведены примеры конструкций подвижных знаков, предназначенных для оформления: круглых и квадратных отверстий с диаметром или стороной до 4 мм (рис. 118, *а*); отверстий диаметром 4—8 мм (рис. 118, *б*); отверстий диаметром свыше 8 мм (рис. 118, *в*). На рис. 118, *г—е* приведены примеры конструкций подвижных знаков, предназначенных для оформления отверстий прямоугольных (рис. 118, *г*), овальных (рис. 118, *д*) и треугольных (рис. 118, *е*). На рис. 118 вид в плане условно дан без литниковой плиты.

Для обеспечения хода знака при разъеме формы размер h (рис. 118) принимают не менее 3—4 мм.

Для устранения возможности образования задиров на подвижных знаках при отделении литника их устанавливают по посадке H7/h6 (рис. 118, *б—е*). Кроме того, при указанной конструкции знаков сокращается расход пресс-массы.

При установке подвижного знака по посадке H7/h6 только в нижней части пресс-формы (рис. 118, *а*) $h \geqslant 10 \ldots 15$ мм. Для повышения износостойкости знаков в этом случае рекомендуется конструктивное решение, представленное на рис. 119, *а*. Подвиж-

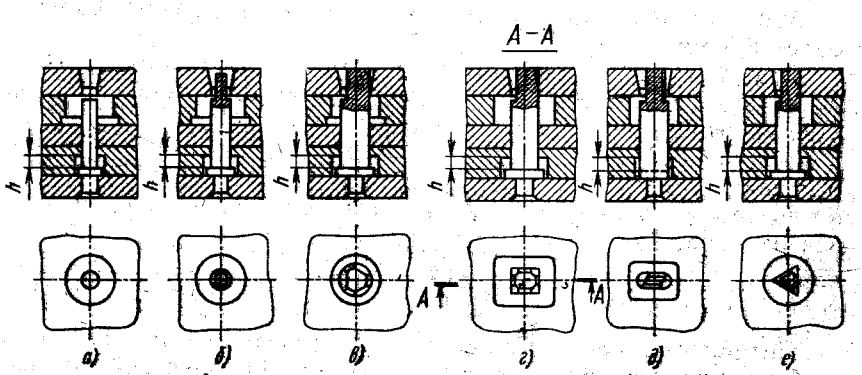


Рис. 118

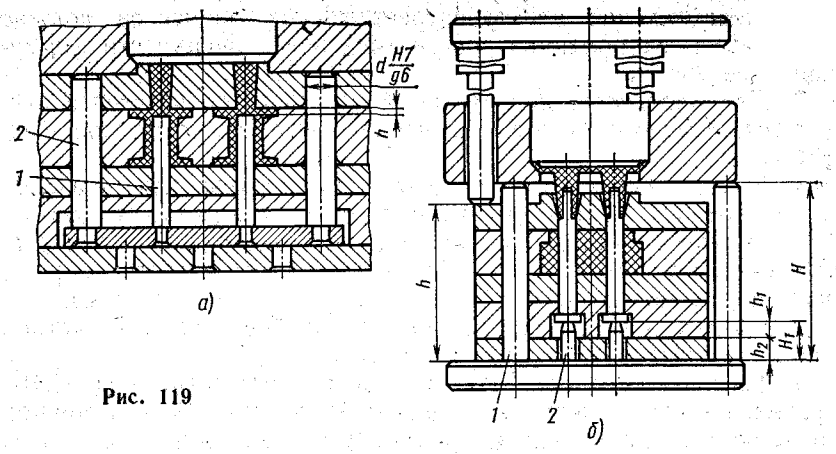


Рис. 119

ные знаки *1*, пройдя расстояние *h*, опускаются в исходное положение после разъема формы колонками *2*, используемыми для съема загрузочной камеры; подвижные знаки при этом не притупляют.

Для разъема съемных форм литьевого безоблойного прессования применяют приспособления, обеспечивающие: отделение облоя и съем загрузочной камеры, разъем формы (это приспособление не отличается от применяемого для разъема обычных форм).

На нижней плите приспособления для съема загрузочной камеры и отделения облоя (рис. 119, *б*) следует предусматривать три-четыре пальца *1*, служащих для съема камеры, и пальцы *2*, предназначенные для толкания подвижных знаков.

Длину пальцев нижней плиты приспособления для отделения облоя и съема загрузочной камеры следует рассчитывать по формулам: $H = h + h_1 + 0{,}2$; $H_1 = h_1 + h_2$.

4.5. ОБОГРЕВ ПРЕСС-ФОРМ

Пресс-формы для прессования и литья термореактивных материалов в настоящее время обогревают в основном с использованием электронагревательных устройств (РТМ 27-00-458—76; М.: ПКТИМаш). В качестве нагревательных элементов применяют ТЭНы различных конструкций, в том числе выпускаемые по ГОСТ 13268—83 (см. табл. 34). Набор таких элементов позволяет быстро и легко монтировать плиты обогрева с различной тепловой отдачей установкой ТЭНов необходимой мощности. При выходе из строя одного или нескольких элементов их легко заменить новыми. К недостаткам такого обогрева следует отнести ограниченный срок службы ТЭНов вследствие их перегрева из-за сложности обеспечения полного контакта ТЭНов с плитой.

При конструировании плит обогрева необходимо руководствоваться следующими соображениями.

1. Расположение электронагревательных элементов должно обеспечивать равномерное прогревание всей поверхности формующих элементов.

2. При определенной суммарной мощности нагревателей следует устанавливать большее их число с меньшей единичной мощностью.

3. В зависимости от расположения формующих полостей, выталкивателей и конфигурации изделия отверстия в плитах обогрева могут быть расположены симметрично (на равных расстояниях одно от другого), попарно или смещены от центра к краям плит, но по возможности ближе к формующим элементам.

4. Мощность нагревателей должна быть не меньше расчетной и не превышать ее более чем в 1,5 раза.

5. Требования к качеству выполнения отверстия под ТЭНы и размеру зазора между наружной поверхностью ТЭНа и стенкой плиты обогрева аналогичны требованиям, изложенным в п. 3.1.

6. Отверстия под термоэлектрические преобразователи следует располагать в плите обогрева между ТЭНами на равных расстояниях от них. Длина рабочей части термоэлектрических преобразователей ТХК-0379-01 898/00 — ТХК-0379-01 898/08 (рис. 120, *а*) и ТХК-0379-01 898/09 — ТХК-0379-01 898/17 (рис. 120, *б*) по ГОСТ 6616—74 указана в табл. 88.

7. Для визуального контроля температуры в обоймах матриц (пуансонов) или непосредственно в матрице (пуансоне) следует предусматривать отверстие диаметром 10,5 мм, глубиной 100 мм для установки термометра.

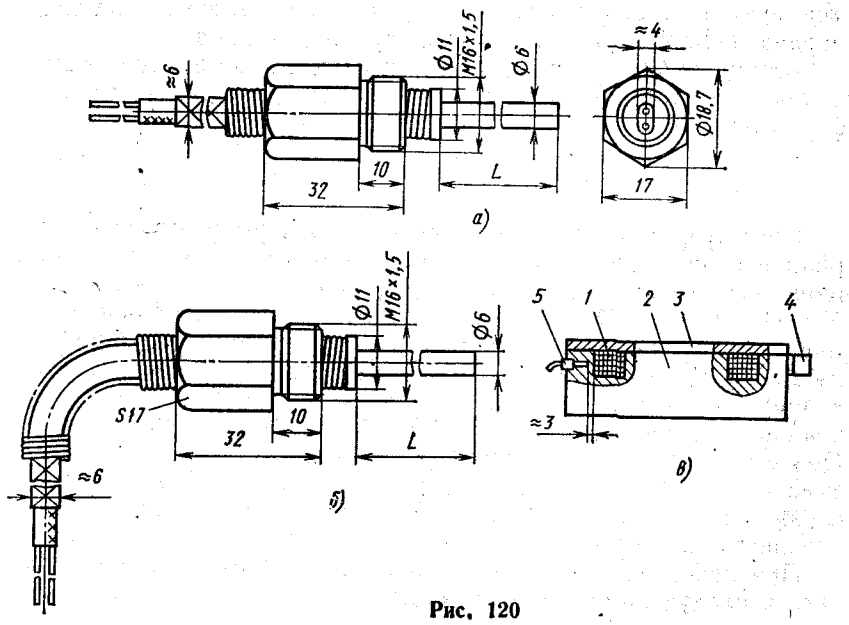


Рис. 120

Таблица 88

Длина L рабочей части термоэлектрического преобразователя ТХК-0379-01

Тип преобразователя	L, мм	Тип преобразователя	L, мм
898/00	10	898/09	10
898/01	30	898/10	30
898/02	60	898/11	60
898/03	100	898/12	100
898/04	120	898/13	120
898/05	160	898/14	160
898/06	200	898/15	200
898/07	250	898/16	250
898/08	320	898/17	320

Ориентировочные значения мощности P нагревателя в зависимости от массы m пресс-форм приведены в табл. 89.

Широкое распространение получает индукционный нагрев токами промышленной частоты. При этом значительно возрастает долговечность нагревателей, которая может достигать 3—5 лет (для ТЭНов 2—3 мес.); время разогрева пресс-формы не превышает 0,5—2 ч (для ТЭНов 6—10 ч); повышается равномерность температурного поля оформляющих поверхностей. К недостаткам индукционного обогрева относятся значительная сложность и трудоемкость установки нагревательного элемента и его замены в случае отказа.

Индукционный нагреватель (рис. 120, *в*) представляет собой специальную катушку *1*, устанавливаемую в соответствующий

Таблица 89

Мощность нагревателя

m, кг	P, кВт	m, кг	P, кВт	m, кг	P, кВт	m, кг	P, кВт
25	1,0	100	3,2	250	5,0	400	8,0
30	1,2	110	3,4	260	5,2	410	8,2
35	1,4	120	3,6	270	5,4	420	8,4
40	1,6	130	3,8	280	5,6	430	8,6
45	1,8	140	3,9	290	5,8	440	8,8
50	2,0	150	4,0	300	6,0	450	9,0
55	2,1	160	4,2	310	6,2	460	9,2
60	2,3	170	4,3	320	6,4	470	9,4
65	2,5	180	4,3	330	6,6	480	9,6
70	2,6	190	4,4	340	6,8	490	9,8
75	2,7	200	4,5	350	7,0	500	10,0
80	2,8	210	4,6	360	7,2	600	12,0
85	2,9	220	4,7	370	7,4	700	14,0
90	3,0	230	4,8	380	7,6	800	16,0
95	3,1	240	4,9	390	7,8	900	18,0

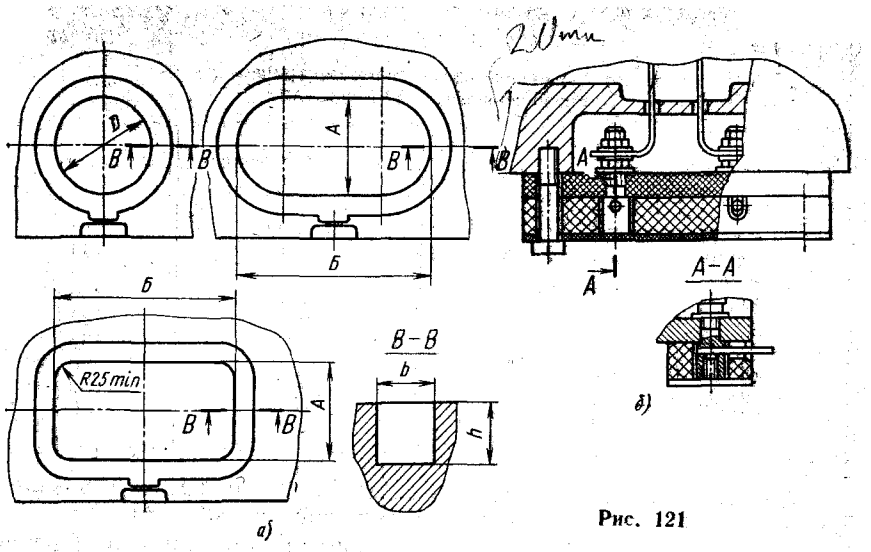


Рис. 121

паз плиты обогрева *2*. Плита закрыта стальной пришлифованной крышкой *3*. Выводы катушки подключают к клеммнику *4*. Термопара *5* размещена в плите на расстоянии около 3 мм от стенки паза.

Паз (рис. 121, *а*) в плане выполняют круглым, прямоугольным со скругленными углами или в виде удлиненного овала; в сечении паз прямоугольный. Размеры сечения паза принимают по табл. 90 после определения мощности нагревателя. Пример конструкции клеммника и форма паза в месте выводов катушки показаны на рис. 121, *б*.

Расчет индукционного нагревателя. *Тепловой расчет.*

1. Мощность теплового потока нагревателя при заданном времени разогрева пресс-формы, Вт

$$P = Q_{\text{пф}}/\tau + \Phi_{\text{пот}}^{\text{раз}}, \qquad (51)$$

где $Q_{\text{пф}}$ — количество теплоты, необходимой для разогрева пресс-формы (без учета потерь), Дж; $\Phi_{\text{пот}}^{\text{раз}}$ — потери теплового потока за время разогрева, Вт; τ — время разогрева, с.

2. Количество теплоты, необходимой для разогрева пресс-формы до температуры прессования, Дж

$$Q_{\text{пф}} = cm\,(t_{\text{пф}} - 20), \qquad (52)$$

где c — удельная теплоемкость стали, Дж/(кг·°С); m — масса пресс-формы, кг; $t_{\text{пф}}$ — средняя температура пресс-формы в конце разогрева ($t_{\text{пр}} \approx 200$ °С при температуре стенки $t_{\text{с}} = 165 \ldots 170$ °С).

3. Потери теплового потока за период разогрева, Вт

$$\Phi_{\text{пот}}^{\text{раз}} = \Phi_{\text{бп}} + \Phi_{\text{пк}}, \qquad (53)$$

где $\Phi_{\text{бп}}$ и $\Phi_{\text{пк}}$ — потери теплового потока соответственно боковыми поверхностями пресс-формы и поверхностями контакта с прессом, Вт.

Потери теплового потока боковыми поверхностями, Вт:
без теплоизоляции

$$\Phi_{бп} = 0{,}5\alpha_б F_б (t_с - 20), \quad (54)$$

с теплоизоляцией

$$\Phi_{бп} = 0{,}5\alpha_б^и F_б (t_и - 20); \quad (55)$$

здесь $\alpha_б$ и $\alpha_б^и$ — коэффициент теплоотдачи боковых поверхностей соответственно пресс-формы и изоляции, Вт/(м²·°С); $F_б$ — площадь боковых поверхностей пресс-формы, м²; $t_с$ и $t_и$ — температура поверхностей соответственно пресс-формы и теплоизоляции, °С.

Обычно $\alpha_б = 13$ Вт/(м²·°С); $\alpha_б^и = 11{,}6$ Вт/(м²·°С); $t_и = 80$ ... 85 °С.

4. Потери теплового потока поверхностями контакта пресс-формы с прессом через прокладки, Вт

$$Q_{пк} = F_к (\lambda_{пр}/\delta_{пр}) (t_0 - t_п), \quad (56)$$

где $F_к$ — площадь поверхности контакта пресс-формы и пресса, м²; $\lambda_{пр}$ — коэффициент теплопроводности прокладки, Вт/(м·°С); $\delta_{пр}$ — толщина прокладки, м; $t_0 = 0{,}5\,(t_с - 20)$ — средняя температура поверхности контакта пресс-формы с прессом в период разогрева, °С ($t_с$ — температура стенок пресс-формы, °С); $t_п \approx 28$ ... 30 °С — средняя температура поверхности контакта пресса с пресс-формой.

5. Так как катушки индукторов обычно монтируют в обеих полуформах, то мощность P следует распределить пропорционально массам полуформ.

Мощность P, определенная по заданному времени разогрева пресс-формы до необходимой температуры, значительно превышает потери мощности при прессовании, поэтому каждую полуформу необходимо подключать к системе терморегулирования.

Расчет индуктора.

1. Глубина проникновения тока в материал пресс-формы, м

$$\Delta = 503\sqrt{\rho_с/(\mu f)}, \quad (57)$$

где $\rho_с$ — удельное электрическое сопротивление стали, Ом·м; $\mu = 40$ ... 45 — относительная магнитная проницаемость; $f = 50$ Гц — частота тока.

Для стали 45 при $\rho = 0{,}2$ мкОм·м, $\mu = 40$, $f = 50$ Гц глубина проникновения тока $\Delta = 5$ мм.

2. Электрическая проводимость поверхностного слоя паза, по которому проходит индукционный ток, См

$$G = 10^{-6} S/(\rho_с l_{ср}), \quad (58)$$

где S — площадь поперечного сечения поверхностного слоя паза, по которому проходит индукционный ток, мм²; $l_{ср}$ — длина паза пресс-формы по средней линии, м.

$$S = 2\Delta (h + b) + \pi\Delta^2, \quad (59)$$

где h и b — соответственно глубина и ширина паза, мм.

При $\Delta = 5$ мм площадь $S = 10\,(h + b) + 78$ мм². Для предварительного определения проводимости G поверхностного слоя паза размерами h и b задаются. Обычно принимают $h = 30$ ... 35 мм, а b — в 1,1—1,3 раза меньше.

3. Число витков индуктора

$$W = U\sqrt{G/3P}, \quad (60)$$

где U — напряжение на клеммах индуктора, В; P — мощность индуктора соответствующей полуформы, Вт.

4. Площадь сечения проволоки (по меди), мм²

$$q \geqslant N/(JU), \quad (61)$$

где $J = 5$ ... 6 А/мм² — плотность тока.

Таблица 90

Средние значения характеристик обмоток катушек индукционных нагревателей (см. рис. 121)

Масса полуформы с нагревателями, кг	Мощность, необходимая для обогрева плиты, кВт	Диаметр провода [1], мм	Внутренний периметр паза, мм	n	f, мм²	h, мм	n	f, мм²	h, мм	n	f, мм²	h, мм	n	f, мм²	h, мм	n	f, мм²	h, мм
До 30	1,0	1,0—1,1	350	295	10	35	265	10,0	35	250	11,0	35	—	—	—	—	—	—
			400	270	9,5		245	9,5		230	10,5		—	—	—	—	—	—
			450	256	9,1		225	9,1		215	10,0		210	11,0	—	—	—	—
			500	243	8,7		210	8,7		200	9,5		205	10,5	—	—	—	—
			550	235	8,4		198	8,4		195	9,1		198	10,0	—	—	—	—
			600	—	—		195	8,0		192	8,7		192	9,5	195	11,0	—	—
			650	—	—		—	—		184	8,4		184	9,1	184	10,5	—	—
			700	—	—		—	—		—	—		176	8,7	175	10,0	35	12,0
			750	—	—		—	—		—	—		170	8,4	170	9,5		11,5
			775	—	—		—	—		—	—		—	—	162	9,1		11,0
															154	8,7		10,5
															145	8,4		10,0
															—	—		9,5
																		9,1
До 50	1,3	1,1—1,2	350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			400	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			450	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			500	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			550	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			600	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			650	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			700	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			750	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			775	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
До 70	1,5	1,2—1,3	350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			400	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			450	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			500	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			550	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			600	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			650	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			700	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			750	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			775	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
До 100	1,8	1,3—1,4	350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			400	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			450	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			500	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			550	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			600	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			650	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			700	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			750	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			775	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
До 120	2,0	1,5—1,6	350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			400	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			450	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			500	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			550	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			600	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			650	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			700	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			750	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			775	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
До 150	2,25	1,6—1,7	350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			400	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			450	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			500	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			550	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			600	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			650	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			700	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			750	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			775	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
До 190	3,0	1,9—2,0	350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			400	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			450	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			500	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			550	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			600	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			650	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			700	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			750	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—
			775	—	—		—	—		—	—		—	—	—	—	—	—

[1] ПНСДК или ПСДК по ГОСТ 7019—80.

Примечания: 1. n — число витков; f — площадь сечения паза; h — глубина паза.
2. Напряжение $U = 220$ В.

По значению q определяют диаметр d провода обмотки в соответствии с ГОСТ 7019—80.

5. Ширина паза при плотной намотке проводов круглого или прямоугольного сечения, мм

$$b_1 = zd + (z - 1)\,\delta + (4{,}0 \ldots 4{,}5), \quad (62)$$

где z — число слоев обмотки; d — диаметр или толщина провода, мм; $\delta = 0{,}4 \ldots 0{,}5$ мм — толщина межслойной изоляции.

6. Число слоев обмотки

$$z = W/W_{сл}, \quad (63)$$

где $W_{сл} = (h - 4)/d - 1$ — число витков в одном слое.

Полученные значения округляют до целых чисел; при этом $W_{сл}$ уменьшают, а z увеличивают.

7. По формуле (59) определяют уточненное значение площади S_1, подставив $b = b_1$; по формулам (58) и (60) находят уточненные значения проводимости G_1 и числа витков W_1. После определения W_1 по формулам (62) и (63) проверяют возможность размещения всех витков при ширине паза $b = b_1$. Если z изменяется, то расчет необходимо повторить, если нет, то значения проводимости G_1 и числа витков W_1 можно использовать при дальнейших расчетах.

8. Электрическое сопротивление обмотки, Ом

$$R_1 = \rho_1 \frac{W_1 l_c}{10^{-6} q}\,[1 + \beta_1 (t_1 - 20)], \quad (64)$$

где ρ_1 — удельное сопротивление проволоки, Ом·м; l_c — средняя длина витка, м; β_1 — температурный коэффициент электрического сопротивления меди, 1/°С; t_1 — температура проволоки к концу разогрева, °С.

Температуру проволоки можно принимать равной температуре поверхности паза пресс-формы, °С

$$t_п = \frac{Q}{c\rho_c} \frac{1}{2\sqrt{a\pi\tau}}, \quad (65)$$

где Q — количество теплоты на единицу площади поверхности паза, Дж/м²; c — удельная теплоемкость стали, Дж/(кг·°С); ρ_c — плотность стали, кг/м³; a — коэффициент температуропроводности стали, м²/с; τ — время разогрева, с.

9. Реактивное сопротивление обмотки, Ом

$$X_1 = 1{,}31 \cdot 10^{-4} W_1^2 l_c h/b, \quad (66)$$

где l_c — средняя длина витка, м.

10. Активное сопротивление вторичной цепи (паза пресс-формы), Ом

$$R_2'' = W_1^2/G. \quad (67)$$

Из-за потерь на гистерезис сопротивление увеличивается на

$$R_2' = 0{,}1 R_2''. \quad (68)$$

С учетом поправки на изменение температуры можно записать

$$R_2^t = R_2''\,[1 + \beta_2 (t_п - 20)], \quad (69)$$

где β_2 — температурный коэффициент электрического сопротивления стали, 1/°С.

Полное сопротивление

$$R_2 = R_2^t + R_2'. \quad (70)$$

Реактивное сопротивление вторичной цепи

$$X_2 = R_2/1{,}37. \quad (71)$$

Полное сопротивление индуктора

$$Z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_1 + X_2)^2}. \quad (72)$$

Коэффициент мощности

$$\cos\varphi = (R_1 + R_2)/Z. \quad (73)$$

Сила тока индуктора, А

$$I = U/Z. \quad (74)$$

Плотность тока

$$i = I/q. \quad (75)$$

Активная мощность индуктора, Вт

$$P = IU\cos\varphi. \quad (76)$$

Справочные данные, необходимые для расчета:

Удельная теплоемкость стали, Дж/(кг·°С)	460—500
Плотность стали, кг/м³	7850
Коэффициент температуропроводности стали, м²/с	$2{,}1 \cdot 10^{-5}$
Коэффициент теплопроводности асбеста, Вт/(м·°С)	0,12—0,23
Удельное электрическое сопротивление, мкОм·м:	
стали	0,1—0,2
меди	0,01724
Температурный коэффициент электрического сопротивления, 1/°С:	
меди	0,0043
стали	0,005

Для упрощения исходные данные обмотки катушки в зависимости от массы полуформы можно выбрать по табл. 90. При указанных данных обеспечивается время разогрева пресс-формы от 45 мин до 1,5 ч соответственно для малых и больших масс пресс-форм.

Для намотки катушки используют шаблон (рис. 122), выполненный по форме внутреннего контура паза. Материал шаблона: сухая прочная древесина, фанера, текстолит и др. Размеры шаблона (рис. 122): $D_ш = D + (3 \ldots 4)$ мм; $Б_ш = Б + (3 \ldots 4)$ мм; $A_ш = A + (3 \ldots 4)$ мм; $b_ш = b - (3 \ldots 4)$ мм; $h_ш = h - (3 \ldots 4)$ мм, где A, $Б$, D, b, h — размеры паза плиты (см. рис. 121, *а*). Перед намоткой провода в пазы шаблона поперек намотки укладывают отрезки стеклоленты для увязки витков намотанной катушки. Затем на шаблон наматывают три слоя асбестовой электроизоляционной бумаги толщиной 0,3 мм, а поверх бумаги — провод ПНСДК или ПСДК (ГОСТ 7019—80) рядной намоткой виток

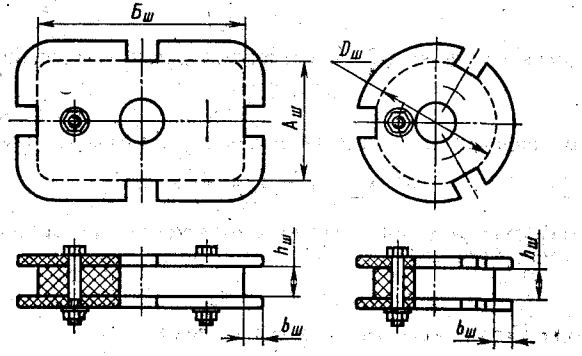


Рис. 122

к витку. Между слоями витков обязательно прокладывают один слой асбестовой бумаги толщиной 0,4—0,5 мм, концы которой должны находить один на другой на 5—10 мм. После намотки катушку вновь обматывают двумя-тремя слоями асбестовой бумаги толщиной 0,3 мм и увязывают отрезками стеклоленты, предварительно уложенной в пазы. Снятую с шаблона катушку обматывают стеклолентой в один слой с перекрытием и пропитывают в ванне лаком (КО-815, КО-916 или КО-916А) в течение 1 ч. При пропитке катушку подключают к линии пониженного (40—50 В) напряжения частотой 50 Гц. После пропитки катушку помещают в сушильный шкаф.

Перед укладкой катушки в паз его дно изолируют тремя слоями асбестовой бумаги толщиной 0,3 мм. Катушку укладывают выводами к открытой стороне паза. Вывод, идущий изнутри обмотки, дополнительно изолируют от боковой стенки катушки двумя слоями асбестовой электроизоляционной бумаги. Оба вывода изолируют стеклолентой и соединяют с клеммной колодкой. Затем катушку накрывают прокладкой, изготовленной по форме паза из асбестовой бумаги в два-три слоя, и заливают сметанообразной смесью лака (например, КО-815) с тальком, гипсом или мелким кварцевым песком. Для исключения вытекания заливочной массы из паза выводные каналы замазывают гипсом. Сушку плиты выполняют в сушильном шкафу вначале при температуре 100—120 °С до загустения, а затем при 160—170 °С до полного отверждения заливочной массы. После сушки плиту очищают от наплывов компаунда и накрывают крышкой, плотно прилегающей к плите по всей поверхности.

ГЛАВА 5

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОРМ

Выбор материалов для изготовления форм имеет не менее важное значение, чем вопросы выбора оборудования, гнездности и другие, оказывающие решающее влияние на экономику процесса производства деталей из пластмасс.

При выборе материала следует стремиться обеспечить не максимально возможный, а необходимый срок службы формы, который, как правило, определяется стойкостью формообразующих деталей (ФОД).

ФОД можно изготовлять из различных материалов. Если требуется обеспечить высокие стойкость, точность, качество поверхности, то применяют стали различных марок. При изготовлении небольшой партии деталей методом литья под давлением с успехом можно использовать сплавы на основе меди, цинка, алюминия. В опытном производстве, когда требуется в короткие сроки экономичным способом изготовить небольшое число отливок, можно использовать металлопластмассовые композиции. В особых случаях, когда необходимо изготовление ФОД с глубокими полостями и сложной конфигурацией, используют метод гальванопластики. Этот метод позволяет изготовить ФОД с высокими точностью, микротвердостью и малой шероховатостью поверхности и практически не требует их доработки, за исключением обработки торцов и посадочных поверхностей. Иногда для изготовления отливок со сложными полостями, которые невозможно получить другими способами, используют эластичные ФОД.

5.1. СТАЛИ

Для изготовления ФОД применяют стали: цементируемые, азотируемые; объемно закаливаемые (в состоянии закалки или улучшения); коррозионно-стойкие.

Цементируемые стали наиболее полно соответствуют требованиям, предъявляемым к ФОД. Особое преимущество этих сталей заключается в том, что, имея высокую поверхностную твердость и вязкую прочную сердцевину, они обладают высокой стойкостью к изнашиванию и воздействию переменных и ударных

нагрузок. В связи с этим цементируемые стали можно применять в условиях, при которых объемно закаливаемые стали разрушаются. Другое важное преимущество цементируемых сталей — пониженная деформация по сравнению с инструментальными углеродистыми сталями. Вследствие этого они допускают минимальные припуски (0,05—0,15 мм) на доработку после термообработки, однако предъявляют высокие требования к технологии термической обработки. Толщину цементованного слоя выбирают от 0,6 до 1,2 мм (меньшие значения — для тонких ребер, выступов). Во избежание сквозной прокаливаемости и, как следствие, образования сколов не рекомендуется изготовлять из этих сталей ФОД с ребрами толщиной менее 4 мм. Из этого класса наиболее часто применяют стали 10 и 20 (ГОСТ 1050—74), 20Х, 12ХН3А, 18ХГТ (ГОСТ 4543—71).

Азотируемые стали отличаются тем, что без последующей термообработки имеют весьма высокую твердость поверхностного слоя. Изготовленные из этих сталей детали почти не деформируются. В отличие от процессов цементации, азотированию подвергают ФОД, прошедшие термообработку улучшением (закалка с высоким отпуском) и доведенные до окончательных размеров. Рекомендуемая глубина азотируемого слоя 0,15—0,20 мм. Применяемые стали — 5ХГМ, 4ХМФС, 4Х5МФС (ГОСТ 5950—73).

Объемно закаливаемые стали имеют высокую твердость и, как следствие, хорошую износостойкость, хорошо полируются и обрабатываются электроэрозионным методом. Однако они имеют пониженную вязкость, более склонны к деформациям, короблению и образованию трещин по сравнению с цементируемыми или улучшенными сталями; поэтому их в основном используют для изготовления ФОД простой формы и небольших размеров.

Наиболее широко применяемые стали: У8А (ГОСТ 1435—74—СТ СЭВ 2883—81), Х12М, 4Х5МФС (ГОСТ 5950—73).

Для изготовления крупногабаритных ФОД сложной конфигурации с высокой износостойкостью применяют стали Х12Ф1, Х12М (ГОСТ 5950—73), отличающиеся высокой прокаливаемостью (на глубину более 200—300 мм) и воспринимающие закалку не только в масле, но и на воздухе, претерпевая при этом минимальные объемные изменения. Сталь Х12Ф1 несколько превосходит сталь Х12М по пластичности и вязкости, но немного уступает ей по твердости.

Обычно ФОД хромируют для повышения износостойкости и коррозионной стойкости. Если срок службы лимитируется качеством и толщиной хромового покрытия, то применяют коррозионно-стойкие стали 12Х13, 20Х13, 30Х13, 40Х13, 95Х18 (ГОСТ 5632—72). В большинстве случаев это необходимо при переработке химически агрессивных пластмасс, оказывающих коррозионное воздействие на ФОД, а также при необходимости

получения сложных рельефов с узкими пазами, когда невозможно получить равномерное покрытие.

В ряде случаев для упрощения и удешевления изготовления средне- и крупногабаритных форм, особенно в мелкосерийном производстве, используют улучшаемые стали 45 (ГОСТ 1050—74), 40Х (ГОСТ 4543—71), 5ХГМ, 4ХМФС, 4Х5МФС (ГОСТ 5950—73). Заготовки изготовленных из них ФОД можно обрабатывать; окончательная термическая обработка позволяет полностью исключать изменения размеров и формы (коробление), возникающие при термической обработке готовых ФОД. Недостатки этих сталей — меньшие износостойкость, прочность, худшая полируемость. Однако в крупносерийном и массовом производстве их можно уменьшить азотированием и хромированием.

В табл. 91, 92 даны рекомендации по применению сталей для изготовления форм.

Некоторые особенности выбора материалов для ФОД, получаемых методами холодного и полугорячего выдавливания и электроэрозионной обработки. Наряду с традиционным методом механической обработки все более широко для изготовления стальных ФОД применяют методы холодного и полугорячего выдавливания и электроэрозионной обработки. Для правильного выбора стали необходимо знать основные особенности этих методов.

Холодное выдавливание — метод обработки давлением, в результате которого пластическим деформированием без предварительного нагрева заготовкам придают заданную форму. Метод позволяет получать матрицы высокой точности (в пределах 9—11-го квалитета) и малой шероховатости (до $Ra = 0{,}1$ мкм). Максимально достижимая относительная глубина выдавливания $\delta = h/d$, где h и d — глубина и приведенный диаметр выдавливаемой полости. Ниже даны значения δ для некоторых сталей:

Сталь	10	20	20Х	12ХН3А	У8	12Х13	Х12Ф1
δ	2,0	1,5	0,9	0,5	0,7	0,5	0,3

При использовании метода холодного выдавливания необходимо учитывать следующее. Матрицы многогнездных форм следует выполнять в отдельных вставках, а не в цельных плитах. Полости выполнять без поднутрений, так как их невозможно создать мастер-пуансоном. Для предотвращения образования трещин при термообработке мастер-пуансонов и улучшения условий течения металла в процессе выдавливания все острые кромки и места переходов в полостях следует скруглять (табл. 93).

Полости со сложным профилем следует выполнять симметричными относительно вертикальной оси. При выдавливании несимметричной полости давление на скошенную поверхность мастер-пуансона не уравновешивается давлением противолежащей поверхности и может вызвать искажение выдавливаемой полости и поломку мастер-пуансона; поэтому рекомендуют располагать две полости рядом (сдвоенная полость) для уравновешивания основ-

Рекомендуемые стали

Характеристика ФОД	Перерабатываемый материал	Сталь	Термическая и химико-термическая обработка [1]
		Матрицы и пуансоны форм	
Сечение до 60 мм простой конфигурации	Все термопласты, кроме ПВХ	У8А 20Х	З + О Ц (0,8 — 1,2 мм) + + З + О
Средняя сложность; работа при больших давлениях (более 20 МПа)		20Х, 10 18ХГТ, 12ХН3А 40Х	Ц (0,8—1,2 мм) + + З + О
Сложная форма, глубокие пазы, узкие перемычки, значительная разнотолщинность, высокая точность		12ХН3А, 18ХГТ 25Х2Н4МА 5ХГМ, 4ХМФС, 4Х5МФС	Ц (0,8—1,2 мм) + + З + О У + А (0,15—0,2 мм)
Средние и крупные размеры		12ХН3А, 18ХГТ 5ХГМ, 4ХМФС, 4Х5МФС	Ц (0,8—1,2 мм) + + З + О У + А (0,15—0,2 мм)
Большие размеры, сложная форма, работа в условиях интенсивного изнашивания и повышенных напряжений	Термопласты со стеклонаполнителями, минеральными наполнителями	Х12Ф1 Х12М	З + О З + О
Простая форма		45 40Х	У
Работа в условиях воздействия коррозионной среды	Поливинилхлорид	20Х13 40Х13 12Х13	З + О

Таблица 91

для изготовления ФОД

Механические свойства		Покрытие ФОД	Примечание
$\sigma_в$, МПа	$HRC_э$ (НВ или HV)		
для литья под давлением			
1200—1400 600—800	46,5—51,5 51,5—56,0 (HV 770)	Оксидирование для переработки полиэтилена, хромирование для остальных пластмасс	—
600—800 1000—1200 1200—1400	46,5—53,0 51,5—56,0 46,5—51,5		Большие значения твердости для меньшего сечения
1000—1200 900—1000	46,5—53,0 30—34 (в сердцевине) (HV 900)	То же, и никелирование для деталей с узкими глубокими пазами	При мелкосерийном производстве применяют без азотирования
800—900 900—1000	46,5—53 30—34 (в сердцевине) (HV 900)	Оксидирование для полиэтилена, хромирование для остальных пластмасс	—
2000—2600 2000—2600	61—62 61—62	Хромирование	—
—	(НВ 192—240) (НВ 240—280)	Хромирование	В условиях мелкосерийного производства
1400—1500 1700—1800 1200—1300	41,5—43,5 51,5—55,0 36,5—39,5	Без покрытия	—

Продолжение табл. 91

Характеристика ФОД	Перерабатываемый материал	Сталь	Термическая и химико-термическая обработка [1])	Механические свойства: $\sigma_в$, МПа	Механические свойства: $HRC_э$ (НВ или HV)	Покрытие ФОД	Примечание
Детали с впускным литниковым каналом	Фенопласты	Х12М	З + О	2200—2600	Более 61		
Матрицы и пуансоны прессовых форм							
Работа при малых давлениях прессования (до 30 МПа)	Реактопласты	12ХН3А, 18ХГТ	Ц (1,0—1,4 мм) + З + О	800—1100	50—55	Хромирование	
Работа при средних и высоких давлениях прессования	Реактопласты	18ХГТ	Ц (1,0—1,4 мм) + З + О	1000—1200	51,5—56,0	Хромирование	
	Реактопласты	5ХГМ	З + О	1600—1800	51,5—56,0	Хромирование	
Большие размеры, сложная форма, работа в условиях интенсивного изнашивания и повышенных напряжений	Реактопласты со стекло-, асбонаполнителями, минеральными наполнителями	Х12Ф1 Х12М	З + О	2000—1600 2000—2600	61—62	Хромирование	—
	Фенопласты	95Х18	З + О	Более 2000	51,5—56,0	Без покрытия	При недостаточной стойкости покрытия
Простая форма	Фенопласты, аминопласты	45 40Х	У	— —	(НВ 192—240) (НВ 240—280)	Хромирование	—
Выталкиватели впаки							
Размер до 3 мм	Все пластмассы	45, У8А, 65Г, 95Х18	З + О	—	43,5—49,5	Хромирование Без покрытия	—
Размер свыше 3 мм	Все пластмассы	У8А, 45 95Х18	З + О	—	49,5—53,0	Хромирование Без покрытия	—

[1] У — улучшение, З — закалка, О — отпуск, А — азотирование, Ц — цементация

Таблица 92

Сталь для изготовления деталей форм (кроме ФОД)

Деталь	Сталь рекомендуемая/допускаемая	Номер стандарта на сталь рекомендуемую/допускаемую	$HRC_э^*$
Втулки: литниковые направляющие	У8А/У8	ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81)/ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81)	51,5—56,0
резьбовые (к универсальным блокам)	45/35	ГОСТ 1050—74/ГОСТ 1050—74	—
штоков разъемные (к выталкивающей системе)	45	ГОСТ 1050—74	42—47
Выталкиватели	У8А/40Х	ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81)/ГОСТ 4543—71	49,5—53,0
Рассекатели	У8А/У8	ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81)/ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81)	49,5—53,0
Гайки (к выталкивающей системе)	Ст4/—	ГОСТ 380—71/—	—
Заглушки (к системе охлаждения)	Ст3/—	ГОСТ 380—71/—	—
Знакодержатели цанговые	У8А/У8 65Г/—	ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81)/ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81) ГОСТ 1050—74/—	51,5—56,0 43,5—49,5

Продолжение табл. 92

Деталь	Сталь рекомендуемая/допускаемая	Номер стандарта на сталь рекомендуемую/допускаемую	$HRC_э^*$
Камеры загрузочные: открытые заключенные в обойму	У8А/У8 12ХН3А/20Х	ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81)/ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81) ГОСТ 4543—71/ГОСТ 4543—71	51,5—57,0 Цементировать h0,8—1,2 мм $HRC_э$ 51,5—56,0
Клинья, пальцы разъемных приспособлений	45/—	ГОСТ 1050—74/—	34—38
Плиты, скобы для разъема съемных форм	Ст3/—	ГОСТ 380—71/—	—
Колонки направляющие	У8А/У8	ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81)/ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81)	49,5—53,0
Тяги, захваты, копиры, колонки лекальные	20Х/20	ГОСТ 4543—71/ГОСТ 1050—74	51,5—56,0
Рычаги	45/—	ГОСТ 1050—74/—	—

Продолжение табл. 92

Деталь	Сталь рекомендуемая/допускаемая	Номер стандарта на сталь рекомендуемую/допускаемую	$HRC_э^*$
Ползуны, направляющие ползунов	45/—	ГОСТ 1050—74/—	—
Ниппели, трубки для каналов охлаждения (к системе охлаждения)	35/—		—
Обоймы: клиновых матриц	У8А/У8 20Х/20	ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81) ГОСТ 4543—71/ГОСТ 1050—74	49,5—53,0 Цементировать *h*0,8—1,2 мм $HRC_э$ 51,5—56,0
матриц и пуансонов универсальных блоков	Ст3/— 45/—	ГОСТ 380—71/— ГОСТ 1050—74/—	— —
Оси	20/35	ГОСТ 1050—74/ГОСТ 1050—74	—
Опоры	45/—	ГОСТ 1050—74/—	—
Плиты: верхние, нижние	Ст3/Ст4	ГОСТ 380—71	—

Продолжение табл. 92

Деталь	Сталь рекомендуемая/допускаемая	Номер стандарта на сталь рекомендуемую/допускаемую	$HRC_э^*$
обогрева	Ст3/Ст4	ГОСТ 380—71	—
толкателей, опорные	45/35	ГОСТ 1050—71	—
литниковые при отсутствии формующей полости съема изделий	У8А/У8	ГОСТ 1435—74 (СТ СЭВ 2883—81)	45,5—49,5
Планки опорные для прессовых форм	45/—	ГОСТ 1050—74/—	—
Прихваты	45/35	ГОСТ 1050—74	34—38
Пробки под штифты и к системе охлаждения	Ст3/—	ГОСТ 380—71/—	—
Пружины	65Г/—	ГОСТ 1050—74/—	—
Ручки	Ст3/—	ГОСТ 380—71/—	—

* Твердость рекомендуемой стали.

Таблица 93

Рекомендуемые радиусы скругления

Размер полости в плане, мм	Радиус [1] скругления угла, мм	
	внешнего	внутреннего
До 10	0,30/1,0	0,5/1,5
Св. 10 до 30	0,5/1,5	0,7/2,0
» 30 » 60	0,75/2,0	1,0/3,0
» 60 » 100	1,0/3,0	1,4/5,0
» 100 » 180	1,5/5,0	2,0/6,0

[1] В числителе минимальный, в знаменателе предпочтительный.

ных элементов несимметричности. Если сдвоенную полость создать нельзя, применяют многоступенчатое выдавливание с промежуточным безокислительным отжигом (удорожающим процесс).

В оформляющей полости необходимо избегать тонких и глубоких пазов и выступов, так как это требует многоступенчатого выдавливания. Максимально допустимая относительная глубина выступа $\gamma_в = h_в/d_в$ (где $h_в$ — высота выступа, $d_в$ — приведенный диаметр или ширина выступа), которую можно получить в две операции, равна 0,5—1,0 (рис. 123); при этом радиус скругления r внутренних углов должен быть не менее $0{,}25d_в$.

Пластмассовое изделие должно иметь утопленную гравировку, так как ее легко выполнить на мастер-пуансоне также утопленной; глубина гравировки $h \leqslant 0{,}35S$ (где S — ширина штриха гравировки).

Полугорячее выдавливание (ПГВ) отличается от холодного выдавливания тем, что деформируемую заготовку предварительно нагревают до температуры в интервале между нижней критической и температурой рекристаллизации. Скорость деформирования высокая — 2—8 мм/с. Метод ПГВ позволяет получать глубокие и точные полости в ФОД из труднодеформируемых сталей (40Х, 12ХН3А, 12Х13, 20Х13, 40Х13, Х12М, Х12Ф1, 4Х5МФС, У8А и др.), повышая стойкость ФОД в 1,5—2 раза по сравнению с холодным выдавливанием. Максимально допустимая относительная глубина выдавливания $\delta = 1{,}0 \ldots 1{,}2$.

При использовании ПГВ необходимо учитывать следующее. Технологические уклоны боковых поверхностей полости должны быть не менее 15′. Относительная глубина $\delta_р$ ребер, выступающих внутрь полости, не должна превышать 0,8, при этом радиусы скругления внутренних углов должны быть не менее 0,25 ширины паза. Рифы на боковых поверхностях полостей (для деталей типа рукояток, переключателей и пр.) следует выпол-

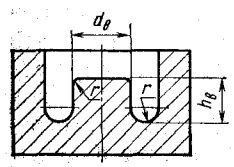


Рис. 123

Таблица 94

Рекомендуемые радиусы скругления

Диаметр полости в плане, мм	Радиусы [1] скругления угла, мм		
	внешнего при относительной глубине δ полости		внутреннего
	δ < 0,5	δ > 0,5	
До 10	0,20/1,0	0,50/1,5	0,3/1,2
Св. 10 до 30	0,35/1,2	0,75/2,0	0,45/2,0
» 30 » 60	0,50/2,0	1,0/3,0	0,70/3,0
» 60 » 80	0,80/3,0	1,50/4,0	1,0/4,6
» 80 » 100	1,2/4,0	2,0/5,0	1,5/6,0

[1] В числителе минимальный, в знаменателе предпочтительный.

нять в виде плавных углублений или выступов, а не в виде прямой накатки. Радиусы скругления следует выбирать по табл. 94. В остальном требования аналогичны указанным для холодного выдавливания.

Метод электроэрозионной обработки позволяет изготовлять ФОД из любых сталей, особенно предпочтителен при обработке высокопрочных, труднообрабатываемых сталей и допускает при необходимости обрабатывать предварительно закаленные до высокой твердости заготовки, обеспечивая получение деталей высокой точности без деформаций и коробления.

5.2. НИКЕЛЬ-КОБАЛЬТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ФОД

Никель-кобальтовые материалы предназначены для изготовления ФОД методом гальванопластики. Этот метод позволяет достичь 7—9-го квалитета при шероховатости Ra 0,2—0,05 мкм и исключить дополнительную механическую доработку формообразующих поверхностей, термообработку и хромирование. Получаемая твердость поверхности $HRC_э$ 51—53. К недостаткам метода следует отнести большую продолжительность процесса осаждения (5—15 суток), высокую стоимость солей никеля и кобальта, недостаточную механическую прочность из-за мягкого каркасного слоя металла (медь). В связи с этим изготовленные таким методом ФОД применяют в основном при литье термопластов, когда их получение другим методом невозможно или неэффективно. Примерами таких ФОД могут служить матрицы для изготовления: тонких длинных изделий (корпус авторучки, гильзы и т. п.); изделий со сложным рельефом, когда необходима полная имитация структуры дерева, кожи и пр. (чего невозможно достичь другими методами); шестерен прямозубых, косозубых, конических, особенно мелкомодульных; шкал с углубленными буквами, криволинейных поверхностей типа лопасти и т. п.

Процесс получения гальванопластических матриц-вставок состоит из следующих операций (рис. 124):

изготовление модели с учетом технологических припусков (материал: сталь, органическое стекло, полистирол и др.); при большой серии целесообразно изготовлять металлическую мастер-матрицу, чтобы в ней изготовлять любое количество идентичных пластмассовых моделей;

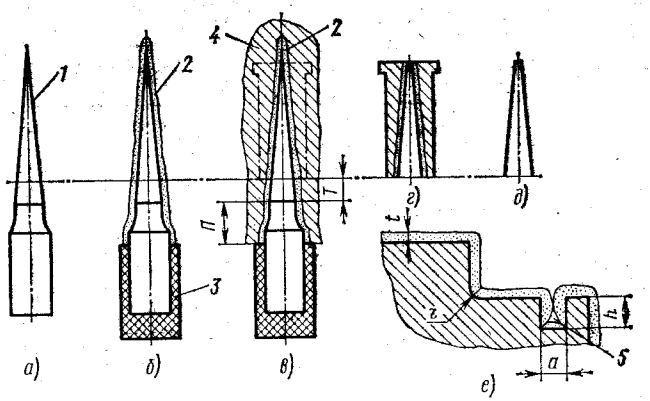


Рис. 124

нанесение токопроводящего слоя *1* химическим серебрением или меднением (рис. 124, *а*);

нанесение защитного слоя *3* и гальваническое наращивание слоя никель-кобальта *2* толщиной 1,5—4,0 мм (в зависимости от размеров матрицы) в электролите (рис. 124, *б*);

осаждение наружного каркасного слоя *4* меди толщиной 5—20 мм (рис. 124,*в*);

обработка наружных посадочных поверхностей и торца матрицы; минимальный технологический припуск $T_{min} \approx 5$ мм, переходный припуск $П \approx \approx 10$ мм (рис. 124, *г*).

На рис. 124, *д* показано изделие, для которого изготовлена матрица.

При разработке таких матриц необходимо учитывать, что их острые выступающие углы подвержены сколам, а высокие выступающие ребра и бобышки могут быть недооформлены или имеют раковины *5* (рис. 124, *е*); поэтому выступающие углы должны быть скруглены (радиус $r \geqslant t$); высота выступа $h \leqslant a$.

5.3. ФОД ИЗ ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ

Использование цветных сплавов в мелкосерийном и единичном производстве позволяет существенно уменьшить затраты и время на проектирование, изготовление и последующую доводку формующего инструмента сложных изделий. Важные их преимущества — возможность получения при литье ФОД формообразующей поверхности с малой шероховатостью, отсутствие окалины, низкая адгезия к материалам мастер-модели и оснастки.

Если необходимо получить деталь с жесткими допусками или изготовить относительно большую партию деталей, следует применять медные, цинковые или алюминиевые сплавы. ФОД для небольших партий деталей (несколько десятков штук) можно изготовлять из свинцовых или оловянистых сплавов.

Медные сплавы (бронзы, латуни) также применяют в формах для крупносерийного и массового производства для изготовления коллекторов горячеканальных форм, сопл, вставок и других деталей, к теплопроводности которых предъявляются высокие требования. Особое место среди этих материалов занимают бериллиевые бронзы, которые выделяются наиболее высокой твердостью среди всех цветных сплавов (после отпуска НВ 360—400), в сочетании с хромовым покрытием могут успешно применяться даже для изготовления оформляющих гнезд и особенно эффективны при литье небольших тонкостенных изделий, когда требуется высокая скорость охлаждения.

Схема изготовления матриц и отдельных оформляющих частей форм методом заливки легкоплавких сплавов с кристаллизацией под давлением приведена на рис. 125, *а*; технологические параметры изготовления ФОД из некоторых материалов даны в табл. 95. Нагретую обойму *6* устанавливают на плиту *2* пресса и в полость между обоймой *6* и мастер-моделью *3* со вставкой *4* заливают расплавленный сплав *5*. Во избежание образования раковин сплав заливают непрерывной струей на близком расстоянии от мастер-модели. После заливки сплава в обойму устанавливают пуансон *1*, температура которого должна быть ниже температуры плавления сплава. Образовавшийся под пуансоном затвердевший слой сплава предотвращает выбрасывание жидкой фазы из обоймы через зазоры между пуансоном и обоймой.

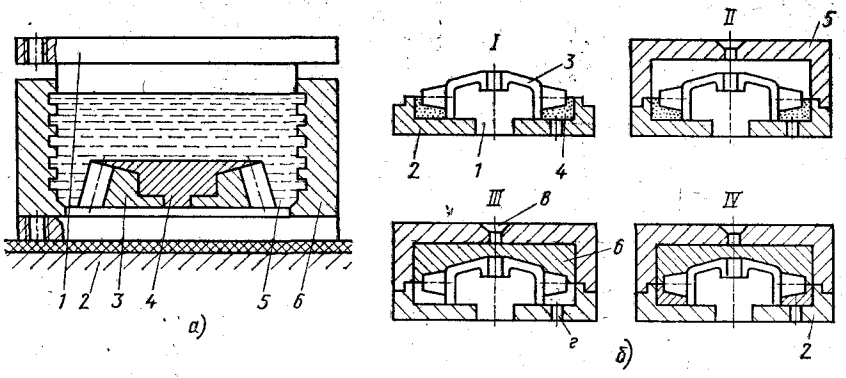


Рис. 125

В момент начала кристаллизации у стенок обоймы сплав подпрессовывают до достижения полной кристаллизации, которая обычно заканчивается через 3—5 мин. После этого отливку охлаждают в воде, пуансон и мастер-модель извлекают из формы. Полученная матрица не требует дальнейшей обработки. Используя одну мастер-модель, можно изготовить значительное число матриц-дублеров. При литье с кристаллизацией под давлением обеспечивается высокая точность размеров форм, так как подпрессовка сплава при охлаждении сводит до минимума его литейную усадку.

Схема изготовления форм из легкоплавких сплавов методом свободной заливки показана на рис. 125, *б* (*I—IV* стадии технологического цикла). В стальной корпус *2* на знак *1* устанавливают мастер-модель *3*, нижнюю плоскость которой предварительно смазывают машинным маслом для предохранения от коррозии. Затем изготовляют гипсовую подушку *4*. Гипс заливают в нижнюю часть корпуса *2* до плоскости разъема. После выдержки в течение 5—10 мин, когда гипсовый раствор в достаточной степени затвердеет, плоскость разъема зачищают и просушивают при температуре не выше 60 °С.

Открытые плоскости мастер-модели и формы покрывают графитом для предотвращения адгезии заливаемого расплава к материалу мастер-модели. На нижнюю половину корпуса формы накладывают вторую половину *5* корпуса и через литниковое отверстие *в* заливают расплав *6*. После затвердевания сплава и полного его охлаждения форму переворачивают, гипсовую подушку разрушают, плоскость разъема зачищают и на нее наносят разделительный слой (графит). Затем через отверстие *г* заливают вторую часть формы. Остывшую форму разбирают. Мастер-модель извлекают из корпуса *2*, поверхность матрицы зачищают. После высверливания литникового отверстия *б* форма готова к работе.

Как показали опыты, целесообразно верхнюю и нижнюю части формы заливать сплавами с разной температурой плавления, причем в первую часть заливать сплав с температурой плавления более высокой, чем у сплава, заливаемого во вторую часть. Это необходимо для предотвращения сплавления частей формы при второй заливке и исключения перегрева оснастки (в соответствии с технологическими параметрами, приведенными в табл. 95).

Мастер-модель можно изготовлять из латуни, алюминиевых сплавов, углеродистой стали и других материалов. Материал для мастер-модели выбирают

Таблица 95

Технологические параметры изготовления ФОД из цветных сплавов [9]

Параметр	Значения параметра при использовании											
	латуни ЛЦ40Мц3Ж (ГОСТ 17711—80)	бронзы безоловянной Бр.В2 (ГОСТ 18175—78)	бронзы железистой		цинкового сплава ЦАМ 4—1 (ГОСТ 19424—74)	алюминиевых сплавов (ГОСТ 2685—75)		бакелита Б83 (ГОСТ 1320—74)	цинка (ГОСТ 3640—79, СТ СЭВ 224—75)	свинца (ГОСТ 3778—77Б, СТ СЭВ 142—75)
			Бр.АЖ9—4 (ГОСТ 18175—78)	Бр.АЖН11Ж6Н6 (ГОСТ 493—79)		Ал19	ВАЛ1			
Температура, °С: пуансона	300—350	1030—1080	1100—1140	1120—1200	220—250	750	750	150—200	200—250	150—200
обоймы	750—800				380—400			300—320	400—410	300—320
мастер-модели	700—750				300—350			400—420	400—410	310—320
расплава	880—900				410—430			440—450	430—450	330—350
Давление прессования, МПа	150				150			20—25	50—60	100—150
Усадка материала матрицы, %: при свободной заливке	1,7				1,3—1,5			0,65—1,0	1,4—1,5	1,5
при заливке с кристаллизацией под давлением	0,1—0,2				0,1—0,2			0,1—0,2	0,1—0,2	0,1—0,2
Твердость [1] НВ, МПа	1177	3727	1471	2452	700—900	800—981	850	300	600—981	100—250

[1] После термической обработки.

в зависимости от требуемого количества получаемых матриц, квалитета и требуемой шероховатости изделия из пластмассы. Исполнительные размеры мастер-модели должны соответствовать размерам изготовляемых изделий с учетом усадки материала матрицы (см. табл. 95) и пластмассы.

При проектировании и изготовлении мастер-модели необходимо предусматривать на боковых поверхностях уклоны. В качестве мастер-модели можно использовать готовую металлическую деталь.

Наиболее целесообразно изготовлять формы из легкоплавких сплавов для деталей сложной конфигурации: крыльчаток, вентиляторных колес, шестерен (из полиолефинов, полистиролов, полиформальдегида, поликарбоната, полиамидов).

5.4. ФОД ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Пластмассовые пресс-формы в основном изготовляют свободной заливкой по моделям; при этом не требуются сложное оборудование и высококвалифицированный персонал, а время и стоимость сокращаются в 5—6 раз по сравнению с изготовлением металлической оснастки.

В пластмассовых формах можно изготовлять литьем под давлением детали из любых термопластов, на любых литьевых машинах. Наиболее выгодно использовать их для литья вспененных пластмасс. Стойкость таких пресс-форм колеблется от 200 до 5000 изделий в зависимости от размеров детали, материала изделия, конструкции формы, а также от материала формообразующего элемента.

Прочность, стойкость и точность размеров пластмассовых форм зависят от физико-механических свойств полимерных композиций, применяемых для их изготовления (теплостойкости, механической прочности, твердости, температурного коэффициента линейного расширения, модуля упругости, теплопроводности, усадки и ее разброса).

Теплостойкость композиций должна быть не ниже 180 °С, так как до этой температуры материал формы должен иметь высокий модуль упругости; в противном случае при значительном давлении формования деформируется материал формы, и либо необратимо изменяются размеры формообразующих элементов, либо разрушается форма.

При литье пластмассовых деталей в матрицах форм возникают значительные растягивающие и сжимающие напряжения; если они превышают прочность пластмассовой композиции, то в матрице появляются трещины. Для надежной длительной работы форм пределы прочности при растяжении и сжатии пластмассовой композиции должны быть такими, чтобы обеспечить достаточный коэффициент запаса прочности ($\sigma_р \geqslant 20$ МПа, $\sigma_{сж} \geqslant 150$ МПа). Износ формообразующей поверхности пластмассовых форм уменьшают, повышая твердость композиций. При использовании наполнителей с высокой твердостью (кварц, железный порошок) твердость композиций можно повысить с 120—150 до 500 МПа.

Для повышения теплопроводности пластмассовых композиций в их состав вводят наполнители, причем чем больше коэффициент теплопроводности и содержание наполнителя в компаунде, тем больше и коэффициент теплопроводности пластмассовой композиции. Наибольшей теплопроводности можно достичь, используя в качестве наполнителя волокна металлов, особенно меди, имеющей высокий коэффициент теплопроводности.

Помимо требований, предъявляемых к физико-механическим и теплофизическим свойствам пластмассовых композиций, необходимо также обеспечить их хорошие технологические свойства. К важнейшим из них относятся низкая начальная вязкость, достаточная жизнеспособность, малый экзотермический эффект при отверждении, незначительная усадка. Низкая вязкость связующего позволяет ввести в композицию большое количество наполнителя. Жизнеспособность композиции должна быть в пределах 1—2 ч (время, требующееся для переработки композиции).

Для изготовления пластмассовых форм больших размеров необходимы композиции, дающие малый экзотермический эффект при отверждении, во избежание образования в отливке значительных внутренних напряжений, приводящих

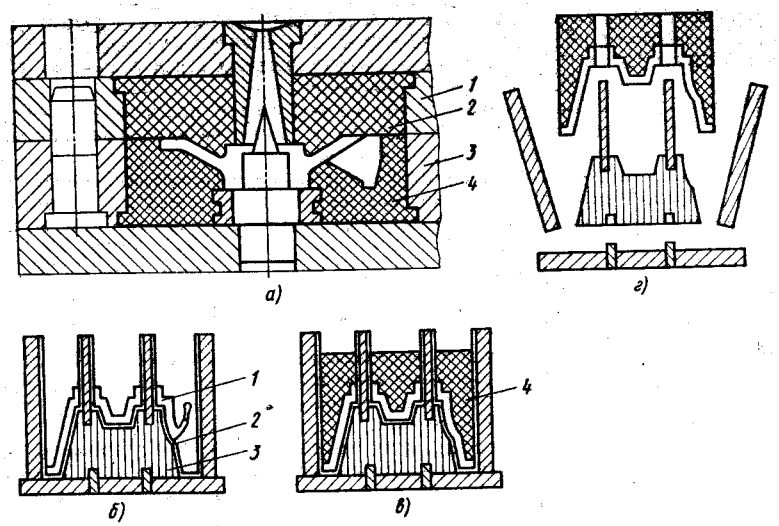


Рис. 126

к трещинам. Уменьшения экзотермического эффекта достигают правильным подбором отвердителя и режима отверждения.

На точность получаемых формообразующих элементов форм влияет усадка композиций, особенно ее разброс. Усадка зависит прежде всего от температуры и времени отверждения, следовательно, нужно подбирать режим, который обеспечит стабильность размеров элементов при эксплуатации.

Наиболее эффективно применение пластмассовых форм для изготовления изделий сложной пространственной конфигурации — патрубков, кулачков, крыльчаток, шестерен (конических, косозубых), корпусных деталей с поверхностью переменной кривизны, деталей с вогнутой и выпуклой гравировкой (буквы, рисунки), а также с поверхностью, имитирующей кожу, ткань и т. д. Не рекомендуется проектировать пластмассовые формы для получения деталей простой конфигурации (цилиндрических, прямоугольных и др.) и деталей с большим числом отверстий. Следует избегать изготовления резьбовых деталей с шагом менее 1 мм, деталей с мелкой накаткой и выходом накатки на плоскость разъема, так как тонкие выступающие части в пластмассовой матрице скалываются из-за недостаточной прочности полимерной композиции.

Конструирование форм с пластмассовыми формообразующими элементами незначительно отличается от конструирования металлических форм. Тем не менее есть ряд отличий, без учета которых стойкость пластмассовых форм может быть очень низкой.

Поскольку пластмассовые формы применяют для изготовления небольшого числа изделий, то в основном проектируют одногнездные съемные формы (рис. 126, *а*). Наиболее рационально проектировать пластмассовые формы в виде сменных пакетов, устанавливаемых в блоки. Формы следует проектировать так, чтобы один из наименее трудоемких формообразующих элементов был металлическим. Самая трудоемкая деталь формы — матрица, которую необходимо изготовлять пластмассовой. Пуансоны, как правило, выполняют металлическими, что способствует более быстрому теплоотводу и повышению стойкости форм.

Матрицу *4* и пуансон *2* устанавливают в соответствующие обоймы *3* и *1* формы по посадке H7/s6, которой достигают механической обработкой посадочной части; это необходимо для повышения прочности пластмассовой матрицы и экономии материала.

Полимерные композиции, применяемые для изготовления матриц, имеют низкий предел прочности при растяжении (до 30 МПа). В связи с этим необходимо

в матрице создать предварительные сжимающие напряжения, запрессовав ее в обойму с натягом.

Форма посадочной части зависит от конфигурации формообразующей поверхности; ее выбирают круглой или прямоугольной, при этом минимальная толщина стенки формообразующего элемента не должна быть менее 20 мм. Толщина стенки между армирующими элементами 7 мм, а расстояние от ближайшего армирующего элемента до края формообразующего элемента 10 мм.

При проектировании выталкивающей системы предусматривают размещение выталкивателей в металлических деталях формы и армирование пластмассового формообразующего элемента металлическими втулками в местах расположения выталкивателей, а при проектировании литниковой системы — размещение литниковых каналов в металлических деталях формы и армирование литникового канала, проходящего через пластмассовый формообразующий элемент, стальной втулкой. Это объясняется тем, что литниковые каналы обычно выполняют методами механической обработки после установки формообразующего элемента в матричную плиту. В этом случае возможно вскрытие раковин или образование сколов, которые вызывают быстрое изнашивание поверхностей каналов. В некоторых случаях допускается оформление разводящих и впускных каналов в пластмассовом формообразующем элементе в процессе его изготовления.

Так как пластмассовые формы предназначены для малых серий, то охлаждающую систему можно не проектировать, поскольку теплоотводу способствуют металлические элементы формы. Для повышения износостойкости форм и уменьшения времени выдержки в них материала в металлическом пуансоне или в обойме выполняют каналы для охлаждения жидкости на минимально возможном расстоянии от пластмассового формообразующего элемента. Рекомендуется также в процессе изготовления формообразующего элемента устанавливать медные трубки для охлаждающей жидкости на расстоянии не менее 10 мм от формообразующей поверхности.

Наиболее перспективные материалы для изготовления пластмассовых ФОД — эпоксидные смолы. Сочетание технологичности с высокими прочностными и теплофизическими характеристиками обусловило неоспоримое преимущество этих смол по сравнению с другими полимерами.

Разработан ряд композиций на основе эпоксидных смол различных химических структур с разными физико-механическими и технологическими свойствами. Некоторые особенности в приготовлении обусловлены различными свойствами исходных компонентов (табл. 96). Широкий ассортимент разработанных композиций позволяет сделать выбор в зависимости от наличия компонентов, применяемого технологического оборудования и серийности производства.

Пластмассовую матрицу изготовляют по модели двухстадийным методом, предусматривающим последовательное нанесение облицовочного и конструкционного слоев. Первый слой обеспечивает высокое качество рабочей поверхности формообразующего элемента, второй — ее необходимую механическую прочность. Облицовочную композицию наносят на модель мягкой кистью для предотвращения появления пор и раковин. Число слоев обычно два-три — в зависимости от сложности покрываемого профиля.

Облицовочная композиция должна быть достаточно жидкой, чтобы ее было нетрудно наносить кистью на модель, а также тиксотропной во избежание стекания облицовочного слоя с модели. Оба эти качества зависят от вида и количества наполнителя в композиции. В качестве наполнителей для облицовочных композиций используют высокодисперсные порошки металлов (железо карбонильное, никель карбонильный) и графит. Тиксотропию обеспечивает аэросил.

Конструкционный слой представляет собой высоконаполненную порошком металла полимерную композицию. Наполнителем обычно является порошок различной дисперсности (180—250 мкм). Массовая доля наполнителя, вводимого в полимерную композицию, составляет 250—1200 на 100 массовых долей смолы в зависимости от вязкости связующего и температуры переработки компаунда. После заливки наполнительной композиции в опоку ее уплотняют на виброплощадке или вибростоле.

Технология изготовления пластмассовых формообразующих элементов форм (см. рис. 126, *б—г*) заключается в следующем. Мастер-модель устанавливают на

Таблица 96

Состав и режимы отверждения полимерных композиций [15]

Компонент	Массовая доля компонентов в композиции		Режим отверждения композиции					Стойкость формы (число изделий)
			облицовочной			наполнительной		
	облицовочной	наполнительной	температура, °С	время, мин, для слоя: первого	время, мин, для слоя: второго и последующих	температура, °С	время, ч	
Смола эпоксидная ЭД-20	100	100	125	45—65	20—40	80	2	1500
Ангидрид малеиновый	46—52	46—52				100		
Ускоритель УП-606/2	3	0,5				120	1	
Железо карбонильное КМ-2	450—650	—				140		
Аэросил	9—10	—				160		
Порошок железный ПЖ2М2	—	500—700				180		
						200		
						220	8	
Смола эпоксидная ЭД-20	100	100	130			100	4	2000
						120		
Отвердитель УП-581	80—91	80—91				140		
Ускоритель УП-606/2	2	0,5				160	2	
Железо карбонильное КМ-2	1150—1350	—				180		
Аэросил	10	—				200		
Порошок железный ПЖ2М2	—	750—950				220	15	
Смола эпоксидная ЭД-20	50	50	120	50—60	35—45	80 100	2	2000
Смола эпоксидная ЭН-6	50	50				120		
Ангидрид малеиновый	44—51	44—51				140		
Ускоритель УП-606/2	2,5	0,5				160	1	
Железо карбонильное КМ-2	550—650	—				180		
Аэросил	10	—				200		
Порошок железный ПЖ2М2	—	500—600				220	6	

Продолжение табл. 96

Компонент	Массовая доля компонентов в композиции		Режим отверждения композиции					Стойкость формы (число изделий)
			облицовочной			наполнительной		
	облицовочной	наполнительной	температура, °С	время, мин, для слоя: первого	время, мин, для слоя: второго и последующих	температура, °С	время, ч	
Смола эпоксидная ЭД-20	50	50	120	50—70	25—40	100	4	2500
						120		
Смола эпоксидная ЭН-6	50	50				140		
Отвердитель УП-581	77—96	77—96				160		
Ускоритель УП-606/2	1	0,5				180	2	
Железо карбонильное КМ-2	750—850	—				200		
Аэросил	10					220		
Порошок железный ПЖ2М2	—	650—850				240	8	
Смола эпоксидная УП-610	100	100	80	20—40	15—35	60	4	2500
						80		
Ангидрид малеиновый	70—90	70—90				100	2	
Ускоритель УП-606/2	0,2	—				120		
Железо карбонильное КМ-2	450—650	—				140	1	
Аэросил	12,5	—				160		
Порошок железный ПЖ2М2	—	500—700				180	24	
Смола эпоксидная УП-610	100	100	100	50—80	25—40	80	6	2508
Ангидрид изометилтетрагидрофталевый	128—155	128—155				100		
Ускоритель УП-606/2	1	1				120	2	
Железо карбонильное КМ-2	800—1000	—				140		
Аэросил	10					160	1	
Порошок железный ПЖ2М2	—	700—900				180	24	
Смола эпоксидная УП-610	100	100	115	35—50	20—40	80	4	2500
Отвердитель УП-581	122—158	122—158				100		
Ускоритель УП-606/2	0,5	0,25				120	2	
						140		

Продолжение табл. 96

Компонент	Массовая доля компонентов в композиции		Режим отверждения композиции					Стойкость формы (число изделий)
			облицовочной			наполнительной		
	облицовочной	наполнительной	температура, °С	время, мин, для слоя: первого	время, мин, для слоя: второго и последующих	температура, °С	время, ч	
Железо карбонильное КМ-2	850—1150	—	115	35—50	20—40	160	2	
Аэросил	10	—				180		
Порошок железный ПЖ2М2	—	700—850				200	24	
Смола эпоксидная, модифицированная (компаунд) ЭЦД-Н	100	100						
Ангидрид изометилтетрагидрофталевый	73—93	73—93		25—45		100	4	
Ускоритель УП-606/2	1	0,2				120		1500
Железо карбонильное КМ-2	400—600	—				140	2	
Аэросил	12	—				160		
Порошок железный ПЖ2М2	—	500—700				180	10	
Смола эпоксидная, модифицированная (компаунд) ЭЦД-Н	100	100	130		15—30	100	5	
Отвердитель УП-581	76—96	76—96				120		
Ускоритель УП-606/2	0,5	0,5		30—40		140	2	2500
Железо карбонильное КМ-2	900—1100	—				160		
Аэросил	10	—				180	10	
Порошок железный ПЖ2М2	—	500—700						
Смола эпоксидная ЭЦ-Н	50	50				60		
Мономер фурфурольно-ацетоновый ФА	50	50				80		
Ангидрид малеиновый	40	40				100	2	
Железо карбонильное КМ-2	200—350	—	100	40—60	25—40	120		3000
Аэросил	5	—				140		

Продолжение табл. 96

Компонент	Массовая доля компонентов в композиции		Режим отверждения композиции					Стойкость формы (число изделий)
			облицовочной			наполнительной		
	облицовочной	наполнительной	температура, °С	время, мин, для слоя: первого	время, мин, для слоя: второго и последующих	температура, °С	время, ч	
Порошок железный ПЖ2М2	—	350—600	100	40—60	25—40	160	10	3000
Смола эпоксидная ЭЦ-Н	50	50				100	4	
Мономер фурфурольно-ацетоновый ФА	50	50				120		
Отвердитель УП-581	86	86	125	45—65	30—45	140		
Железо карбонильное КМ-2	200—400	—				160	2	3200
Аэросил	8	—				180		
Порошок железный ПЖ2М2	—	600—800				200	24	
Смола эпоксидная УП-632	50	50				80	9	
Смола эпоксидная ЭД-16	50	50				100		
Ангидрид малеиновый	49—58	49—58				120	2	
Ускоритель УП-606/2	1	0,5	110	20—45	15—30	140		2500
Железо карбонильное КМ-2	600—750	—				160	1	
Аэросил	5	—				180		
Порошок железный ПЖ2М2	—	600—800				200	9	
Смола эпоксидная УП-632	50	50				80	9	
Смола эпоксидная ЭД-20	50	50				100		
Отвердитель УП-581	86—102	86—102				120		
Ускоритель УП-606/2	2	0,5	120	40—60	30—45	140	2	2500
Железо карбонильное КМ-2	900—1100	—				160		
Аэросил	5	—				180		
Порошок железный ПЖ2М2	—	900—1100				200	9	

Продолжение табл. 96

Компонент	Массовая доля компонентов в композиции		Режим отверждения композиции					Стойкость формы (число изделий)
			облицовочный			наполнительной		
	облицовочный	наполнительной	температура, °С	время, мин, для слоя		температура, °С	время, ч	
				первого	второго и последующих			
Смола эпоксидная ЭД-20	100	100				20	До получения железообразной массы	
Полиэтиленполиамин марки А	15	15				40		
Железо карбонильное КМ-2	70—110	—	20	130—170	110—150	60	1	
Аэросил	10	—				80		1000
Порошок железный ПЖ2М2	—	250—350				100		
						120	10	

Примечание. Смолу эпоксидную ЭД-20 выпускают по ГОСТ 10597—80, ЭН-6 — по ТУ 6-05-1585—72, УП-610 — по ТУ 6-05-1690—74, ЭЦ-Н — по ТУ 6-05-1190—76, УП-632 — по ТУ 6-05-241-72—79; эпоксидную модифицированную ЭЦД-Н — по ТУ 6-05-1380—76; ангидрид малеиновый — по ГОСТ 11153—75, изометилтетрагидрофталевый — по ТУ 38-103-149—78; ускоритель УП-606/2 — по ТУ 6-09-4136—75; железо карбонильное КМ-2 — по ГОСТ 13610—79; аэросил — по ГОСТ 14922—77; порошок железный ПЖ2М2 — по ГОСТ 9849—74; отвердитель УП-581 — по ГОСТ 25523—82; мономер фурфуролацетоновый ФА — по ТУ 6-05-1618—73.

подмодельную плиту, обезжиривают и покрывают модель и плиту разделительным составом, который в дальнейшем обеспечивает отделение формообразующего элемента от модели. В качестве разделительных составов применяют различные растворы высокомолекулярных соединений в органических растворителях, например, 3 %-ный раствор полиизобутилена в бензине, 5 %-ный раствор каучука СКФ-32 в ацетоне, 4 %-ный водно-спиртовой раствор поливинилового спирта и др.

После получения на модели *3* (рис. 126, *б*) разделительной пленки *2* на ее поверхность наносят облицовочную композицию *1* последовательно в два-три слоя, причем каждый последующий слой наносят только после желирования (частичного отверждения) предыдущего. По окончании желирования последнего слоя облицовочной композиции на подмодельную плиту устанавливают опоку (также предварительно покрытую разделительным составом) и герметизируют, для чего по контуру опоки, в месте соприкосновения ее с подмодельной плитой, наносят теплостойкий герметик (например, замазку ТГ-18 или полисилоксановый герметик КЛСЕ-305 марки Б).

Наполнительную композицию *4* (рис. 126, *в*) заливают при непрерывном вибрировании оснастки. При этом легче удаляется воздух из отливки, и композиция хорошо уплотняется. После того как залита композиция, над поверхностью уплотненного порошка выступает избыток связующего. Этот избыток удаляют или добавляют наполнитель до полного насыщения связующего. Отливку помещают в термостат, где по заданному режиму проходит процесс отверждения, по окончании которого, не охлаждая отливку, извлекают из нее модель (рис. 126, *г*). Модель извлекают легко благодаря зазору, который возникает из-за различия температурных коэффициентов линейного расширения материалов модели и полимерной композиции. Формообразующий элемент оставляют в выключенном термостате до тех пор, пока температура в нем не станет равна комнатной, а затем извлекают из опоки.

Готовую пластмассовую матрицу обрабатывают под посадочный размер матричной плиты. Пластмассовый формообразующий элемент устанавливают в обойму по посадке H7/s6; при этом создается натяг, так как матрицу перед запрессовкой охлаждают до температуры —5 °С и запрессовывают в обойму при незначительном усилии.

При эксплуатации форм с пластмассовыми формообразующими элементами нужно помнить, что материал элемента имеет ряд специфических особенностей: значительно меньшую, чем у металлов, прочность, повышенную хрупкость, низкую теплопроводность, высокий температурный коэффициент линейного расширения. Все это не позволяет эксплуатировать пластмассовые формы наравне с металлическими и обусловливает ряд требований при работе с ними.

При литье изделий надо избегать избыточного давления в формообразующей полости, для чего первые изделия лучше получать недолитыми и постепенно доводить количество впрыскиваемого материала до необходимого. При работе с формообразующими элементами форм следует избегать резких ударов и особенно сильного перегрева. Следует помнить, что цикл литья по этой технологии несколько увеличивается из-за длительного остывания деталей в форме. Для извлечения застрявшей в форме детали недопустимо применение стальных инструментов; следует использовать медный или алюминиевый инструмент.

ГЛАВА 6

НЕПЕРЕНАЛАЖИВАЕМАЯ ОСНАСТКА

6.1. ЛИТЬЕВЫЕ ФОРМЫ

Классификация и выбор конструкций форм рассмотрены в п. 1.4. Рассмотрим конкретные примеры форм, внедренных в промышленности, ознакомление с которыми упростит конструктору выбор ее принципиальной схемы. При этом необходимо учитывать следующее: с увеличением числа гнезд точность отливки снижается, а сложность формы повышается; повышение уровня автоматизации формы увеличивает сложность ее конструкции; усложнение конструкции формы снижает ее долговечность и увеличивает затраты на изготовление. При выборе конструкции формы следует также учитывать технологические возможности изготовления.

Форма, показанная на рис. 127, предназначена для изготовления изделия, на торцовой поверхности которого имеется канавка небольшой глубины. Подвижный знак *9* для оформления этой канавки примыкает к матрице *10* формы и прижимается к ней клином *5*. Знак выдвигается закрепленной на выталкивающей системе формы колонкой *2*, ось которой смещена относительно оси отверстия в знаке на расстояние, равное ходу знака.

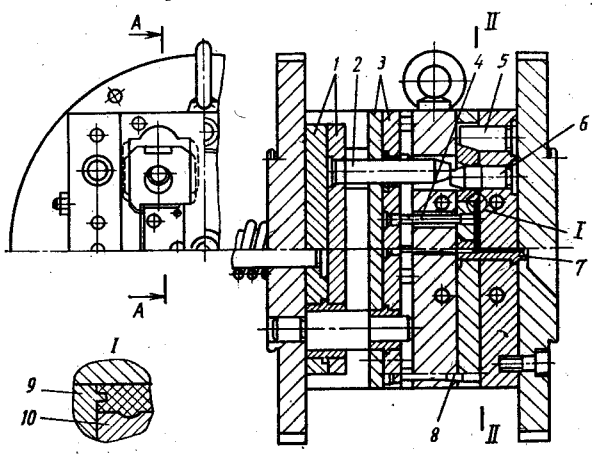


Рис. 127

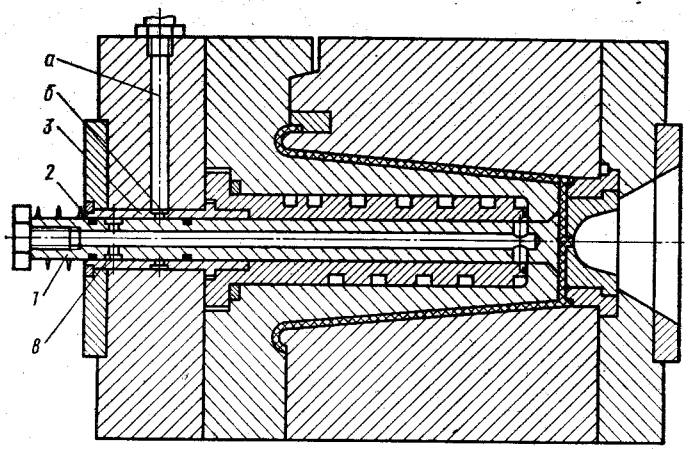


Рис. 128

При раскрытии формы по плоскости *II—II* освобождается литник из литниковой втулки *7*, и колонки *6* выводятся из отверстия знака. При дальнейшем раскрытии формы включается в работу первая ступень *1* выталкивающей системы, а с ней и колонка *2*, которая, входя в отверстие знака, сдвигает его в сторону своей конической поверхностью.

После выдвижения знаков включается в работу вторая ступень *3* выталкивающей системы с выталкивателями *4*, и изделие выталкивается из формы.

При закрытии формы первую ступень выталкивающей системы возвращают в исходное положение возвратные колонки *8*, а вторую ступень — колонки *6*, которые одновременно возвращают в исходное положение знак *9*.

Отличительная особенность конструкции — наличие встречных колонок *6* и *2* с заходными конусами, оси которых смещены одна относительно другой на ход знака. Такая пара колонок успешно заменяет более сложную конструкцию с наклонной колонкой при малом ходе знака. Недостаток конструкции — некоторое увеличение высоты формы из-за необходимости введения второй ступени выталкивающей системы.

Форма на рис. 128 предназначена для литья глубоких изделий, сбрасывание которых обычными системами затруднено или невозможно из-за малого разъема формы. Изделие сбрасывается с пуансона сжатым воздухом, подаваемым автоматически. Пневмопривод постоянно подключен через канал *а* к полости *б* втулки *3*; полость *б* соединена радиальными отверстиями с ее внутренней поверхностью. В клапане, который движется внутри втулки *3*, имеется кольцевая полость *в*, соединенная радиальными отверстиями с осевым каналом клапана. Пока клапан прижат к пуансону, воздушные полости втулки *3* и клапана не соединены между

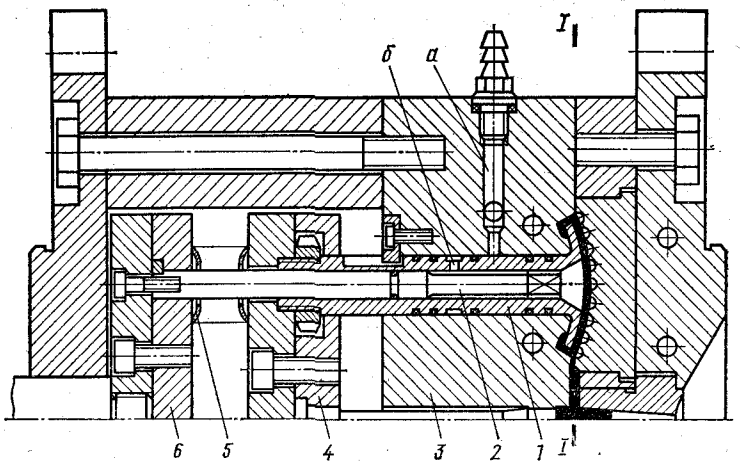


Рис. 129

собой. Как только толкатель машины перемещает клапан вперед на заданное расстояние, полости соединяются, сжатый воздух попадает в канал клапана и через него в щель между пуансоном и изделием. При смыкании литьевой формы опускается клапан *1*, который под воздействием пружины *2* прижимается к пуансону, и подача сжатого воздуха прекращается.

В форме (рис. 129) для изготовления из эластичных материалов изделий с небольшими поднутрениями изделие также снимается с пуансона сжатым воздухом. Пуансон *1*, оформляющий внутреннюю полость изделия, подвижно установлен в плите *3* и жестко связан со второй ступенью *4* выталкивающей системы. Внутри пуансона имеется подвижный клапан *2*, жестко связанный с первой ступенью *6* выталкивающей системы. После раскрытия формы по плоскости *I—I* одновременно перемещаются обе ступени выталкивающей системы, причем вторая ступень перемещается тарельчатыми пружинами *5*. При упоре второй ступени в плиту *3* канал *б* пуансона совмещается с подводящим каналом *а*, и сжатый воздух поступает под клапан *2*. Далее сжимается тарельчатая пружина *5*, клапан *2* открывается, и сжатый воздух поступает под изделие. Изделие сбрасывается.

Форма на рис. 130 предназначена для изготовления изделия, представляющего собой пробку с двойными разновысокими стенками. На внутренней стороне более низкой стенки имеется кольцевой выступ.

При раскрытии формы по плоскости *I—I* изделие извлекается из матрицы *9*. При дальнейшем раскрытии формы шток *1* наталкивается на упор литьевой машины. При этом пружина *2*, воздействуя на плиту *4*, удерживает трубчатый знак *6* в неподвижном относительно выталкивателя *3* положении. Изделие снимается

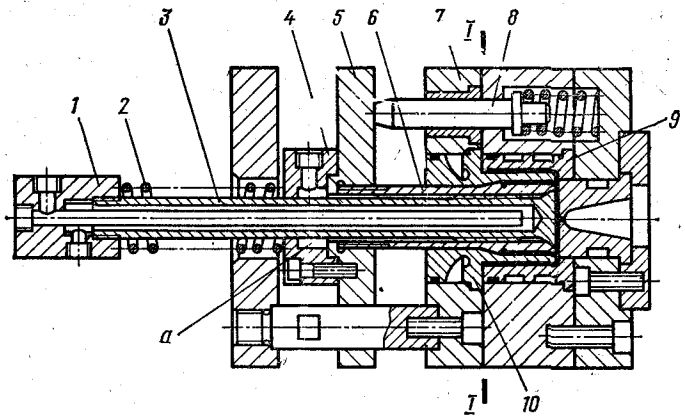


Рис. 130

с пуансона *10*. Затем плита *5* упирается в плиту *7*, знак *6* останавливается, а выталкиватель *3* продолжает движение, срывая изделие с поднутрения на знаке *6*. Окончательно изделие сбрасывается сжатым воздухом, поступающим из полости *а* по кольцевому зазору и пазам (показаны штриховой линией) между выталкивателем *3* и трубчатым знаком *6* в образовавшийся зазор в коническом седле.

При смыкании формы пружина *2* возвращает в исходное положение выталкиватель *3*, а направляющие колонки *8* — плиты *4* и *5* и трубчатый знак *6*.

Форма на рис. 131 предназначена для изготовления изделия типа тонкостенного цилиндрического стакана с отверстием в стенке, ось которого перпендикулярна оси стакана. Форма имеет две плоскости разъема для извлечения изделия и литника. Для оформления отверстия в стенке стакана предназначен подпружиненный знак *4*, который устанавливается в исходное положение колонкой *5*.

Вначале форма раскрывается по плоскости *I—I*. Литник извлекается из литниковой втулки *3*.

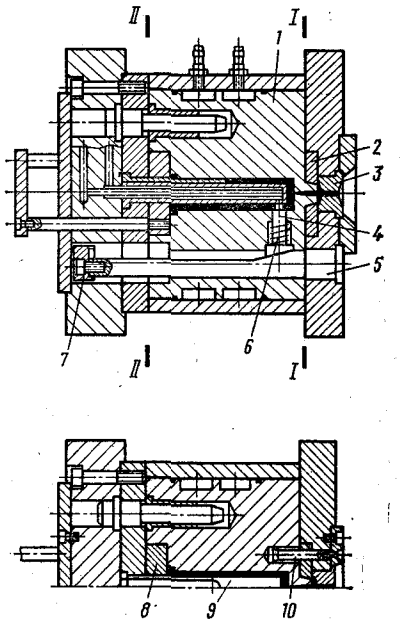


Рис. 131

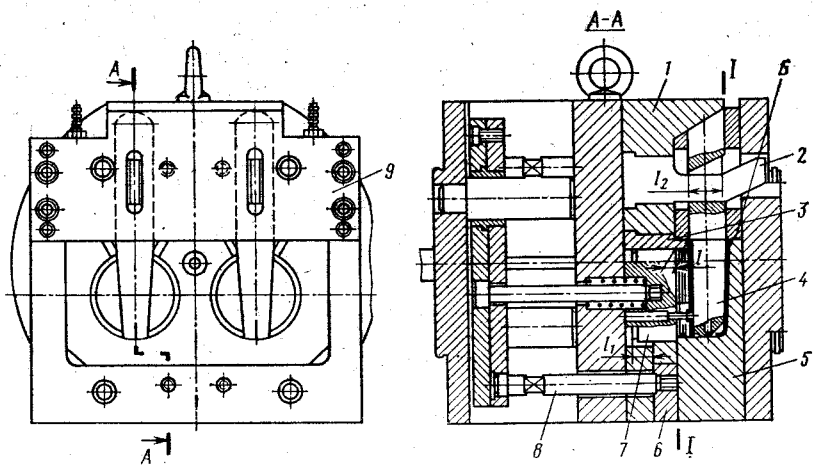


Рис. 132

После полного извлечения литника отрывная планка *2* тягами *10* отделяется от подвижной части формы и, воздействуя на специальный прилив литника, отрывает литник от изделия. При этом под действием пружины *6* из изделия удаляется знак *4*. При дальнейшем движении матрица *1* упирается в упор *7* колонки *5* и останавливается. Происходит раскрытие по плоскости *II—II*. Изделие на пуансоне выходит из матрицы. После полного извлечения изделия из матрицы сталкивающая плита *8* снимает изделие с пуансона *9*.

Использование пружины для извлечения оформляющего знака из изделия возможно только в случаях, когда сила сцепления между знаком и изделием небольшая (небольшие неглубокие отверстия, слабая адгезия материала изделия).

В форме, показанной на рис. 132, изготовляют изделия типа крышки с цилиндрическим патрубком (оси крышки и патрубка перпендикулярны).

Внутреннюю полость патрубка оформляет подвижный знак *4*, в прорези которого расположена лекальная колонка *2*. Внутреннюю полость крышки, имеющую кольцевое поднутрение, оформляет подвижный пуансон *7*, установленный в плите *1*. При раскрытии формы по плоскости *I—I* изделие извлекается из матрицы *5*, закрепленной на неподвижной части формы. После полного извлечения изделий из матрицы включается выталкивающая система, связанная тягой *8* с толкающей рамкой. Последняя состоит из П-образной планки *6* и поперечины *9*. В поперечине размещены подвижные оформляющие знаки *4*. При движении поперечины вперед знак *4* увлекает изделие, а вместе с ним подвижный пуансон *7*, при этом ход пуансона ($l_2 > l_1 > l$) должен обеспечить освобождение изделия из запирающего знака *3*.

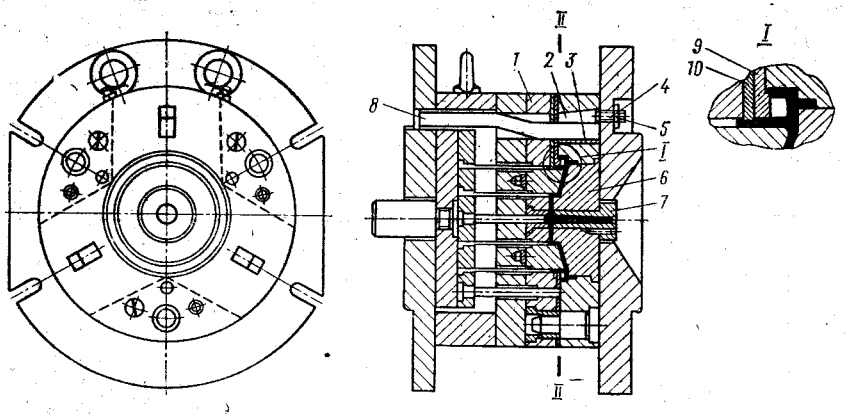


Рис. 133

После остановки пуансона изделие, оставаясь на знаке *4*, срывается с него. При дальнейшем движении рамки знак *4* наезжает на лекальную колонку *2* и выводится из изделия, которое удерживается от перемещения вверх плоскостью *Б* поперечины *9*. Ход знака *4* должен быть небольшой, но достаточный для обеспечения свободного падения изделия под действием собственного веса.

Следует отметить, что подвижный пуансон должен быть подпружинен. Это необходимо для разгрузки изделия при перемещении пуансона. Особенно эффективна такая система при изготовлении крупногабаритных изделий с большим конусом знака *4*.

Форма на рис. 133 предназначена для изготовления изделия, представляющего собой круглую крышку с двойными стенками. На наружной стороне более высокой стенки, расположенной ближе к центру крышки, имеется кольцевая канавка, которую оформляют три пластинчатых раздвижных знака *10* (каждый оформляет третью часть длины канавки). Знаки находятся между обоймой *1* матрицы, имеющей пазы для их размещения, и оформляющим диском *9*, закрепленным на обойме.

При раскрытии формы по плоскости *II—II* пуансон *6* извлекается из изделия, ее литник — из литниковой втулки *7*. Изделие удерживается на подвижной части формы знаками *10*. Колонки *8* своей наклонной частью раздвигают знаки *10*, выводя их из поднутрения.

Так как пластинчатые знаки не имеют регулировочных элементов для точной установки в исходное положение, в форме применена оригинальная система крепления лекальной колонки *8*, состоящая из компенсатора *3*, клина *2* и нажимного винта *4* с гайкой *5*. Она позволяет просто регулировать положение колонки и, соответственно, ползуна подшлифовкой компенсатора. Колонку закрепляют клин и нажимной винт.

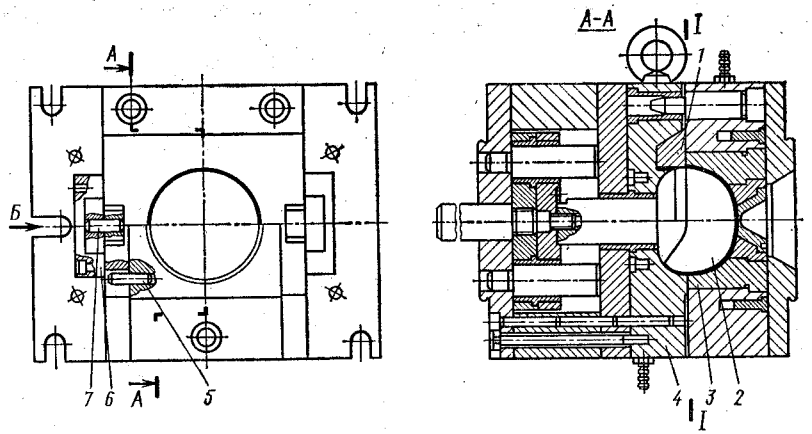


Рис. 134

Форма на рис. 134 предназначена для изготовления сосуда полусферической формы, часть которого с одного края заходит за диаметральную плоскость сферы и не позволяет снимать изделие с пуансона сталкиванием.

Конструкция формы обеспечивает съем изделия поворотом его относительно кромки выступающей части. Съем выполняет плита *1*, которая осями *7* соединена с планками *6*, закрепленными на выталкивающей системе формы. Плита *1* имеет в нижней части пазы, в которых свободно размещены штифты *5*, установленные в плите *4*.

При раскрытии формы по плоскости *I—I* изделие извлекается из матрицы *3* вместе с пуансоном *2*. При выталкивании плита *1* поворачивается вокруг осей *7* благодаря удержанию ее нижней части штифтами *5*. При повороте плита *1* действует на ту часть кромки изделия, которая опирается на нее, и поворачивает изделие вокруг нижней кромки. Изделие снимается. Поскольку изделие при сталкивании снимается с поднутряющего пуансона, такую конструкцию формы можно применять только для эластичных материалов (поливинилхлорид, полиэтилен высокого давления и т. п.).

Форма на рис. 135 служит для изготовления изделия, представляющего собой высокий полый цилиндр с взаимно перпендикулярными сквозными отверстиями в стенке, резьбой на конце и кольцевыми ребрами на наружной поверхности.

Внутреннюю полость цилиндра оформляет закрепленный в неподвижной части формы центральный знак *3*, отверстия в стенке — знаки *1*, закрепленные в разъемной матрице *4*, резьбу на конце цилиндра — резьбовый знак *14* и съемная кассета, которая установлена в промежуточной плите *2*.

При раскрытии формы по плоскости *I—I* центральный знак *3* извлекается из изделия. При этом скоба *12*, закрепленная на подвижной части формы, находится в зацеплении с крюком *11* плиты *2*, препятствуя раскрытию подвижной части формы по плоскости *II—II*. После того как скоба *12*, натолкнувшись на выступ скобы *13*, закрепленной на неподвижной части формы, выходит из зацепления с крюком *11*, скоба *8*, закрепленная на выталкивающей системе, зацепляется за выступ скобы *7*, закрепленной на неподвижной части формы, и выталкивающая система приводится в движение. Разъемные элементы матрицы выталкиваются из обоймы *5* выталкивателями *10* и, скользя по наклонным пазам обоймы, расходятся, освобождая изделие и выводя из него знаки *1*.

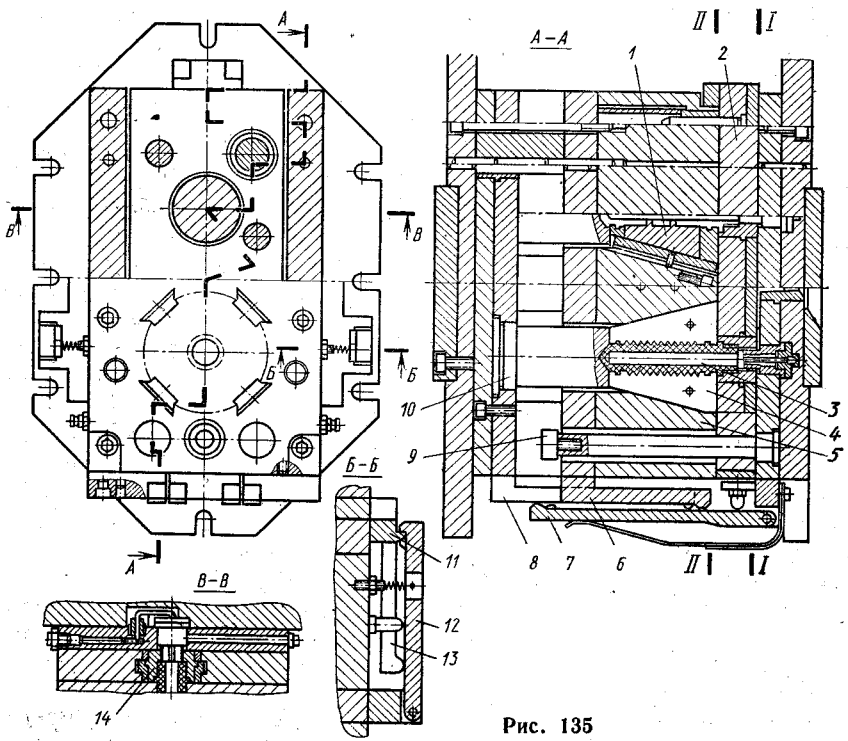


Рис. 135

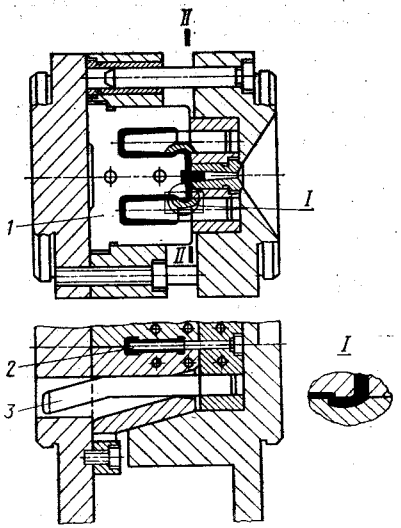


Рис. 136

После раскрытия частей матрицы на необходимое расстояние скоба *7* наклонной поверхностью наезжает на наклонный выступ скобы *6*, выходит из зацепления со скобой *8* и освобождает выталкивающую систему. Затем плита *2* останавливается упором *9*, и форма раскрывается по плоскости *II—II* до полного выхода изделия из матрицы. Кассету с изделием извлекают из промежуточной плиты *2* вручную и изделие вывинчивают из резьбовых знаков *14*.

Для изготовления методом литья под давлением изделия, представляющего собой стакан прямоугольного сечения, предназначена форма (рис. 136), конструкция которой обеспечивает автоматический срез литника с изделия в момент раскрытия формы и позволяет снимать глубокие тонкостенные изделия с пуансона без остаточных деформаций и разрушения.

Наружную поверхность изделия оформляет разъемная матрица *1*, размыкаемая клиньями *3*, которые закреплены в неподвижной части формы. Впускной литник подводится к внутренней поверхности изделия через выточку в пуансоне.

При раскрытии формы по плоскости *II—II* центральный литник извлекается из литниковой втулки, а пуансон *2* — из изделия. Пуансон, выходя из изделия, срезает литник. Место среза литника получается чистым, почти незаметным для невооруженного глаза. При дальнейшем раскрытии формы клинья *3* воздействуют на разъемную матрицу *1*, раздвигая ее и освобождая изделие.

Для изготовления методом литья под давлением изделий типа колпачка используют форму (рис. 137), конструкция которой обеспечивает автоматический отрыв литников от изделия и снятие изделий с пуансона.

При раскрытии формы по плоскости *I—I* литник отрывается от изделия, затем извлекается из втулки *1* и вырывается из поднутрения в плите *2*. Сброс литника, раскрытие формы по плоскости *II—II* и снятие изделия с пуансона плитой *3* происходят благодаря прекращению движения центрального стержня *4* при наталкивании его на упор литьевой машины.

Такое конструктивное решение возможно для сравнительно мелких деталей обтекаемой формы, требующих точечной заливки в дно и способных свободно падать сквозь систему плит *2*. Сложность конструкции формы для этих деталей, а следовательно, сложность ее изготовления и дополнительные трудности при эксплуатации несколько ограничивают ее применение. Такая конструкция формы удобна для раздельного сбора изделий и литников в различную тару.

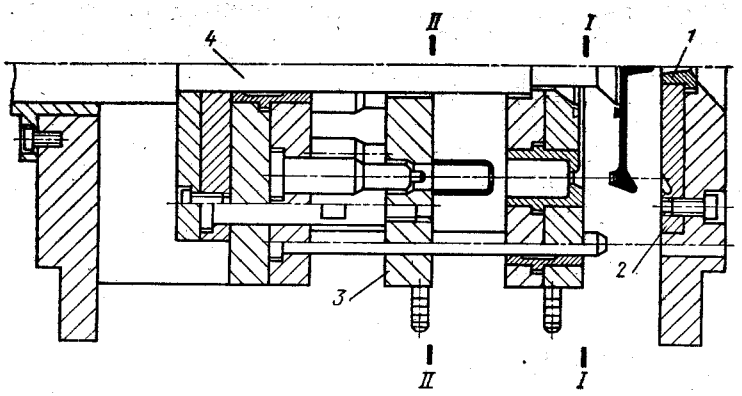


Рис. 137

Форма, показанная на рис. 138 (*а* — начальная фаза раскрытия; *б* — закрытое положение формы), предназначена для изготовления изделия с центральным отверстием. Конструкция формы

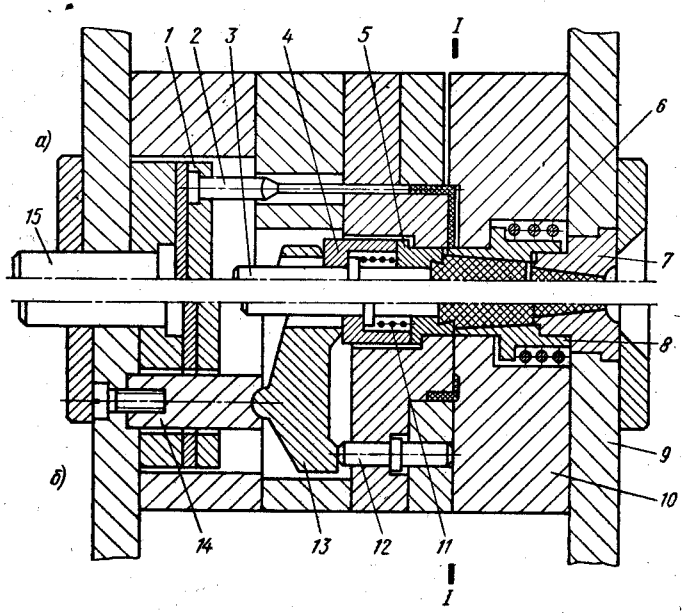


Рис. 138

обеспечивает автоматическую отрезку литника от изделия литниковой втулкой в процессе раскрытия.

Литниковая втулка выполнена составной из двух частей: неподвижной *7*, закрепленной в плите *9*, и подвижной *8*, установленной в плите *10* и подпружиненной пружиной *6*. Подвижную часть литниковой втулки фиксируют в рабочем положении (при сомкнутой форме) качающийся рычаг *13* через подвижные вставки *4* и *5*. Поворот рычага *13* относительно опоры *14*, обеспечивающий установку и фиксацию подвижной части *8* литниковой втулки в рабочем положении, происходит при перемещении штыря *12*, упирающегося одним концом в рычаг *13*, а другим — в плиту *10*.

При раскрытии формы по плоскости *I—I* воздействие плиты *10* на штырь *12* прекращается, и рычаг *13* получает свободу для поворота. Под действием пружины *6* подвижная часть *8* литниковой втулки перемещается вдоль оси формы и своей кромкой отрезает литник от изделия. При дальнейшем раскрытии формы шток *15*, наталкиваясь на упор литьевой машины, останавливает выталкивающую систему *1*, что позволяет вытолкнуть изделие выталкивателем *2*, а затем литник центральным выталкивателем *3*. При смыкании формы подвижная часть литниковой втулки возвращается в исходное положение штырем *12*, выталкивающая система — возвратными колонками, центральный выталкиватель — пружиной *11*.

Форма на рис. 139 предназначена для изготовления методом литья под давлением изделия, представляющего собой высокий сосуд с резьбовой горловиной и отверстием в приливе на дне. Резьбовую горловину оформляют раздвижные шиберы *9*, движущиеся по направляющим наклонными колонками *10*. Последние закреплены в неподвижной части формы. Отверстие в приливе на дне оформляет закрепленный в неподвижной части формы знак *11*, внутреннюю полость сосуда — пуансон *3*, закрепленный в подвижной части формы, наружную поверхность сосуда — матрица *15*. Материал подводится к оформляющей полости формы через литниковую систему, состоящую из центрального литника и четырех подводящих туннельных литников, которые обеспечивают быстрое и качественное заполнение полости расплавом материала.

Система охлаждения формы предусматривает независимое охлаждение литниковой втулки и знака *11*, матрицы *15*, пуансона *3* и шиберов *9*. Для повышения эффективности охлаждения знака *11* в нем установлен стержень *12* из меди с высоким коэффициентом теплопроводности.

В процессе извлечения изделия форма последовательно раскрывается в трех плоскостях. В начальный момент движения подвижной плиты термопластавтомата форма раскрывается по плоскости *II—II*. При этом извлекается центральный литник из литниковой втулки, и происходит срез с изделия впускных литников. Одновременно раздвигаются шиберы *9* и освобождается

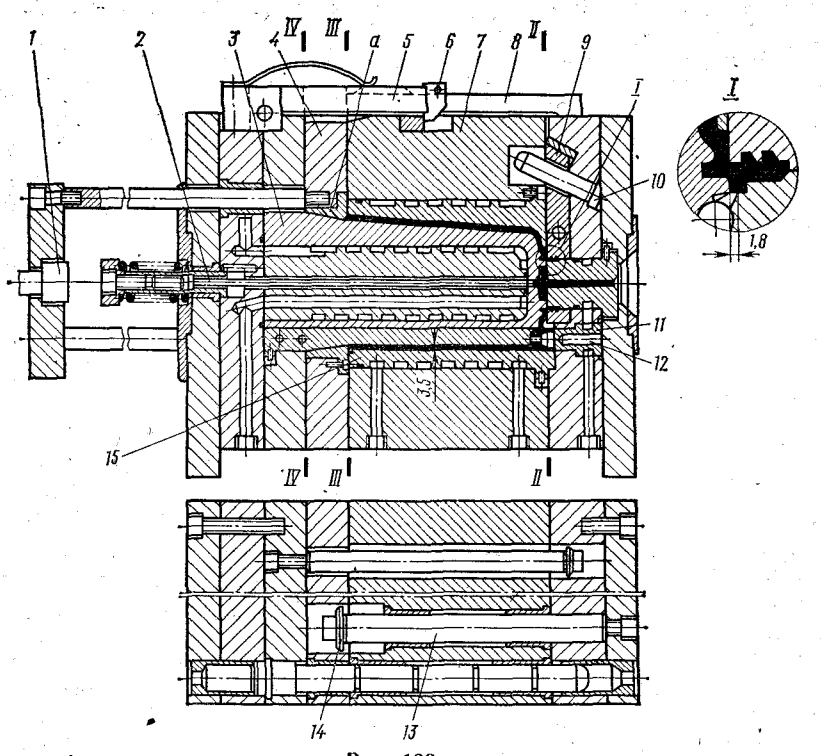


Рис. 139

резьба горловины изделия. В момент раскрытия формы по плоскости *II—II* подпружиненная защелка *5* находится в зацеплении с обоймой *7* матрицы, обеспечивая движение обоймы вместе с плитой термопластавтомата. Движение обоймы *7* матрицы происходит до тех пор, пока упор *14*, закрепленный на направляющей колонке *13*, не войдет в соприкосновение с торцом выточки в обойме. К этому моменту защелка *5* выходит из зацепления с обоймой *7* матрицы, так как штифт *6* скользит по выступу планки *8*, укрепленной на неподвижной части формы.

При дальнейшем движении подвижной плиты термопластавтомата форма раскрывается по плоскости *III—III*, при этом изделие извлекается из матрицы. После полного извлечения изделия из матрицы движение сталкивающей плиты *4* прекращается, форма раскрывается по плоскости *IV—IV*, и изделие снимается с пуансона *3*. Для облегчения снятия изделия с пуансона во внутреннюю полость изделия подается сжатый воздух через канал *а*.

Литник выталкивается центральным выталкивателем *2* при его контакте с ограничительной головкой *1*.

Форма (рис. 140) для изготовления изделия типа лейки с глубокими взаимно пересекающимися отверстиями имеет две плоскости разъема и снабжена пневмоцилиндром, обеспечивающим извлечение длинного оформляющего знака.

При раскрытии формы по плоскости *I—I* лекальные колонки (на чертеже не показаны) разводят полуматрицы *6*, оформляющие наружную поверхность изделия, на расстояние, необходимое для свободного снятия изделия с пуансона *5*. Полуматрицы перемещаются по направляющим *4*, закрепленным в обойме *3*. Знак *7*, оформляющий внутреннюю поверхность носика лейки, извлекается из изделия пневмоцилиндром *8*. После этого шток *10* наталкивается на упор литьевой машины и обоймой *9* и тягами *11* приводит в движение плиту съема *2*. Одновременно во внутреннюю полость изделия через ниппель *1* и канал *а*, выполненный в плите съема, подается сжатый воздух, который обеспечивает окончательный сброс изделия с пуансона *5*.

При смыкании формы лекальные колонки возвращают в исходное положение полуматрицы, знак при помощи пневмоцилиндра смыкается с пуансоном, а сталкивающая плита возвращает в исходное положение выталкивающую систему.

Форма (рис. 141) с механизмом выталкивания в виде рычажного параллелограмма служит для изготовления длинномерных полых изделий с поднутрениями на внешней стороне (например, штуцеры).

Наружная поверхность (резьба, конические проточки) оформляется в полуматрицах *3*, закрепленных на подвижных и неподвижных плитах. Внутреннюю полость штуцера оформляет подвижный знак *2*, съем изделия с которого происходит в момент раскрытия формы плитой *1*, приводимой в движение системой рычагов *4*. Конструкция и расчет рычажной системы — см. табл. 48 и рис. 69, 196.

При раскрытии формы по плоскости *I—I* изделие, оставаясь на подвижном знаке *2*, выходит из зацепления с полуматрицами *3*. Одновременно съемная плита *1* под действием системы рычагов *4* опускается по подвижному знаку *2*, сбрасывая изделие.

Литник сбрасывают из подвижной части формы выталкиватели *5* в момент встречи хвостовика *6* с выталкивающим упором термопластавтомата.

Преимущество конструкции — уменьшение высоты формы по разъему. К недостаткам следует отнести громоздкость и сложность системы. При установке на форму более одной рычажной системы или установке в горизонтальной плоскости необходимо учитывать, что размеры системы ограничены передним и задним ограждением машины.

Литьевые формы с автоматическим вывинчиванием резьбовых знаков. Среди различных конструкций изделий из термопластов особую группу составляют изделия, имеющие резьбовые отверстия. Изготовление таких изделий требует применения оснастки со слож-

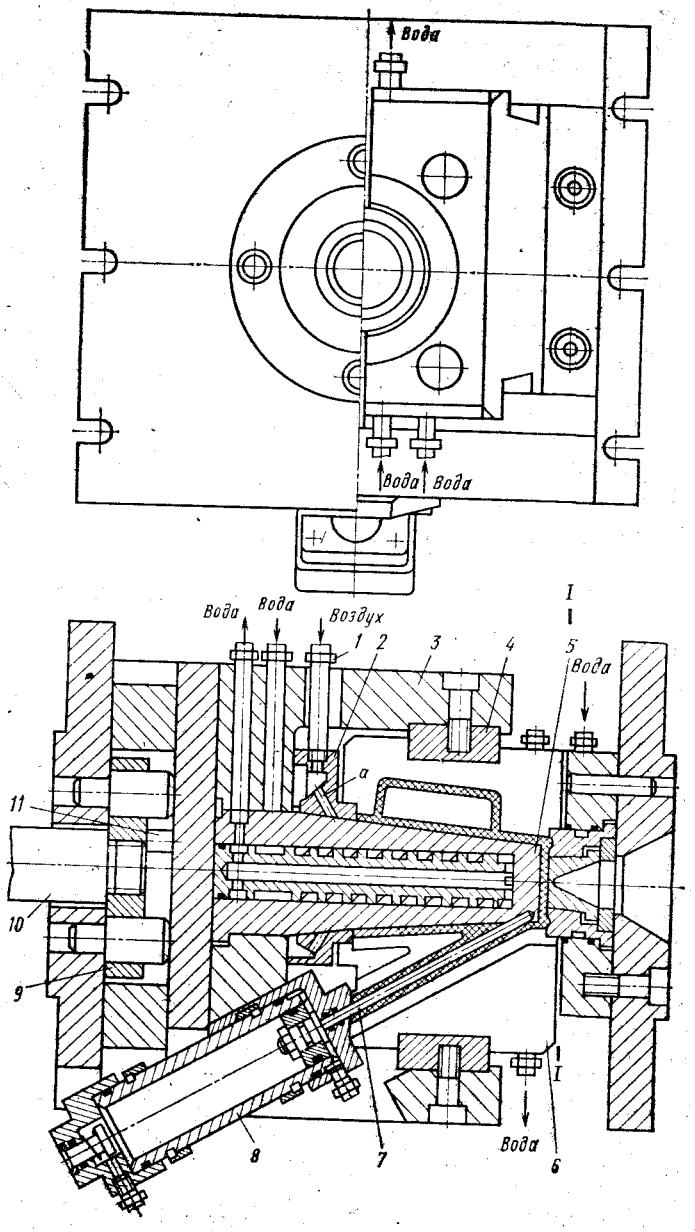


Рис. 140

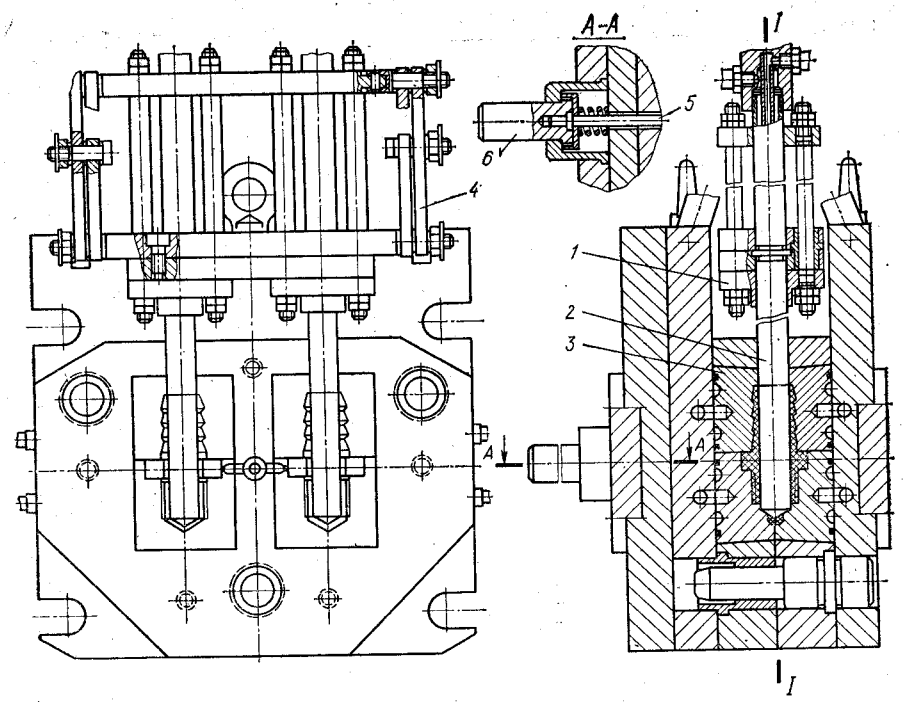


Рис. 141

ной системой извлечения резьбовых знаков. Большое разнообразие и отсутствие систематизации оснастки затрудняют выбор оптимальной конструкции формы. В связи с этим не всегда оправданно используют формы кассетного типа и формы с ручным вывертыванием знаков непосредственно в форме. Такие формы успешно применимы в мелкосерийном производстве, но неприемлемы в массовом.

Такие изделия, как гайка, резьбовая пробка, втулка и пр., изготовляют обычно крупными сериями, поэтому целесообразна автоматизация процесса извлечения резьбового знака(ов) из изделия. Это определяет повышенные требования к системе охлаждения формы с точки зрения ускорения охлаждения изделия, повышения размерной точности изготовления и уменьшения шероховатости поверхности деталей формы, работающих на трение, выбора марки стали, смазывающих материалов и т. д.

Система охлаждения, например, должна обеспечивать охлаждение изделия в минимально короткий срок. Между резьбовым знаком и сопрягаемой деталью формы, для предотвращения их перегрева и возможной приварки, а также увеличения срока службы, необходимо устанавливать втулку из антифрикционного материала (например, бронзы). Если это невозможно, то следует

трущиеся поверхности резьбового знака и матрицы хромировать или никелировать. Твердость поверхности матрицы в этом случае должна быть $HRC_э$ 51,5—56,0, твердость трущейся поверхности знака $HRC_э$ 41,5—46,5. В большинстве случаев этого достаточно, чтобы не применять смазывающие материалы, которые могут загрязнять изделия. Для повышения стойкости трущейся пары сталь—сталь используют дисульфитмолибденовые смазывающие материалы и новые эффективные эпиламирующие составы, разработанные Ленинградским государственным институтом прикладной химии (ГИПХ).

Можно применять любые литниковые системы с нормальным, точечным или тоннельным впуском.

Основным фактором при выборе варианта конструкции литьевой формы является число витков резьбового отверстия отливаемого изделия, а также его размеры и марка материала, число гнезд в форме, их расположение и др.

Для мелких изделий с небольшим числом витков (3—4) используют привод литьевой машины. При радиальном расположении оформляющих гнезд в форме целесообразно применять в качестве привода винтовую пару (как с левой, так и с правой нарезкой).

Для изготовления винта целесообразно использовать легированную сталь ($\sigma_в \approx 1$ ГПа). Гайки изготовляют из бронзы или баббита, обладающих низким коэффициентом трения 0,04—0,05, а также комбинированные (резьбовая часть из полиамида), что значительно увеличивает срок службы винтовой пары (до 60 %); при этом отпадает необходимость в применении смазывающего материала.

При рядном расположении оформляющих гнезд в форме целесообразно применять реечно-шестеренный механизм. Зубчатые рейки и шестерни в начале перемещения подвижной части формы находятся под действием повышенных нагрузок, что необходимо учитывать при конструировании. Модуль зацепления шестерни резьбовых знаков должен быть не менее 1 мм, приводной шестерни — не менее 2,5 мм.

Для изделий с большим числом витков используют привод, работающий от автономного двигателя (электро-, гидромотора и др.); при этом линейная скорость резьбового знака не должна превышать 1,5 м/с. Мощность электродвигателя в зависимости от различных факторов (число гнезд, диаметр, шаг и длина резьбового отверстия, усадка материала и его адгезия к знакам), как правило, составляет 0,6—2,2 кВт.

Рассмотрим конструкции форм с различными приводами вывинчивания резьбовых знаков, обеспечивающими автоматический режим работы термопластавтоматов.

Форма (рис. 142), предназначенная для изготовления колпачка с внутренней резьбой при небольшом числе резьбовых ниток, обеспечивает автоматическое вывинчивание резьбооформляющего знака из изделия. Резьбовый знак *4* вращается рейкой *5*. При

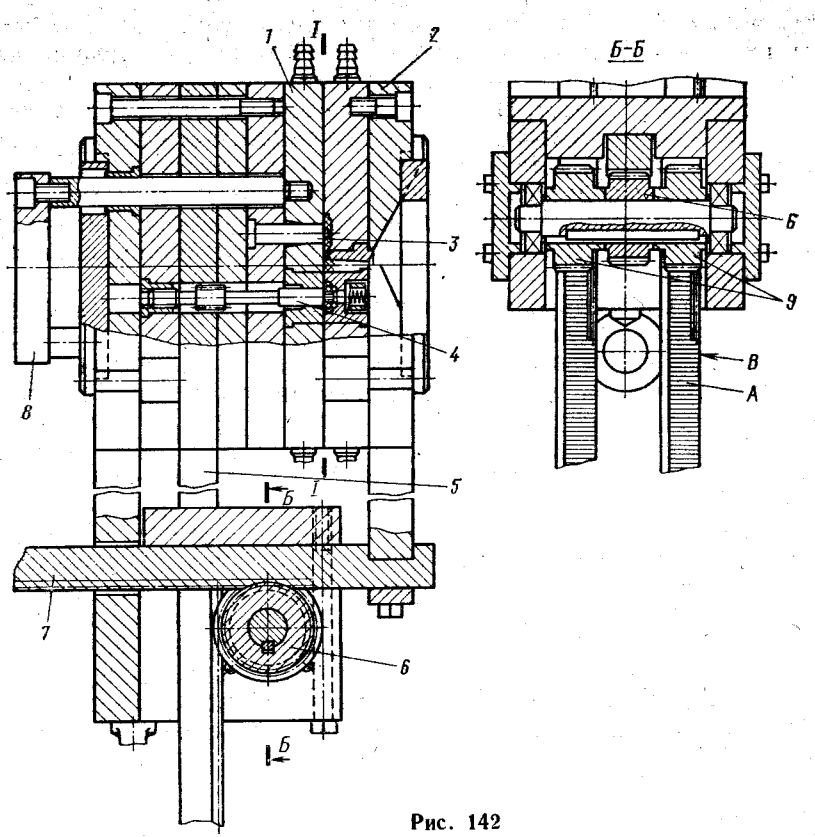


Рис. 142

раскрытии формы по плоскости *I—I* рейка *7*, закрепленная в неподвижном фланце *2*, вращает шестерню *6*, которая сидит на одном валу с шестернями *9*. Шестерни *9* приводят в движение рейку *5* с нарезанными на взаимно перпендикулярных поверхностях *А* и *В* зубьями. Зубья поверхности *А* находятся в зацеплении с шестернями *9*, а зубья поверхности *В* — с зубчатым венцом знака *4*.

Изделия удерживает от поворота литниковая система (в случае применения тоннельных литников необходимо предусмотреть в форме конструктивные элементы, удерживающие изделие от проворачивания). После раскрытия формы и вывинчивания резьбовых знаков отливка, удерживаемая на подвижной полуформе зацепами знака *3*, сбрасывается плитой *1*, связанной с выталкивающей системой *8*.

Если в конструкции не изделие, а резьбовый знак поступательно перемещается вдоль оси резьбы, а зубчатый венец резьбового знака для повышения плавности свинчивания выполнен косозубым, то необходимо на противоположном конце знака предусмотреть резьбу с шагом, равным шагу отливаемого изделия, и

тем же направлением. Эта дополнительная резьба воспринимает осевое усилие косозубого зацепления и тем самым предохраняет резьбу изделия от разрушения.

Форма (рис. 143), предназначенная для изготовления колпачка с внутренней резьбой, обеспечивает автоматическое вывинчивание резьбооформляющей части пуансона из изделия.

Резьбооформляющая часть пуансона *2* вращается шестерней *11*, которая сидит на многозаходном винте *12*, жестко закрепленном в плите *9* и позволяющим перемещать плиту. Гайка в шестерне *11* выполнена заливкой баббита Б83 (ГОСТ 1320—74) в пространство между шестерней *11* и винтом *12*.

Форма имеет четыре плоскости разъема.

При раскрытии формы по плоскости *I—I* точечные литники, сцепляясь со шпильками *6*, легко отрываются от изделия и остаются на плите *7*. Затем винт *12*, наталкиваясь на упор литьевой машины, останавливается, форма раскрывается по плоскости *II—II*, и изделия извлекаются из матриц *5*. Одновременно с этим приводится во вращение ведущая шестерня *11*, которая продолжает движение с подвижной частью формы. Вращение шестерни *11* передается резьбооформляющим частям пуансона *2*, что обеспечивает свинчивание с них изделия. Для удержания изделия от проворачивания пуасон *4* выполнен эллипсным или с лысками.

После извлечения изделий из матриц *5* сталкивающая плита *3*, упираясь в буртик ограничительной втулки *10*, останавливается, форма раскрывается по плоскости *III—III*, и изделия сбрасываются с пуансона *4*. В этот момент цепь *1*, связанная с плитой *7*, натягивается, форма раскрывается по плоскости *IV—IV*, и подпружиненные сталкиватели *8* сбрасывают литники с плиты *7*.

В форме (рис. 144), предназначенной для изготовления изделий типа колпачка с внутренней резьбой, предусмотрена автомати-

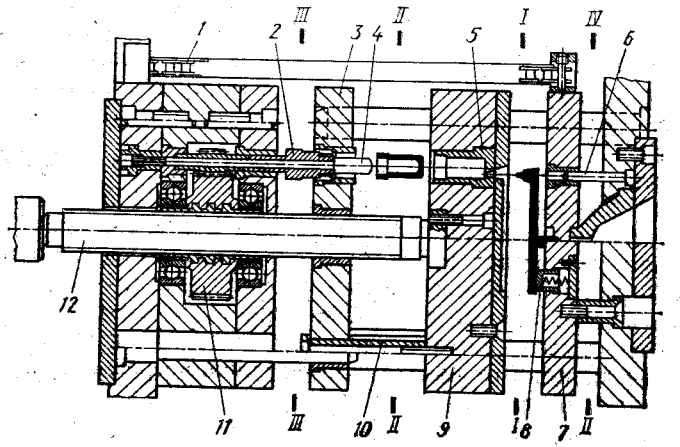


Рис. 143

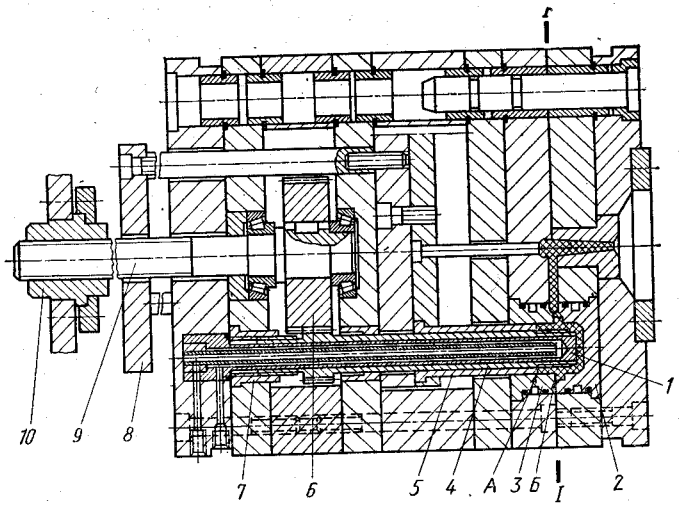


Рис. 144

зация процессов вывинчивания резьбовых знаков и отделения литников. Отличительная особенность ее от других форм (см. рис. 143, 145) — наличие вращающегося винта *9*, размещенного в подвижной части формы, и гайки *10*, неподвижно закрепленной на кронштейне или траверсе толкающего упора литьевой машины.

При раскрытии формы по плоскости *I—I* изделие на резьбовом знаке выходит из матрицы *2*. При этом отделяется тоннельный литник. Одновременно винт *9* с шестерней *6*, перемещаясь относительно неподвижной гайки *10*, начинает вращаться, приводя во вращение резьбовые знаки *4*, выполненные за одно целое с шестерней. Вращаясь, знаки вывинчиваются из изделий и перемещаются вдоль своей оси влево, ввинчиваясь в гайки *7*. При вывинчивании знаков изделие удерживается от проворота силами трения, возникающими на опорных поверхностях *А* и *Б*. После вывинчивания резьбового знака плита *8* упирается в гайку *10*. Выталкивающая система с выталкивателями *5* приводится в движение. Изделие сбрасывается.

В отличие от форм, показанных на рис. 143, 145, *а*, где охлаждающие каналы выполнены в плитах, в данной форме каналы выполнены непосредственно в пуансоне *1* и матрицах *3* и *2*. Это несколько усложняет конструкцию формы, но позволяет значительно интенсифицировать процесс охлаждения.

Форма (рис. 145, *а*), предназначенная для изготовления гайки с большим числом витков резьбы, обеспечивает автоматическое отделение литника от изделия, вывинчивание резьбовых знаков и сбрасывание изделия.

При раскрытии формы по плоскости *1—1* гайка *11* с закрепленной на ней шестерней *10*, перемещаясь по закрепленному в непо-

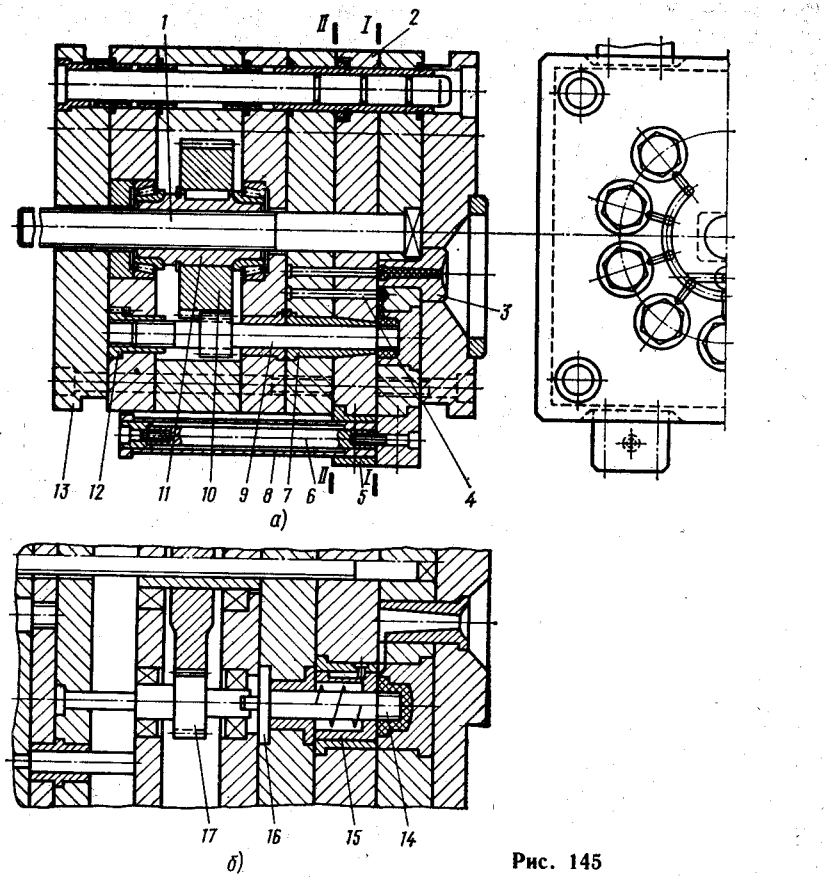


Рис. 145

движной части формы многозаходному винту *1*, приводит во вращение резьбовые знаки *9*. При вращении знаки вывинчиваются из изделия и перемещаются в сторону фланца *13* по резьбовой втулке *12*. Для увеличения при этом сил сцепления изделия с втулкой *7* на ее торце желательно выполнить небольшие выступы. В начальный момент раскрытия формы впускной литник отрывается от изделия, и центральный литник извлекается из втулки *3*.

Раскрытие формы по плоскости *II—II*, необходимое для отрыва литников от шпилек *4*, происходит под действием телескопической тяги, состоящей из стержня *6* и втулки *8*. Тяга работает следующим образом. В процессе раскрытия формы по плоскости *1—1* сначала стержень *6* выдвигается из втулки *8*. Затем стержень, воздействуя на втулку, заставляет ее перемещаться относительно плиты *2* до того момента, когда буртик втулки *8* коснется планки *5* плиты *2*. Такая конструкция тяги позволяет уменьшить ее длину до длины формы в сомкнутом виде.

Особенность конструкции формы — крепление винта в неподвижной части формы, что позволяет полностью использовать ход раскрытия формы для свинчивания знака. При раскрытии формы винт *1* не должен выходить из гайки *11*.

Раздельное исполнение резьбового знака *14* и шестерни *17* (рис. 145, б) упрощает изготовление и смену резьбовых знаков при ремонте [А. с. 596458 (СССР)].

При вращении резьбового знака изделие поднимается. В связи с этим для сохранения постоянного контакта торцов втулки *15* и изделия, необходимого для удержания изделия от проворота, втулка выполнена подпружиненной и перемещается за изделием до полного его свинчивания.

Резьбовые знаки выполнены с фланцем *16*, который воспринимает осевые нагрузки, возникающие при впрыске расплава полимера в формующую полость.

Надежную работу многозаходного винта форм (см. рис. 143—145) обеспечивают рациональной конструкцией винтового соединения, а также подбором соответствующих материалов для изготовления деталей этого соединения. Для уменьшения напряжений в винтовой паре и ее износа резьбу выполняют многозаходной. Число заходов выбирают максимальным для данного шага. Шаг резьбы и передаточное отношение зубчатого зацепления следует согласовывать с ходом раскрытия формы, чтобы обеспечивать необходимое для вывинчивания число оборотов знака.

Для одногнездных форм, когда резьбовый знак может быть выполнен за одно целое с винтом (в этом случае поступательно перемещается гайка), или для многогнездных форм с передаточным отношением зубчатого зацепления 1 : 1 шаг резьбы

$$P = (S_1 - S_2)/n \geqslant P_т, \qquad (77)$$

где P — шаг резьбы винта: $P_т$ — табличное значение шага (по табл. 97); S_1 — ход раскрытия формы: S_2 — ход выталкивания; n — число витков резьбы изделия.

Расчетный шаг определяется в меньшую сторону, но не менее табличного. Если полученный шаг резьбы меньше табличного, то его значение принимают по табл. 97 и рассчитывают передаточное отношение зубчатого зацепления

$$i = (S_1 - S_2)/(nP_т). \qquad (78)$$

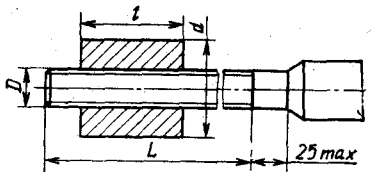
Пример. Форма многогнездная. Для отливаемого изделия $n = 6$. Ход раскрытия формы $S_1 = 340$ мм, ход выталкивания $S_2 = 20$ мм. Определить i.

По формуле (77) $P = (340 - 20)/6 = 53{,}3$. Поскольку полученное значение меньше табличного, принимаем табличный винт: $D = 28$ мм, $P_т = 80$ мм.

По формуле (78) $i = (340 - 20)/(6 \cdot 80) = \frac{1}{1{,}5}$. Полученное значение является отношением числа зубьев шестерни резьбового знака к числу зубьев шестерни винта. При необходимости округления полученного результата округляют знаменатель в большую сторону.

Таблица 97

Конструкция, параметры и размеры винтового соединения
(размеры, мм)



Диаметр винта наружный D	$P_т$	Максимально допустимый момент кручения, Н·м	Число заходов	Рациональная длина винта L	Наружный диаметр гайки d	Длина гайки l
20	60	220	5	240	45	60
28	80	600	9	300 400	55	100
	120		10	300 400		
	160		11	300 400		
38	120	1500	10	350 450	65	100
	160		11	350 450		
	200		12	350 450		

При большом числе витков резьбы изделия для уменьшения длины винта его можно выполнить с переменным углом подъема [А. с. 929441 (СССР)]. Первый рабочий виток резьбы винта имеет больший угол подъема $\alpha_1 < 60°$ (рис. 146, *а*), что обеспечивает при меньшей частоте вращения зубчатых колес больший вращающий момент, необходимый в начале свинчивания. Следующие витки выполняют с меньшими углами подъема ($\alpha_2 < 30°$) с постепенным переходом от больших к меньшим ($\alpha_3 < \alpha_2$), что при меньшем моменте свинчивания позволяет увеличить частоту вращения. Вместо гайки в паре с таким винтом устанавливают специальную втулку *1* с роликом *2*, взаимодействующим с винтовой нарезкой (рис. 146, *б*).

Форма, показанная на рис. 147, предназначена для изготовления изделий с внутренней резьбой.

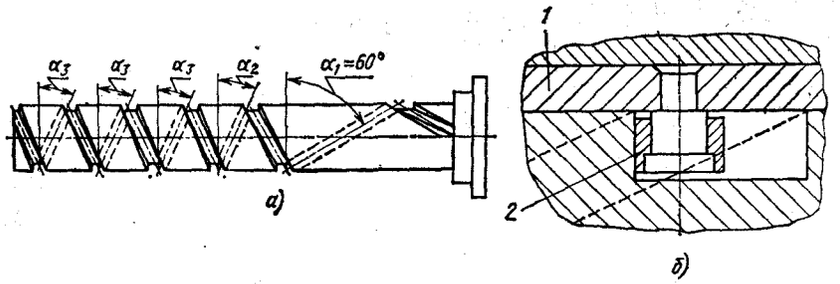


Рис. 146

Резьбовые знаки для свинчивания изделий вращаются от закрепленного на корпусе формы электродвигателя *1* через систему зубчатых колес *14*, *13*, *12*. Зубчатое колесо *12* имеет как наружные, так и внутренние зубья; последние соединены непосредственно с резьбовыми знаками *11*, размещенными внутри зубчатого колеса *12* по периметру. Такая конструкция привода по сравнению с конструкцией на рис. 144 более компактна по высоте и имеет более короткую кинематическую цепь.

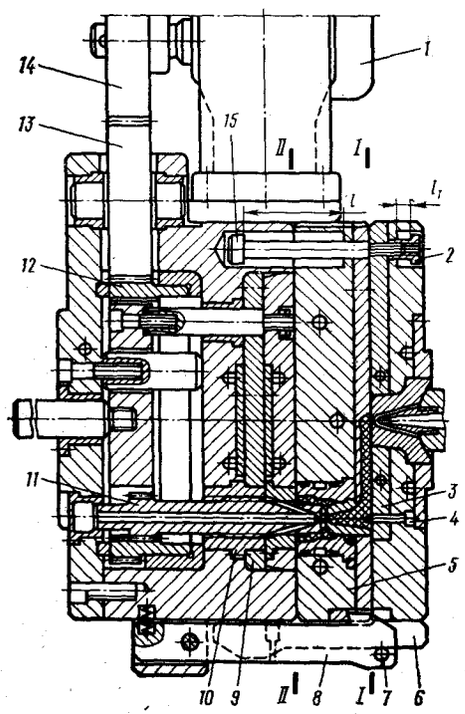


Рис. 147

Под действием запорного устройства, состоящего из крюка *8*, копира *6* и пальца *7*, форма раскрывается по плоскости *I—I*. Точечные литники, сцепляясь со шпильками *4*, отрываются от изделия и остаются на плите *3*. После того как тяга *15* переместится на расстояние *l* — —2 мм, запорные крюки *8* под действием выступов на копире *6* через палец *7* освобождают плиту *5*. Форма начинает раскрываться по плоскости *II—II*, а плита *3* под действием втулки *2* проходит путь l_1, сбрасывая в образовавшуюся щель литниковую систему.

После раскрытия формы по плоскости *II—II* на достаточную для сбрасывания изделия величину включается электродвигатель *1*. Знаки вывинчиваются из изделия и по резьбе втулки *10* опу-

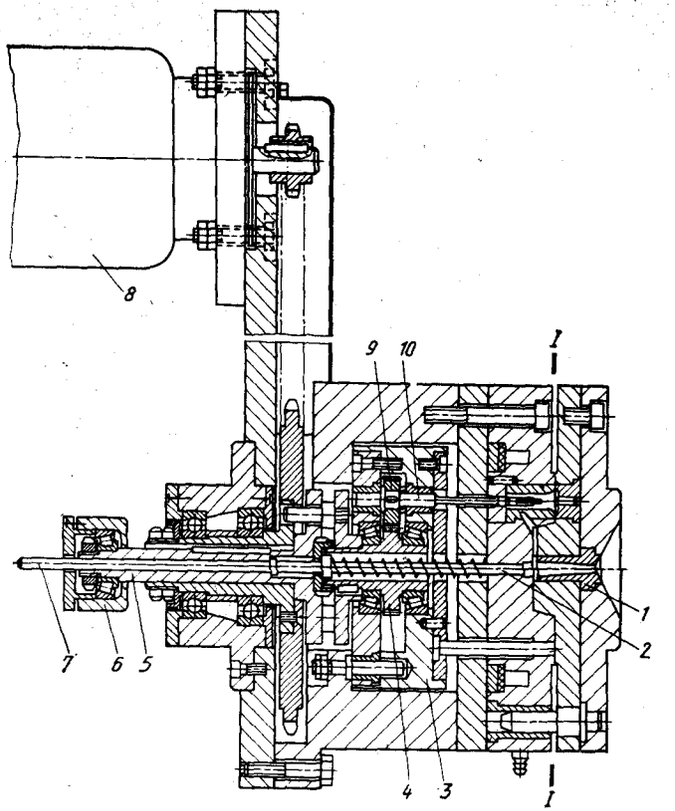


Рис. 148

скаются. Затем включается выталкивающая система, и изделие сбрасывается плитой *9*.

Форма, показанная на рис. 148, предназначена для изготовления изделия (кнопка), имеющего внутреннюю резьбу с большим числом витков. Специальные риски на наружной поверхности изделия предохраняют его от проворота при свинчивании с резьбового знака.

Резьбовые знаки *10* вращаются электродвигателем *8* через цепную передачу и цилиндрическую пару прямозубых шестерен *4*, *9*.

При раскрытии формы по плоскости *I—I* извлекается центральный литник из литниковой втулки *1*. Одновременно с началом раскрытия формы включается электродвигатель *8*. При свинчивании изделие выходит из гнезда на расстояние, равное длине нарезки резьбы. При этом изделие отрывается от тоннельного литника. Окончательно изделие удаляется выталкивающей системой *3*. На конце хвостовика *5* смонтирована опора качения *6*, необхо-

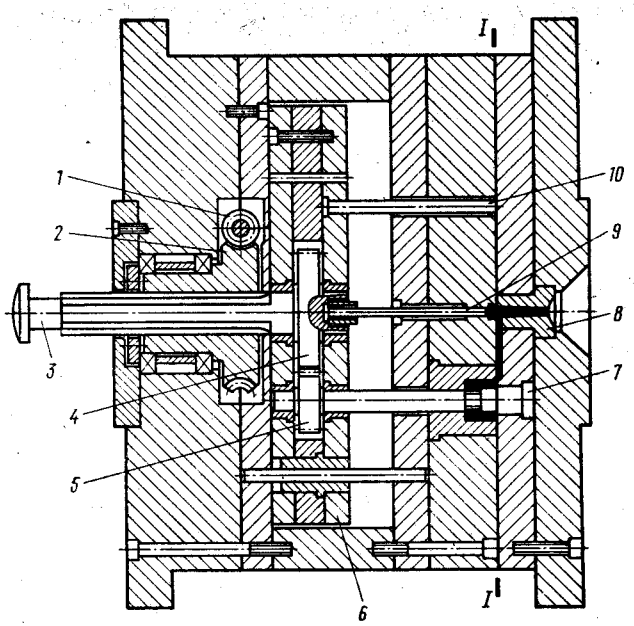


Рис. 149

димая для уменьшения трения торца хвостовика о выталкивающий упор литьевой машины. Сбрасывание литника выполняет сбрасыватель, выполненный из двух частей: собственно сбрасывателя *2* и штока *7*. Для уменьшения длины подводящего литника плоскость размещения разводящих литников углублена в обойму матриц.

В форме (рис. 149), предназначенной для изготовления изделий с внутренней резьбой, свинчивание изделия с резьбового знака и выталкивание его из матрицы происходят автоматически.

Резьбовые знаки для свинчивания изделий вращаются от закрепленного на корпусе формы электродвигателя через систему зубчатых зацеплений. Система состоит из червяка *1* и червячного колеса *2*, соединенного шлицами с валом *3*, на котором закреплена ведущая шестерня *4*, находящаяся в зацеплении с шестернями *5* резьбовых знаков.

При раскрытии формы по плоскости *I—I* извлекается центральный литник из литниковой втулки *8* и сердечник *7* из изделия. Одновременно с началом раскрытия формы включается электродвигатель, приводящий во вращение резьбовые знаки. Вращаясь, знаки вывинчиваются из изделий, которые выходят из матриц на расстояние, равное глубине резьбы. Шлицевой вал *3*, наталкиваясь на упор литьевой машины, перемещается вместе с выталкивающей системой *6*, выталкивая при этом изделия из матриц. При закрытии

формы выталкивающую систему возвращают в исходное положение возвратные колонки *10*.

Схему вывинчивания резьбовых знаков можно использовать также для вывинчивания знаков, оформляющих резьбовые отверстия в крупногабаритных деталях. В этом случае для уменьшения нагрузки на резьбу и во избежание поломки изделия знаки должны вывинчиваться одновременно с выталкиванием изделия толкателями *9*.

При использовании формы для изготовления изделий с резьбой, длина которой равна длине элементов матрицы, удерживающих изделие от проворота, отпадает необходимость в осевом перемещении шлицевого вала *3* для выталкивания изделий из матрицы, так как он полностью выходит из матрицы благодаря вывинчиванию из него резьбового знака. При этом не допускаются отрывные литники. Для извлечения центрального литника на конце толкателя *9* следует нарезать резьбу с шагом не меньше шага резьбы изделия.

Форма на рис. 150 предназначена для изготовления изделия (типа гайка) с элементами на наружной поверхности, удерживающими его от проворачивания при свинчивании. Длина этих элементов равна длине резьбы; это позволяет сбрасывать изделие без применения выталкивающей системы.

Резьбовые знаки вращаются от двигателя (мотор-редуктор или гидродвигатель), соединенного с червяками *2* непосредственно или через промежуточные шестерни *1*, *7*. Резьбовые знаки *4* выполнены за одно целое с червячным колесом *3* (могут быть сборными). Поскольку отношение длины червяка к диаметру очень велико, он имеет дополнительные опоры *8*, предотвращающие его прогиб. Червяк, червячные и зубчатые колеса установлены на опорах скольжения. Червячный редуктор снабжен консистентной системой смазывания.

При раскрытии формы включается двигатель, и резьбовые знаки начинают вращаться, выталкивая изделие из матрицы *5*. Зацеп *6* литника выполнен с резьбой, длина которой равна длине резьбы изделий; благодаря этому он выталкивается одновременно с изделиями.

Такая конструкция привода знаков при большом числе гнезд в форме позволяет вывинчивать изделия практически с любым числом витков резьбы, а также уменьшить высоту формы (так как нет выталкивающей системы).

Форма, показанная на рис. 151, предназначена для изготовления изделия, представляющего собой резьбовое кольцо, резьба которого прерывается двумя поперечными противолежащими пазами.

При раскрытии формы на расстояние, достаточное для извлечения изделия, упор литьевой машины действует на шток *2* выталкивающей системы *3*, которая, в свою очередь, действует на наклонные колонки *9* с закрепленными на них резьбооформляющими

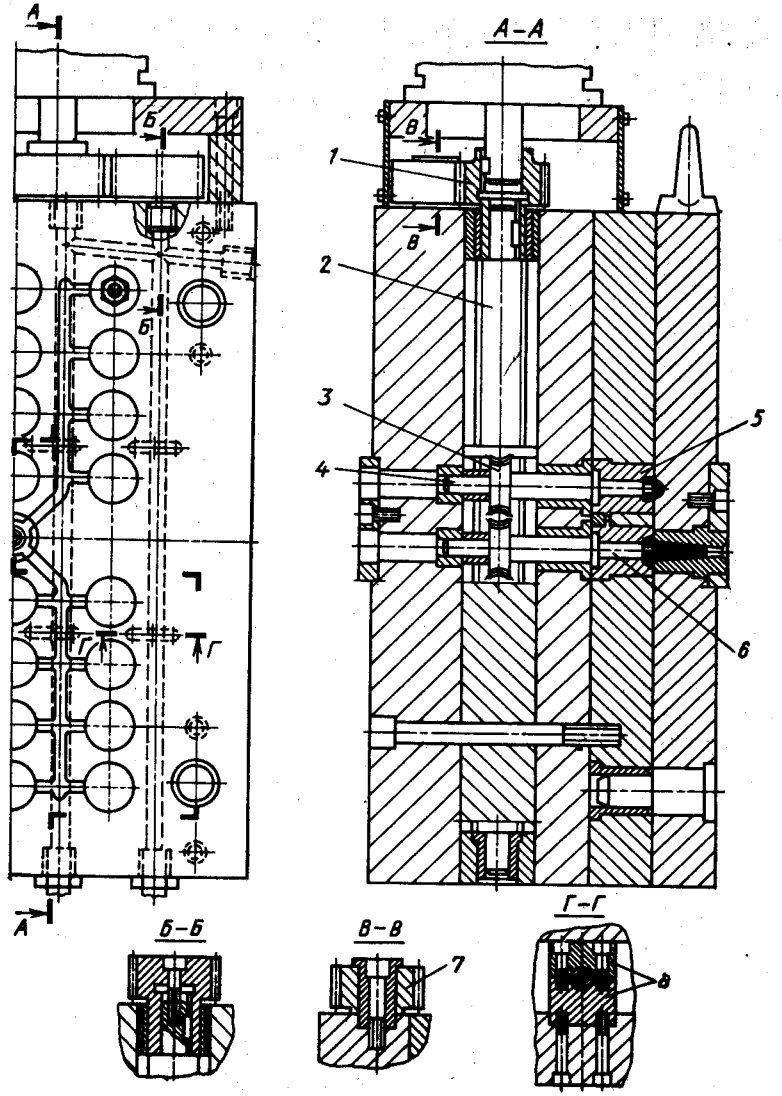


Рис. 150

секторами 7. Смещаясь относительно клина *8*, резьбооформляющие секторы *7* сближаются к центру и выходят из соприкосновения с изделием.

Изделие сбрасывается центральным выталкивателем *1* и выталкивателем *4* (через литниковую систему). При смыкании формы возвратные колонки *5* устанавливают в исходное положение выталкивающую систему *3*; одновременно пружины *10* и пуансоны *6*

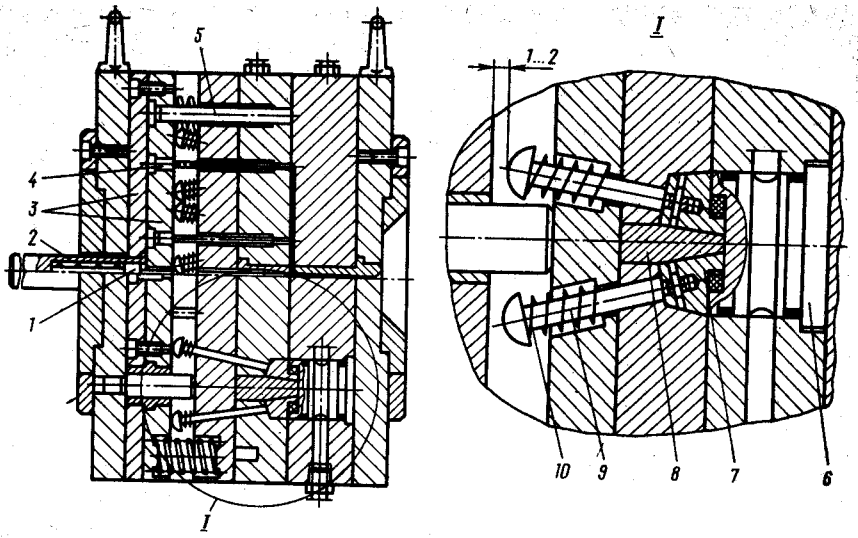


Рис. 151

возвращают секторы *7* в исходное положение. Затем цикл повторяется.

Формы для изделий с арматурой. Форма (рис. 152), предназначенная для изготовления изделия типа шарика с резиновой сферической арматурой, имеет три плоскости разъема для извлечения изделия и отрывных литников. Пуансон является одновременно и литниковой втулкой, что позволяет сделать незаметным след от впускного литника на изделии. Сначала форма раскрывается по плоскости *I—I* под действием пружин *5* и сил трения между колонками *9* и втулками *10*. В этот момент извлекается центральный литник из втулки *8* (зацепом *а*), и от изделия отделяется подводящий литник при помощи поднутряющего отверстия *6*. После упора ограничительной тяги *2* своим буртиком в плиту *6* форма раскрывается по плоскости *II—II*, и из изделия извлекается пуансон *7*. При этом литниковая система сбрасывается с зацепов *а* и падает в зазор по плоскости *I—I*.

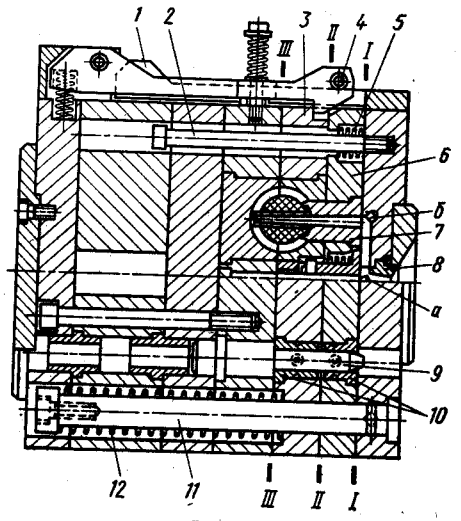


Рис. 152

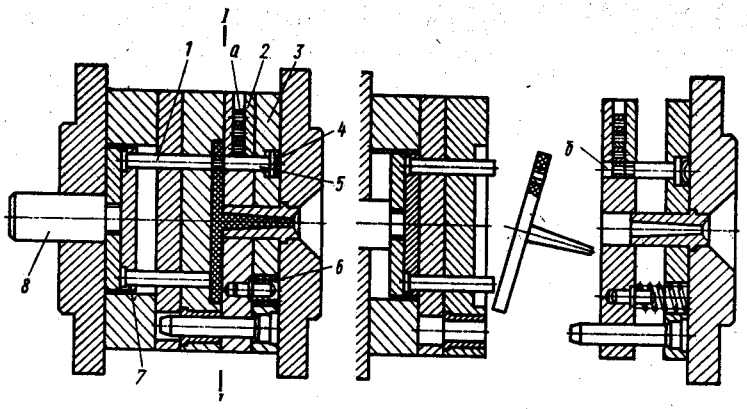


Рис. 153

Затем копиры *1* штифтами *4* выводятся из зацепления с плитой *3*, создавая возможность размыкания формы по плоскости *III—III*. Размыкание формы по этой плоскости происходит в момент, когда тяга *11* своим буртиком через пружины *12* начинает действовать на плиту *3*. Пружины сжимаются и остаются в сжатом состоянии до тех пор, пока плита *3* не сойдет с колонок *9*. После этого пружины *12* разжимаются, плита перемещается, что способствует выпаданию изделий в образовавшийся зазор. Затем форма смыкается.

На рис. 153 показана форма для получения изделий, имеющих арматуру в виде гайки или буксы, с автоматическим введением ее в формующую полость формы. В плите *2* выполнен загрузочный канал *а*. Толкатель *5* подпружинен пружиной *4* и размещен в неподвижной плите *3*. После раскрытия формы арматура свободно попадает в гнездо *б*, расположенное соосно толкателю *5*.

При раскрытии формы по плоскости *I—I* плита *2* отделяется от неподвижной плиты *3* под действием пружин *6*, и арматура занимает исходное положение для досылки ее в оформляющую полость формы.

После раскрытия формы по плоскости *I—I* на достаточную для сбрасывания изделия величину шток *8* наталкивается на упор литьевой машины, приводя в движение выталкивающую систему *7*, которая выталкивателями *1* сбрасывает изделие. Затем форма смыкается, и толкатель *5* устанавливает арматуру в рабочее положение. Во время впрыска и выдержки изделия под давлением заполняется загрузочный канал.

К недостаткам конструкции следует отнести необходимость высокой точности изготовления арматуры по наружному диаметру и соосности отверстия. Для арматуры меньшей точности необходимо устройство (например, отсекатели) ее поштучной выдачи из канала *а* в приемное гнездо *б*.

Форма (рис. 154), предназначенная для изготовления армированных втулок, обеспечивает автоматическую подачу цилиндрической арматуры в три гнезда разъемной матрицы, которые расположены одно под другим на расстоянии, равном сумме четырех диаметров арматуры.

Арматура *14* из кассеты *7*, расположенной в подвижной части формы, под действием собственного веса попадает в загрузочный канал *а*. В гнезда разъемной матрицы *3* из загрузочной камеры арматуру направляют толкатели *1*, приводимые в движение поршнем *9* пневмоцилиндра *8*. Для упорядоченного перемещения арматуры по каналу *а* в форме предусмотрено фиксирующее устройство, состоящее из корпуса *12* и размещенных в нем подпружиненных пар фиксаторов *11* и *13*. Число пар фиксаторов на единицу меньше числа гнезд формы. Каждая пара фиксаторов расположена ниже соответствующего гнезда матрицы *3* на расстояние, равное диаметру арматуры; причем длина пары фиксаторов *11* для верхнего гнезда матрицы меньше длины пары фиксаторов *13* для среднего гнезда матрицы.

При смыкании формы наклонная колонка *6*, взаимодействуя с корпусом *12* фиксирующего устройства, сжимает пружины *10* фиксаторов *11* и *13*. Под действием пружины каждая пара фиксаторов фиксирует нижнюю (по отношению к досылаемой в матрицу) арматуру. Верхняя арматура устанавливается против окна матрицы *3*. Регулируемый упор *4* отжимает золотник *2*, воздух поступает в бесштоковую полость пневмоцилиндра *8*, и арма-

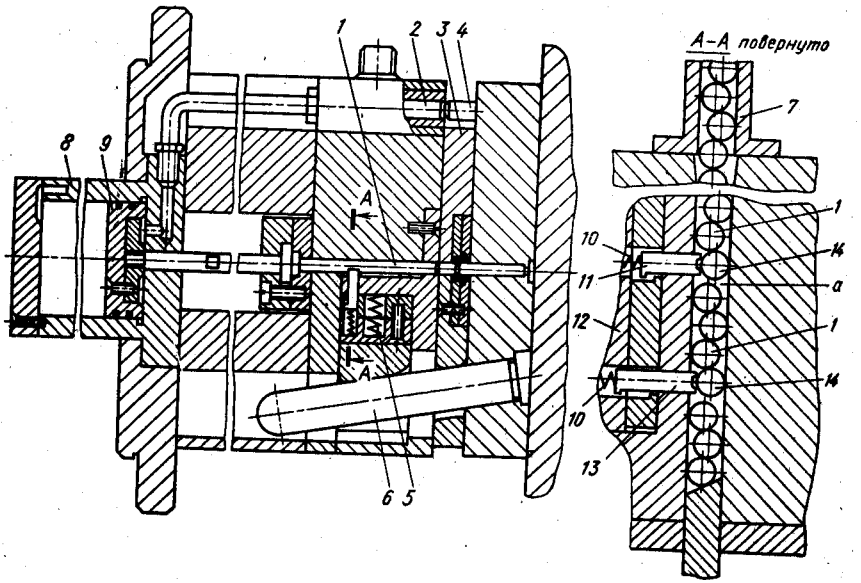


Рис. 154

тура выталкивается толкателями *1* из загрузочной камеры. После этого колонка *6* окончательно сводит разъемную матрицу *3*.

При размыкании формы золотник *2* возвращается в исходное положение, и воздух поступает в штоковую полость пневмоцилиндра *8*. Толкатели *1* отходят в исходное положение, а фиксаторы продолжают удерживать арматуру в горизонтальном положении. Колонка *6* освобождает фиксирующее устройство, которое под действием пружины *5* перемещается вправо. При этом верхние фиксаторы *11* (более короткие) отводятся раньше нижних фиксаторов *13*, и арматура свободно падает на один шаг. После отхода нижних фиксаторов она падает еще на один шаг. Благодаря ступенчатому опусканию арматура укладывается горизонтально без перекосов.

Форма, показанная на рис. 155, предназначена для изготовления изделий небольших размеров типа катушки, имеющих в направлении оси отверстие с резьбой и проволочную арматуру [А. с. 713688, 727470 (СССР)]. Материал подводится через М-образную литниковую систему. Подача проволочной арматуры и ее отрезание происходят автоматически.

Форма работает следующим образом. Перед заливкой формы по направляющим каналам *а* через подвижный *18* и неподвижный *19* отсекатели заправляют проволоку. При смыкании формы упор *4*, перемещаясь совместно с подвижной полуформой, толкает ролик *3*, который поворачивает обойму *2* обгонной муфты *1*. Последняя приводит в движение ролик *5*, подающий проволоку. Через отверстие в неподвижном отсекателе проволока поступает в полость полуматриц *9*. Подача проволоки прекращается за *h* мм до полного смыкания формы. Проволоку отрезает отсекатель *18*, перемещаемый клином *20* при окончательном смыкании формы на величину *h*. При размыкании формы клин *17* возвращает отсекатель *18* в исходное положение.

Обойма *2* обгонной муфты *1* устанавливается в исходное положение пружиной *21*. Полуматрица *9*, закрепленная на ползуне *8*, перемещается колонкой *7* на заданное расстояние, необходимое для вывода изделия. При дальнейшем перемещении подвижной части формы подпружиненный центральный выталкиватель *13*, достигнув неподвижного упора, останавливается, а подвижные плиты продолжают движение. В результате рычаги *15* поворачиваются, а промежуточная плита *11*, выполненная составной, перемещается по основанию *12* в направлении от центра формы. Вместе с плитой *11* перемещаются от центра формы резьбовые знаки *10* и связанные с ними изделия, которые освобождаются от полуматриц *16*. При этом М-образный литник раздвигается и под действием своей упругости выходит из поднутрения *б*. Затем от электродвигателя (через систему зубчатых передач) вращение передается на резьбовые знаки; они вывинчиваются из изделий, и изделия выпадают из формы.

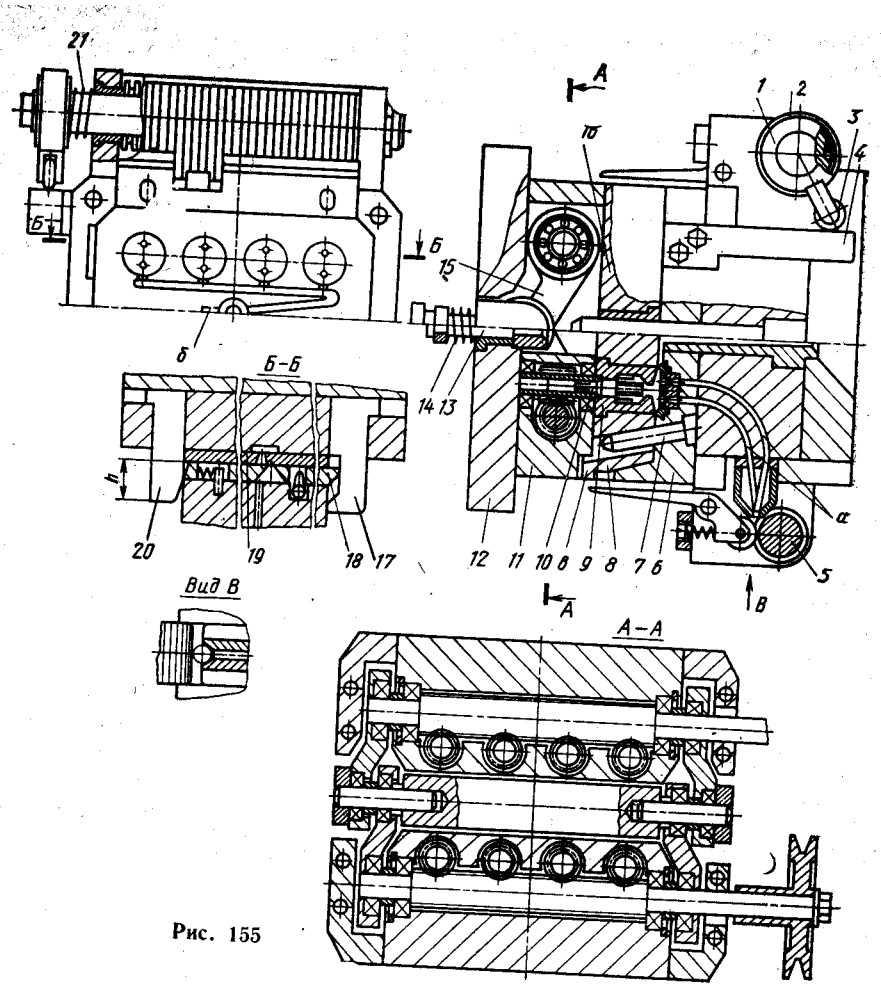


Рис. 155

При смыкании формы рычаги *15* под действием пружины *14* поворачиваются в исходное положение, и промежуточная плита *11* перемещается по основанию в направлении к центру формы. Наклонные колонки *7* смыкают полуматрицы *9*, которые запираются клином плиты *6*. При этом выступ *в* ползуна *8* дожимает промежуточную плиту *11* со знаками в исходное положение.

Многоэтажные литьевые формы. При литье плоских изделий с большой площадью поверхности часто не полностью используется пластикационная производительность литьевой машины, так как при увеличении гнездности узел смыкания может не обеспечить необходимое усилие запирания формы. Это характерно также для литья крупногабаритных изделий с малой площадью литья (типа решеток) и небольшой массой.

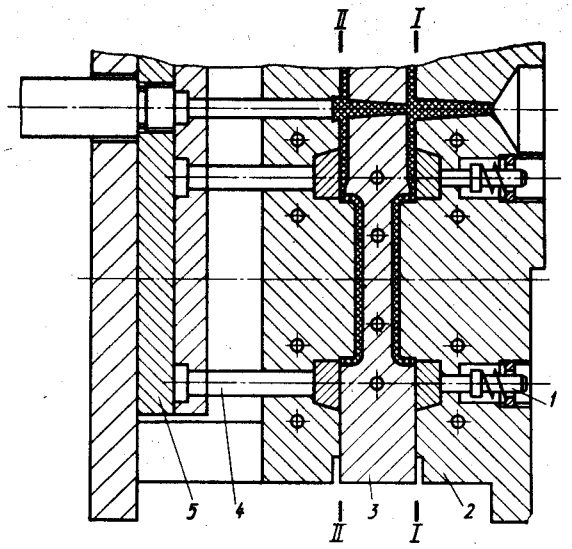


Рис. 156

В связи с этим конструируют двухэтажную оснастку с оформляющими полостями, расположенными в двух уровнях; соответственно формы имеют две основные плоскости разъема.

Для максимального использования преимуществ двухэтажных форм необходимо уделять серьезное внимание вопросам конструирования охлаждающей и литниковой систем. В таких формах можно применять самые разнообразные литниковые системы. Но поскольку затвердевающие (холодноканальные) системы часто нерациональны из-за их большой протяженности и сложности удаления литников из формы, предпочтение следует отдавать горячеканальным литниковым системам.

Применение двухэтажных форм повышает производительность литьевого оборудования до 80 %, но усложняет и удорожает изготовление и эксплуатацию формы; поэтому их использование целесообразно при крупносерийном и массовом производстве.

В форме (рис. 156) для изготовления простых изделий небольшой высоты без поднутряющих выступов и впадин предусмотрена отливка изделий в двух уровнях с двумя последовательно расположенными литниками. При раскрытии формы по плоскости *I—I* литник первого уровня извлекается из плиты *2* литником второго уровня. При этом литник совместно с подпружиненными выталкивателями *1* снимает изделие с пуансонов. Затем плита *3* останавливается (система останова плиты на чертеже не показана), и форма раскрывается по плоскости *II—II*. Отрывается литник второго уровня и извлекается из плиты *3*. При этом изделие первого уровня выпадает из формы. Выталкивающая система *5* выталкивателями *4* снимает с пуансонов изделие второго уровня.

В форме (рис. 157) для изготовления изделий типа крышки предусмотрена отливка изделия в двух уровнях с общей системой разводящих литниковых каналов.

Размыкание формы начинается по плоскости *I—I*. При этом плита *1* отходит до того момента, когда зацеп *7* рычага *9* достигает упора *5* оформляющей плиты *16*. Далее начинается разъем по плоскости *II—II*. Впускной литник отрывается от изделия первого уровня. При этом оно остается на пуансоне *6*, а между пуансоном и оформляющей плитой *16* образуется зазор для сбрасывания изделия. Зазор увеличивается до тех пор, пока тяги *13* головками не упрутся в плиту *10* выталкивающей системы, приводя ее в движение. Трубчатые выталкиватели *14* сбрасывают изделие.

После сбрасывания изделия кулачки *8*, воздействуя на концевой крюк *11* рычага *9*, откидывают его, расцепляя с оформляющей плитой *16*. После выбора зазора l_1 между головкой болта *18* и плитой *1* начинается размыкание по плоскости *III—III* на расстояние (до упора колонки *19* в плиту *17*), необходимое для свободного выпадания литниковой системы. При этом центральный литник извлекается зацепом *21* из литниковой втулки *15*. После выбора зазора *l* начинается раскрытие формы по плоскости *IV—IV*, литник отрывается от изделия второго уровня, оставшегося на пуансоне *3*, и выпадает из формы. Затем хвостовик *20* упирается в упор литьевой машины, и изделия сталкиваются с пуансонов *3* толкателями *22*.

Замыкание формы происходит в обратном порядке. Выталкивающие системы первого и второго уровней возвращаются в ис-

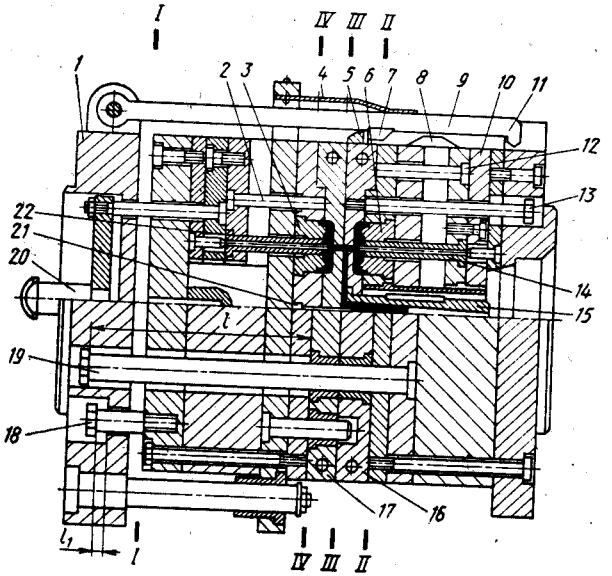


Рис. 157

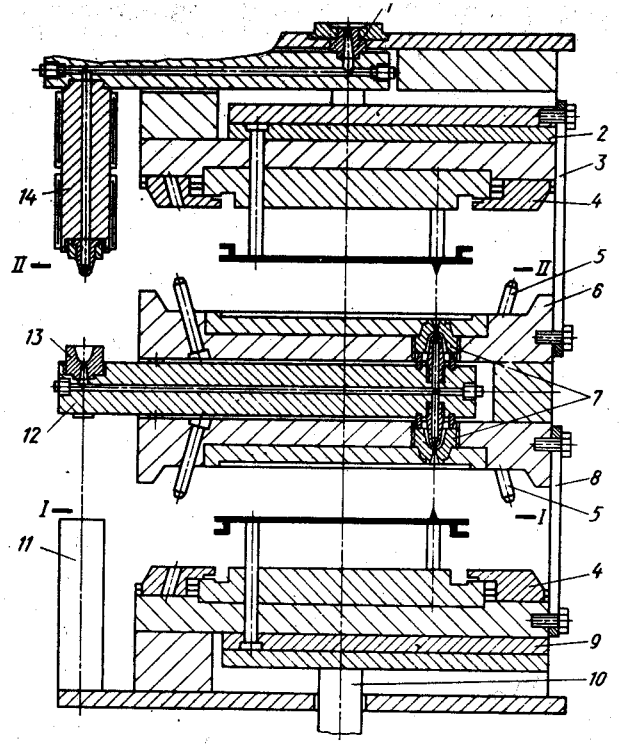


Рис. 158

ходное положение возвратными колонками *2* и *12*, а рычаг *9* — пружиной *4*.

В двухэтажной форме (рис. 158) для изготовления накладки с поднутрением предусмотрено изготовление изделий в двух уровнях с применением горячеканальной литниковой системы.

Обогреваемый коллектор *12* с соплами *7* встроен в составную двустороннюю матрицу *6*. В сомкнутой форме расплав при впрыске проходит каналы, расположенные в литниковой втулке *1*, коллекторе *12* и промежуточном удлиненном сопле *14*, затем через втулку *13* попадает в коллектор *12*, откуда впрыскивается в оформляющие гнезда. Для создания необходимого усилия смыкания втулки *13* и сопла *14* коллектор *12* при смыкании опирается на опору *11*.

При отходе подвижной плиты литьевой машины форма раскрывается по одной из плоскостей *I—I* или *II—II*. При этом соответствующие ползуны *4* раздвигаются колонками *5*, выходя из поднутрений в изделии. Если форма начинает раскрываться по плоскости *I—I*, то величина раскрытия определяется размером паза петли *8*. Затем начинается раскрытие по плоскости *II—II*. В конце раскрытия хвостовик *10* наталкивается на упор литьевой машины,

и происходит выталкивание изделия второго уровня выталкивающей системой *9*. Одновременно петля *3* приводит в движение выталкивающую систему *2* первого уровня, которая выталкивает соответствующее изделие.

Если раскрытие формы начинается по плоскости *II—II*, то сначала выталкиваются изделия первого уровня, а затем — второго.

Формы для двухцветного литья. В условиях мелкосерийного производства двухцветные изделия можно отливать на двух универсальных литьевых машинах в кассетных формах. На первой машине отливают часть изделия одного цвета, которую затем вместе с кассетой переносят в другую форму, установленную на второй машине, для заливки расплава другого цвета. Иногда, при изготовлении изделий с текстом или различными символами, их можно отливать в стационарной форме, как самостоятельное изделие, и использовать в дальнейшем как арматуру при отливке собственно изделия. Буквы и символы целесообразно отливать на плате, снабженной элементами базирования и удержания ее (отверстия, защелки, скобы и т. п.) в основной форме. Для исключения заливания символов основной массой их необходимо выполнять высотой 0,2—0,3 мм, обеспечив плотное прилегание к формующей поверхности матрицы (пуансона) основного изделия.

Основное преимущество этих методов получения двухцветных изделий — возможность изготовления их на универсальных литьевых машинах, недостаток — низкая производительность процесса. В условиях массового производства для литья двухцветных изделий используют специальные литьевые машины с двумя материальными цилиндрами.

На рис. 159 показана форма для изготовления рассеивателя (к автомобилю ВАЗ-2101) с одновременным (параллельным) заполнением формующей полости расплавом двух различных цветов *а* и *б*; причем объем расплава цвета *а* примерно в 2 раза больше объема расплава цвета *б*. Для получения границы двух цветов вдоль нее в конструкции изделия предусмотрены специальные ребра, расположенные по обе стороны от границы. В оформляющих полостях ребер происходит выравнивание фронта потока расплава благодаря уменьшению давления потоков в этих полостях. После заполнения полостей давление в форме возрастает, и потоки смыкаются. Время заполнения полостей должно быть одинаковое; для этого регулируют давление впрыска в материальных цилиндрах. По конструкции форма практически не отличается от форм одноцветного литья аналогичного изделия; исключение составляет наличие двух литниковых втулок *1*, *2*, расположенных в соответствии с координатами материальных цилиндров машины.

В форме (рис. 160), предназначенной для изготовления аналогичного изделия, в отличие от предыдущей формы (см. рис. 159) предусмотрено поочередное заполнение оформляющей полости расплавом цвета *а* и *б* в позициях соответственно *1* и *2*. Комплект

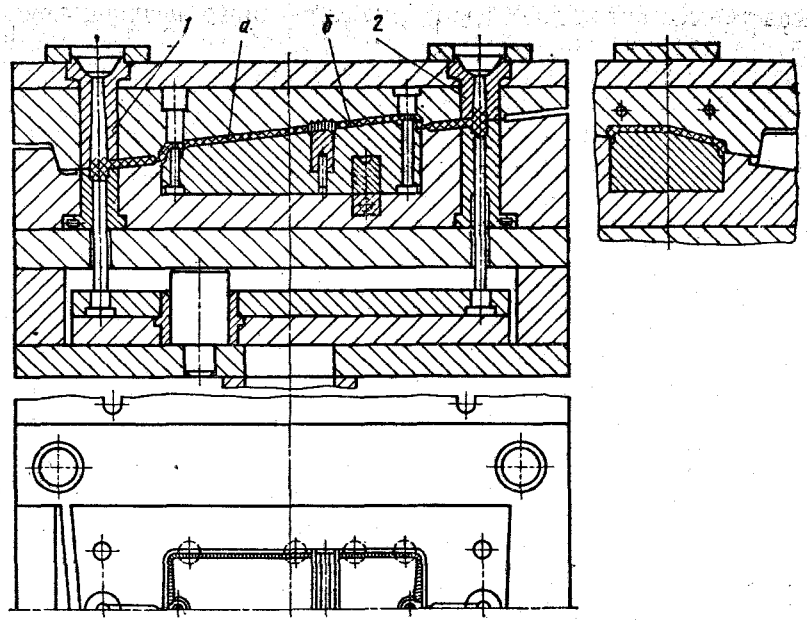


Рис. 159

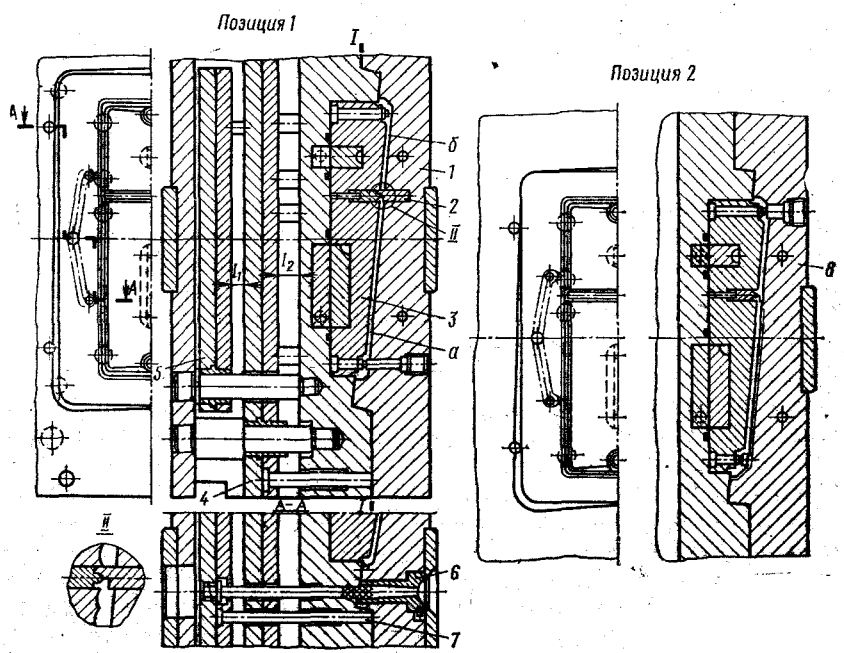


Рис. 160

оснастки состоит из двух форм: одна для заливки расплава цвета *а*, другая для заливки расплава цвета *б*. Две одинаковые подвижные полуформы установлены на поворотной планшайбе, а неподвижные полуформы (матрицы), как обычно, — на соответствующей плите машины. Матрица *1* позиции *1* имеет разделительный знак *2*, который образует полость для заливки расплава цвета *а*, матрица *8* позиции *2* разделительного знака не имеет. В каждой матрице выполнен один канал для заполнения расплава соответствующего цвета.

Форма работает следующим образом. В позиции *1* форма заполняется расплавом цвета *а* до разделительного знака *2*. После выдержки форма размыкается по плоскости *I—I*. Отлитая часть изделия остается на пуансоне *3*, литник извлекается из центральной втулки *6* и отделяется от изделия. В позиции *1* работает только первая ступень *5* выталкивающей системы, которая сбрасывает литник перемещением на расстояние l_1 — (1 ... 2 мм). После выталкивания подвижная полуформа из позиции *1* поворачивается в позицию *2* (или из позиции *2* в позицию *1*). Форма смыкается, и возвратные колонки *7* возвращают первую ступень выталкивающей системы в исходное положение. При этом форма заполняется расплавом цвета *б*, на стыке расплавов двух цветов образуется спай. При размыкании формы литник извлекается из центральной литниковой втулки (на рисунке не показана) и отделяется от изделия. В позиции *2* в работу включаются обе ступени *4* и *5* выталкивающей системы. Первая ступень сбрасывает литник, перемещаясь на расстояние l_1, и воздействует на вторую ступень, перемещая ее на расстояние l_2 — (2 ... 3 мм). При этом изделие выталкивается. Подвижная полуформа возвращается в исходное положение (позиция *1*). Цикл повторяется.

Преимуществом этой конструкции по сравнению с показанной на рис. 159 является четко выраженная граница расплавов двух цветов. К недостаткам формы следует отнести необходимость изготовления комплекта из двух форм, увеличенный цикл (из-за смены позиций полуформ) и уменьшенную прочность стыка.

6.2. ФОРМЫ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ

Пресс-форма, показанная на рис. 161, предназначена для прессования таблеток из фторопластов или волокнистых материалов [А. с. 556038 (СССР)].

Верхняя плита *1* с пуансоном *2* поднята в крайнее верхнее положение, а выталкивающая система *6* опущена в крайнее нижнее положение. Загружается материал и пресс-форма смыкается. Пуансон *2* должен зайти на 10—15 мм в неподвижную часть *4* матрицы, после чего пресс-форма размыкается. Верхняя плита *1* с пуансоном *2* поднимается в крайнее верхнее положение. Включается выталкивающая система *6*, и подвижная часть *3* матрицы,

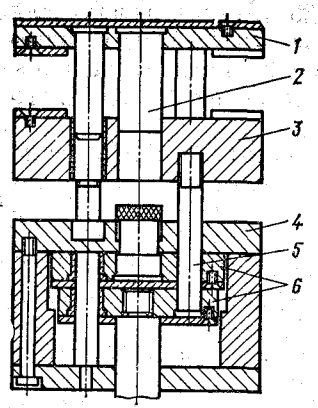


Рис. 161

связанная с ней тягами *5*, поднимается на высоту, необходимую для извлечения изделий.

Благодаря двойной выталкивающей системе *6* изделия извлекаются через зазор, образованный подвижной *3* и неподвижной *4* частями матрицы. В этой конструкции применение разъемной матрицы позволяет на 30 % уменьшить высоту пресс-формы благодаря уменьшению хода выталкивания.

Пресс-форма на рис. 162 предназначена для изготовления изделия типа коробки с арматурой (резьбовые втулки, шпильки), а также отверстиями с резьбой и без нее, расположенными как параллельно, так и перпендикулярно плоскости разъема пресс-формы.

Матрица *1* выполнена разъемной из двух несимметричных частей; *линия разъема определена конфигурацией изделия*. Наружная поверхность матрицы выполнена в виде усеченного конуса, обеспечивающего надежное смыкание полуматриц при посадке в гнездо обоймы *7*. Передняя и задняя полуматрицы закреплены на ползунах соответственно *13* и *14*. Ползуны установлены и могут перемещаться в направляющих планках *8*, которые закреплены на тягах *6* первого уровня выталкивающей системы.

При размыкании формы пуансон *2* выходит из матрицы, а резьбовый знак *3* остается в изделии. После размыкания включается выталкивающая система пресса, которая хвостовиком перемещает вначале первый уровень выталкивающей системы. Выталкиватели 2 и тяги *6* поднимают полуматрицы с изделием на расстояние *l*, достаточное для извлечения знаков *12* из гнезд базовых стержней *11*. При этом штифты *4*, действуя на боковые поверхности в специальных пазах полуматриц (форма паза — см. табл. 126), раздвигают их на расстояние 1,5—2,0 мм. При дальнейшем совместном перемещении двух этажей выталкивающей системы *10* полуматрицы (с изделием) выводятся из обоймы на расстояние 5—8 мм и поднимаются стержни *11*. После этого ручкой *15* переднюю часть матрицы отводят по направляющим планкам *8* на достаточное для извлечения изделия расстояние.

Пресс-форму продувают, в полуматрицы и стержни *11* устанавливают второй комплект резьбовых знаков и арматуры. Полуматрицы соединяют. Выталкивающую систему возвращают в исходное положение установкой матрицы в обойму. Форму загружают сырьем. Цикл прессования повторяется. В это время оператор вывинчивает резьбовые и арматуроудерживающие знаки из отпрессованного изделия, подготавливая их к установке в форму.

Пресс-форма, показанная на рис. 163, предназначена для изготовления методом литьевого прессования высоких изделий типа цилиндра или усеченного конуса, на наружной поверхности которых имеются поднутряющие канавки сложного профиля.

Наружная поверхность изделия и канавки оформляются разъемной матрицей *13*. Последняя состоит из восьми частей, входящих в обойму *6* матрицы и связанных с ней соединением типа «ласточкин хвост». Конструкция пресс-формы обеспечивает автоматическое раскрытие (от нижнего гидравлического цилиндра пресса) разъемной матрицы и снятие изделия с центрального оформляющего знака.

Для подъема разъемной матрицы и извлечения из нее изделия загрузочная камера *3* выполнена поворотной, что позволяет выводить ее из рабочей зоны пресс-формы. Подъем загрузочной ка-

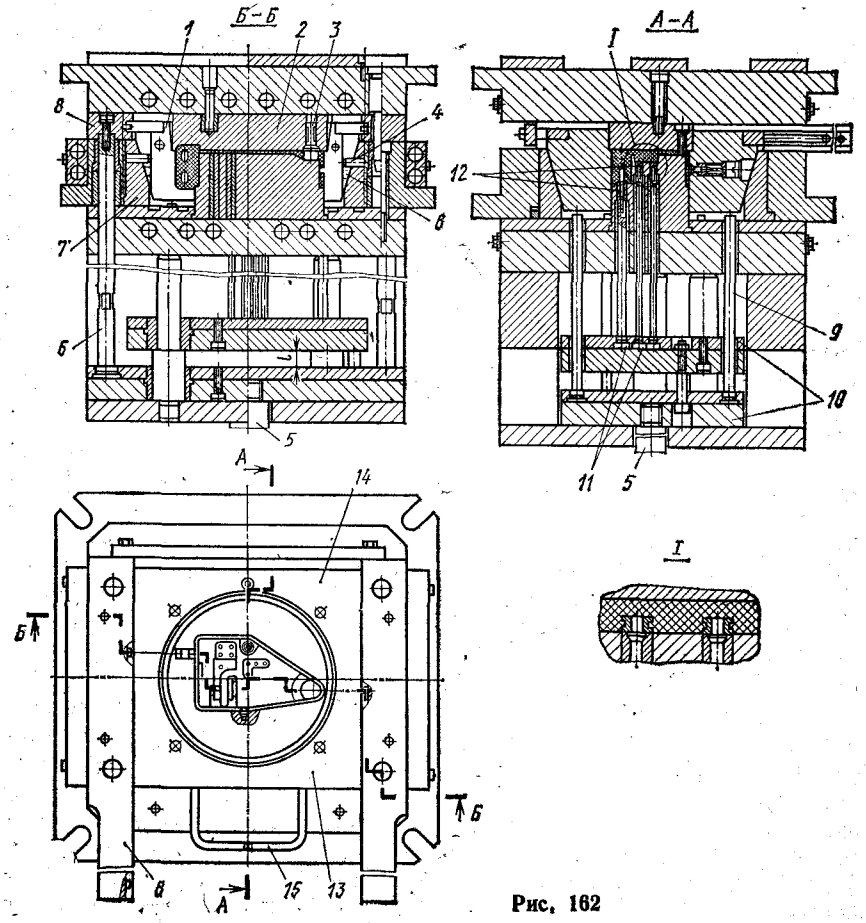


Рис. 162

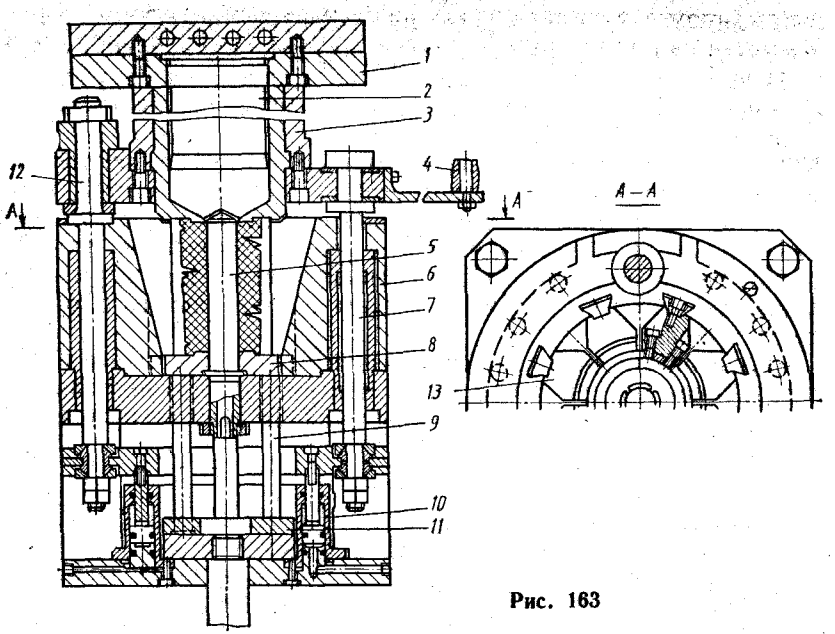


Рис. 163

меры и снятие ее с разъемной матрицы выполняют тяги *7*, *12* от кольцевого гидравлического цилиндра *10*.

При раскрытии пресса (после отпрессовки изделия) верхняя плита *1* с закрепленным на ней пуансоном *2* поднимается, и пуансон выходит из загрузочной камеры *3*. При достижении траверсой пресса крайнего верхнего положения включается гидравлический цилиндр *10*, который тягами *7* и *12* поднимает загрузочную камеру *3*, выводя ее из соединения с разъемной матрицей *13*. Рукояткой *4* оператор отводит загрузочную камеру, освобождая пространство, необходимое для поднятия матрицы и извлечения изделия.

Затем включается выталкивающая система *11*, которая выталкивающими колонками *9* и опорной плитой *8* воздействует на разъемную матрицу, выводя ее из обоймы. Части матрицы *13*, двигаясь по наклонным пазам обоймы *6*, раздвигаются в стороны, одновременно освобождая изделие и снимая его с центрального знака *5*. После извлечения изделия из пресс-формы выталкивающая система опускается, и части матрицы под действием собственного веса опускаются в обойму матрицы. Загрузочную камеру рукояткой возвращают в исходное положение, фиксируемое специальным устройством, и с помощью гидравлического цилиндра опускают, зажимая разъемную матрицу в обойме.

В пресс-форме (рис. 164) для изготовления изделия (ручка и корпус утюга), имеющего взаимно перпендикулярные поднутряющие выступы, впадины и пр., наружные поднутрения оформляются подвижной разъемной матрицей, внутренним специальным клином *5* и жестко закрепленным на нем знаком *6*. Клин *5* и каждая из полуматриц *1* тягами *3* подвижно соединены с выталкивающей системой *7*.

После раскрытия пресс-формы на необходимое расстояние включается выталкивающая система *7*, которая тягами *3*, *8* выталкивает полуматрицы *1*, а также клин *5* со знаком *6* вместе с отпрессованным изделием из гнезда обоймы *9* матрицы.

При выталкивании направляющая планка *4* клина *5* перемещается по пазу обоймы *9*, сообщает клину поступательное движение в направлении, перпендикулярном направлению выталкивания, и отделяет клин *5* и знак *6* от изделия. Одновременно полуматрицы *1* пазами *а* скользят по штифту *2*, отделяясь от изделия. В конце хода выталкивания полуматрицы опрокидываются вокруг штифта *2*, обеспечивая доступ к изделию, которое свободно вручную снимает оператор со знака *6*.

Затем пресс-форму продувают от облоя, полуматрицы и клин при обратном ходе выталкивающей системы устанавливают в исходное положение.

Пресс-форма, показанная на рис. 165, предназначена для изготовления изделия, представляющего собой воронку прямоугольной формы с патрубком, расположенным под углом к верхней плоскости воронки.

Патрубок оформляется стержнем *2*, установленным под соответствующим углом и закрепленным неподвижно в опорной плите *1*. На стержне расположен трубчатый выталкиватель с выполненной на его наружной поверхности зубчатой рейкой, необходимой для сообщения ему возвратно-поступательного движения при выталкивании. Выталкиватель перемещается в направляющей втулке *4*, выполненной из бронзы. Продольные пазы на наружной поверхности выталкивателя необходимы для прочистки его возду-

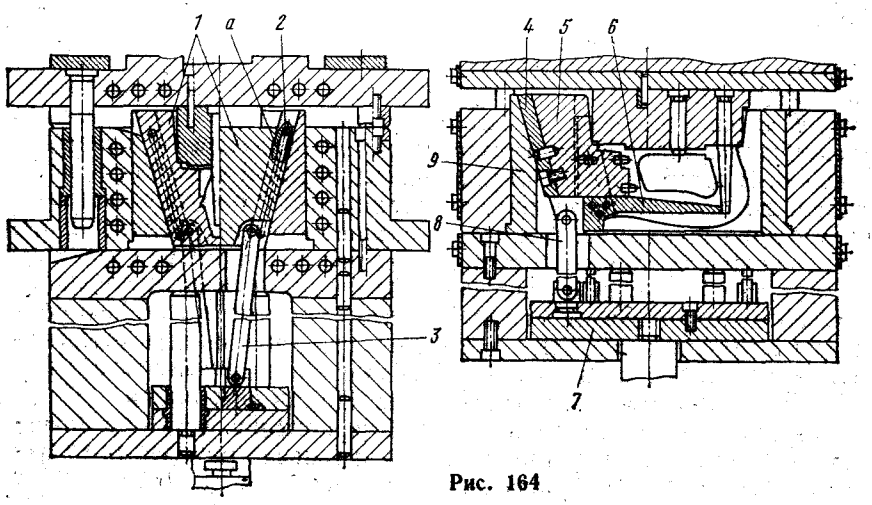


Рис. 164

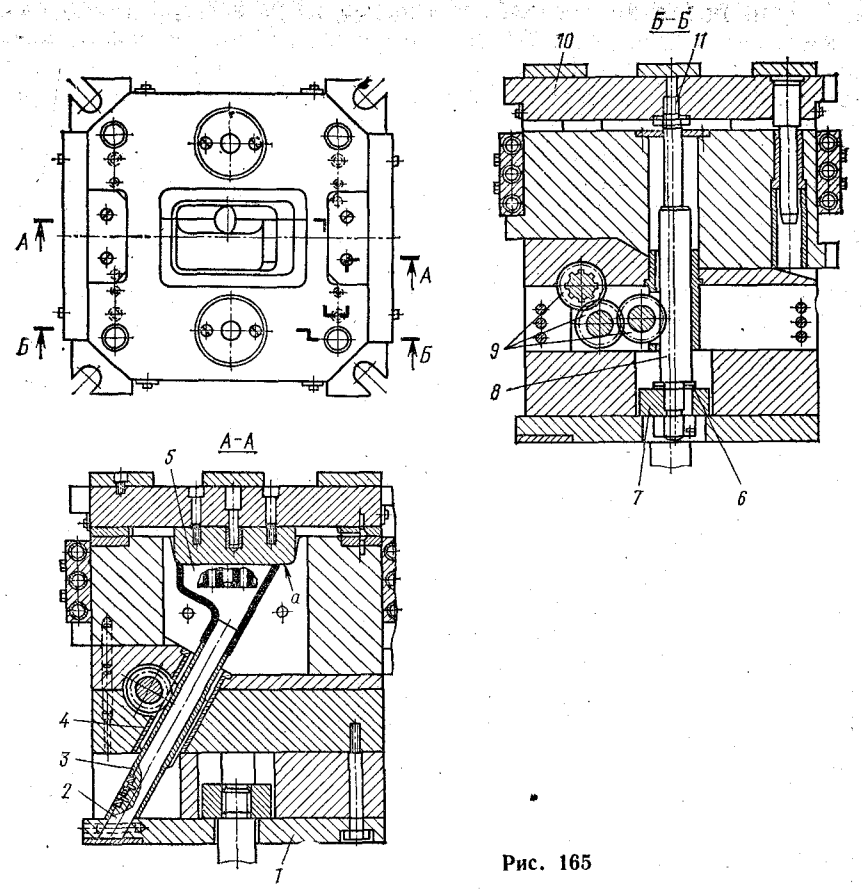


Рис. 165

хом от попавшего облоя. Приводом выталкивателя является пара зубчатых реечных колонок *8*, соединенных с ним системой шестерен *9* и закрепленных в выталкивающей системе *7* формы. Для регулирования зубчатого зацепления предусмотрены компенсаторы *6*. В верхней плите *10* установлен упорный элемент *11*, который при смыкании формы перемещает колонки *8* и выталкиватель *3* в исходное положение. Правый отжимной рант *а* загрузочной камеры выполнен увеличенным для свободного выталкивания изделия.

После раскрытия и извлечения пуансона *5* из изделия включается выталкивающая система пресса. Реечные колонки *8* вращают шестерни *9*, которые, в свою очередь, перемещают выталкиватель *3*. Оператор снимает изделие со стержня *2* и извлекает его, продувает форму и загружает сырьем. Цикл повторяется.

Пресс-форма с индукционным обогревом (рис. 166) предназначена для изготовления деталей, которые после раскрытия пресс-формы остаются на пуансоне.

При поднятии верхней траверсы пресса пресс-форма размыкается по плоскости *I—I*, и пуансон *6* вместе с изделием извлекается из матрицы *7*. Изделия снимаются с пуансона выталкивателями *5*, закрепленными в выталкивающей системе, которая расположена в верхней части пресс-формы.

На рисунке представлены два варианта пресс-формы, отличающиеся способом включения в работу выталкивающей системы.

В первом варианте (исполнение 1) выталкивающая система после раскрытия пресс-формы по плоскости *I—I* при движении связанного с пресс-формой пневматического цилиндра *3* относительно неподвижно закрепленного на верхней плите штока *2* (подача воздуха в штуцер *1*) опускается, обеспечивая съем изделия с пуансона.

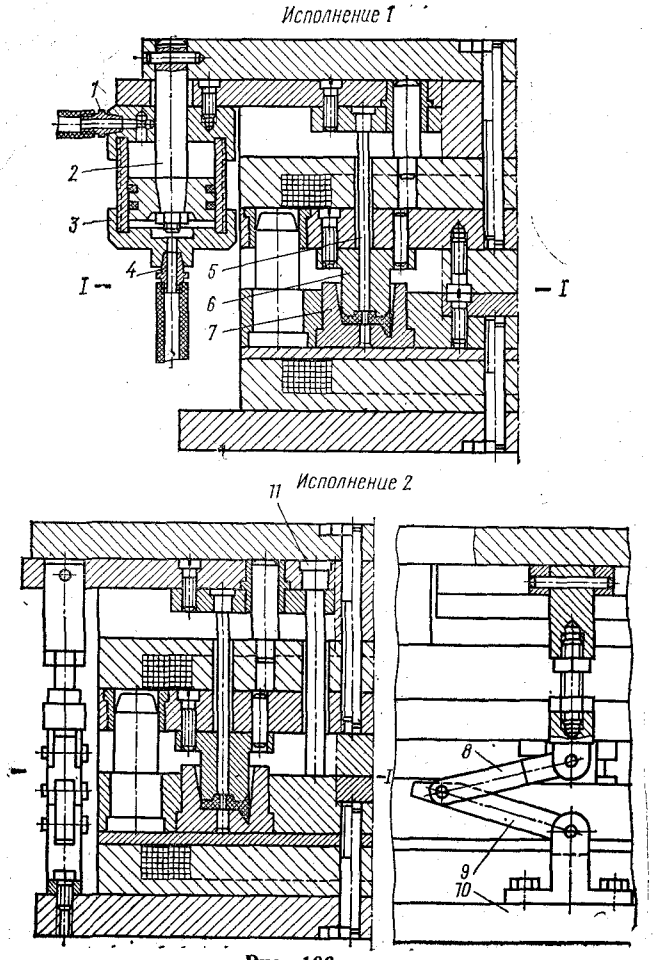


Рис. 166

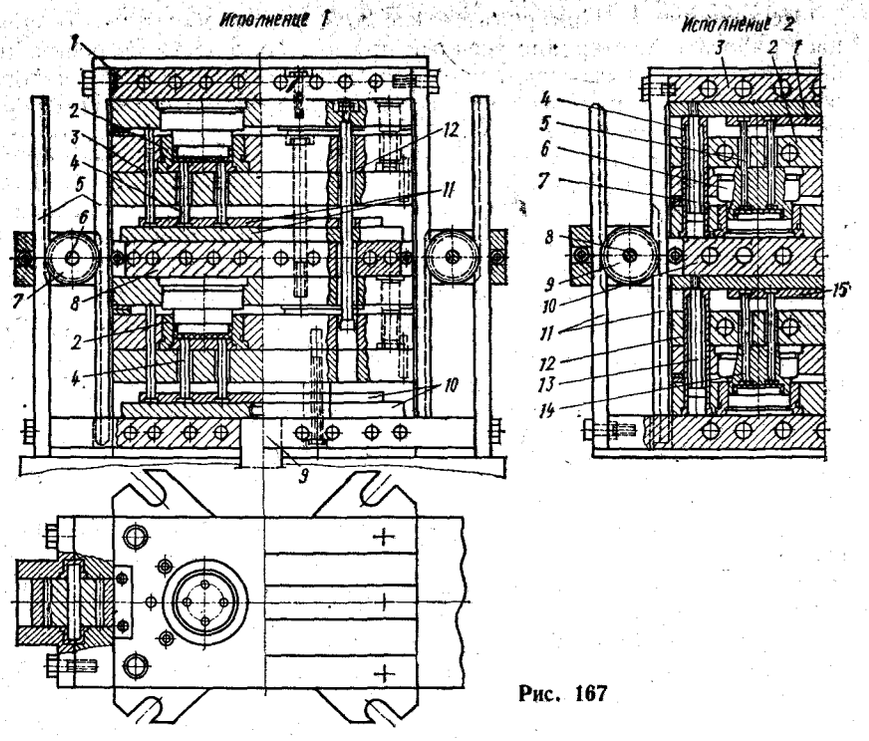


Рис. 167

Во втором варианте (исполнение 2) выталкивающая система, в процессе движения верхней части траверсы пресса и раскрытия пресс-формы по плоскости *1—1*, останавливается тягами. Последние состоят из двух складывающихся планок *8* и *9* и связаны с нижней неподвижной плитой *10*. Выталкиватели *5* в относительном движении сбрасывают с пуансона *6* изделие.

В исходное положение в первом варианте выталкивающая система возвращается при обратном перемещении корпуса пневматического цилиндра (подача воздуха в штуцер *4*), во втором варианте — возвратной колонкой *11* при опускании верхней траверсы пресса. Конструкция пресс-формы исполнения 2 требует точной настройки рычажной системы при наладке.

В пресс-форме (рис. 167), предназначенной для изготовления изделий методом прямого прессования, предусмотрено изготовление изделий в двух уровнях.

Разъем пресс-формы первого уровня осуществляет шестеренно-реечный привод, обеспечивающий получение одинаковых зазоров в двух уровнях, что позволяет в процессе прессования производить подпрессовку, уменьшая продолжительность выдержки.

Исполнение 1 предусматривает нижнее выталкивание изделий из матриц; исполнение 2 — верхнее выталкивание изделий.

Исполнение 1. При подъеме верхней плиты обогрева *1* начинает работать шестеренно-реечный привод, состоящий из реек *5* и шестерни *7*. Привод, соединенный осью *6* с промежуточной плитой обогрева *8*, обеспечивает одновременный разъем двух уровней пресс-формы. После того как между уровнями пресс-формы образуется необходимый зазор для извлечения изделий и загрузки, тяги *12* приводят в движение выталкивающую систему *11* второго уровня и выталкиватели *4* извлекают отпрессованное изделие из матриц *2*. Затем включается выталкивающая система пресса, которая хвостовиком *9*, выталкивающей системой *10* первого этажа и размещенными на ней выталкивателями *4* извлекает изделия из матрицы *2*. После этого пресс-форма продувается, загружается сырьем и смыкается. Выталкивающие системы обоих уровней возвращаются в исходное положение возвратными колонками *3*.

Исполнение 2. При подъеме верхней траверсы пресса одновременно поднимается прикрепленная к ней верхняя плита обогрева *3* с обоймой *2* пуансонов и пуансонами *6*. Изделия остаются на пуансонах *6*.

При подъеме верхней траверсы пресса включается шестеренно-реечный привод. Он состоит из реек *11* и шестерен *9*, соединенных осью *8* с промежуточной плитой обогрева *10*, обеспечивая одновременный разъем двух уровней пресс-формы.

После того как между уровнями пресс-формы образуется необходимый зазор для извлечения изделий и загрузки, тяги *7*, *13* упираются во втулки *4*, *12* и останавливают выталкивающие системы *1*, *15* с выталкивателями *5*, *14*, а обойма *2* пуансонов с пуансонами *6* продолжает подниматься, сбрасывая выталкивателями отпрессованные изделия. После этого пресс-форма продувается,

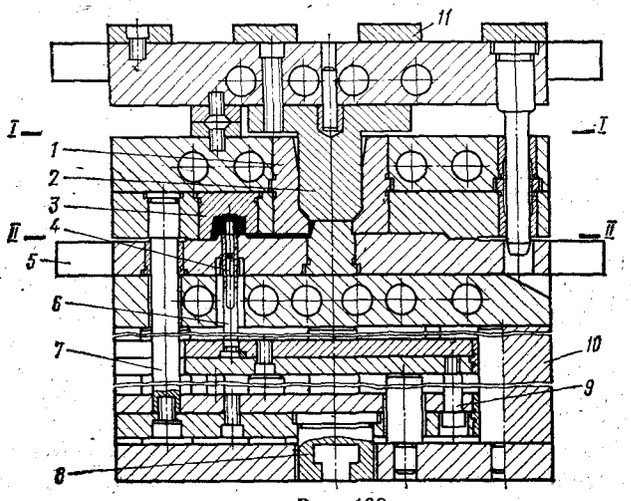


Рис. 168

вагружается сырье, траверса пресса опускается. Цикл прессования повторяется.

Пресс-форма, показанная на рис. 168, предназначена для изготовления методом литьевого прессования изделий с вертикальным глухим отверстием. Отверстие оформляется знаком *4*, установленным внутри трубчатого выталкивателя *6*. В последнем предусмотрены специальные пазы для вывода крепежных лапок знака, закрепляемых в плите *5*, и обеспечения свободного хода выталкивателя. При разъеме пресс-формы по плоскости *I—I* пуансон *2* извлекается из тигля *1*. Затем включается выталкивающая система пресса, которая хвостовиком *8* и тягами *7* действует на нижнюю часть выталкивающей системы пресс-формы. Пресс-форма раскрывается по плоскости *II—II*. Изделия извлекаются из матриц *3* и остаются на знаках *4*.

После выбора зазора между нижней и верхней частями выталкивающей системы они движутся совместно. При этом верхняя часть выталкивающей системы трубчатыми выталкивателями *6* снимает изделия с неподвижных знаков *4*. В исходное положение выталкиватели возвращаются тягами *9*.

ГЛАВА 7

ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ГРУППОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Универсально-переналаживаемую оснастку, как средство повышения оснащенности технологических процессов, уменьшения материальных и трудовых затрат на ее изготовление, все более широко применяют в условиях многономенклатурного серийного производства изделий из пластмасс. Использование такой оснастки позволяет организовать производство групповым методом и сократить сроки подготовки.

Применяемую переналаживаемую оснастку можно разделить на две основные группы. Первая — блоки с пакетами (кассетными, закладными и др.), которые в каждом цикле выносят за пределы блока для извлечения изделия, что связано с применением ручного труда. Вторая — блоки с пакетами, имеющими избыточное число деталей, не участвующих в формообразовании, и представляющими фактически специальную форму; эта оснастка позволяет изготовлять в основном детали малых размеров.

Рассматриваемая переналаживаемая оснастка существенно расширяет область применения группового метода получения деталей из пластмасс, позволяя охватить им до 40 % существующей номенклатуры. Преимущества такой оснастки: простота конструкции сменных пакетов; простота переналадки; возможность работы в автоматическом или полуавтоматическом режиме; более полное использование технической характеристики оборудования и т. д.

Пакеты с блоками по своим технологическим характеристикам мало отличаются от специальных форм и позволяют обеспечить в большинстве случаев оптимальный технологический режим изготовления пластмассового изделия. В сравнении со специальной оснасткой они позволяют уменьшить в среднем: трудоемкость проектирования на 60—70 %; трудоемкость изготовления на 50—60 %; время на переналадку и разогрев на 50 %; складские площади; металлоемкость в 3—10 раз.

В справочнике рассмотрена переналаживаемая оснастка для ограниченного числа моделей оборудования, наиболее распространенная на предприятиях машиностроения. Используя имеющиеся принципиальные конструктивные решения, целесообразно расширять область применения такой оснастки введением новых типо-

размеров, либо изменением, например формы блока и пакета, гнездности, вида обогрева и пр. в зависимости от конкретных условий производства.

7.1. ГРУППОВАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ

Групповую оснастку выбирают по табл. 98, в которой даны типовые представители групп изделий и их характеристики (по характеристике определяют группу изготовляемого изделия и блока), номера пакетов для данной группы изделий. Выбор типоразмера блока и пакета к нему выполняют по соответствующим таблицам и рисункам.

Ряд изделий группы можно изготовить в блоках различных групп. Иногда целесообразно выполнять их в более сложном блоке, если экономически невыгодно в конкретном производстве осваивать новый, хотя и более простой блок.

Блок и пакеты для изготовления изделий группы а. Блок, показанный на рис. 169, предусматривает установку сменных пакетов для изготовления изделий группы а (см. табл. 98), снимаемых с пуансона, который расположен в подвижной части формы, сталкивающей плитой. Конструктивно блок несложен, прост в изготовлении и эксплуатации, работает как стационарная форма. Это позволяет применять его в условиях не только единичного, но и серийного производства.

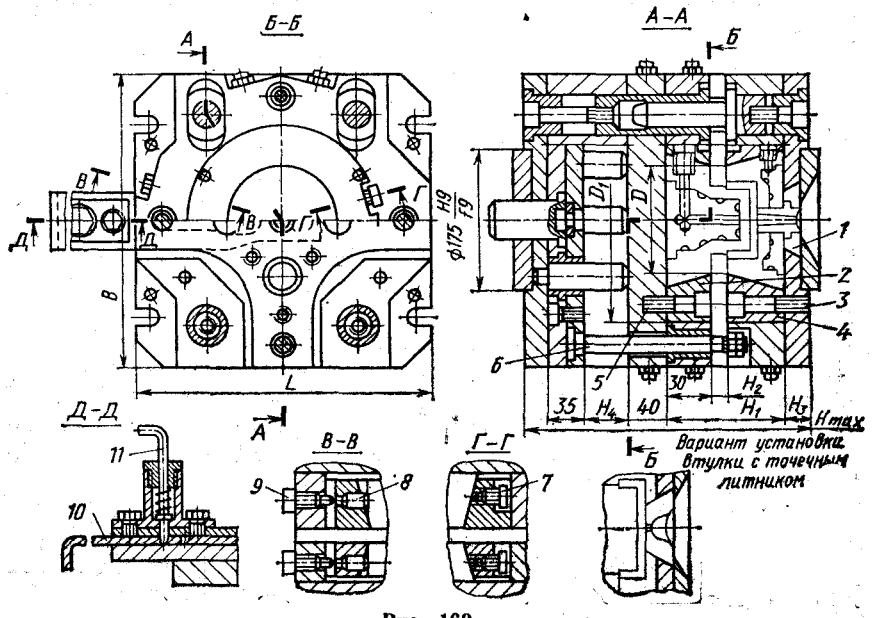
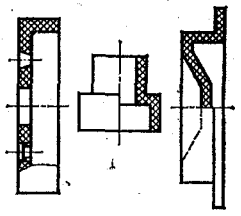
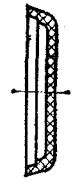
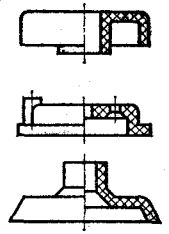


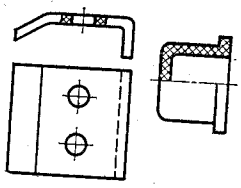
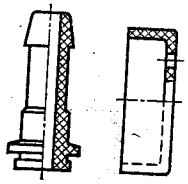
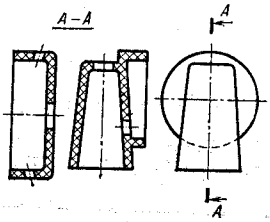
Рис. 169

Таблица 98

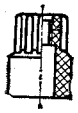
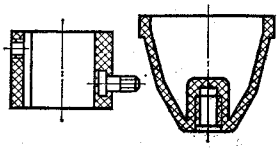
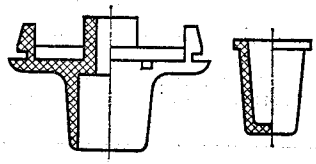
Типовые представители групп изделий из термопластов и их характеристика

Группа изделий	Характеристика группы изделий	Эскиз типового представителя группы изделий	Группа блока	Вид пакета	Характеристика пакета
а	Изделия любой формы в плане, монолитные или полые, с отверстиями, резьбами, арматурой, расположенными параллельно направлению разъема блока. Съем изделий — плитой в подвижной части формы		А	А-1	С переходными кольцами
				А-2	
б	Изделия плоскостные любой формы в плане, монолитные или полые, с отверстиями, резьбами, арматурой, расположенными параллельно направлению разъема 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 разъема блока. Съем — толкателями и плитой		В	В-1	С обоймами (см. табл. 105)

Продолжение табл. 9

Группа изделий	Характеристика группы изделий	Эскиз типового представителя группы изделий	Группа блока	Вид пакета	Характеристика пакета
$В_2$	Изделия группы б, не соответствующие по размерам пакету Б-1, или мелкие для изготовления в многогнездном пакете		В	В-2	
$В_3$	Изделия с неглубокими поднутрениями, расположенными перпендикулярно направлению разъема блока				С лекальными устройствами (колонками, клиньями и др.) либо с гидро- или пневмоцилиндрами
$В_4$	Изделия с глубокими и неглубокими поднутрениями, расположенными под любым углом к направлению разъема блока				

Продолжение табл. 98

Группа изделий	Характеристика группы изделий	Эскиз типового представителя группы изделий	Группа блока	Вид пакета	Характеристика пакета
Г	Изделия с одной внутренней резьбой, имеющие элементы (рифы, грани, эксцентриситет резьбового отверстия относительно наружной поверхности изделия и др.), препятствующие проворачиванию изделия при свинчивании его с резьбового знака		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	Стационарно закреплен на блоке
				Д-2	Кассетный

Пакеты (см. табл. 100, 101) крепят к блоку винтами *3* и *5*. При установке пакетов небольших размеров (пакет А-1) используют переходные кольца *2* и *4* с коническим посадочным местом. Правильную установку переходных колец контролируют винты *9*, входящие в пазы на переходных кольцах. Для правильной установки сменных пакетов в переходные кольца служат штифты *8*. Для исключения выпадания пакетов из переходных колец (в момент переналадки блока) установлены винты *7*. Сталкивающая плита пакета прикреплена к выталкивающей системе блока через тяги *6*. Для быстрого крепления центрального выталкивателя (при его применении) выталкивающая система снабжена запорной планкой *10* с фиксатором *11*.

В пакетах можно использовать различные виды впускных литников: центральные, тоннельные, точечные (с предкамерой). Центральная литниковая втулка пакета закреплена коническим кольцом *1*. Если в пакете используется точечный литниковый канал (с предкамерой), то кольцо *1* не устанавливают.

Конструкция блока позволяет вводить в пакет систему охлаждения.

Ограничительные размеры блоков и пакетов для установки на термопластавтоматы моделей Д3328, ДБ3328, Д3231, ДБ3231 приведены в табл. 99—101.

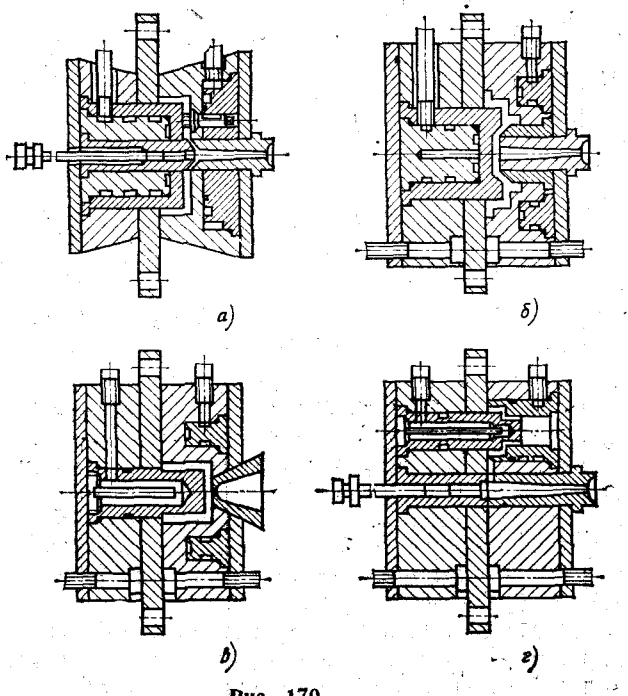


Рис. 170

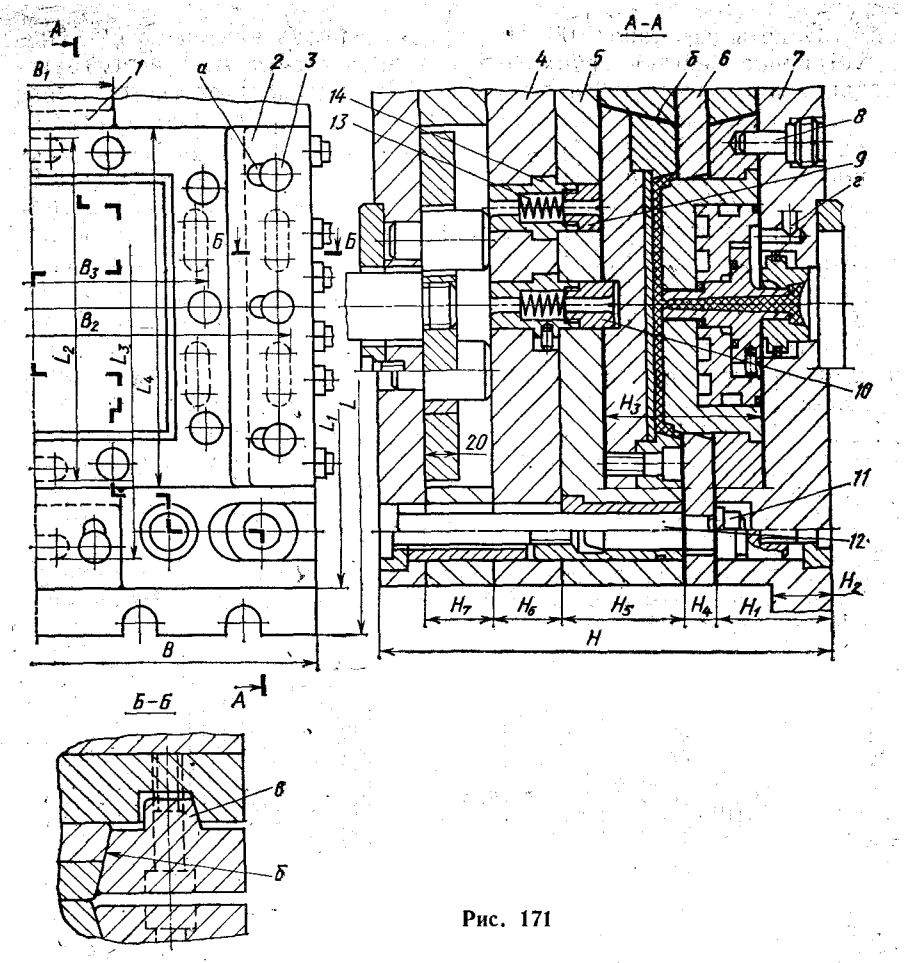


Рис. 171

Примеры использования пакетов даны на рис. 170. На рис. 170, *а* показан пакет, устанавливаемый в блок с переходными кольцами, на рис. 170, *б*—*г*—пакеты, закрепляемые в блоке без переходных колец (в этом случае переходные кольца из блока удаляют) с различными литниковыми системами.

Блок и пакеты для изготовления изделий группы б. В блоке, показанном на рис. 171, предусмотрена установка сменных пакетов для изготовления изделий группы б (см. табл. 98), снимаемых с пуансона, расположенного в неподвижной части формы, сталкивающей плитой. Преимущества блока аналогичны преимуществам блока группы А.

Для установки пакета в блок частично вывинчивают винты *3* и сдвигают крепежные планки *1*, *2* в стороны по пазу до упора. Затем пакет базируют в подвижной части блока на втулке *10*, а в непо-

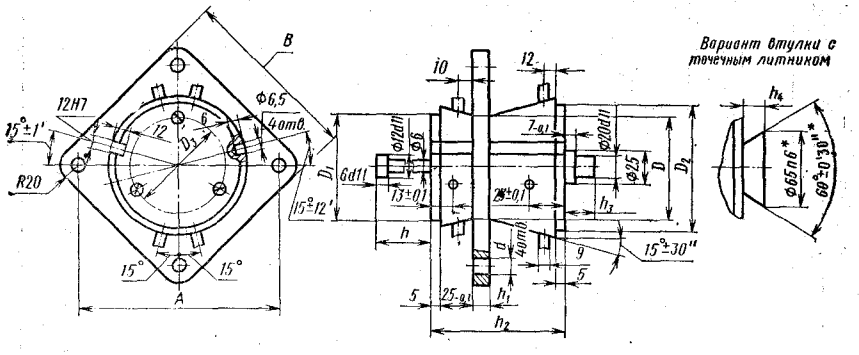
Таблица 99

Ограничительные размеры, мм, блока группы А (см. рис. 169)

Модель литьевой машины	Максимальный объем отливки, см³	Максимальная высота изделия	L	B	H_{max}	H_1	H_2	H_3	H_4	D (пред. откл. ±0,05)	D_1 (пред. откл. по H7/h6)	Масса, кг
Д3328 ДБ3328	63	40	300	300	250	95	12	25	30	130	200	175
Д3231 ДБ3231	125	60	420	420	310	120	15	30	55	200	310	490

Таблица 100

Сменный пакет группы А-1 (размеры, мм)

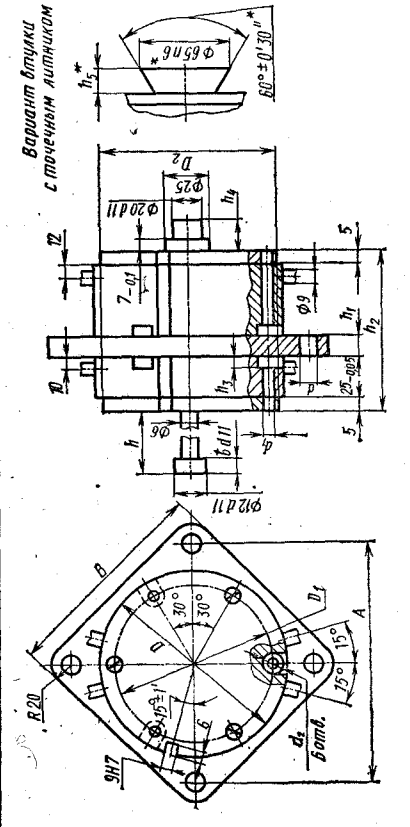


Модель литьевой машины	Максимальный объем отливки, см³	D (пред. откл. d9)	D_1	D_2	B	A (пред. откл. ±0,02)	d (пред. откл. по H7)	h (пред. откл. ±0,2)	h_1 (пред. откл. ±0,02)	h_2 (пред. откл. −0,05)	h_3	h_4 (пред. откл. +0,02)
Д3328 ДБ3328	63	130	142	154	210	250	16	91	12	95	20	18
Д3231 ДБ3231	125	200	210	235	300	360	20	116	15	120	25	23

Примечание. Значение $D_3 \pm 0,4$ назначают конструктивно.

Таблица 101

Сменный пакет группы А-2 (размеры, мм)



Модель литьевой машины	Максимальный объем отливки, см³	D (пред. откл. по h6)	D_1 (пред. откл. ±0,4)	D_2	B	A (пред. откл. ±0,02)	d (пред. откл. по H7)	d_1	d_2	h (пред. откл. ±0,2)	h_1 (пред. откл. 0,02)	h_2 (пред. откл. −0,05)	h_3	h_4	h_5 (пред. откл. ±0,02)
Д3328 ДБ3328	63	200	180	195	210	250	16	13	19	91	12	95	12	20	18
Д3231 ДБ3231	125	310	270	305	300	360	20	17	26	116	15	120	16	25	23

* Базовые размеры втулки с точечным литником.

Ограничительные размеры, мм

Модель термопластавтомата	Максимальный объем отливки, см³	Максимальная высота изделия при съеме		L	L_1	L_2 (пред. откл. по H9)	L_3	L_4 (пред. откл. по H9)	B
		плитой	выталкивателями						
Д3328 ДБ3328	63	35	25	320	230	120	190	120	310
Д3231 ДБ3231	125	45	35	460	360	230	310	230	390

движной — на штифтах *8*. Крепежные планки сдвигают в исходное положение и притягивают винтами. Надежность закрепления обеспечивает наличие на крепежных планках наклонной поверхности *б* и специальных шипов *в*, которые входят в соответствующие пазы плит *5* и *7*. В этих плитах выполнено два ряда пазов под шипы, что дает возможность устанавливать на блок пакеты различных размеров. Сталкивающую плиту *6* пакета устанавливают на колонки *12* и закрепляют гайками *11*.

В блоке предусмотрено охлаждение опорных плит *5* и *7*. В плите *7* выполнены также каналы *г* для подвода воздуха, что позволяет при необходимости применять пакеты с автоматическим отделением литника.

Для расширения функциональных возможностей блока в нем предусмотрена установка выталкивателей в подвижной части. Для этого в опорной плите *4* имеются специальные узлы (состоят из втулок *9*, *14* и пружины *13*), в которые устанавливают выталкиватели пакета. При установке выталкивателей втулки *9*, *10* снимают, выталкиватель вводят в гнездо (для сжатия возвратной пружины *13*) и закрепляют втулками *9*, *10*.

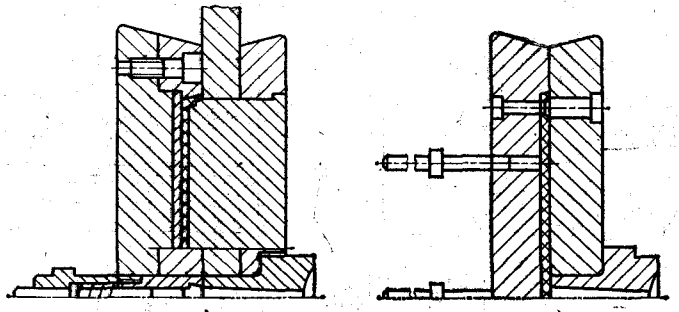


Рис. 172

Таблица 102

блока группы Б (см. рис. 171)

B_1 (пред. откл. по H9)	B_2	B_3	H	H_1	H_2	H_3 (пред. откл. по h6)	H_4 (пред. откл. по h6)	H_5 (пред. откл. по h8)	H_6 (пред. откл. по h8)	H_7 (пред. откл. по h8)	Масса, кг
75	270	200	250	60	25	90	15	75	30	45	110
150	340	270	310	65	30	105	20	95	40	55	270

Ограничительные размеры блоков и пакетов для установки на термопластавтоматы моделей Д3328, ДБ3328, Д3231 и ДБ3231 приведены в табл. 102 и 103.

Примеры использования пакетов даны на рис. 172. На рис. 172, *а* показан пакет, изделие в котором снимается сталкивающей плитой, а на рис. 172, *б* — пакет, в котором изделие снимается выталкивателями.

Блок и пакеты для изготовления изделий группы в. Конструкция блока на рис. 173 позволяет применять простейшие

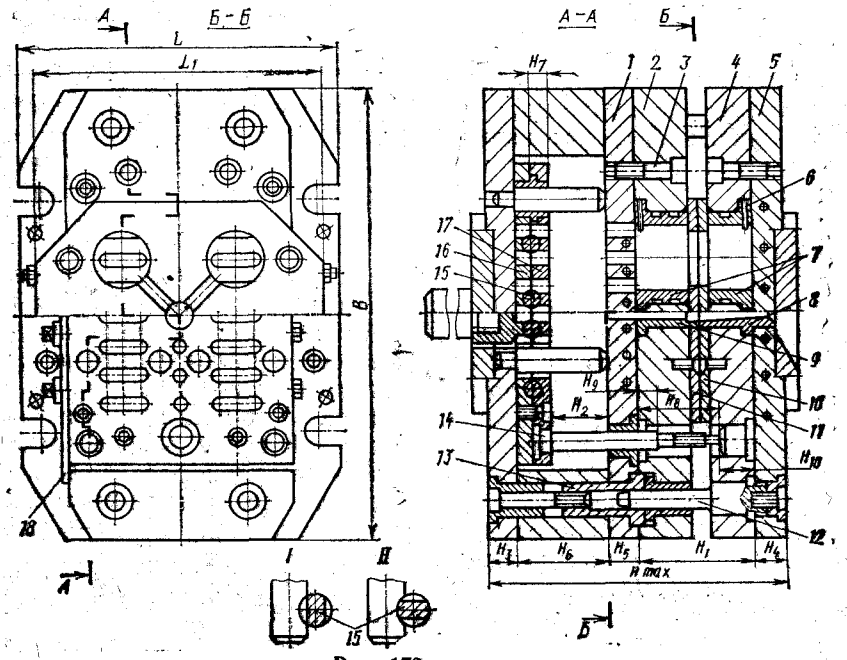
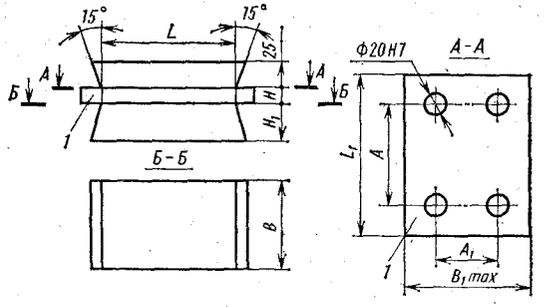


Рис. 173

Таблица 103

Сменный пакет группы Б-1 (размеры, мм)



Модель термопластавтомата	Максимальный объем отливки, см³	L	B	H	H_1	A	A_1	L_1	B_1 max
Д3328 ДБ3328	63	200; 130	120; 75	15	50	180	105	230	180
Д3231 ДБ3231	125	270; 200	230; 150	20	60	300	200	360	260

Примечание. *1* — сталкивающая плита.

(состоящие из пуансона, матрицы и выталкивателей) сменные пакеты В-1, устанавливаемые в сменные обоймы *2* и *4*, а также более сложные пакеты Б-2, расширяющие функциональные возможности блока и устанавливаемые на место сменных обойм. Габаритные и присоединительные размеры блока даны в табл. 104.

В подвижной части блока смонтирована выталкивающая система, позволяющая быстро закреплять выталкиватели пакета и центральный выталкиватель. Для закрепления предназначено запорное устройство, представляющее собой цилиндрические валики *15* с лысками, размещенные в выталкивающих плитах *16* и *17*. При установке выталкивателей валик *15* должен занимать положение *1*. Для фиксации выталкивателей валик поворачивают на 90° в положение *11*. После закрепления выталкивателей валики фиксируют от самопроизвольного поворота специальной запорной планкой *18*. Координаты размещения выталкивателей в блоке определяются расположением и размерами отверстий под них в плитах *1*, *16*, *17*.

Выталкивающая система блока возвращается в исходное положение возвратными колонками *14*. Положение пакета в гнезде определяется штифтами *6*, установленными в стаканах *7* обойм *2*, *4*.

Таблица 104

Ограничительные размеры, мм, блока группы В (см. рис. 173)

Модель литьевой машины	Максимальный объем отливки, см³	Максимальная высота изделия	L	L_1	B	H max	$\frac{H_1 \min}{H_1 \max}$	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7	H_8 (пред. откл. —0,1)	H_{10} (пред. откл. —0,1)	Масса, кг
Д3328 ДБ3328	63	60	310	270	330	250	$\frac{60}{100}$	40	25	25	30	70	15	53	25	173
Д3231 ДБ3231	125	80	470	360	530	310	$\frac{70}{115}$	55	30	30	40	95	20	63	30	380

Примечание. Значение H_{10} (—0,1) принимают конструктивно.

Для крепления служат планки *10*, *11*, на лицевой стороне которых выполнены разводящие литниковые каналы полукруглого сечения.

Обоймы *2*, *4* выполнены в двух исполнениях: четырех- и шестигнездные. В каждом гнезде обоймы предусмотрено самостоятельное охлаждение. Конструкция и размеры обойм даны в табл. 105 (при необходимости число гнезд обойм, а также их высоту h можно изменять в зависимости от условий производства). Конструкция и размеры литниковых *8* и центральных *9* втулок даны в в табл. 106.

При выборе сменных обойм необходимо соблюдать следующее условие: сумма толщин обойм, устанавливаемых на подвижную и неподвижную части блока, должна быть в пределах $60 \leqslant \Sigma \leqslant 100$ для термопластавтомата Д3328 (ДБ3328) и $70 \leqslant \Sigma \leqslant 115$ для Д3231 (ДБ3231).

В блоке предусмотрено охлаждение опорных плит *1*, *5* и стаканов *7* сменных обойм *2*, *4*. Для базирования обоймы *2* служат направляющие втулки *13*, для базирования обоймы *4* — направляющие колонки *12*. Для крепления предназначены винты *3*.

Размеры пакета В-1 для изготовления изделий группы $в_1$ приведены в табл. 107.

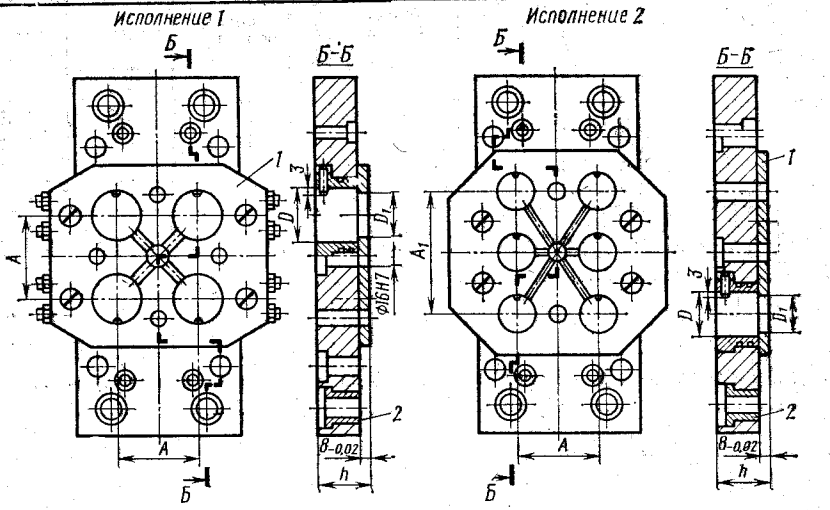
Размеры пакетов В-2 для изготовления изделий групп $в_2$, $в_3$, $в_4$ приведены на рис. 174, 175 (размер *d* принимают конструктивно). Примеры использования пакетов В-1 даны на рис. 176, *а*, *б*, а пакетов В-2 — на рис. 176, *в*—*е*.

На рис. 176, *а* показан пакет со съемом изделий выталкивателями *1*, а на рис. 176, *б* — пакет со съемом изделий сталкивающей плитой *2* (табл. 108). Для крепления сталкивающей плиты используют возвратные колонки *14* блока (см. рис. 173).

Отличительные особенности пакета, показанного на рис. 174, 175: возможность использования большой полезной площади под

Таблица 105

Сменные обоймы к блоку В (размеры, мм)

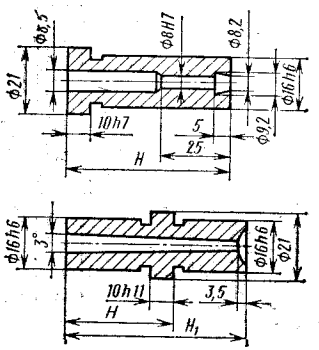


Модель литьевой машины	Число гнезд	Номер обоймы	h (пред. откл. —0,02)	D (пред. откл. по H7)	D_1 (пред. откл. по H7)	A (пред. откл. 0,02)	A_1 (пред. откл. 0,02)
Д3328 ДБ3328	4	01	25	75	70	100	—
		02	30				
		03	40				
		04	50				
		05	70				
	6	06	25	50	45		150
		07	30				
		08	40				
		09	50				
		10	70				
Д3231 ДБ3231	4	01	30	115	110	150	—
		02	40				
		03	50				
		04	70				
		05	90				
	6	06	25	90	85		250
		07	40				
		08	50				
		09	70				
		10	90				

Примечание. В обойме, устанавливаемой на неподвижной части блока, втулку 2 не используют. Литниковые каналы выполняют в одной из планок 1.

Таблица 106

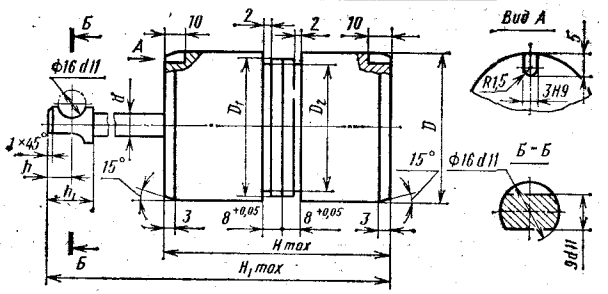
Конструкция и размеры, мм, литниковых и центральных втулок



Модель литьевой машины	Номер обоймы	H	H_1
Д3328 ДБ3328	01 06	22	40
	02 07	27	50
	03 08	37	60
	04 09	47	70
	05 10	67	90
Д3231 ДБ3231	01 06	27	55
	02 07	37	65
	03 08	47	75
	04 09	67	95
	05 10	87	125

Таблица 107

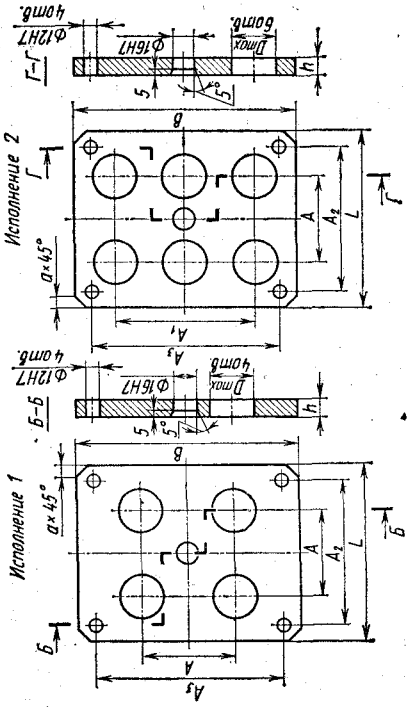
Сменный пакет В-1 (размеры, мм)



Модель литьевой машины	Максимальный объем отливки, см³	Число гнезд	D (пред. откл. по h6)	D_1 (пред. откл. по h6)	D_2	H_{max} (пред. откл. —0,02)	H_1max (пред. откл. —0,05)	h (пред. откл. ±0,05)	h_1
Д3328	63	4	75	70	67	100	200	15	30
ДБ3328		6	50	45	42				
Д3231	125	4	115	110	107	115	250	20	40
ДБ3231		6	90	85	82				

Примечание. Диаметр *d* принимают конструктивно.

Таблица 108



Модель литьевой машины	Максимальный объем отливки, см³	Число гнезд	L	B	h	D max	A (пред. откл. ±0,02)	A_1 (пред. откл. ±0,02)	A_2 (пред. откл. ±0,02)	A_3 (пред. откл. ±0,02)	a
Д3328 ДБ3328	63	4	210	240	12	70	100	—	170	210	10
		6				45		150			
Д3231 ДБ3231	125	4	360	360	15	110	150	—	310	225	55
		6				85		250			

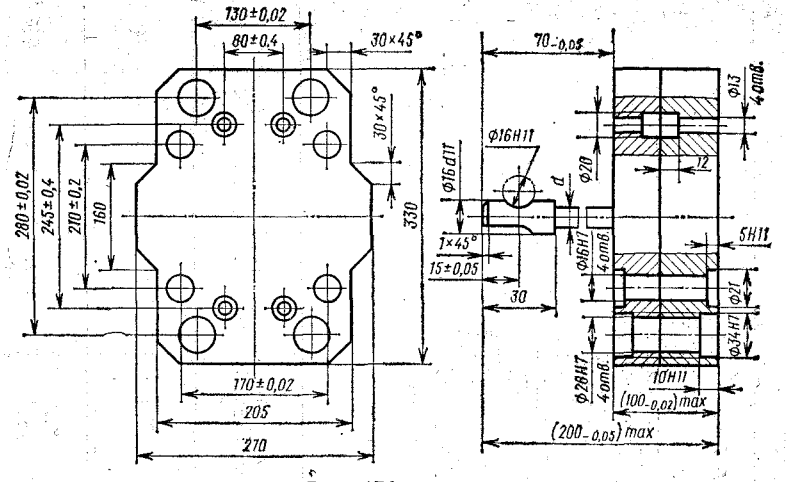


Рис. 174

отливку и получения изделий с различными поднутрениями, а также наличие системы охлаждения (под полезной площадью понимают площадь проекции отливки на основную плоскость разъема, перпендикулярную направлению разъема блока).

На рис. 176, *в* приведен пример многогнездного пакета (более 6 гнезд) со съемом изделий плитой *2*, на рис. 176, *г* — пакета для получения крупногабаритных деталей. Пакет, показанный на рис. 176, *д*, используют для получения деталей с неглубокими поднутрениями, выполненными в ползунах *3*. Ползуны перемещаются колонками *4*. На рис. 176, *е* показан пакет для изготовления изде-

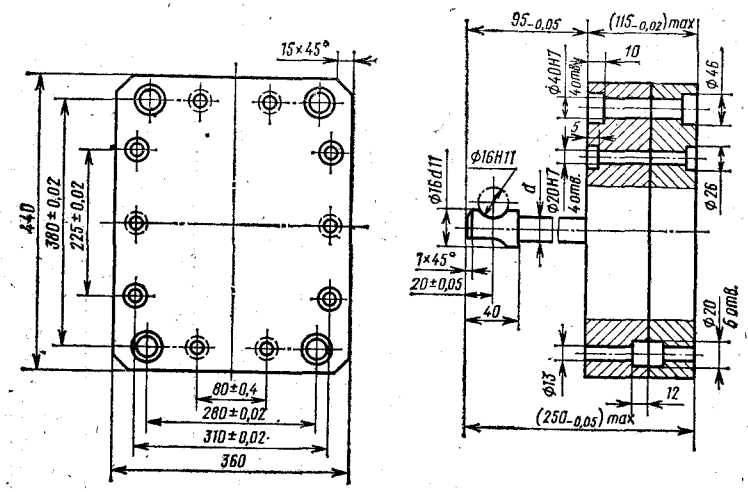


Рис. 175

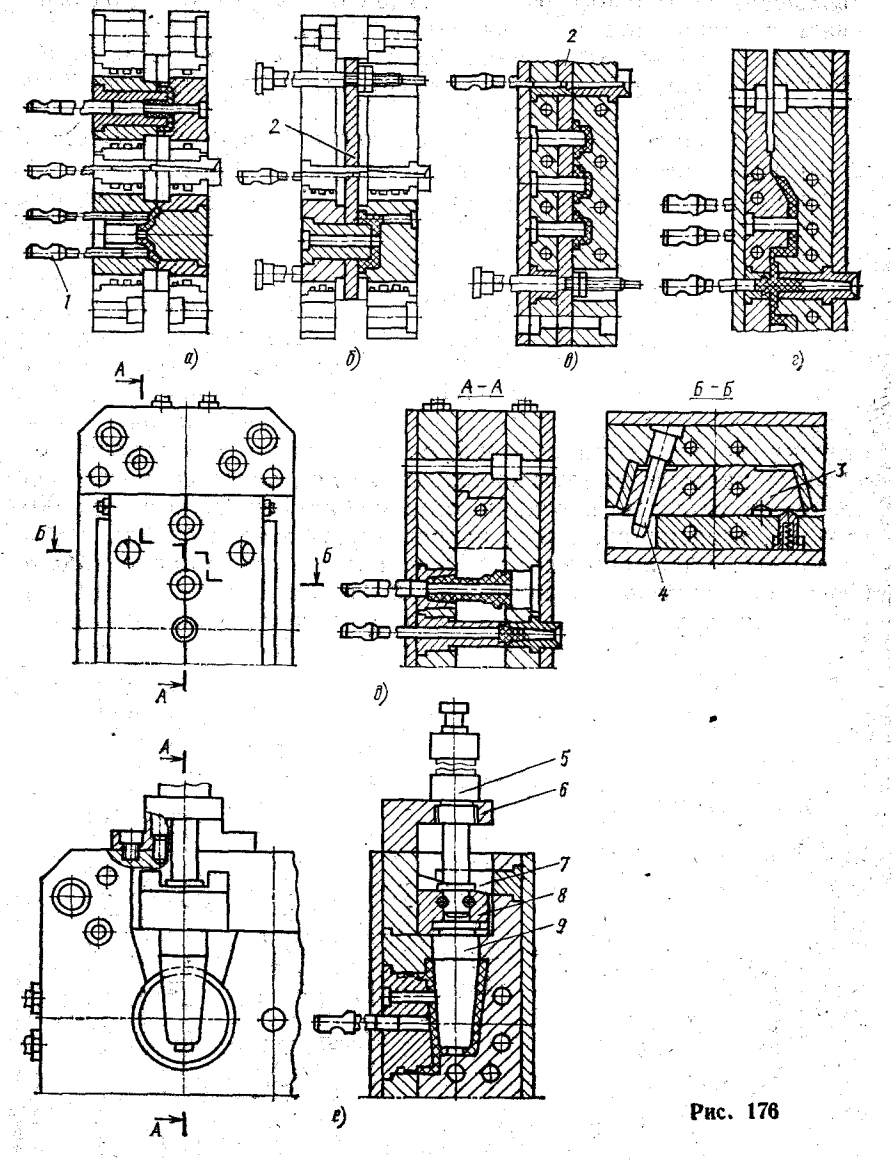


Рис. 176

лий с глубокими поднутрениями, оформляемыми знаками. Знаки закреплены в ползуне *8*, перемещаемом гидро- или пневмоцилиндром *5*. Цилиндр крепится к пакету кронштейном *6*. Для предотвращения возможного обратного выдвижения знака *9* под действием расплава ползун *8* закреплен клином *7*.

Сталкивающие плиты (см. табл. 108) применяют с пакетом В-1. Устанавливают и закрепляют на возвратных колонках *14* блока (см. рис. 173).

Блок и пакеты для изготовления изделий группы г выполнены в двух исполнениях: восьмигнездным для установки на литьевую машину с объемом отливки 63 см³ (рис. 177), четырехгнездным для установки на литьевую машину с объемом отливки 125 см³ (рис. 178, табл. 109).

Конструкция блоков (см. рис. 177, 178) позволяет устанавливать сменные пакеты для изделий с внутренней резьбой и обеспечивает автоматическое вывинчивание резьбовых знаков с помощью электродвигателя и сбрасывание изделия. Крутящий момент от электродвигателя через червячную пару *15*, *16* передается шлицевым соединением на вал-шестерню *9*, который находится в зацеплении с шестернями *8*, расположенными соосно с гнездами блоков и имеющими отверстия для установки резьбового знака пакетов. Частоту вращения шестерни *8* выбирают в пределах 100—120 об/мин. Вал-шестерня *9* может перемещаться в осевом направлении относительно червячного колеса *15*, что реализует работу выталкивающей системы блоков.

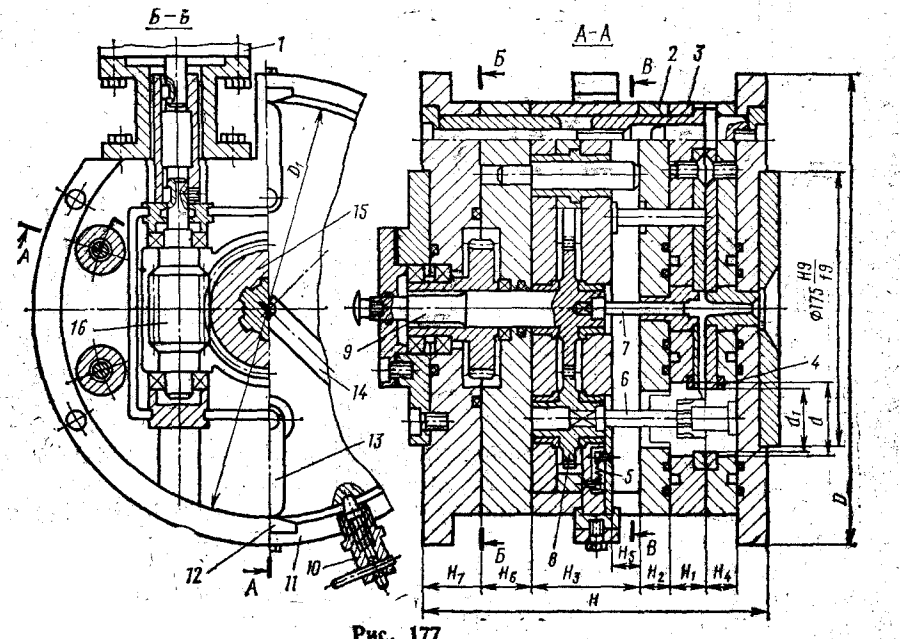


Рис. 177

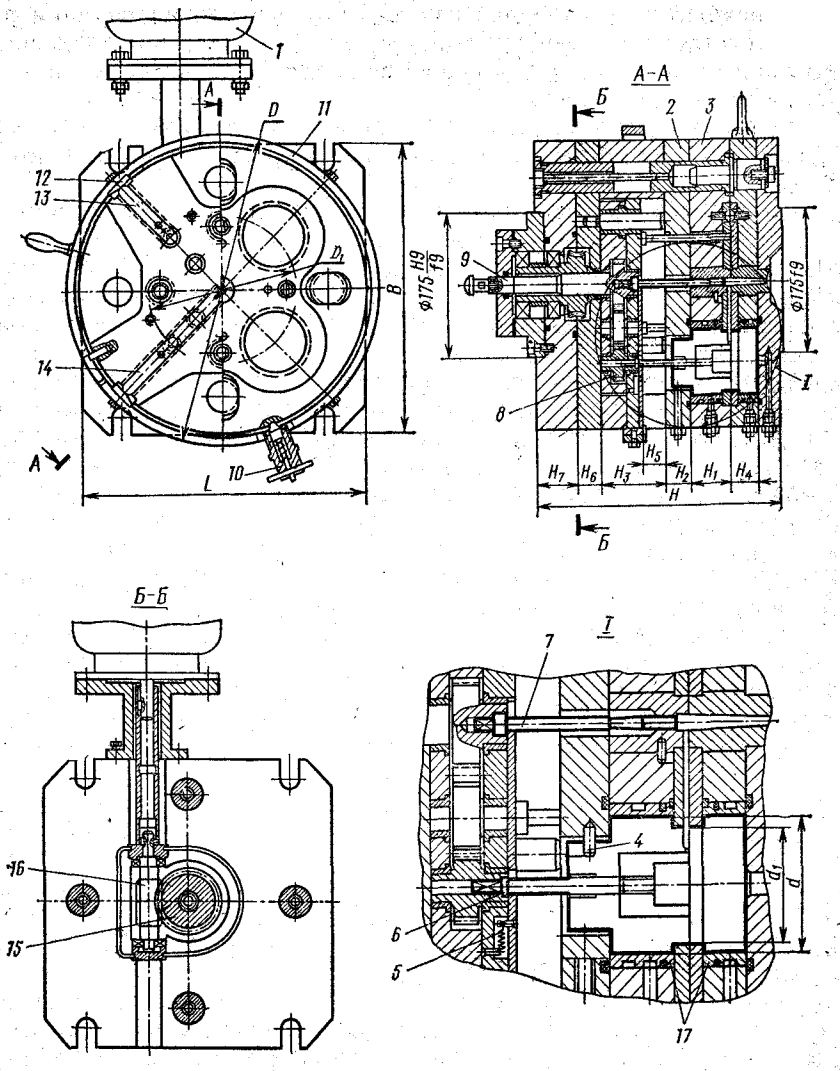


Рис. 178

Сменные пакеты установлены в плитах *2* и *3* блоков; плиты могут иметь охлаждающие кольца *17* (рис. 178).

Для предотвращения проворота матриц пакетов при свинчивании изделия служат шпонки *4* (рис. 177) или штифты *4* (рис. 178).

Резьбовые знаки *6* (рис. 177, 178) пакетов и центральный выталкиватель *7* закреплены в выталкивающей системе блоков запорными планками *13* и *14*. Последние после установки знаков и центрального выталкивателя смещаются к центру блока и своими

Таблица 109

Ограничительные размеры, мм, блока группы Г (см. рис. 177, 178)

Модель литьевой машины	Максимальный объем отливки, см³	Максимальная высота изделия	D	D_1 (пред. откл. ±0,02)	d (пред. откл. по H7)	d_1 (пред. откл. по H7)	B	L	H	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7	Масса, кг
Д3328 ДБ3328	63	45	320	120	40	35	—	—	250	30	25	70	25	25	30	50	120
Д3231 ДБ3231	125	90	380	177,5	100	75	340	340	300	50	30	80	35	35	50	50	240

концами, на которых имеются прорези, закрепляют знаки и выталкиватель в выталкивающей системе блоков. Смещение планок к центру блока происходит при повороте кольца *11* с кулачками *12*, воздействующими на планки. Кольцо *11* в рабочем положении удерживается специальным запорным механизмом *10*. В исходное положение запорные планки *13* и *14* возвращаются (для освобождения знаков и центрального выталкивателя) под действием пружины *5*.

Извлечение изделий из пакетов происходит при раскрытых блоках. При включении электродвигателя приводятся во вращение резьбовые знаки, которые, вывинчиваясь из изделия, выталкивают его из матрицы на расстояние, равное длине резьбы. Если длина резьбы не обеспечивает полного выталкивания изделия из матрицы, то съем изделия происходит в два этапа. На первом этапе частично перемещается подвижная плита термопластавтомата с ее остановкой и свинчивание резьбовых знаков. Затем окончательно раскрывается термопластавтомат, и изделие выталкивается из матрицы выталкивающей системой блока, когда вал-шестерня *9* достигает упора литьевой машины.

При необходимости на блоках могут быть изготовлены изделия без резьбы. В этом случае электродвигатель отключают, и изделие извлекается из матрицы выталкивающей системой.

Различие блоков, показанных на рис. 177 и 178, состоит в том, что во втором случае устанавливаемые пакеты могут иметь собственную систему охлаждения.

Форма и размеры пакета приведены в табл. 110. Примеры использования пакетов приведены на рис. 179. С целью предотвращения возможных задиров на трущихся поверхностях *А* матрицы *1* и резьбового знака *2* необходимо обеспечить антифрикционные свойства этой пары трения.

Универсальный блок группы Д наиболее целесообразно применять в условиях опытного и единичного производства.

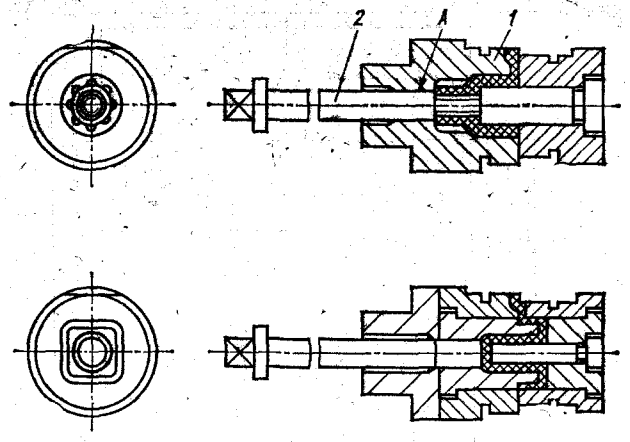


Рис. 179

Конструкция (рис. 180) позволяет устанавливать пакеты, представляющие собой простейшие формы. Конструкция выталкивающей системы блока обеспечивает быстрое крепление к ней выталкивателей сменных пакетов. Механизм крепления выталкивателей аналогичен механизму, используемому в блоке В. Габаритные и другие ограничительные размеры блока приведены в табл. 111. Схема расположения отверстий для крепления выталкивателей показана на рис. 181.

Пакеты крепятся к блоку специальными прихватами *1* (см. рис. 180), соединяемыми винтами *3* с сухарями *2*. Последние распо-

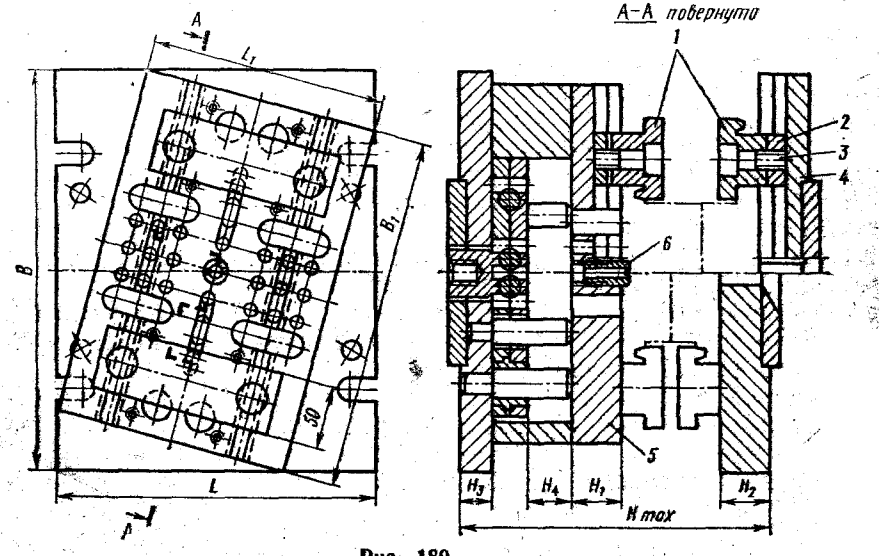


Рис. 180

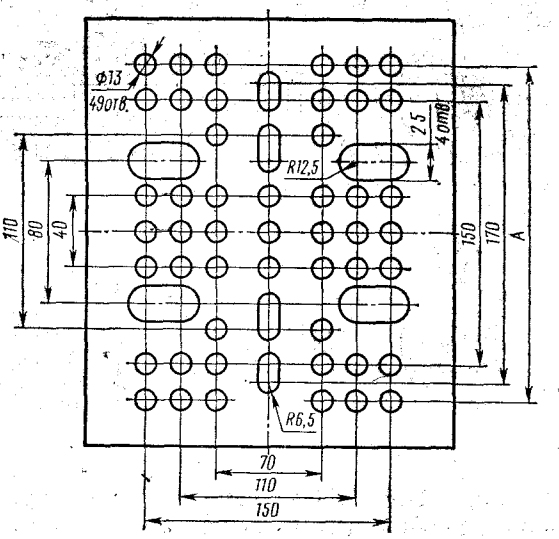
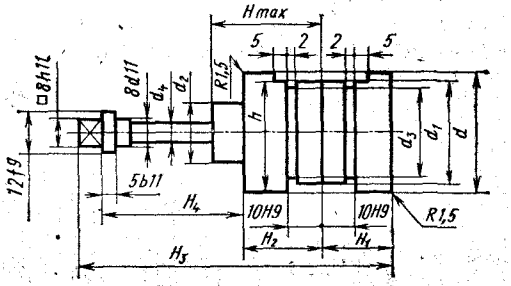


Рис. 181

Таблица 110

Сменный пакет группы Г-1 (размеры, мм)



Модель литьевой машины	Максимальный объем отливки, см³	d (пред. откл. по h6)	d_1 (пред. откл. по h6)	d_2	d_3	Hmax	H_1 (пред. откл. по h6)	H_2 (пред. откл. по h6)	H_3	H_4 (пред. откл. +0,2)	h (пред. откл. −0,1)
Д3328 ДБ3328	63	40	35	25	32	54,5	25	30	125	55	37,5
Д3231 ДБ3231	125	100	75	60	72	79,5	35	50	175	75	97

Примечание. Диаметр d_4 принимается конструктивно.

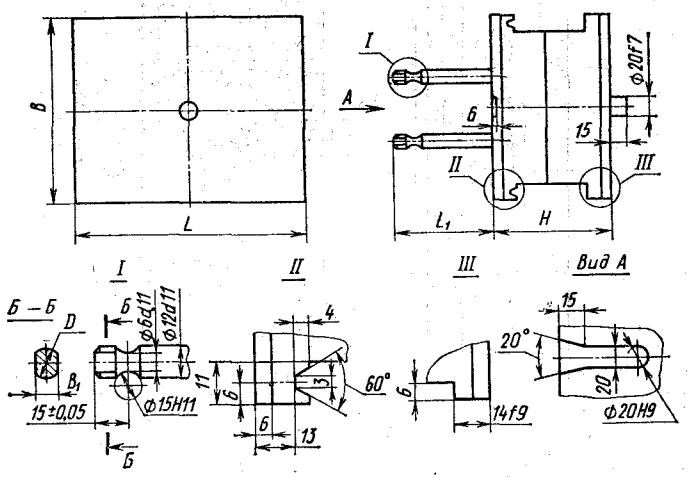
Таблица 111

Ограничительные размеры, мм, блока группы Д (см. рис. 180)

Модель литьевой машины	Максимальный объем отливки, см³	Максимальная высота изделия	L	L_1	B	B_1	Hmax	H_1	H_2	H_3	H_4	Масса, кг
Д3328 ДБ3328	63	60	310	240	340	290	250	30	30	25	40	205
Д3231 ДБ3231	125	80	370	290	380	320	310	40	40	30	50	340

Таблица 112

Сменный пакет группы Д-1 (размеры, мм)



Модель литьевой машины	Максимальный объем отливки, см²	L	L_1	B	B_1 (пред. откл. по d11)	H_{max}	A (см. рис. 181)	D (пред. откл. по d11)
Д3328 ДБ3328	63	240	100	200	8	95	—	10
Д3231 ДБ3231	125	300	120	250	9	120	190	12

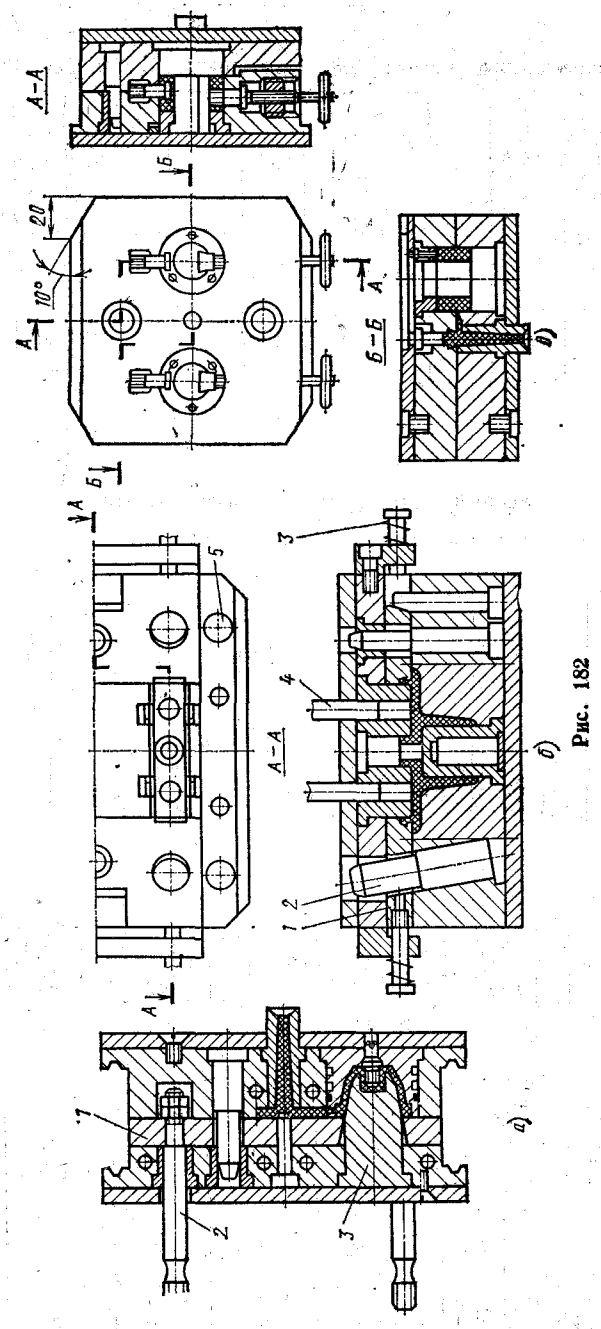


Рис. 182

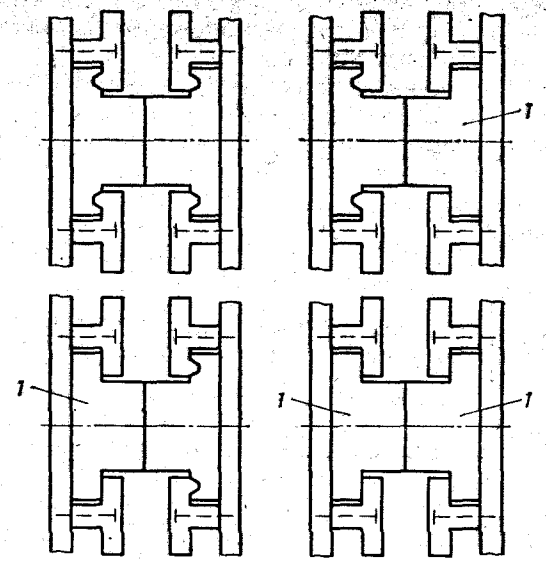


Рис. 183

ложены в Т-образных пазах плит *4* и *5* блока. Перемещением сухарей с прихватами в этих пазах можно закрепить пакеты разных размеров. Прихваты имеют две различные прижимные поверхности, поэтому пакеты можно крепить на блоке жестко или свободно. Свободное крепление пакетов позволяет извлекать из блока пакет-кассету или часть его для установки в нем арматуры и снятия изделия. Для изменения вариантов крепления пакетов к блоку необходим поворот на 180° прихватов *1*.

Втулка *6* блока служит для центрирования левых частей пакета. Центрирование правых частей обеспечивает литниковая втулка пакета. Опорная плита *5* имеет паз для прохода литниковой втулки кассеты, идентичный по форме пазу пакета-кассеты (см. табл. 112, вид *А*). Конструкция и размеры пакетов Д-1 приведены в табл. 112.

Примеры использования пакетов и возможные схемы крепления их на блоке даны на рис. 182.

С пуансонов *3* (рис. 182, *а*) изделия снимаются сталкивающей плитой *1*, закрепленной на тягах *2*, которые одновременно служат колонками для возврата выталкивающей системы блока в исходное положение.

Пакет (рис. 182, *б*), жестко закрепляемый на блоке, обеспечивает автоматическую работу блока при изготовлении изделий с боковыми поднутрениями, которые оформляются сухарями *1*, раздвигаемыми наклонными колонками *2* при раскрытии пакета. В раздвинутом положении сухари удерживаются пружинами *3*. Изделия снимаются толкателями *4*, соединенными с выталкивающей системой блока. В исходное положение выталкивающую систему блока возвращают колонки *5*.

На рис. 182, *в* показан пакет Д-2, свободно устанавливаемый в блоке и извлекаемый из него после каждой отливки для извлечения изделия и установки арматуры. Размеры пакета принимают по табл. 112, массу — с учетом установленных норм.

Возможные варианты пакетов Д-1 и Д-2 и примеры их установки на блоке показаны на рис. 183. В пакетах, устанавливаемых в блоке, кроме съемных частей *1* по возможности предусматривают охлаждающие каналы для ускорения процесса охлаждения.

7.2. ГРУППОВАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ РЕАКТОПЛАСТОВ

Групповую оснастку выбирают по табл. 113 в соответствии с рекомендациями, изложенными в п. 7.1.

Блок и пакеты для изготовления изделий группы а (рис. 184) предусматривает установку четырех пакетов исполнения А-1 или одного пакета исполнения А-2 (см. табл. 115). При использовании пакета А-1 можно одновременно получать разные детали (до четырех) с одинаковым технологическим режимом изготовления (время выдержки, температура, давление). Для изготовления на блоке крупногабаритных деталей используют пакет А-2.

Матрицы *4* пакетов (А-1) крепятся в переходной обойме *6* матриц болтами *13*, *17* и планками *14*, *18*; положение матриц определяется шпонками *15*.

Для установки пакета А-2 из блока необходимо извлечь переходную обойму *6*. На ее место устанавливают матрицу пакета, идентичную по форме и размерам с переходной обоймой матриц. Для крепления матрицы предназначены планки *16*, одновременно являющиеся опорными планками блока.

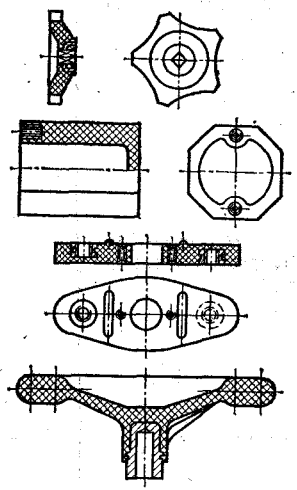
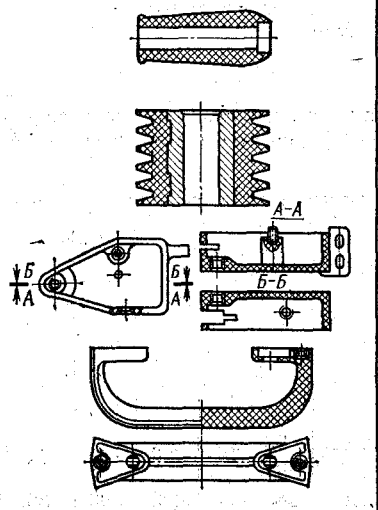
Сменные выталкиватели *5* закрепляют нижним концом в плитах *7* и *8* выталкивателей с помощью быстродействующего запорного устройства, представляющего собой цилиндрический валик *9* с лысками. Фиксацию валика от проворачивания обеспечивает запорная планка. Расположение выталкивателей определяется расположением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

Пуансоны *2* пакета А-1 устанавливают в пуансонодержатель *3*, который крепится к верхней плите обогрева *10*. Для этого пуансонодержатель вдвигают по направляющим *11*, базируют на установочных штифтах *12* и закрепляют винтами *1*. Пуансонодержатель может входить в комплект блока или пакетов. В последнем случае повышается надежность установки пуансонов в пуансонодержателе.

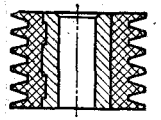
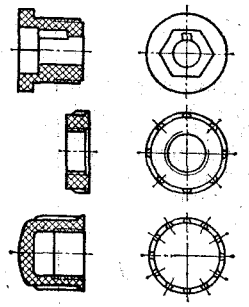
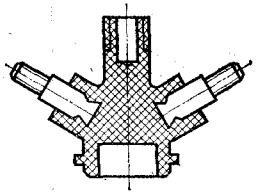
Ограничительные размеры блоков и пакетов для установки на прессы с усилием 630, 1000, 1600 кН даны соответственно в табл. 114 и 115. Примеры использования пакетов приведены на рис. 185.

Таблица 113

Типовые представители групп изделий из реактопластов и их характеристики

Группа изделия	Характеристика группы изделия	Эскиз типового представителя группы изделий	Группа блока	Вид пакета
а	Изделия любой формы в плане, монолитные или полые, с отверстиями, резьбой, арматурой, расположенными параллельно направлению разъема блока		А	А-1 * А-2 **
б	Изделия любой формы в плане, монолитные или полые. Отверстия, резьбы, арматура (буксы, гайки, шпильки и т. п.) расположены параллельно направлению разъема пресса. Поднутрения (выступы, отверстия, резьбы) и арматура расположены перпендикулярно плоскости разъема матрицы		Б	Б-1

Продолжение табл. 113

Группа изделия	Характеристика группы изделия	Эскиз типового представителя группы изделий	Группа блока	Вид пакета
в	Шкивы повышенной точности (с арматурой и без нее)		В	В-1
г	Гайки, пробки резьбовые и пр. с внутренней и наружной резьбой		Г	Г-1
д	Изделия групп а, б, в, г, а также другие изделия со сложной установкой арматуры и съемных оформляющих знаков		Д	

* Пакет устанавливают с переходной обоймой *6* (см. рис. 184).
** Пакет устанавливают без переходной обоймы *6*.

Таблица 114

Ограничительные размеры, мм, блока группы А (см. рис. 184)

Усилие пресса, кН	L	B	H	L_1 (пред. откл. по f7)	B_1 (пред. откл. по f7)	A (пред. откл. ±0,02)	H_1	H_2	H_3	H_4	Размеры изделия: d_{max}	Размеры изделия: h_{max}	Площадь прессования, см², при давлении 25 МПа	Масса, кг
630	480	480	450	290	290	260	90	55	80	25	175	45	240	580
1000	500	480	490				110		100		220	65	400	700
1600	630	630	540	420	420	390	130	60	120	30	280	85	600	1000

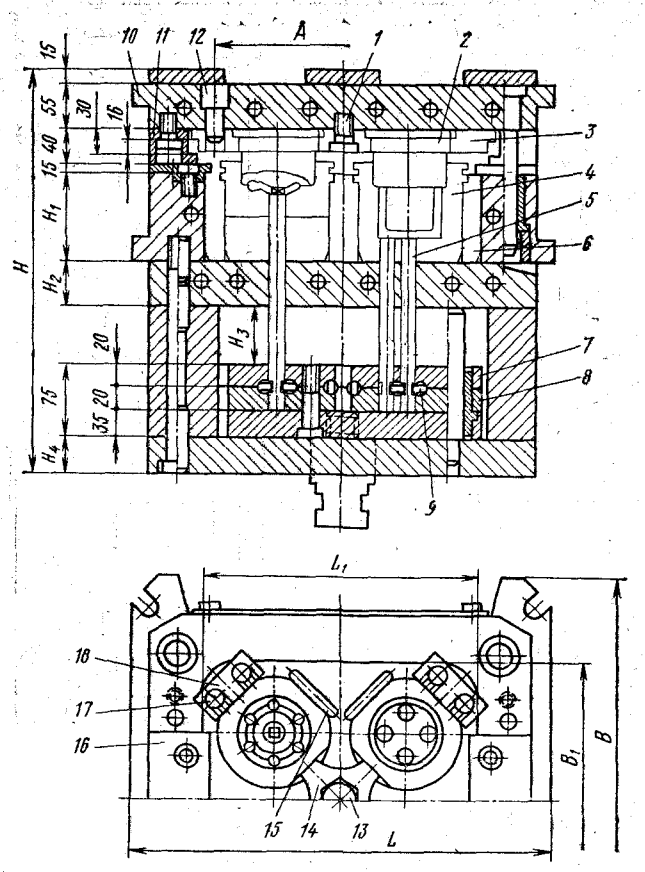


Рис. 184

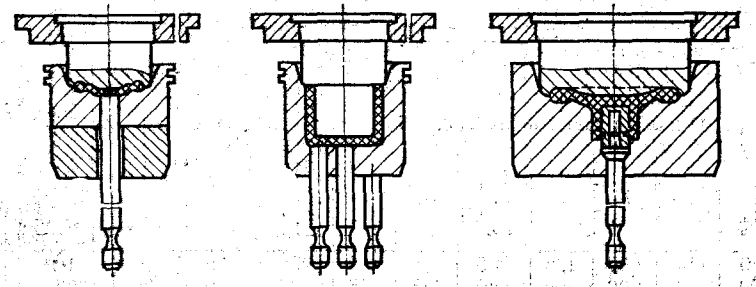
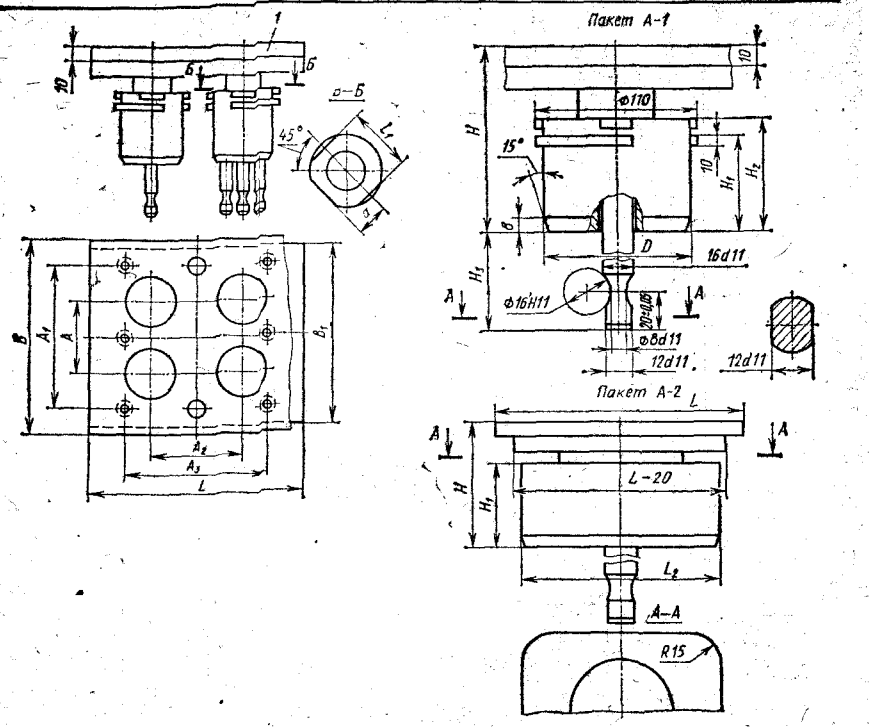


Рис. 185

Таблица 115

Сменный пакет групп А-1, А-2 (размеры, мм)



Усилие пресса, кН	D (пред. откл. по f7)	L	L_1	L_2 (пред. откл. по f7)	A	A_1	A_2	A_3	a (пред. откл. ±0,1)	B	B_1	H	H_1	H_2	H_3
630	105	320	90	290	130	250	130	200	52,5	320	300	145	90	105	175
1000	130		115		155		155	280	65			170	110	125	195
1600	160	450	130	420	185	380	185	330	80	450	430	185	130	145	220

Примечание. *1* — пуансонодержатель.

Таблица 116

Ограничительные размеры, мм, блока группы Б (см. рис. 186)

Усилие пресса, кН	L	B	H	A (пред. откл. ±0,02)	H_1	H_2	D (пред. откл. по f7)	Размеры детали		Площадь прессования, см², при давлении 40 МПа	Масса, кг
								d_{max}	h_{max}		
630	455	465	465	205	95	95	235	135	60	160	450
1000	490	500	505	240	115	115	270	170	80	250	580
1600	540	560	545	280	135	135	315	215	100	400	770

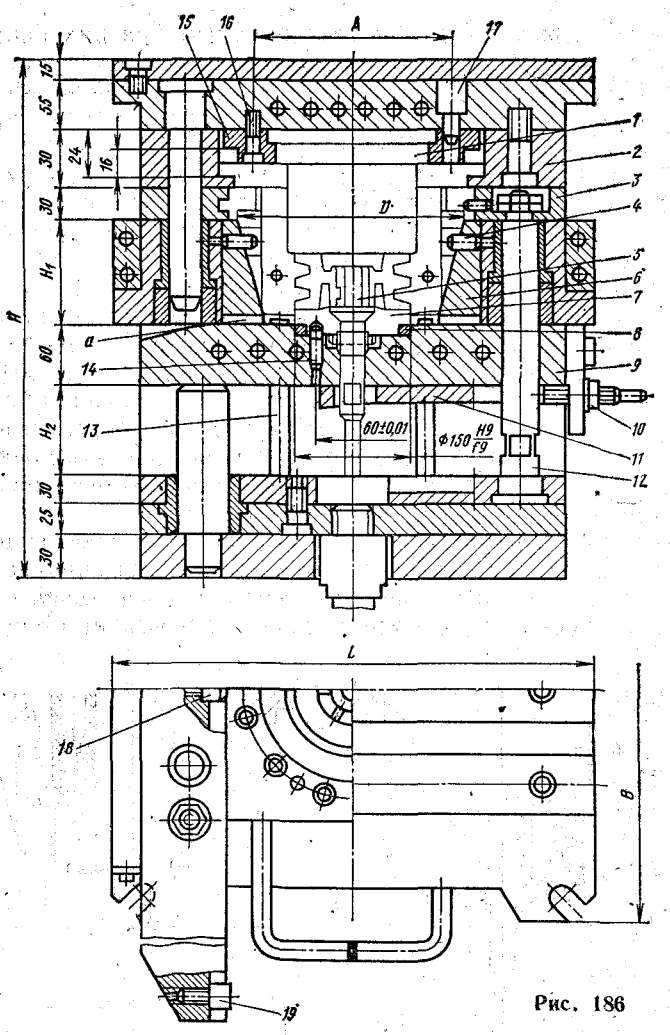


Рис. 186

Блок и пакеты для изготовления изделий группы б. Блок, показанный на рис. 186, предусматривает установку пакета с разъемной в вертикальной плоскости матрицей и автоматическое разделение полуматриц при выталкивании их из обоймы. Габаритные и ограничительные размеры блока даны в табл. 116.

Для установки и закрепления пуансона в блоке предусмотрены направляющие *2* (см. рис. 186), по которым пуансон *1* с пуансонодержателем *15* вдвигается до совмещения базовых отверстий пуансонодержателя с установочными штифтами *17*. После этого пуансонодержатель устанавливается на них и закрепляется винтами *16*.

Для установки разъемной матрицы в коническое гнездо обоймы *6* в блоке имеются тяги *12* с закрепленными на них направляющими *3*. Коническое гнездо обеспечивает надежное смыкание полуматриц в процессе запрессовки. Кольцо *8* плиты обогрева *9* предназначено для установки вставки *7* пакета. Для базирования пакета служит штифт *14*. Вставку закрепляют клиновым зажимом *11* и гайкой *10* через центральный стержень *5*. Вставка *7* и стержень *5* могут быть одновременно оформляющими элементами (рис. 186, 187, *а*) или выполнять самостоятельные функции базирования и крепления (рис. 187, *б*, *в*).

Для выталкивания полуматриц предназначены выталкиватели *13* (см. рис. 186). При движении полуматриц вверх штифт *4* раздвигает их на 1—2 мм, после чего оператор вручную свободно выдвигает переднюю полуматрицу по направляющим *3* до упора в ограничительный винт *19*, обеспечивая пространство для съема изделия. Винты *18* определяют правильное расположение полуматриц в направляющих для установки их в гнездо. На нижней плоскости обоймы матрицы выполнены пазы *а* для очистки (продува) гнезда обоймы от грата.

Смену пакетов проводят при раскрытом блоке непосредственно на прессе в такой последовательности: вывинчивают винты *16*, и пуансон с пуансонодержателем под действием собственного веса опускается в направляющие *2* и выдвигается; вывин-

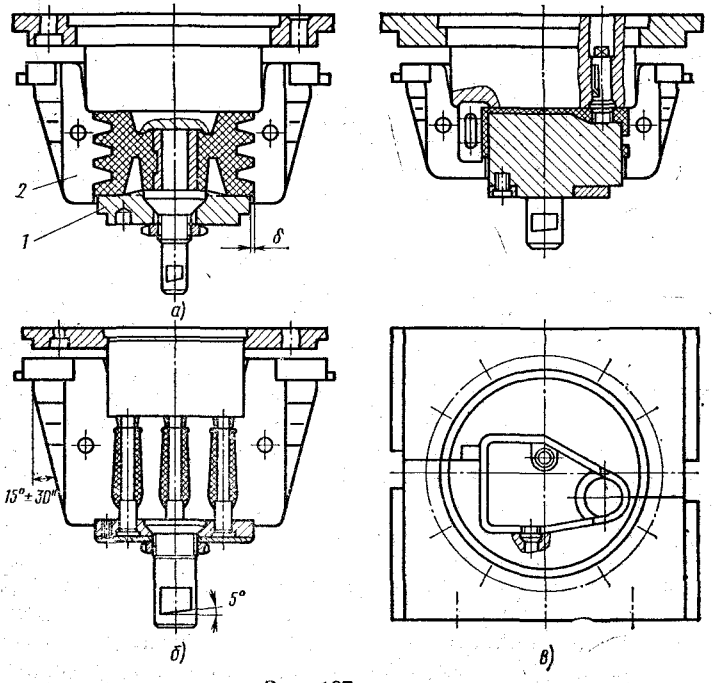


Рис. 187

чивают ограничительные винты *19*, выталкивающая система устанавливается в верхнее положение, и выдвигается передняя полуматрица; вывинчивают винт *18* и выдвигают заднюю полуматрицу; отворачивают гайку *10* клинового зажима; клиновой зажим *11* смещают к центру блока, освобождают центральный стержень *5* и удаляют вместе со вставкой *7*.

Новые пакеты устанавливают в обратном порядке.

Для получения качественного изделия между вставкой *7* и матрицей (по контуру) предусматривают зазор $\delta = 0{,}4 \ldots 0{,}6$ мм (для волокнита) и $\delta = 0{,}2 \ldots 0{,}3$ мм (для фенопласта).

Конструкция и ограничительные размеры пакета Б-1 приведены в табл. 117. Два штифта *1* обеспечивают точное совмещение полуматриц. Гайку *2* вводят в пакет при необходимости. Примеры использования пакетов показаны на рис. 187.

Блок и пакеты для изготовления шкивов повышенной точности (группа в). Отличительная особенность этого блока (рис. 188) от блока группы Б — наличие специального устройства, позволяющего устанавливать трехсекционную разъемную матрицу пакета. Для этого в блоке имеются три сектора, на которых закрепляют винтами *9* соответствующие секции матрицы, имеющие для этого наружную кольцевую проточку. Задний сектор *10* закреплен неподвижно на двух тягах *8*. На каждой из этих тяг шарнирно закреплены боковые секторы *3*. Тяга *6* служит соединительным звеном боковых секторов при установке матрицы в гнездо обоймы.

Установка и крепление пуансона *2* с пуансонодержателем *1*, вставки *7* и центрального стержня *5*, а также выталкивание матрицы для блоков групп *В* и *Б* аналогичны. Разделение частей матрицы при выталкивании осуществляет штифт *4*. Затем оператор раскрывает матрицу и извлекает изделие. Как и на блоке группы *Б*, на нижней плоскости обоймы имеются пазы для продува гнезда. Ограничительные размеры блока даны в табл. 118.

Конструкция и ограничительные размеры пакета приведены в табл. 119. Точное совмещение секций пакета обеспечивается тремя сухарями *11* (см. рис. 188) [А. с. 659397 (СССР)].

Пример использования пакета иллюстрирует рис. 188.

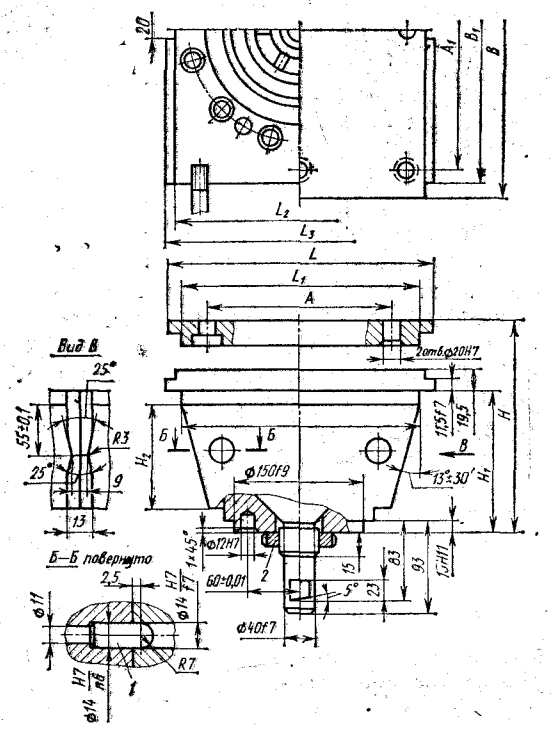
Блок и пакеты для изготовления изделий группы г. Блок (рис. 189) ротационного типа с двумя позициями. В одной из позиций происходит прессование, в другой — одновременное свинчивание отпрессованных в предыдущем цикле изделий. В блоке установлены шестнадцать сменных пуансонов *9*, восемь матриц *7* и восемь ключей *2* для свинчивания изделий.

Поворот кассеты *12* с пуансонами на 180° осуществляется от привода, состоящего из двух пневматических цилиндров с зубчатой рейкой и системы шестерен или вручную. При ручном повороте пуансонодержателя его фиксируют запорным устройством *14*.

Свинчивание изделий происходит одновременно с восьми пуансонов от одного привода. Матрицы *7* устанавливают в конические гнезда обоймы *8* матриц и закрепляют в ней винтами *11* и планкой

Таблица 117

Сменный пакет группы Б-1 (размеры, мм)



Усилие пресса, кН	L	L_1	L_2 (пред. откл. по f9)	L_3	H (пред. откл. ±0,05)	A (пред. откл. ±0,02)	A_1	D (пред. откл. по f7)	B	B_1	H_1	H_2 (пред. откл. ±0,05)
63	258	238	250	268	165	205	260	235	310	300	105	90
100	288	268	280	298	185	240	290	270	340	310	135	110
160	328	308	320	338	205	280	290	315	340	330	145	130

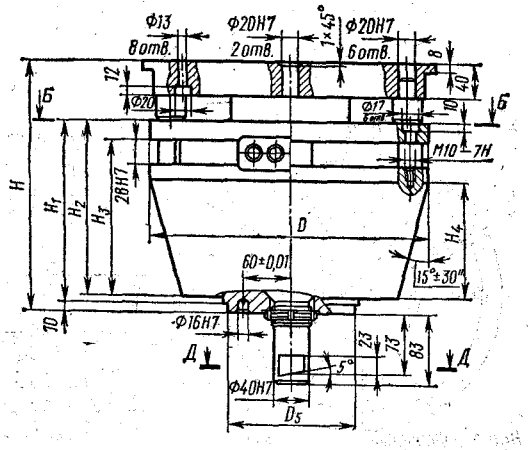
Таблица 118

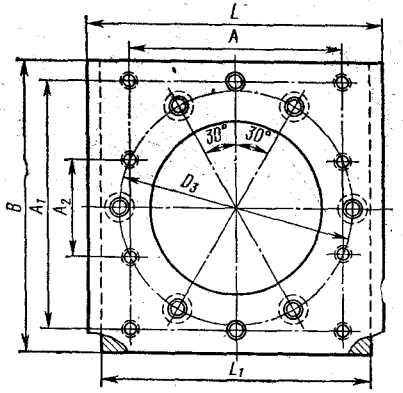
Ограничительные размеры, мм, блока для изготовления шкивов повышенной точности группы В (см. рис. 188)

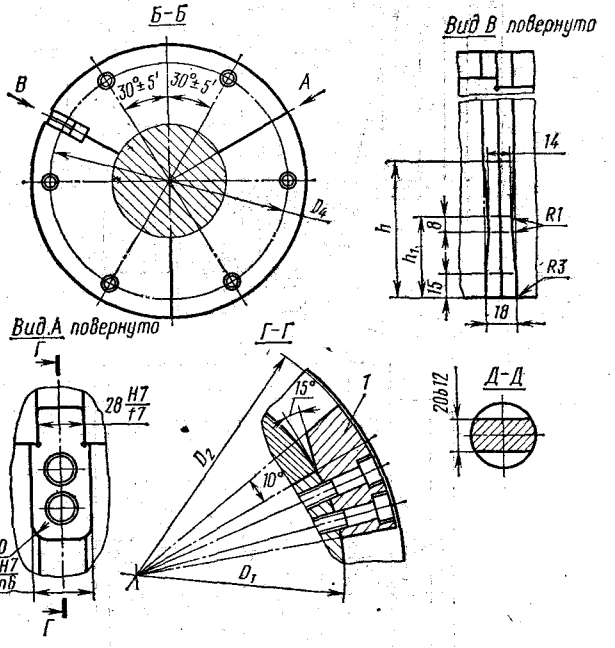
Усилие пресса, кН	L	B	H	A (пред. откл. ±0,02)	H_1	H_2	D (пред. откл. по f7)	Размеры изделия		Площадь прессования, см², при давлении 40 МПа	Масса, кг
								d_{max}	h_{max}		
630	480	480	535	205	90	95	250	135	80	160	540
1000	590	590	575	240	110	115	285	170	90	250	920
1600	610	610	640	285	130	135	330	215	100	400	1130

Пакет для изготовления шкивов повышенной точности (группа В-1); размеры, мм

Таблица 119







Усилие пресса, кН	L	L_1	H	H_1 (пред. откл. ±0,1)	H_2 (пред. откл. по h8)	H_3	H_4	h	h_1
630	268	250	230	150	145	126	85	80	45
1000	298	280	250	180	175	150	105	85	50
1600	328	310	285	215	210	185	140	85	50

A (пред. откл. ±0,02)	A_1	A_2	B	D (пред. откл. по f7)	D_1 (пред. откл. по f9)	D_2	D_3 (пред. откл. ±0,02)	D_4 (пред. откл. ±0,4)	D_5 (пред. откл. по f7)
205	240	80	280	250	195	248	220	220	135
240	255	100	315	285	230	283	250	255	150
250	300	120	360	330	260	328	280	290	150

10. Ключи *2* устанавливают в гнезда шестерен *6* механизма свинчивания. Момент вращения от шестерни *6* передается на ключ штифтами *5*, установленными в шестернях.

После отпрессовки изделия и раскрытия блока пуансонодержатель с пуансонами поворачивают на 180°, в матрицы с помощью приспособления загружают материал. Блок смыкается. При смыкании блока пуансоны с отпрессованными изделиями заходят в отверстия механизма свинчивания, и изделия, находящиеся на пуансонах, входят в зацепление с ключами этого механизма. Включается привод механизма свинчивания, состоящий из электродвигателя, редуктора и системы шестерен. При свинчивании с пуансона изделие вместе с ключом опускается, сжимая пружины

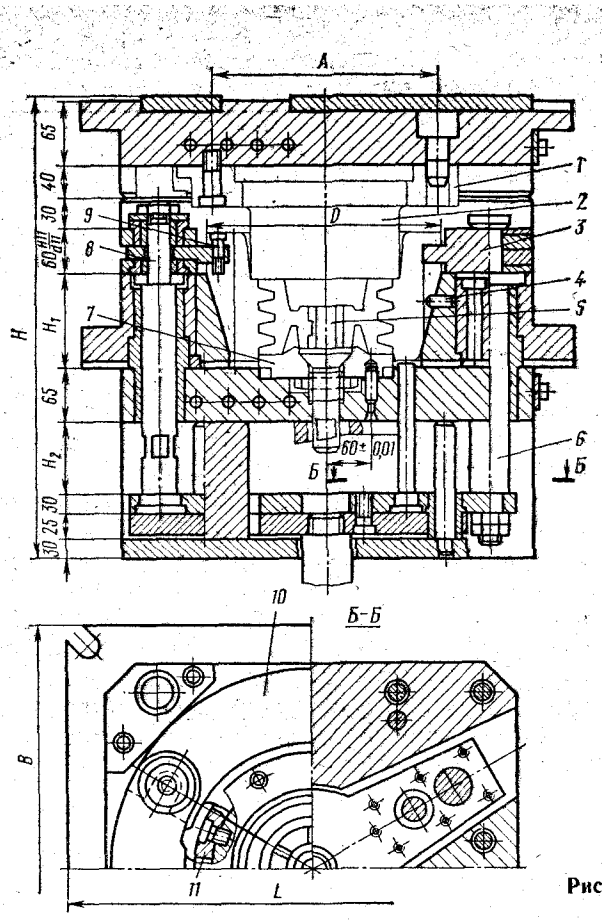


Рис. 188

3 и *4*. Пружина *3* служит для возврата ключей в исходное положение, а пружина *4* выталкивает изделие из ключа.

Смену пакетов выполняют при раскрытом блоке непосредственно на прессе в такой последовательности: 1) вращением винта *15* сегменты *16* запорного устройства сближают, ослабляя крепление пуансона; поворотом пуансона совмещают лыску на его базовом цилиндре с запорным сегментом и извлекают пуансон из гнезда; 2) вывинчивают винты *11* и снимают планку *10*, матрицы извлекают из гнезда; 3) вывинчивают винты *13* и снимают плиту *1*; ключи извлекают из гнезд шестерен.

Установку новых пакетов производят в обратном порядке.

Рассмотренный блок предназначен для установки на прессы с усилием прессования 630 и 1000 кН.

Конструкция и размеры пакета Г-1 показаны на рис. 190, *а*, конструкция и размеры заготовки ключей для свинчивания — на рис. 190, *б*.

Ключ исполнения I предназначен для свинчивания изделий с охватывающим элементом зацепления под ключ, ключ исполнения II — для свинчивания изделий с охватываемым элементом под ключ. Ключ исполнения II имеет выталкиватель *1*, обеспечивающий выталкивание изделия из гнезда ключа после свинчивания изделия и раскрытия блока.

Примеры использования пакета для изделий с наружной резьбой в позиции соответственно прессования и свинчивания даны на рис. 191, *а* и *б*; аналогичный пример для изделий с внутренней резьбой приведен на рис. 191, *в* и *г*.

Универсальный блок группы Д (рис. 192, *а*, табл. 120) наиболее целесообразно применять в условиях опытного и единичного производства.

Блок предусматривает установку пакетов как со съемной верхней или нижней частью, так и без съемных частей.

Блок состоит из верхней *1* и нижней *4* плит обогрева, опорных брусьев *6* и выталкивающей системы *5*. Для крепления частей пакетов к блоку в плитах обогрева установлены прихваты *2*. Направляющими съемных частей пакета служат планки *7*. Прихваты и планки подвижно закреплены в плитах, что позволяет устанавливать их в любом месте плиты, обеспечивая закрепление пакетов различных размеров и конфигурации.

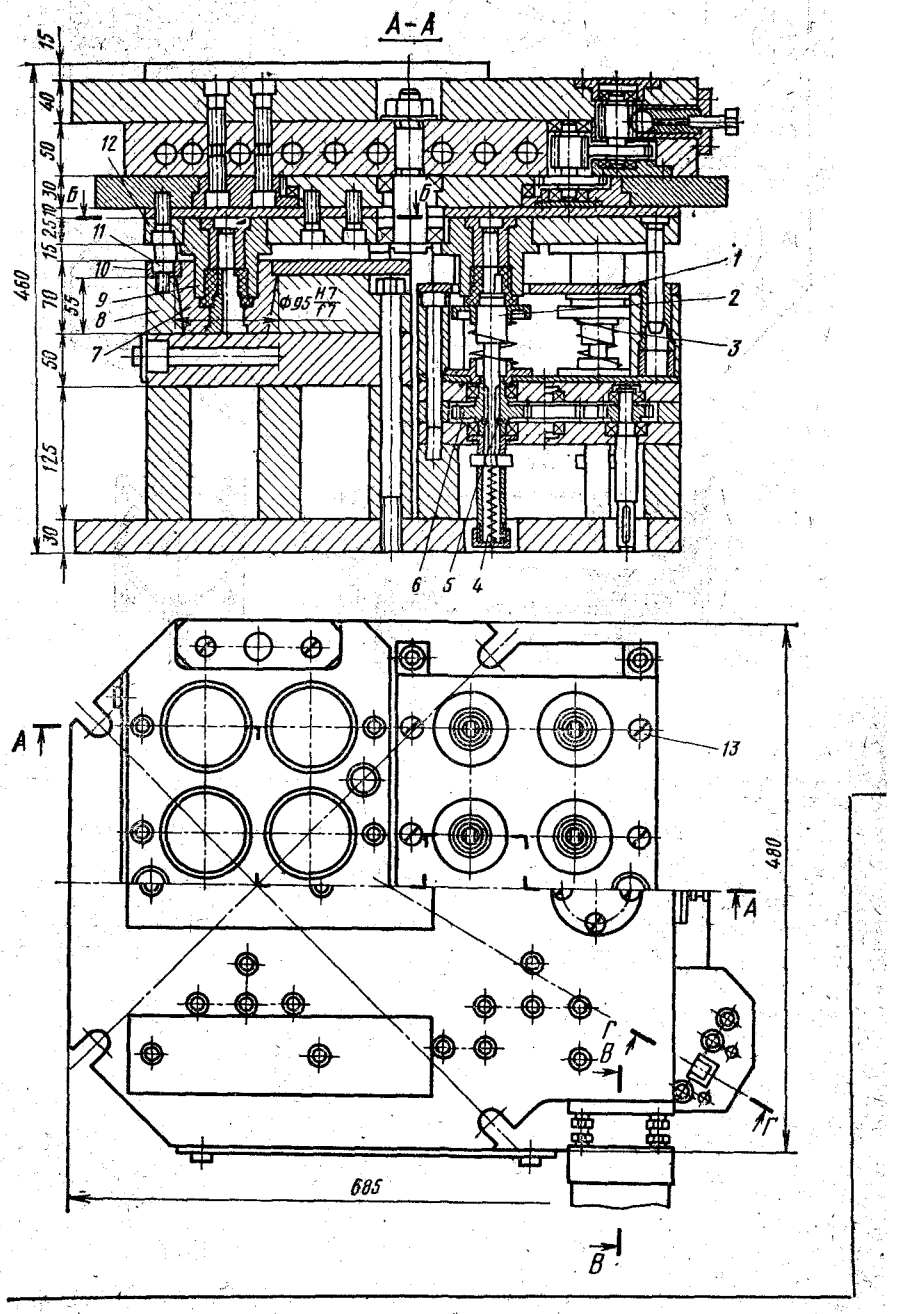
Для центрирования съемных частей пакета в блоке предусмотрен штифт *3*, который при необходимости (при установке пакетов без съемных частей) можно легко удалить. Съемные части пакета закрепляются в рабочем положении фиксатором *8*, установленным в планках *7*.

Конструкция выталкивающей системы позволяет быстро установить и закрепить выталкивающие стержни пакетов. Механизм крепления выталкивателей аналогичен механизму блока А.

Для увеличения высоты раскрытия блока (при изготовлении высоких изделий) его можно легко переналадить, удалив опорные брусья *6* и выталкивающую систему *5* (рис. 192, *а*). В этом случае выталкивающие стержни *9* пакетов свободно висят над плитой *10* (рис. 192, *б*), закрепляемой на хвостовике пресса и воздействующей на выталкивающие стержни в момент выталкивания изделия.

Конструкция пакетов и примеры их использования даны на рис. 193, *а—в*, ограничительные размеры — в табл. 121.

При изготовлении изделий группы д возможны следующие варианты установки пакетов на блок: неподвижное крепление к верхней и нижней плите — рис. 194, *а*, неподвижное крепление к верхней плите (на нижней плите установлена кассета) — рис. 194, *б*, неподвижное крепление к нижней плите (на верхней плите установлена кассета) — рис. 194, *в*, неподвижное крепление к нижней плите (на верхней плите установлены две кассеты) —



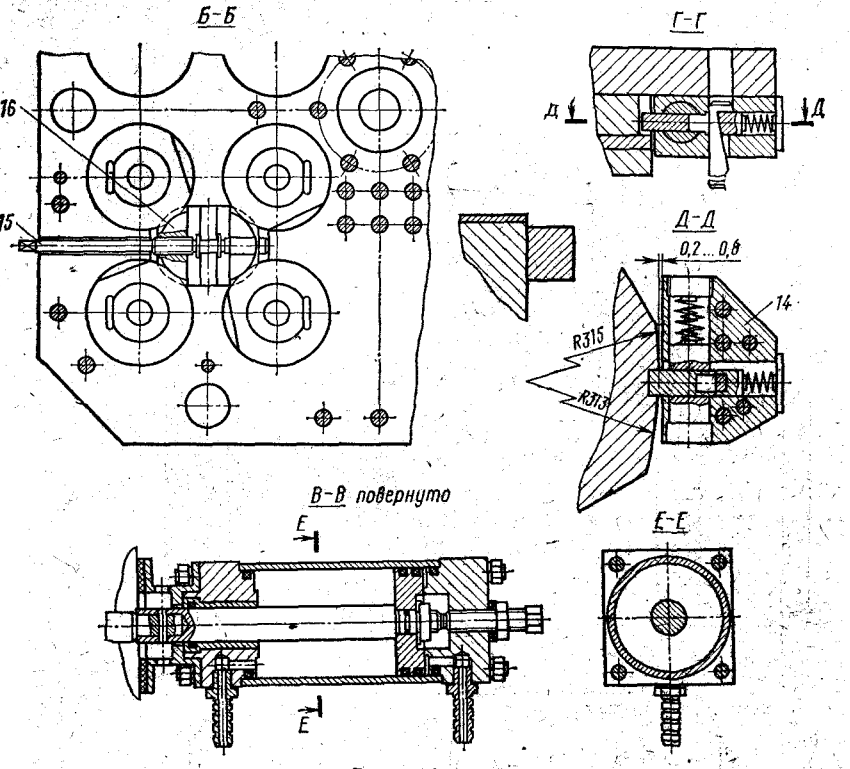


Рис. 189

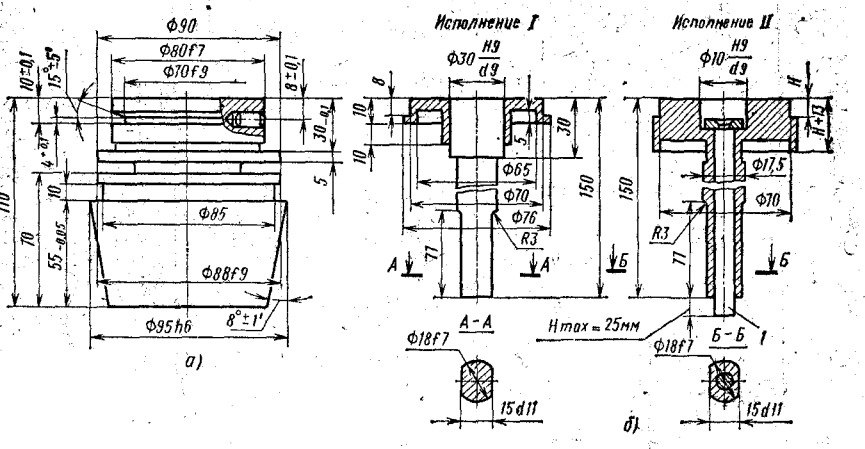


Рис. 190

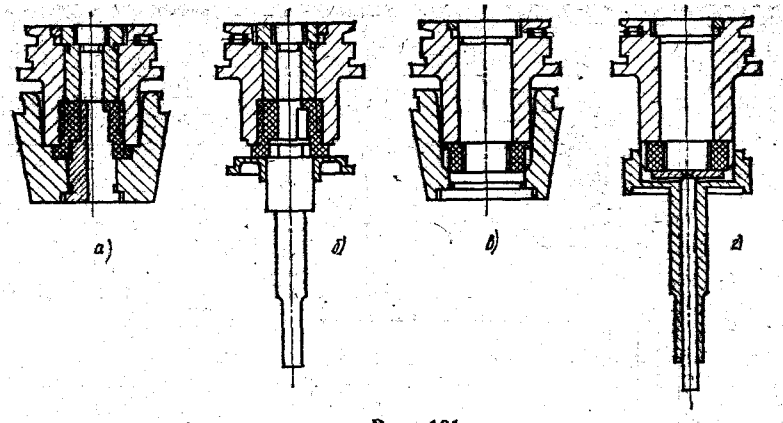


Рис. 191

рис. 194, *г*, неподвижное крепление к верхней плите (на нижней плите установлены две кассеты) — рис. 194, *д*.

Кроме рассмотренной переналаживаемой оснастки на ряд универсальных блоков и пакетов к ним разработаны соответствующие стандарты.

Таблица 120

Ограничительные размеры, мм, блока группы Д (см. рис. 192)

Усилие пресса, кН	L	B	H	B_1	h_{max} *	Площадь прессования, см², при давлении 30 МПа	Масса, кг
630	450	450	450	240	60	200	340
1000	580	580	490	270	80	300	560
1600	750	750	530	440	100	500	950

* Максимальная высота прессуемого изделия.

Таблица 121

Сменный пакет группы Д (см. рис. 193); размеры, мм

Усилие пресса, кН	L_{max}	B_{max}	Hmax при установке на блок, показанный на рис.	
			192, *а*	192, *б*
630	220	290	160	240
1000	350	420	200	260
1600	520	590	240	320

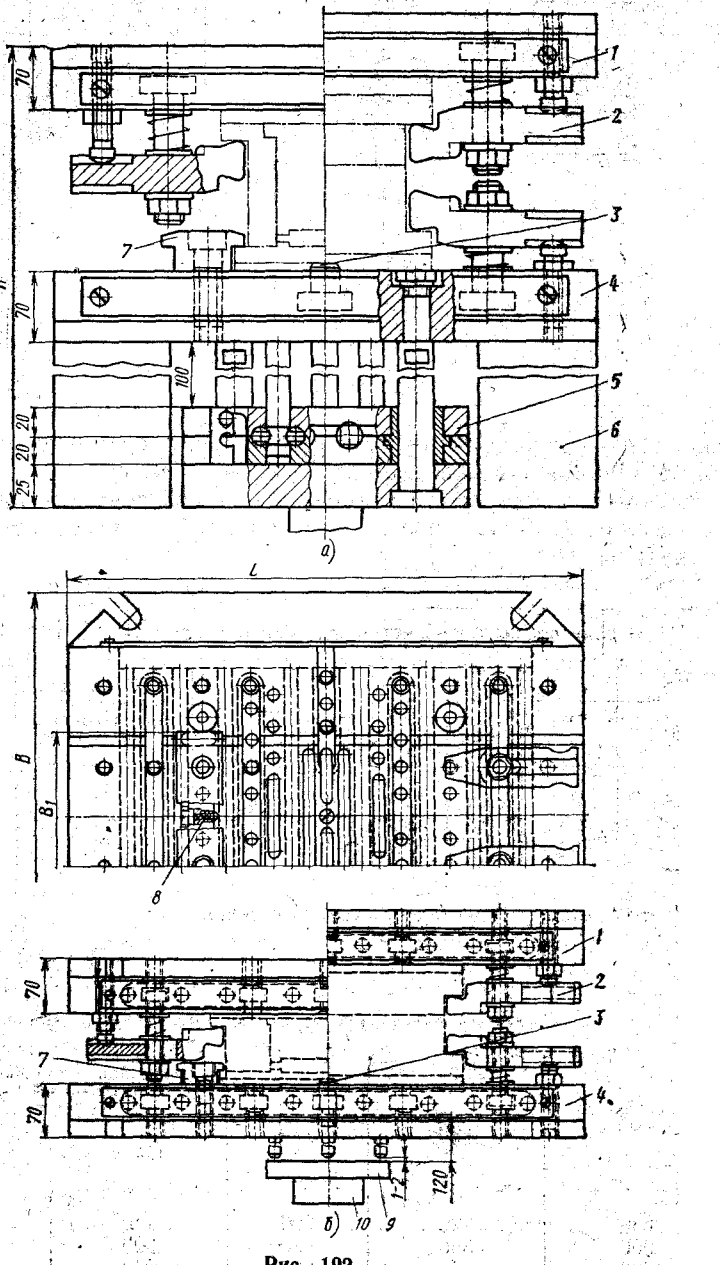


Рис. 192

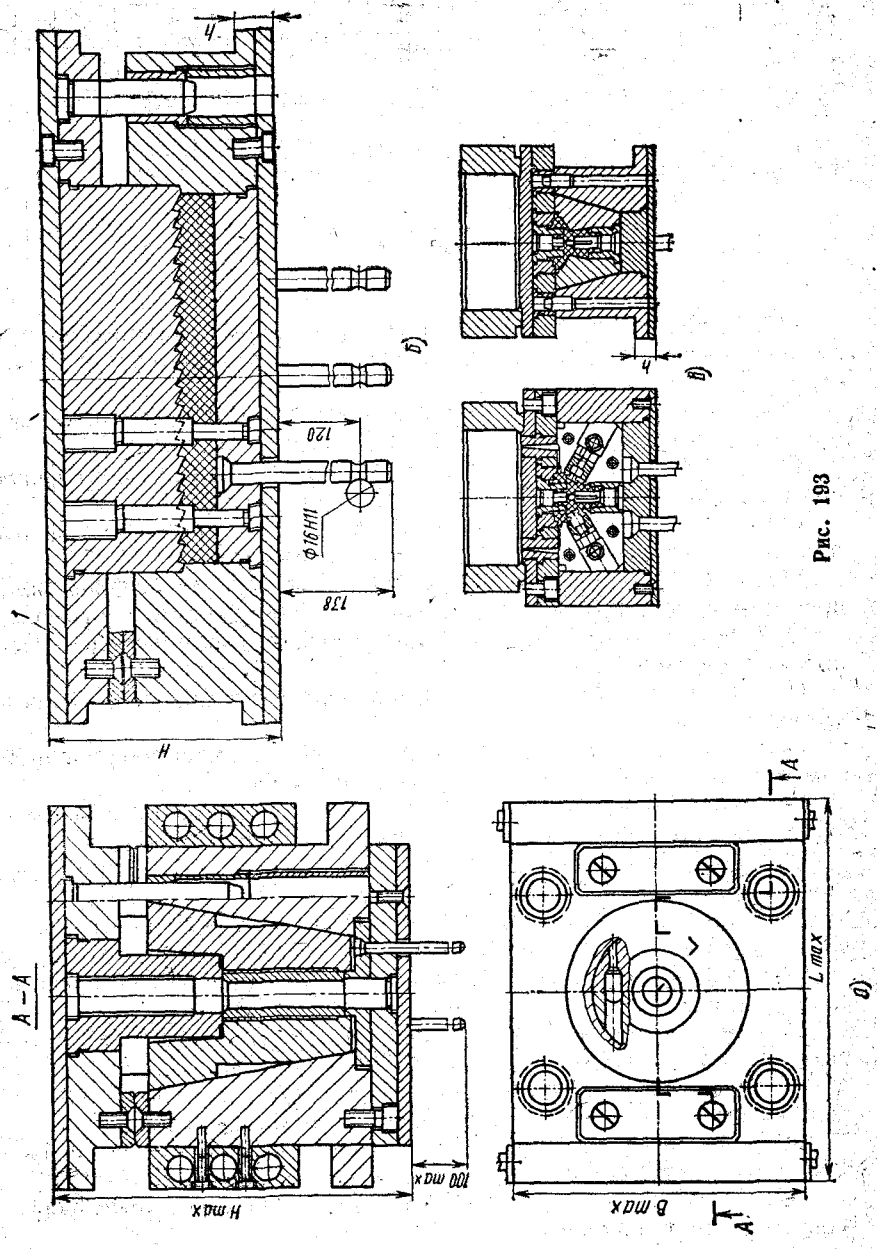


Рис. 193

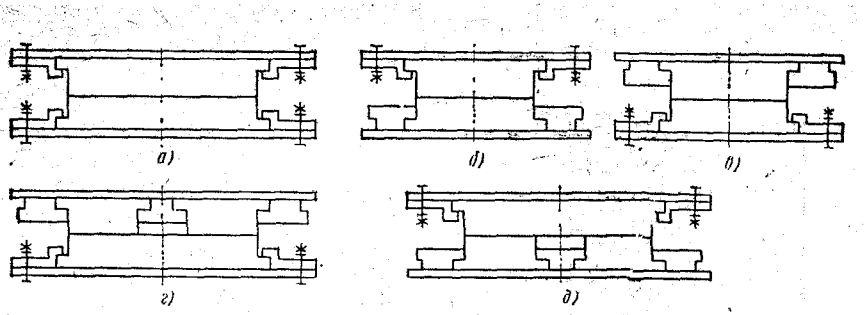


Рис. 194

ГОСТ 20925—75. Блоки сменные пресс-форм с нижней загрузочной камерой для прессования изделий из реактопластов. Конструкция и размеры.

ГОСТ 20926—75. Блок сменных пресс-форм прямого прессования изделий из реактопластов. Конструкция и размеры.

ГОСТ 20927—75. Вкладыши к блоку для сменных пресс-форм прямого прессования. Конструкция и размеры.

ГОСТ 20928—75. Хвостовик блока для сменных пресс-форм прямого прессования. Конструкция и размеры.

ГОСТ 20929—75. Плиты-заготовки сменных пресс-форм для прессования изделий из реактопластов. Конструкция и размеры.

ОСТ 64-1-175—76. Оснастка для переработки пластмасс. Основные положения.

ОСТ 64-1-176—76. Оснастка для переработки пластмасс. Блоки универсальные.

ОСТ 64-1-177—76. Блок универсальный с нижней загрузочной камерой. Конструкция и основные размеры.

ОСТ 64-1-178—76. Блок универсальный для сменных прямоугольных пресс-форм. Конструкция и основные размеры.

ОСТ 64-1-179—76. Блок клиновой универсальный. Конструкция и основные размеры.

ОСТ 64-1-180—76. Блок для съемных клиновых пресс-форм. Конструкция и основные размеры.

ОСТ 64-1-181—76. Блок для съемных клиновых пресс-форм. Конструкция и основные размеры.

ОСТ 64-1-182—76. Блок универсальный для термопластавтомата. Конструкция и основные размеры.

ОСТ 64-1-183—76. Блок для литья изделий с арматурой на термопластавтомате. Конструкция и основные размеры.

ОСТ 64-1-184—76. Блок для съемных литьевых пресс-форм. Конструкция и основные размеры.

ОСТ 64-1-276—77—ОСТ 64-1-287—77. Пакеты пресс-форм. Конструкция и размеры.

Указанные отраслевые стандарты разработаны Министерством медицинской промышленности.

7.3. АГРЕГАТИРОВАНИЕ ФОРМ

Возрастающие требования к пластмассовым изделиям неизбежно вызывают усложнение, а следовательно, и удорожание как конструирования, так и изготовления форм. В связи с этим необходимо уже при разработке конструкции формы продумать вопрос максимальной унификации как формы в целом, так и отдельных ее узлов и деталей. Высшей степенью унификации является агрегатирование, что применительно к пресс-формам для переработки пластмасс выражается в оснащении их отдельными унифицированными узлами различного функционального назначения (съем изделий, извлечение знаков различными способами, охлаждение формы и т. п.).

На рис. 195 приведены примеры оснащения форм некоторыми унифицированными узлами и деталями. При этом узлы одного и того же назначения в зависимости от требований могут иметь различную конструкцию. Так, для извлечения знаков из неглубоких, не требующих больших усилий извлечения, отверстий целесообразна конструкция узла *III*. Для извлечения знаков из глубоких поднутряющих отверстий необходимо применение гидро- или пневмоцилиндра — узел *IV* (цилиндр может быть регулируемым). Узел *I* желательно применять для извлечения знаков из отверстий глубиной 5—30 мм. Узел *II* используют для извлечения знаков

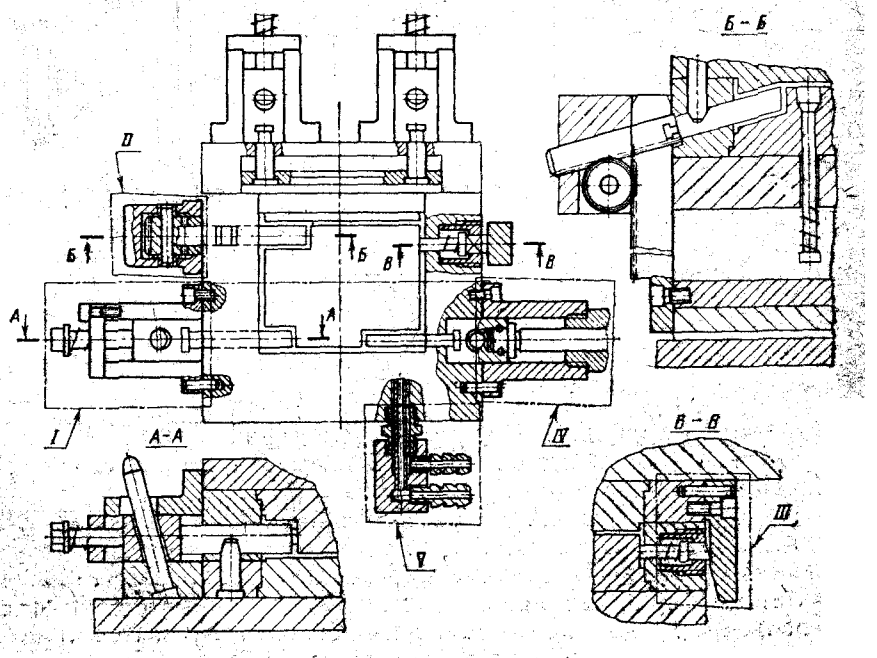


Рис. 195

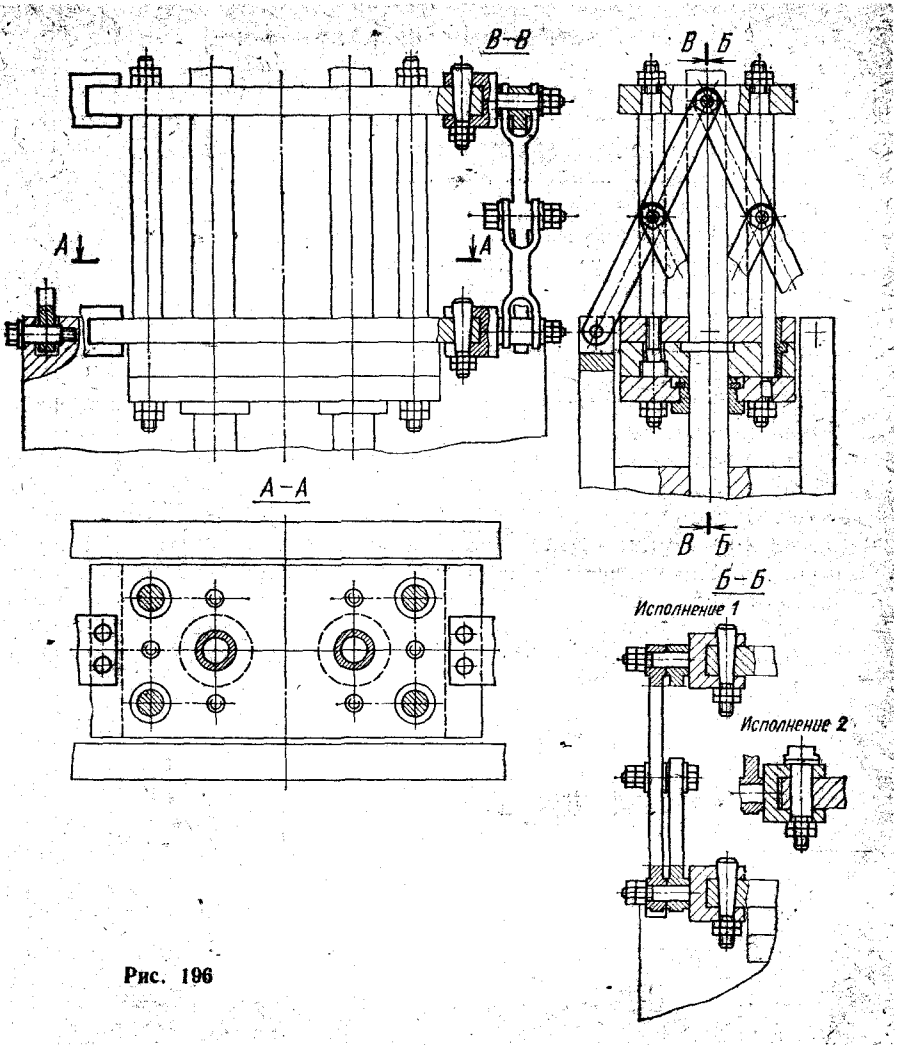


Рис. 196

из отверстий глубиной 5—30 мм, расположенных под углом. Узел *V* (ниппель) применяют в случаях, когда ввод воды и ее вывод необходимо разместить с одной стороны.

На рис. 196 показаны унифицированные системы рычагов, используемых для съема изделий со знака, установленного перпендикулярно плоскости разъема формы. Для соединения рычагов с плитами форм, как правило, используют конические штифты (исполнение 1); для легких рычажных систем допускается применение цилиндрических штифтов (исполнение 2).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Влияние отдельных факторов процесса литья на качество изделия

Дефекты отливки	Фактор определяющий дефект																								
	Температура формы	Площадь сечения питателя	Длина питателя	Место впуска	Число впускных каналов	Диаметр центрального литникового канала[1]	Вентиляция формы	Температурное поле формы	Корректировка размеров формы	Непараллельность плит	Толщина стенок изделия	Температура материала	Давление запирания	Давление впрыска	Давление подпитки	Частота вращения шнека	Время подпитки	Время охлаждения изделия	Скорость заполнения	Смазывание оформляющих поверхностей	Влажность сырья	Загрязнение сырья	Загрязнение цилиндра, запорного сопла	Добавка вторичного сырья	Противодавление
Следы потока	+	+	—	П				О				+		—	+		+		—		—				
Срезание знаков и арматуры	+	+		П								+		—					—						
Недолив	+	+	—	П	+	+	+	О			+О	+		+					+	+				—	
Образование грата	—									О—	+	—	+	—					—						
Коробление	—			П	+			О			О	—		—		—		+	+						
Утяжины	—	+	—	П	+	+	+	О			—	+		+	+		+		+						

Продолжение приложения

Дефекты отливки	Фактор, определяющий дефект																								
	Температура формы	Площадь сечения питателя	Длина питателя	Место впуска	Число впускных каналов	Диаметр центрального литникового канала[1]	Вентиляция формы	Температурное поле формы	Корректировка размеров формы	Непараллельность плит	Толщина стенок изделия	Температура материала	Давление запирания	Давление впрыска	Давление подпитки	Частота вращения шнека	Время подпитки	Время охлаждения изделия	Скорость заполнения	Смазывание оформляющих поверхностей	Влажность сырья	Загрязнение сырья	Загрязнение цилиндра, запорного сопла	Добавка вторичного сырья	Противодавление
Раковины	+	+	—	П	+		+					—		+	+		+	—							+
Повышенная усадка	—	+		П					+		О	+		+	+		+		+						+
Пониженная усадка	+			П					—		О	—		—	—		—								
Повышенная хрупкость		+				—	+							—	—	—	—			—	—	—	—	—	—
Мутный внешний вид	+											+								—	—	—	—	—	
Серебристость		+										—							—		—	—			
Коричневые полосы		+	—									—			—				—		—	—	—		—

Продолжение приложения

| Дефекты отливки | Фактор, определяющий дефект | | |

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Глава 1. Исходные данные для проектирования оснастки 5
1.1. Полимерные материалы для получения изделий методами литья и прессования 5
1.2. Виды переработки пластмасс методами прессования и литья под давлением 12
1.3. Оборудование для переработки пластмасс методами литья и прессования 15
1.4. Классификация оснастки для переработки пластмасс методами литья и прессования 31
1.5. Технологичность пластмассовых изделий 41

Глава 2. Общие вопросы проектирования форм 64
2.1. Разработка технического задания 64
2.2. Выбор оборудования 67
2.3. Расчет гнездности форм 68
2.4. Положение изделия в форме 70

Глава 3. Проектирование форм для литья под давлением 72
3.1. Литниковая система 72
3.2. Вентиляционные каналы 110
3.3. Система отделения литников в формах 112
3.4. Извлечение изделий из формы 112
3.5. Установка и закрепление арматуры 155
3.6. Элементы привода плит форм 158
3.7. Способы перемещения поднутряющих элементов форм и извлечения знаков 162
3.8. Расчет исполнительных размеров формообразующих элементов 179
3.9. Центрирующие элементы форм 202
3.10. Термостатирование форм 226
3.11. Формы для литья под давлением реактопластов 238

Глава 4. Проектирование форм для прессования 241
4.1. Особенности форм для прессования 241
4.2. Конструктивные элементы форм 242
4.3. Расчет впускных каналов при литьевом прессовании 261
4.4. Формы для безоблойного прессования 262
4.5. Обогрев пресс-форм 268

Глава 5. Материалы для изготовления форм 277
5.1. Стали 277
5.2. Никель-кобальтовые материалы для ФОД 289
5.3. ФОД из цветных сплавов 290
5.4. ФОД из полимерных композиций 293

Глава 6. Непереналаживаемая оснастка 302
6.1. Литьевые формы 302
6.2. Формы для прессования 339

Глава 7. Переналаживаемая оснастка для группового производства 349
7.1. Групповая оснастка для изготовления изделий из термопластов 350
7.2. Групповая оснастка для изготовления изделий из реактопластов 365
7.3. Агрегатирование форм 374

Приложение 386

Список литературы 389