

ПРОФЕСИИ

В.И.БАШКИН

**СПРАВОЧНИК
СЛЕСАРЯ-
ИНСТРУМЕНТАЛЬЩИКА**

В.И.БАШКИН

СПРАВОЧНИК

СЛЕСАРЯ-

ИНСТРУМЕНТАЛЬЩИКА

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ, ИСПРАВЛЕННОЕ



МОСКВА

2000



УДК 683.3
ББК 34.671
Б 33

*Рекомендовано Экспертным советом
по профессиональному образованию
Министерства образования Российской Федерации
в качестве справочного пособия для учащихся
начального профессионального образования*

Рецензенты:

инж. С. А. Богородицкая, канд. техн. наук О. Ф. Полтавец

Башкин В. И.

Б 33 Справочник слесаря-инструментальщика — 3-е изд., испр. — М.: Высшая школа; Издательский центр «Академия», 2000. — 208 с.: ил.

ISBN 5-06-003724-X (Высшая школа)

ISBN 5-7695-0466-8 (Изд. центр «Академия»)

Приведены технические условия, типоразмеры и конструкции инструментальной оснастки и приспособлений, сведения по инструментальным материалам, видам работ, стандартизации и контролю качества технологической оснастки.

Для учащихся начального профессионального образования. Может быть использовано при профессиональном обучении рабочих на производстве.

УДК 683.3
ББК 34.671

Учебное издание

Башкин Владимир Иванович

СПРАВОЧНИК СЛЕСАРЯ-ИНСТРУМЕНТАЛЬЩИКА

Редактор *В. А. Козлов*. Художественный редактор *Ю. Э. Иванова*
Технический редактор *Л. А. Овчинникова*. Оператор *Н. В. Хазраткулова*

Изд. № ОТМ-39. Подписано в печать 4.10.99. Формат 84x108/32

Бумага газетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная

Объем: 10,92 усл. печ. л., 11,34 усл. кр.-отт., 11,93 уч.-изд. л.

Тираж 10000 экз. Заказ № 2061

ЛР № 010146 от 25.12.96. ГУП издательство «Высшая школа»,
101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., 29/14.

ЛР № 071190 от 11.07.95 Издательский центр «Академия»,
105043, Москва, ул. 8-я Парковая, д. 25.

Отпечатано в ГУП ИПК «Ульяновский Дом печати».
432601, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 14.

ISBN 5-06-003724-X
ISBN 6-7695-0466-8

© ГУП издательство «Высшая школа», 2000
© Оформление. Издательский центр
«Академия», 2000

Оригинал-макет данного издания является собственностью издательства «Высшая школа», и его репродуцирование (воспроизведение) любым способом без согласия издательства запрещается.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современное производство предъявляет повышенные требования к технологической оснастке: точность базирования изделий; жесткость, обеспечивающая полное использование мощности оборудования на черновых операциях и высокую точность обработки на чистовых операциях; высокая гибкость, сокращающая время на наладку и замену оснастки; универсальность, позволяющая обрабатывать изделие определенных типоразмеров с минимальным временем на переналадку; надежность и взаимозаменяемость.

Эффективность использования технологической оснастки во многом зависит от уровня подготовленности слесарей-инструментальщиков, изготавливающих и обслуживающих оснастку на предприятиях. Слесарь-инструментальщик должен знать конструкцию и методы изготовления, сборки и наладки технологической оснастки, используемой в современном производстве, а также освоить передовые методы организации труда.

В справочнике изложены основные сведения по инструменту и технологической оснастке, используемых на машиностроительных предприятиях, а также по конструкции и техническим требованиям, предъявляемым к технологической оснастке, сведения по маркам инструментальных материалов. Каждая глава справочника содержит сведения по методам изготовления и ремонту инструмента и технологической оснастки. Кроме этого в справочнике приведены технические требования по точности изготовления и параметрам шероховатости рабочих поверхностей, оказывающих определяющее влияние на точность обрабатываемых изделий. В справочнике приведены основные марки материалов, используемых для изготовления технологической оснастки.

Заключительная глава справочника содержит сведения по термической обработке основных деталей технологической оснастки, в ней также даны методы химико-термической обработки, позволяющие улучшать качество их рабочих поверхностей, и способы очистки рабочих поверхностей инструментов.

Справочник предназначен для слесарей-инструментальщиков, обучающихся в профессиональных учебных заведениях, а также для слесарей-инструментальщиков, работающих на предприятиях.

Автор

1. КОНСТРУКЦИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

1.1. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Стали. Сталь — это сплав железа с углеродом, содержащий углерода не более 1,7 %. В состав сталей входят также легирующие элементы, улучшающие ее качественные показатели.

Легирующие элементы, используемые в марках сталей, имеют следующие обозначения: азот — А, алюминий — Ю, бериллий — Л, бор — Р, ванадий — Ф, висмут — Ви, вольфрам — В, галлий — Ги, кадмий — Кд, кобальт — К, кремний — С, магний — Ш, марганец — Г, медь — Д, молибден — М, никель — Н, ниобий — Б, селен — Е, титан — Т, углерод — У, фосфор — П, хром — Х, цирконий — Ц.

Конструкционные углеродистые (ГОСТ 1050—88) и легированные стали (ГОСТ 4543—71) используют для изготовления корпусов и крепежных элементов режущих инструментов. Основные марки этих сталей и их физико-механические свойства приведены в табл. 1.1.

1.1. Физико-механические и технологические свойства углеродистых (ГОСТ 1050—88) и легированных (ГОСТ 4543—71) сталей

Сталь	Физико-механические свойства				Технологические свойства	
	После отжига		После закалки и отпуска		Свариваемость	Температураковки, °С
	НВ	$\sigma_{в}$, МПа	HRC ₂	$\sigma_{в}$, МПа		
45	197	600	31—41	900	С подогревом	800—1200
50	207	630	30—36	—		
40Х	—	1000	46—51	1500		
30ХГСА	—	1080	43—52	1500		
35ХГСА	—	1620	—	—		
20ХГНР	—	1280	—	—		
38Х2МЮА	—	980	НВ300	1050	—	900—1150

Конструкционные углеродистые стали обозначаются числами 45, 50, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Легированные стали обозначаются цифрами и буквами. Первое число показывает среднее содержание углерода в сотых долях процента. Буквы обозначают легирующий элемент, а стоящие за буквами цифры — содержание легирующего элемента в процентах, если оно превышает 1 % (если цифра отсутствует, то содержание легирующего элемента около 1 %). В сталях с пониженным содержанием серы и фосфора к обозначению марки стали добавляется в конце буква А.

Инструментальные углеродистые стали (ГОСТ 1435—90) обозначаются буквой У и цифрами, показывающими содержание углерода в десятых долях процента (У10, У11). Буква А обозначает высококачественную сталь (У12А). Основные марки этих сталей и их физико-механические свойства приведены в табл. 1.2.

1.2. Физико-механические свойства и область применения инструментальных сталей

Сталь	После отжига		После закалки и отпуска		Теплостойкость, °С	Область применения
	НВ, не менее	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	НRC ₂	$\sigma_{\text{в}}$, МПа, не менее		
У10, У10А	197	650	63—65	2380	200—250	Ручные инструменты (и для обработки дерева):
У11, У11А	207	650	63—65	2900	200—250	пилы, напильники, сверла, фрезы, метчики, зубила
У12, У12А	207	645	63—66	1720	200—250	Режущий мелкогабаритный инструмент
У13, У13А	217	—	63—66	2300	200—250	Напильники, шаберы, зубила, резцы
9ХС	241	700	63—66	2200	240—250	Сверла, развертки, метчики, плашки, деревообрабатывающий инструмент, клейма

Сталь	После от- жига		После за- калки и от- пуска		Теплостой- кость, °С	Область приме- нения
	НВ, не ме- нее	$\sigma_{в}$, МПа	HRC ₃	$\sigma_{в}$, МПа, не ме- нее		
ХВГ	255	—	63— 66	3400	200—220	Метчики, раз- вертки, протяжки
P6M5	255	—	64	3300	620	Инструменты для конструкцион- ных материалов: сверла, зенкеры, развертки, фрезы, резцы, протяжки, метчики, плашки
P9	255	—	63	3350	620	
P18	255	—	63	2900	620	
11P3AM3Ф2Б	255	—	65	2900	620	Ножовочные по- лотно, пилы, свер- ла, фрезы, метчи- ки
P9K5	269	—	64	2500	630	Режущие ин- струменты для об- работки специаль- ных сталей, жаро- прочных и титано- вых сплавов и других труднооб- рабатываемых ма- териалов
P6M5K5	269	—	65	3000	630	
P18M5Ф2	285	—	64	2600	640	

Инструментальные легированные стали (ГОСТ 5950—73) обозначаются цифрами и буквами, соответствующими легирующим элементам в стали. Цифры, стоящие после букв, показывают содержание легирующего элемента в процентах (ХВГ, Х12ВМ). Содержание углерода в десятых долях (9ХС) показывают цифры перед буквами. Если цифры отсутствуют, то содержание углерода или легирующего элемента в стали около 1 %. Основные марки таких сталей приведены в табл. 1.2.

Быстрорежущие стали (ГОСТ 19265—73) обозначаются буквой Р. Цифра после буквы показывает процентное содержание вольфрама в стали (P18, P6M5). Цифры после других букв, обозначающих легирующие элементы, показывают их процентное содержание (содержание хрома около 4 %, молибдена около 1 % и ванадия около 1—2 % в обозначении марок не указывается). Содержание углерода в быстро-

режущей стали обычно 0,7—1 %, а если перед буквой Р стоит цифра, то она указывает среднее содержание углерода в десятых долях процента (11РЗМЗФ2Б).

Быстрорежущие стали подразделяются на стали нормальной и повышенной производительности. Первая группа имеет универсальное применение (Р6М5, Р9), а вторая используется для обработки труднообрабатываемых материалов и содержит в своем составе кобальт (Р6М5К5). Основные марки быстрорежущих сталей приведены в табл. 1.2.

Твердые сплавы. Твердые сплавы (ГОСТ 3882—74) содержат зерна карбидов вольфрама, титана и тантала, а в качестве связки используется кобальт. Основные марки твердых сплавов приведены в табл. 1.3.

1.3. Физико-механические свойства и область применения твердых сплавов

Сплав	HRA, не менее	σ_n , МПа, не менее	Тепло- стой- кость, °С, не менее	Область применения	
				Вид обработки	Обрабатываемый материал
ВК3	89,5	1100	800—850	Чистовая обработка	Серый чугун, цветные металлы и сплавы и неметаллические материалы (резина, фибра, пластмасса, стекло, стеклопластики)
ВК4	89,5	1400		Черновое точение, чистовое фрезерование, растачивание, зенкерование	
ВК6	88,5	1500		Черновое точение, получистовое фрезерование	
ВК8	87,5	1600		Черновая обработка	
ВК3-М	91	1100	800—850	Чистовая обработка	Твердый, легированный, отбеленный чугуны, цементованные и закаленные стали, сплавы на основе титана, вольфрама, молибдена, высокоабразивные неметаллические материалы
ВК6-ОМ	90,5	1200		Чистовая и получистовая обработка	
ВК6-М	90	1350		Получистовая обработка	
ВК10-ОМ	88	1400		Черновая и получерновая обработка	
ВК10-ОМ	87	1650			

Сплав	HRA, не менее	$\sigma_{\text{н}}$, МПа, не менее	Тепло- стой- кость, °С, не менее	Область применения	
				Вид обработки	Обрабатывае- мый материал
T30K4	92	950	850	Чистовое точение	Стали угле- родистые и ле- гированные
T15K6	90	1150		Получистовое точение, чистовое фрезерование	
T14K8	89,5	1250		Черновое точение и зенкерование, получистовое и черновое фрезерование сплошных поверхностей	
T5K10	88,5	1400		Черновая обработка	
TT10K8-Б	89	1450	850	Черновое точение, строгание	Стальные поковки, штамповки, отливки при наличии неметаллических включений, стали и сплавы коррозионно-стойкие и жаропрочные, титановые сплавы
TT7K12	87	1650	750	Тяжелое черновое точение, строгание	

Однокарбидные твердые сплавы (BK3, BK6-М, BK10-ОМ) называются вольфрамокобальтовыми. Они содержат карбид вольфрама (В) и кобальт (К). Цифра после К обозначает процентное содержание кобальта, а массовая доля карбида вольфрама определяется разностью между 100 % и массовой долей кобальта.

Двухкарбидные твердые сплавы (Т5К10, Т15К6) называются вольфрамотитановыми. Буква Т и цифра после нее обозначают массовую долю карбида титана в твердом сплаве, а буква К и цифра после нее — массовую долю кобальта, остальное — массовая доля карбида вольфрама.

Трехкарбидные твердые сплавы (ТТ7К12, ТТ10К8) называются вольфрамотитанотанталовыми. Буквы ТТ и цифра после них обозначают массовую долю карбидов титана и тантала, цифра за буквой К — массовая доля кобальта, остальное — массовая доля карбида вольфрама.

Специальные твердые сплавы (ТУ 48-19-308—80) используются для изготовления сменных многогранных пластин, обладающих повышенными режущими свойствами. Обозначение сплава состоит из букв МС и трехзначного (для пластин без покрытий) и четырехзначного (для пластин с покрытием карбидом титана) числа: первая цифра обозначает область применения сплава по классификации ИСО (1 — обработка материалов, дающих сливную стружку; 3 — обработка материалов, дающих стружку надлома; 2 — обработка материалов промежуточных между 1 и 3, т. е. соответствующих группе М по ИСО); вторая и третья цифры характеризуют подгруппу применяемости, т. е. вид обработки; четвертая цифра — наличие покрытия.

Марки твердых сплавов МС соответствуют маркам твердых сплавов по ГОСТ 3882—74: МС101 — Т30К4, МС111 — Т15К6, МС121 — Т14К8, МС131 — Т5К10, МС221 — ТТ10К8-Б, МС301 — ВК3, МС306 — ВК6-М, МС318 — ВК6.

Безвольфрамовые твердые сплавы состоят из карбидов и карбонитридов титана с никельмолибденовой связкой. В табл. 1.4 приведены две марки сплавов КНТ-16 и ТН-20 и области их применения. Твердый сплав КНТ-16 состоит из карбонитрида титана $TiCN$ — 74 %, никеля Ni — 19,5 %, молибдена Mo — 6,5 %. Твердый сплав ТН-20 — из карбида титана TiC — 79 %, никеля Ni — 15 %, молибдена Mo — 6 %.

Минералокерамика. Минералокерамические инструментальные материалы изготовляют из глинозема Al_2O_3 (ЦМ-332 — оксидная керамика) или из смеси Al_2O_3 с карбидами, нитридами и другими соединениями титана, хрома, молибдена (В-3, ВОК-60 — керметы). Основные характеристики и области применения марок минералокерамики приведены в табл. 1.4.

1.4. Физико-механические свойства и область применения безвольфрамовых твердых сплавов, минералокерамики и сверхтвердых синтетических материалов

Материал	Твердость, МПа	σ_r , МПа	Теплоустойчивость, °С	Область применения	
				Обрабатываемый материал	Вид обработки
КНТ-16	HRA 89	1200	750—850	Стали углеродистые и низколегированные, чугуны, цветные металлы, пластмассы	Чистовая и получистовая обработка
КНТ-20	HRA 90	1050			

Материал	Твердость, МПа	$\sigma_{\text{н}}$, МПа	Теплоустойчивость, °С	Область применения	
				Обрабатываемый материал	Вид обработки
ЦМ-332	До HV 2300	950	1200	Стали закаленные, чугуны, цветные металлы	Чистовая и получистовая обработка
В-3	93 HRA	980	1400		
ВОК-63	94 HRA				
Алмаз синтетический (АС2, АС4, АС6)	До 96 000	490—685	700	Алюминиевые и магниевые сплавы, цветные металлы на основе меди, цинковые сплавы, пластмассы	Чистовая обработка
Композит 01 (эльбор-П)	До 80 000	590—685	1400	Закаленные стали HRC, 40—63 чугуны	Чистовая обработка
Композит 02 (белбор)		590—685	1300	Закаленные стали HRC, 40—63, чугуны	Получистовая и чистовая обработка
Композит 03 (исмит)		590—720	1200	Закаленные стали HRC, 40—64, чугуны	
Композит 05 (композит)	До 65 000	400—600	1000	Чугуны и другие материалы, дающие стружку надлома	Получистовая обработка
Композит 010 (гексанит-Р)	До 59 000	686—980	1000	Закаленные стали HRC, 40—64 чугуны, твердые сплавы	Чистовая обработка

Минералокерамические материалы обладают высокой твердостью, тепло- и износостойкостью, но имеют низкие механические свойства. Они используются для чистовой и получистовой обработки без ударных нагрузок.

Синтетические сверхтвердые материалы. Синтетические сверхтвердые материалы подразделяются на материалы на основе искусственных алмазов (АС2, АС4) и кубического нитрида бора (КНБ): композит 01 (эльбор-Р), композит 02 (белбор), композит 03 (исмит), композит 05 (композит), композит 010 (гексанит-Р). Синтетические материалы поставляются в виде заготовок или готовых сменных пластин, используемых при чистовой обработке цветных металлов, закаленной стали и высокопрочных чугунов.

1.2. ПЛАСТИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Пластины быстрорежущие и твердосплавные. Форма и размеры пластин зависят от вида и габаритов режущего инструмента. Пластины из быстрорежущих и твердых сплавов для неразъемных соединений с корпусом характеризуются следующими размерами: длиной l , определяющей длину режущей кромки инструмента; шириной b , определяющей площадь опоры пластины и число переточек по задней поверхности лезвия инструмента; толщиной s , определяющей прочность пластины и число переточек по передней поверхности лезвия инструмента.

На рис. 1.1 приведены формы напайных пластин из быстрорежущей стали по стандарту для резов: пластины номеров

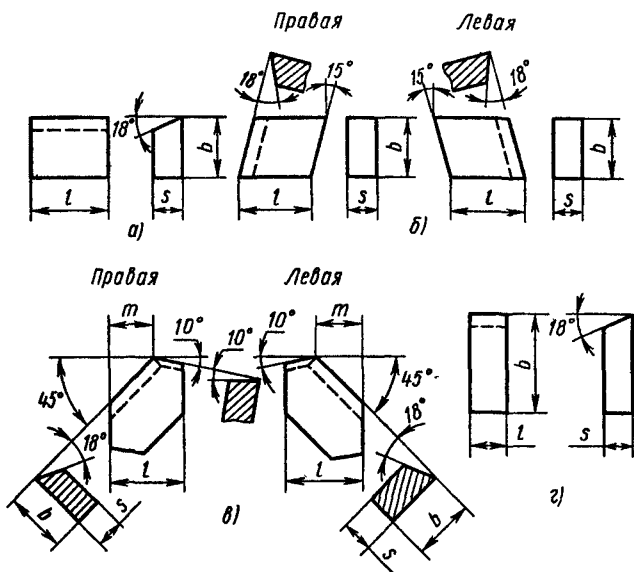


Рис. 1.1. Формы напайных пластин из быстрорежущей стали для резов

1.5. Размеры пластин из быстрорежущей стали для резцов

Номера пластин	Размеры, мм			Номера пластин	Размеры, мм		
	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>s</i>		<i>l</i>	<i>b</i>	<i>s</i>
4101	10	10	5	4901	4	15	3
4102	12			4902	5		4
4103	16	12	6	4903	6	18	5
4104	20	16	8	4904	8	20	6
4105	25	20	10	4905	10	25	8
4106	32	25	12	4906	12	28	10
4107	40	30	16	4907	15		12

1.6. Размеры ножей из быстрорежущей стали по ГОСТ 16858—71 для зенкеров

Обозначение	Размеры, мм					Для зенкеров диаметром <i>D</i> , мм
	<i>H</i>	<i>L</i>	<i>g</i>	<i>g_c</i>	<i>b</i>	
2026—0001	7,0	28	3,18	3,0	3,5	50
2026—0002	9,0		3,68	3,5	5,0	52—60
2026—0003	11,0	38	4,18	4,0	6,0	62—70
2026—0004	13,0		4,68	4,5		72—80
2026—0005	16,5		5,18	5,0		75—90
2026—0006	19,0		5,68	5,5		95—100

4101—4107 для токарных проходных отогнутых, проходных упорных и строгальных чистовых резцов (рис. 1.1, а); пластины номеров 4301—4313 для токарных и строгальных подрезных резцов (рис. 1.1, б); пластины номеров 4401—4411 для токарных и строгальных проходных резцов с $\varphi=45^\circ$ (рис. 1.1, в); пластины номеров 4901—4907 для токарных отрезных, канавочных и строгальных отрезных и прорезных резцов (рис. 1.1, г).

Размеры пластин из быстрорежущей стали для резцов номеров 41 и 49 указаны в табл. 1.5.

Для сборных конструкций режущих инструментов широко приме-

няются вставные ножи из быстрорежущей стали. Их используют для изготовления зенкеров, разверток, дисковых и торцовых фрез. На рис. 1.2 показана форма ножа из быстрорежущей стали по ГОСТ 16858—71 для насадных зенкеров. Размеры ножей приведены в табл. 1.6.

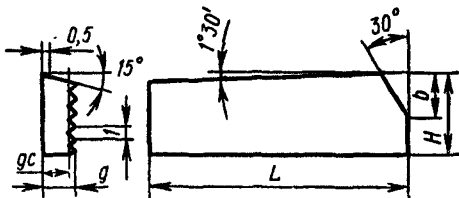
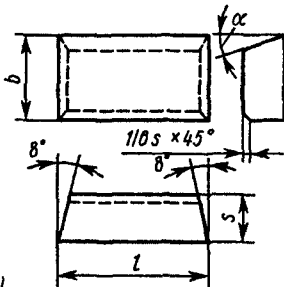
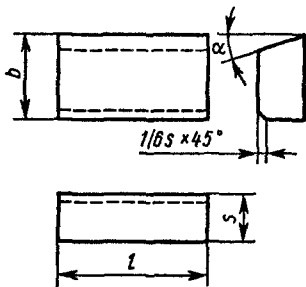


Рис. 1.2. Вставной нож из быстрорежущей стали

Исполнение 1

Исполнение 2



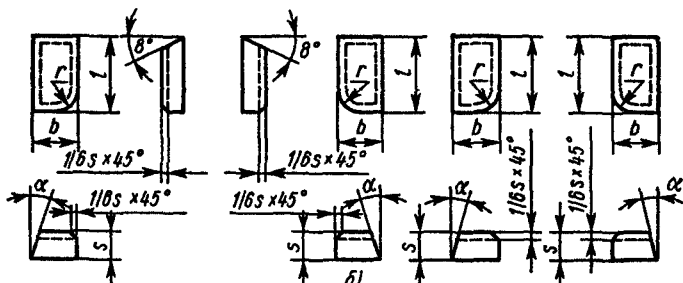
a)

Исполнение 1

Исполнение 2

Правая Левая

Правая Левая



б)

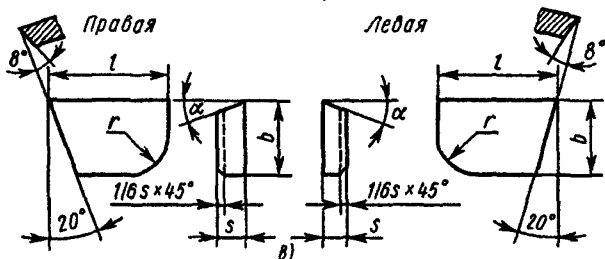
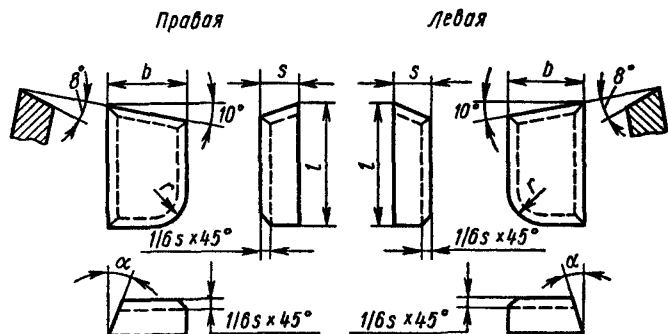


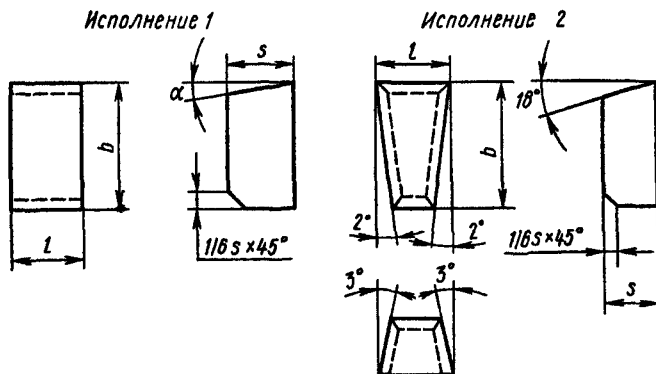
Рис. 1.3. Формы напайных твердосплавных пластин для резцов

1.7. Формы и размеры, мм, пластин типов 07, 67 по ГОСТ 25426—90 для подрезных, проходных расточных и револьверных резцов



Обозначение пластин		l	b	s	r	α, град
правых	левых					
07350	—	6	4	2,0	2,5	—
07030	07040	8	5		3,0	—
07010	—	10	6	2,5	4,0	—
07050	07060			4,0		18
07370	—	12	8	3,0	5,0	—
07070	07080			5,0		18
07090	07100	16	10	4,0	6,0	18
67390	67400			5,0		8
07110	07120			6,0		18
07136	07140	20	12	5,0	7,0	18
67416	67420			6,0		8
07150	07166			7,0		18
07170	07180	25	14	6,0	8,0	18
67330	67340			8,0		8
07330	07340			8,0		18

1.8. Формы и размеры, мм, пластин для отрезных и прорезных резцов



Обозначение	Исполнение	l	b	s	α , град	Обозначение	Исполнение	l	b	s
13011	1	3,5	8	3,0	—	13492	2	3,0	10	3,0
13031					—	13512		3,5	10	3,5
13051	1	4,5	10	4,0	14	13532	2	4,0	12	4,0
13071					18	13552		4,5	12	4,5
13131					14	13572		5,0	14	5,0
13151					18	13592		6,0	16	6,0
13171					14	13612		8,0	18	7,0
13351					18	13632		10,0	20	8,0
13411					1	10,5		18	10,0	14
13431	18									
13191	18									
13451	14									
13471	18									

Формы напайных твердосплавных пластин для резцов показаны на рис. 1.3: пластины типов 01, 02, 61, 62 по ГОСТ 25395—90 для проходных расточных и револьверных резцов (рис. 1.3, а), пластины типов 10, 70 по ГОСТ 25396—90 для проходных прямых, расточных и револь-

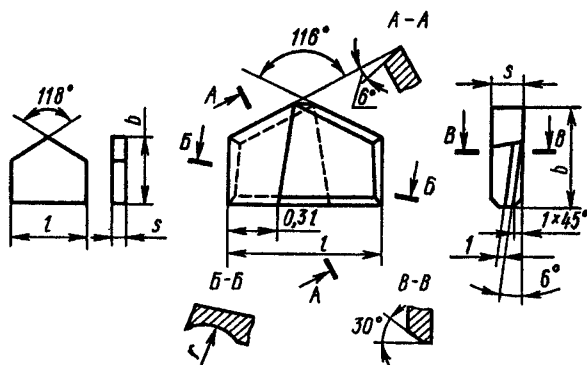
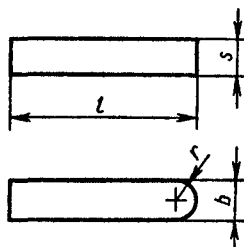


Рис. 1.4. Формы напайных твердосплавных пластин для сверл

верных резцов (рис. 1.3, б), пластины типов 06, 66 по ГОСТ 25397—90 для подрезных и расточных резцов при расточке глухих отверстий (рис. 1.3, в).

Примеры условного обозначения пластин различных типов

1.9. Форма и размеры, мм, пластин типа 39 по ГОСТ 25416—90 для направляющих к сверлам глубокого сверления



Обозначение пластин	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>r</i>
39010	18	2,5	2,5	1,25
39030	20	3,0	3,0	1,50
39050	25	5,0	4,0	2,50
39130	32	6,0	5,0	3,00
39150	36	8,0		4,00
39110	40	10,0		5,00

$l=25$ мм; $b=14$ мм; $s=8$ мм из твердого сплава марки ВК8: пластина 01411 ВК8 (ГОСТ 25395—90), пластина 10531 ВК8 (ГОСТ 25396—90), пластина 06410 ВК8 (ГОСТ 25397—90).

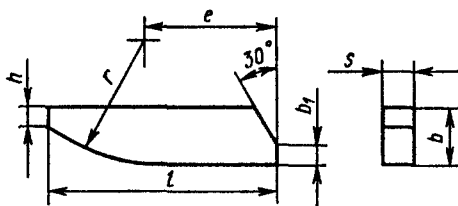
Обозначения, формы и размеры напайных твердосплавных пластин типов 07 и 67 для подрезных, проходных расточных и револьверных резцов приведены в табл. 1.7, а пластин типа 13 для отрезных и прорезных резцов — в табл. 1.8.

Формы напайных твердосплавных пластин типа 14 по ГОСТ 25399—90 для спиральных сверл и сверл с прямыми канавками показаны на рис. 1.4. Размеры пластин исполнения 1: $l=5,5...10,0$ мм; $b=5,6...9,0$ мм; $s=0,9...2,0$ мм. Размеры пластин исполнения 2: $l=10,8...52$ мм; $b=9,0...28$ мм; $s=1,7...6,0$ мм; $r=3,5...10,0$ мм.

Обозначения, формы и размеры напайных твердосплавных пластин для других инструментов приведены: в табл. 1.9 — для направляющих пластин к сверлам для глубокого сверления, в табл. 1.10 — для зенкеров, в табл. 1.11 — для разверток, в табл. 1.12 — для торцовых фрез.

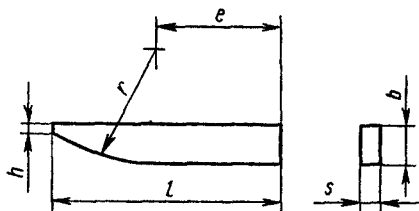
Твердосплавные пластины выпускаются с отклонениями размеров (линейных и угловых), формы и состояния поверхностей и режущих кромок согласно техническим требованиям по стандарту с микро-

1.10. Форма и размеры, мм, пластин типа 25 по ГОСТ 25424—90 для зенкеров при обработке сквозных отверстий



Обозначение пластин	l	b	s	b_1	h	r	e
25110	16	4,0	2,0	2,5	$1,0^{+0,4}$	25,0	4,1
25130	18	5,0	2,5	3,5	$1,5^{+0,4}$		5,2
25150	20	6,0	3,0	5,0			31,5
25210	22	5,6	2,5	4,0	$2,5^{+0,4}$	25,0	9,9
25230	25	8,0	2,8	5,0	$3,0^{+0,4}$		
25250	30	12,0	4,0	8,0			40,0
25190	32	10,0					$2,0^{+0,4}$

1.11. Форма и размеры, мм, пластин типа 26 по ГОСТ 25425—90 для разверток



Обозначение пластин	l	b	s	h	r	e
26010	12	2,0	0,8	$0,8^{+0,4}$	25	7,4
26030	16	2,5	1,2	$1,0^{+0,4}$		7,5
26050	19	3,0	1,4			9,2
26070	22	3,5	1,8			12,0
26090	25	4,0	2,2	$1,4^{+0,4}$		13,9
26130	30	5,0	2,8			17,1
26250	32	5,0	3,0	$2,0^{+0,4}$	31,5	18,6

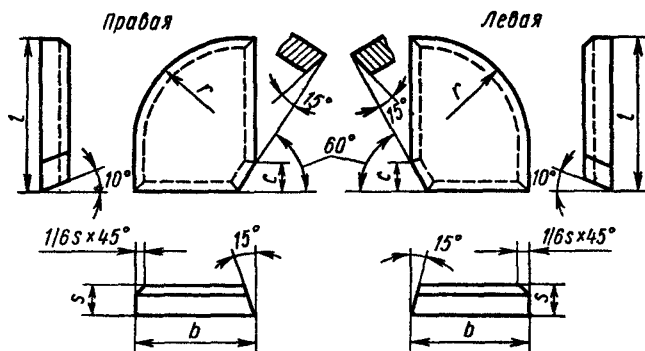
структурой и макроструктурой. Правила приемки, методы испытаний, а также маркировка, упаковка, транспортирование и хранение — по техническим условиям.

Пластинь сменные многогранные твердосплавные. Пластинь сменные многогранные твердосплавные (СМТ) широко применяются при изготовлении режущего инструмента с механическим креплением пластин. Режущие инструменты с СМТ обеспечивают высокую надежность, быстросменность и взаимозаменяемость, поэтому они используются в автоматизированном производстве.

Совершенствование способов крепления пластин к корпусу инструментов, увеличение числа форм и размеров пластин, повышение точности их изготовления привело к расширению области применения СМТ: резцы, сверла, зенкеры, развертки, концевые, торцовые и дисковые фрезы, расточный инструмент, протяжки, зуборезный инструмент.

ГОСТ 19042—80 дает классификацию, систему обозначений и формы сменных многогранных пластин. Различают цифровую и буквенно-

1.12. Формы и размеры, мм, пластин типа 49 по ГОСТ 25423—90 для торцовых фрез



Обозначение пластин		<i>l</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>r</i>	<i>c</i>
правых	левых					
49050	49060	20	16	3,5	16,0	3
49070	49080					8
49010	—	15	12	3,0	12,5	3
49030	—					8

цифровую (по ГОСТ) системы обозначений пластин, которые имеют следующую схему:

Номер позиции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цифровая	01	1	1	5	16	04	08	—	—	—
Буквенно-цифровая	<i>I</i>	<i>N</i>	<i>U</i>	<i>G</i>	16	04	08	<i>I</i>	<i>L</i>	—

Позиция 1. Буква (цифра) обозначает форму пластины (рис. 1.5). В табл. 1.13 приведена классификация пластин по группам и формам, а также обозначение форм пластин.

Позиция 2. Буква (цифра) обозначает задний угол согласно табл. 1.14.

Позиция 3. Буква (цифра) обозначает класс допуска. Обозначение классов допусков дано в табл. 1.15, а предельные отклонения приведены в табл. 1.15, 1.16, 1.17.

Позиция 4. Буква (цифра) обозначает конструктивные особенности пластин согласно табл. 1.18.

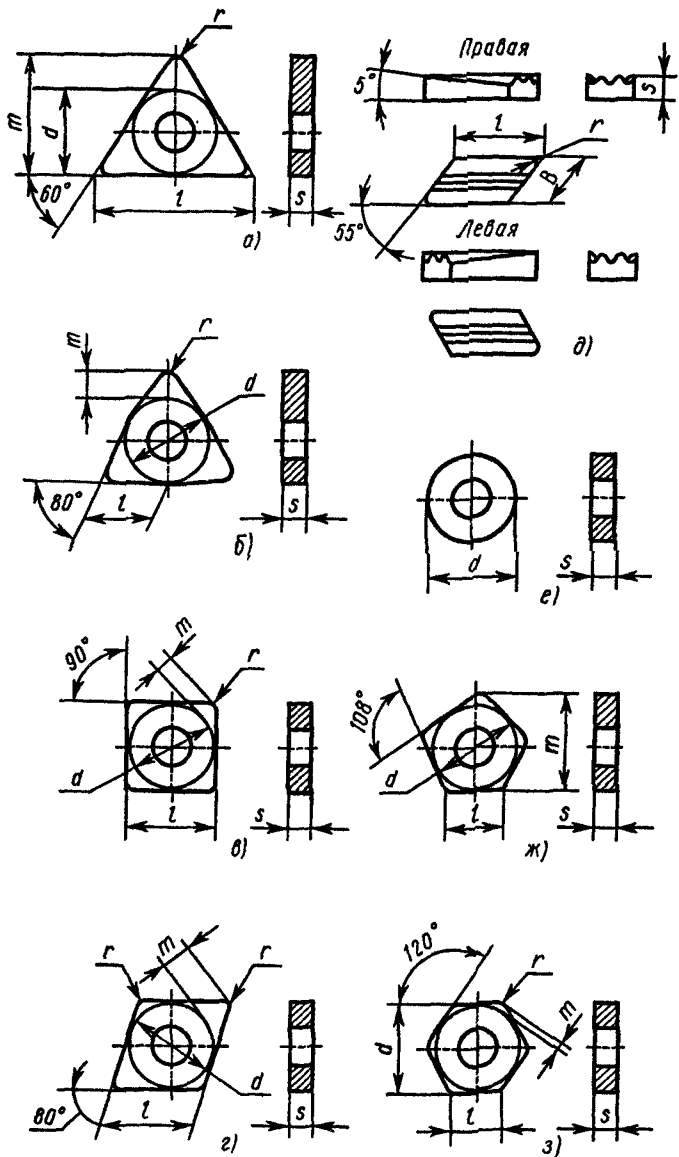


Рис. 1.5. Формы и основные размеры режущих пластин:
 а — трехгранных, б — шестигранных с углом 80° , в — квадратных,
 г — параллелограммных, е — круглых, ж — пяти-
 гранных, з — шестигранных

1.13. Обозначение формы пластины СМТ

Группа	Форма	Обозначение форм	
		Буквенное	Цифровое
Равносторонние и равноугольные	Шестигранная	<i>H</i>	11
	Пятигранная	<i>P</i>	10
	Круглая	<i>R</i>	12
	Трехгранная	<i>I</i>	01
	Квадратная	<i>S</i>	03
	Восьмигранная	<i>O</i>	—
Равносторонние и неравноугольные	Ромбическая с углом* при вершине, град: 80	<i>C</i>	05
	55	<i>D</i>	13
	75	<i>E</i>	—
	86	<i>M</i>	—
	35	<i>V</i>	—
	Шестигранная с углом при вершине 80°	<i>W</i>	02
Неравносторонние и равноугольные	Прямоугольная	<i>L</i>	09
Неравносторонние и неравноугольные	Параллелограммная с углом* при вершине, град: 85	<i>A</i>	—
	82	<i>B</i>	—
	55	<i>K</i>	08
	84	<i>F</i>	07

* Обозначается наименьший угол при вершине.

1.14. Обозначение заднего угла

Обозначение	Задний угол, град									
	3	5	7	15	20	25	30	0	11	—
Буквенное	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>O*</i>
Цифровое	7	8	2	6	4	5	9	1	3	0

* Обозначает задние углы, отличающиеся от указанных.

1.15. Обозначение классов допусков

Обозначение классов допусков		Предельные отклонения размеров, мм		
Буквенное	Цифровое	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>d</i>
<i>A</i>	—	$\pm 0,005^*$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$
<i>F</i>	—	$\pm 0,005^*$	$\pm 0,025$	$\pm 0,013$
<i>C</i>	4	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$
<i>H</i>	—	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$	$\pm 0,013$
<i>E</i>	5	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$
<i>G</i>	3	$\pm 0,025$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$
<i>J</i>	—	$\pm 0,005^*$	$\pm 0,025$	$\pm 0,050 \dots \pm 0,130^{**}$
<i>K</i>	—	$\pm 0,013^*$	$\pm 0,025$	$\pm 0,050 \dots \pm 0,130^{**}$
<i>L</i>	—	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,050 \dots \pm 0,130^{**}$
<i>M</i>	2	$\pm 0,08 \dots \pm 0,18^{**}$	$\pm 0,130$	$\pm 0,050 \dots \pm 0,130^{**}$
<i>U</i>	1	$\pm 0,13 \dots \pm 0,38^{**}$	$\pm 0,130$	$\pm 0,080 \dots \pm 0,250^{**}$

* Предельные отклонения используют, как правило, у сменных пластин с шлифованными фасками.

** Предельные отклонения размеров *m* и *d* по табл. 1.16 и 1.17.

1.16. Предельные отклонения размеров, мм, *m* и *d* пластин формы *H, O, P, R, S, T, C, E, M, W*

Диаметр вписанной окружности	Предельные отклонения размеров			
	<i>m</i>		<i>d</i>	
	при классе допусков			
	<i>M</i>	<i>U</i>	<i>J, K, L, M</i>	<i>U</i>
5,556—9,525	$\pm 0,08$	$\pm 0,13$	$\pm 0,05$	$\pm 0,08$
12,700	$\pm 0,13$	$\pm 0,20$	$\pm 0,08$	$\pm 0,13$
15,875—22,225	$\pm 0,15$	$\pm 0,27$	$\pm 0,10$	$\pm 0,18$
25,400	$\pm 0,18$	$\pm 0,38$	$\pm 0,13$	$\pm 0,25$

1.17. Предельные отклонения размеров, мм, m и d пластин формы D для класса допуска M

Диаметр вписанной окружности	Предельные отклонения размеров		Диаметр вписанной окружности	Предельные отклонения размеров	
	m	d		m	d
6,350	$\pm 0,11$	$\pm 0,05$	15,875	$\pm 0,18$	$\pm 0,10$
9,525	$\pm 0,11$	$\pm 0,05$	19,050	$\pm 0,18$	$\pm 0,10$
12,700	$\pm 0,15$	$\pm 0,08$			

1.18. Буквенное обозначение конструктивных особенностей

Обозначение конструктивных особенностей		Конструктивные особенности
Буквенное	Цифровое	
N	1	Без стружколомающих канавок и отверстия
A	3	Без стружколомающих канавок и с отверстием
R	2	С односторонними стружколомающими канавками и без отверстия
M	4	С односторонними стружколомающими канавками и с отверстием
F	6	С двусторонними стружколомающими канавками и без отверстия
G	5	С двусторонними стружколомающими канавками и с отверстием
X	7	С особенностями, требующими точного объяснения, чертежа или описания

Позиция 5. Число, обозначающее размер пластины.

Для равносторонних и равноугольных пластин, а также равносторонних и неравноугольных пластин (см. табл. 1.13) в качестве числа, обозначающего размеры пластины, выбирают значение боковой длины l , мм, причем цифры после запятой не учитывают.

Для круглых пластин в качестве числа, обозначающего размер пластины, указывают диаметр d , мм, причем цифры после запятой не учитывают.

Для всех других форм пластин в качестве числа, обозначающего размер пластины, указывают длину главной режущей кромки или самой длинной кромки l , мм, причем цифры после запятой не учитывают.

Размеры различных форм пластин приведены в табл. 1.19.

1.19. Основные размеры пластин, мм

Форма пластины, ГОСТ	<i>l</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>r</i>
Трехгранная (ГОСТ 19043—80)	11,0	6,35	3,18	0,4; 0,8; 1,2
	16,5	9,525		
	22,0	12,7	4,76	0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,4
	27,5	15,875	6,35	1,2; 1,6; 2,4
Шестигранная с углом 80° и отверстием (ГОСТ 19047—80)	6,5	9,525	3,18	0,4; 0,8
	8,7	12,7	4,76	0,4; 0,8; 1,2
	10,8	15,875		
Шестигранная с углом 80°, с отверстием и стружколомающими канавками (ГОСТ 19048—80)	12,8	19,05	6,35	0,8; 1,2
Квадратная (ГОСТ 19049—80)	9,525	9,525	3,18	0,4; 0,8;
	12,700	12,700		1,2; 1,6;
Квадратная с задним углом 11° (ГОСТ 19050—80)	14,000	14,000	4,76	2,4
	15,875	15,875		
Квадратная с отвер- стием и стружколомаю- щими канавками на од- ной стороне (ГОСТ 19052—80)	19,050	19,050	6,35	1,2; 1,6; 2,4
	25,400	25,400	7,93	1,6; 2,4
Ромбическая с углом 80° (ГОСТ 19056—80)	8,1	7,930	3,18	0,4
	9,7	9,525		
Ромбическая с углом 80° и отверстием (ГОСТ 19057—80)	12,9	12,700	4,76	0,8; 1,2;
	16,1	15,875		1,6
	19,3	19,050	6,35	1,2; 1,6
Параллелограммная с углом 55° и стружколо- мающими канавками на одной стороне (ГОСТ 19062—80)	17	<i>B</i> = 10	4,8	0,5; 1,0; 1,5
	19		6,3	0,5; 1,0; 1,5

Форма пластины, ГОСТ	l	d	s	
Ромбическая с углом 55° и отверстием (ГОСТ 24255—80)	15,5	12,700	4,76	0,8; 1,2
			6,35	0,8; 1,2; 1,6
Круглая с отверстием (ГОСТ 19070—80)	—	12,700	4,76	—
	—	15,875	4,76	—
	—	15,875	6,35	—
	—	19,050	6,35	—

П о з и ц и я 6. Число, обозначающее рабочую толщину пластины, определяется размером рабочей толщины s , мм, причем цифры после запятой не учитывают. Если число однозначное, то на первом месте ставят цифру 0.

Толщины приведены в табл. 1.19.

П о з и ц и я 7. Число и буква, обозначающие форму вершины, определяются радиусом r при вершине пластины (см. табл. 1.19), а также величиной главного угла φ_r в плане (табл. 1.20) или величиной заднего угла на фаске α'_n (табл. 1.21).

1.20. Обозначение главного угла в плане φ_r

Обозначение		φ_r , град	Обозначение		φ_r , град
Буквенное	Цифровое		Буквенное	Цифровое	
<i>A</i>	1	45	<i>F</i>	4	85
<i>D</i>	2	60	<i>P</i>	5	90
<i>E</i>	3	75			

1.21. Обозначение заднего угла на фаске α'_n

Обозначение		α'_n , град	Обозначение		α'_n , град
Буквенное	Цифровое		Буквенное	Цифровое	
<i>A</i>	7	3	<i>F</i>	5	25
<i>B</i>	8	5	<i>G</i>	9	30
<i>C</i>	2	7	<i>N</i>	1	0
<i>D</i>	6	15	<i>P</i>	3	11
<i>E</i>	4	20			

1.22. Обозначение исполнения режущей кромки

Обозначение		Исполнение режущей кромки
Буквенное	Цифровое	
<i>F</i>	—	Острые кромки ($r \leq 0,02$ мм)
<i>E</i>	1	Скругленные кромки
<i>T</i>	2	Кромки с фаской
<i>S</i>	3	Кромки с фаской и скругленные

1.23. Обозначение направления резания

Обозначение		Направление резания
Буквенное	Цифровое	
<i>R</i>	1	Только правое
<i>L</i>	2	Только левое
<i>N</i>	3	Правое и левое

Позиция 8. Буква, обозначающая исполнение режущей кромки, выбирается по табл. 1.22.

Позиция 9. Буква, обозначающая направление резания, выбирается по табл. 1.23.

Позиция 10. Особые обозначения изготовителя.

Обозначения по позициям 1—7 являются обязательными.

Для предохранения корпуса режущего инструмента от повреждений при закреплении режущих пластин используют опорные пластины (рис. 1.6).

Цифровые и буквенно-цифровые обозначения опорных пластин должны соответствовать схеме:

Номер позиции	1	2	3	4
Цифровое обозначение	70	1	11	03
Буквенно-цифровое обозначение . .	<i>OT</i>	<i>N</i>	11	03

Позиция 1. Буквы (цифры), обозначающие форму пластины, должны соответствовать: шестигранная (ГОСТ 19081—80) — *OH* (76); пятигранная (ГОСТ 19080—80) — *OP* (75); круглая (ГОСТ 19083—80) — *OR* (77); квадратная ГОСТ (19076—80) и квадратная с задним углом (ГОСТ 19077—80) — *OS* (72); трехгранная (ГОСТ 19073—80) и трехгранная с задним углом (ГОСТ 19074—80) — *OT* (70); ромбическая с углом при вершине 80° (ГОСТ 19078—80) — *OC* (73); ромбическая с углом при вершине 55° (ГОСТ 24254—80) — *OD* (78); ше-

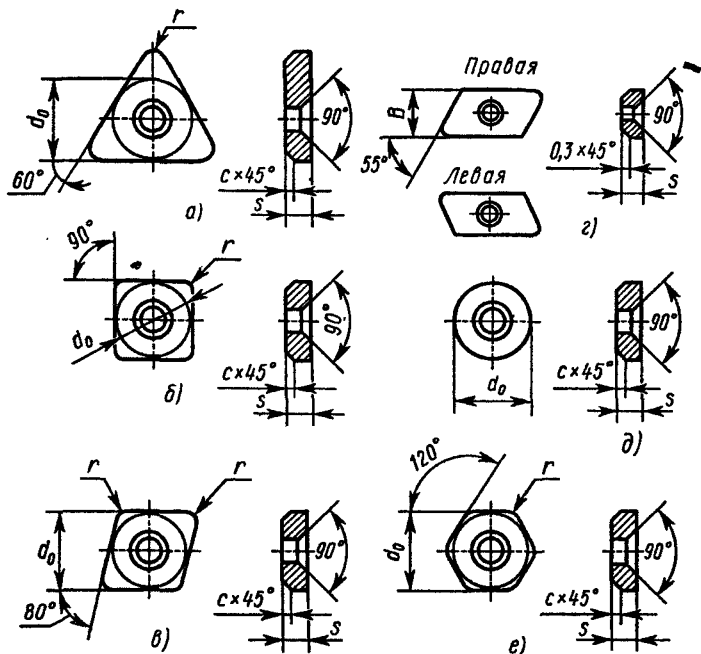


Рис. 1.6. Формы и основные размеры опорных пластин:
 а — трехгранных, б — квадратных, в — ромбических, г — параллелограммных, д — круглых, е — шестигранных

стигранная с углом при вершине 80° (ГОСТ 19075—80) — ОВ (71);
 параллелограммная с углом при вершине 55° (ГОСТ 19079—80) — ОК (74).

П о з и ц и я 2. Буква (цифра), обозначающая задний угол, должна соответствовать табл. 1.20.

П о з и ц и я 3. Число, обозначающее размер режущей пластины, для которой предназначена опорная пластина, должно соответствовать позиции 5 обозначения режущей пластины.

П о з и ц и я 4. Число, обозначающее рабочую толщину опорной пластины, которая в зависимости от габаритного размера пластин может быть: 3,18; 4,76; 6,35 мм.

Для обеспечения устойчивого стружколомания при обработке стали и сплавов применяют стружколомы (рис. 1.7), обозначения которых приведены ниже:

Номер позиции	1	2	3
Цифровое обозначение	90	11	01
Буквенно-цифровое обозначение	СТ	11	01

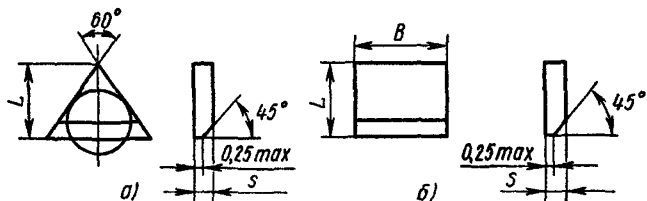


Рис. 1.7. Формы и основные размеры стружколомов:
а — трехгранных, б — четырехгранных

Позиция 1. Буквы (цифры), обозначающие форму стружколомов, должны соответствовать: трехгранная (ГОСТ 19084—80) — СТ (90); четырехгранная (ГОСТ 19085—80) — СС (91).

Позиция 2. Число, обозначающее размер режущей пластины,

1.24. Форма и размеры режущих сменных многогранных керамических пластин (ГОСТ 25003—81)

Наименование пластин, основные размеры, мм	Оснащаемый инструмент	Эскиз
<p>Пластина правильной трехгранной формы $d \times s$: 6,35 \times 3,18; 9,525 \times 3,18; 9,525 \times 4,76; 9,525 \times 6,35; 12,7 \times 4,76; 12,7 \times 7,93</p>	Токарные проходные, подрезные и расточные резцы	
<p>Пластина квадратной формы $l(d) \times s$: 9,525 \times 3,18; 9,525 \times 4,76; 12,7 \times 4,76; 12,7 \times 6,35; 15,875 \times 4,76; 15,875 \times 7,93; 19,050 \times 6,35; 19,050 \times 7,93</p>	Токарные проходные и расточные резцы, торцовые фрезы	
<p>Пластина ромбической формы с углом 80° $d \times s$: 12,7 \times 4,76; 12,7 \times 7,93; 15,875 \times 4,76; 15,875 \times 7,93</p>		
<p>Пластина круглой формы $d \times s$: 6,350 \times 3,18; 9,525 \times 4,76; 9,525 \times 7,93; 12,7 \times 4,76; 12,7 \times 7,93; 15,875 \times 7,93</p>	Торцовые фрезы, резцы	

1.25. Основные размеры, мм, цилиндрических заготовок синтетических сверхтвердых материалов для режущего инструмента

Материал	Диаметр	Высота
Композит 01 (ТУ 2-036-789—79)	3,5—4,6	3,5—4,0
Композит 10 (ТУ 2-037-138—74):		
группа 1	3,0	5,0
группа 2	5,0	4,0
группа 3	6,5	3,0
Композит 03 ^а (СТП 556—75)	2,5	3,5
Композит 02	3,5—4,2	3,5—5,0
Композит 05:		
группа 1	6,5—7,5	7,0—8,0
группа 2	9,5—10	7,0—8,0
Алмаз синтетический:		
АСПК-2 (ТУ 2-037-96—73)	3,5	4,0
АСБ1 (ТУ 2-037-19—70)	4,0	3,0
АСБ1 (СТП 538—74)	3,6—5,8	3,0—5,6
АСБ2 (ТУ 2-037-19—70)	4,0	3,0
АСБ2 (СТП 538—74)	3,6—5,8	3,0—5,4
АСБ6 (ТУ 2-037-19—70)	5,0—6,0	1,8—6,0

для которой предназначен стружколом, должно соответствовать позиции 5 обозначения режущей пластины.

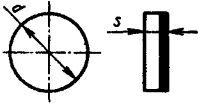
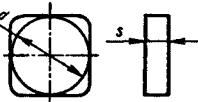
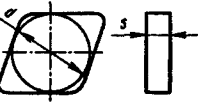
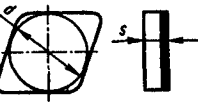

Позиция 3. Число, обозначающее размер порожка стружколома, равного толщине стружколома, которая соответствует ряду: 1, 58; 2, 38; 3, 97.

Пластины из минералокерамики. Минералокерамика поставляется в виде сменных многогранных пластин, форма и размеры которых приведены в табл. 1.24.

Пластины из сверхтвердых материалов. Синтетические сверхтвердые материалы поставляются в виде заготовок, размеры которых приведены в табл. 1.25, или сменных многогранных пластин. Форма и размеры пластин на основе кубического нитрида бора приведены в табл. 1.26.

1.26. Форма и размеры режущих сменных неперетачиваемых пластин из синтетических сверхтвердых материалов (ТУ 2-035-808—81)

Наименование пластины, основные размеры, мм	Эскиз
<p>Пластины цельные круглой формы из композита 01 $d \times s = 3,6 \times 3,18$</p> <p>Пластины цельные круглой формы из композита 05 $d \times s: 7 \times 5; 7 \times 3,12; 8 \times 3,12; 8 \times 3,15; 9,52 \times 3,18; 9,52 \times 3,97; 12,7 \times 3,97$</p> <p>Пластины цельные круглой формы из композита 10 $d \times s = 8 \times 3,97$</p>	

Наименование пластины, основные размеры, мм	Эскиз
Пластины двухслойные круглой формы из композита 10Д $d \times s$: 5,56 \times 3,97; 5,56 \times 3,18	
Пластины цельные квадратной формы из композита 05 $d \times s$: 5,56 \times 3,18; 5,56 \times 3,97; 4,76 \times 3,97	
Пластины цельные ромбической формы из композита 05 $d \times s$: 5,56 \times 3,18; 5,56 \times 3,97; 4,76 \times 3,97	
Пластины двухслойные ромбической формы из композита 10Д $d \times s$: 3,97 \times 3,18; 3,97 \times 3,97	
Пластины цельные трехгранной формы из композита 05 $d \times s$: 5,56 \times 3,97; 4,76 \times 3,18; 3,97 \times 3,97	

1.3. КЛАССИФИКАЦИЯ И КОНСТРУКЦИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Резцы. Резец — это однолезвийный инструмент для обработки с поступательным или вращательным главным движением (D_r) резания и возможностью движения подачи D_s в любом направлении (ГОСТ 25751—83). Различают токарные, расточные, строгальные и долбежные резцы. На рис. 1.8 приведены схемы работы наиболее распространенных токарных резцов, которые по виду обработки подразделяются на проходные, подрезные, прорезные, отрезные, расточные, резьбовые и фасонные; по направлению подачи — на правые и левые; по форме

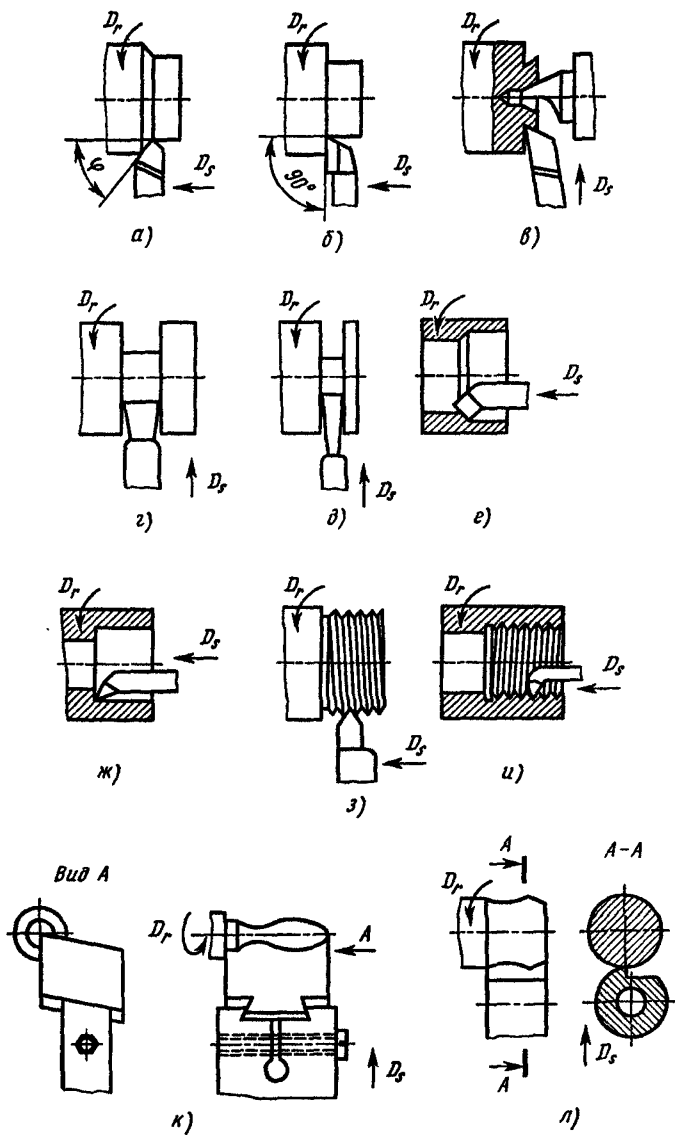


Рис. 1.8. Схемы работы токарных резцов:

а — проходного, б — проходного упорного, в — подрезного, г — прорезного, д — отрезного, е, ж — расточных, з — резьбового для наружной резьбы, и — резьбового для внутренней резьбы, к, л — фасонных

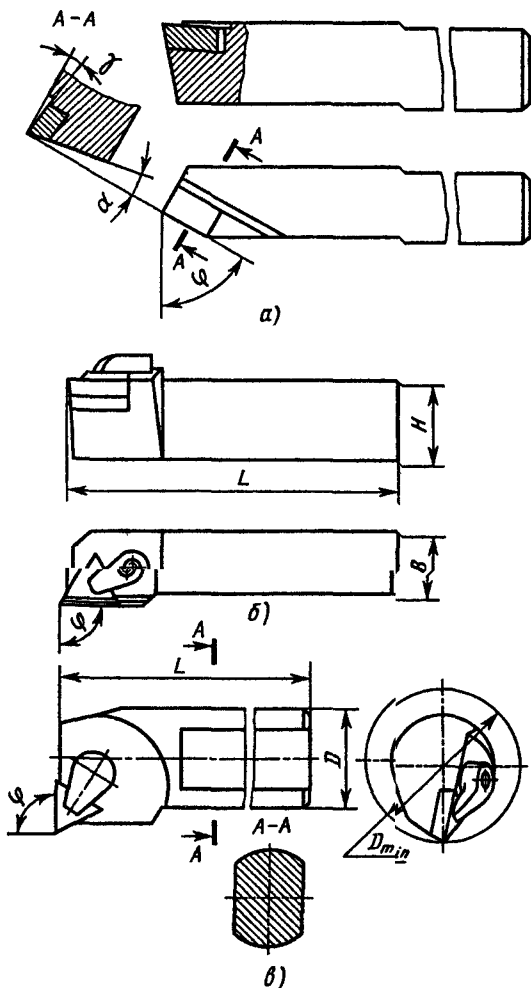


Рис. 1.9. Конструкции токарных резцов:
 а — проходного с напайной пластиной, б — проходного с механическим креплением трехгранной пластины, в — расточного с механическим креплением трехгранной пластины

корпуса — на стержневые, призматические, дисковые; по форме головки — на прямые, отогнутые и оттянутые.

По конструкции резец может быть цельным, с напайной пластиной, с механическим креплением пластины.

На рис. 1.9, а приведена конструкция токарного проходного

резца с напайной пластиной. Передний γ и задний α углы резца назначают в зависимости от обрабатываемого материала и характера обработки, а главный угол в плане φ — в зависимости от вида обработки.

Токарные резцы с напайными пластинами из быстрорежущей стали выпускаются в соответствии с Государственными стандартами:

ГОСТ 18868—73 — проходные отогнутые с углом в плане $\varphi = 45^\circ$;

ГОСТ 18869—73 — проходные прямые с углом $\varphi = 45$ и 75° ;

ГОСТ 18870—73 — проходные упорные с $\varphi = 90^\circ$;

ГОСТ 18871—73 — подрезные торцовые с $\varphi = 90^\circ$;

ГОСТ 18874—73 — прорезные и отрезные;

ГОСТ 10044 — 73 — расточные державочные с $\varphi = 45, 60$ и $\varphi = 90^\circ$.

Напайными пластинками из твердого сплава оснащают токарные резцы:

ГОСТ 18877—73 — проходные отогнутые с углом в плане $\varphi = 45^\circ$;

ГОСТ 18873—73 — проходные прямые с $\varphi = 45, 60$ и 75° ;

ГОСТ 18879—73 — проходные упорные с $\varphi = 90^\circ$;

ГОСТ 18880—73 — подрезные отогнутые;

ГОСТ 18882 — 73 — расточные с $\varphi = 90^\circ$;

ГОСТ 18883 — 73 — расточные с $\varphi = 95^\circ$;

ГОСТ 18884 — 73 — отрезные;

ГОСТ 18885 — 73 — резьбовые.

На рис. 1.9, б приведена конструкция токарного проходного резца с механическим креплением пластины, а на рис. 1.9, в — токарного расточного.

Типы и схемы узла крепления пластин у инструментов с механическим креплением сменных многогранных твердосплавных (СМТ) пластин приведены на рис. 1.10. Крепления согласно ГОСТ 26476—85 имеют следующие обозначения:

C — пластин без отверстий сверху прихватом (рис. 1.10, а);

M — пластин с отверстием сверху прихватом и через отверстие (рис. 1.10, б);

P — пластин с отверстием через отверстие штифтом (рис. 1.10, в);

S — пластин с отверстием через фасонное отверстие винтом (рис. 1.10, г).

Токарные резцы, оснащенные пластинами без отверстия с креплением сверху прихватом, выпускают по ГОСТ 26611—85:

проходные с пластинами трехгранной формы с φ , равным 90 и 60° , прямые и отогнутые с положительными и отрицательными передними углами;

проходные с пластинами квадратной формы с φ , равным 75 и 45° , прямые и отогнутые с положительными и отрицательными передними углами;

проходные с пластинами ромбической формы с $\varphi = 95^\circ$;

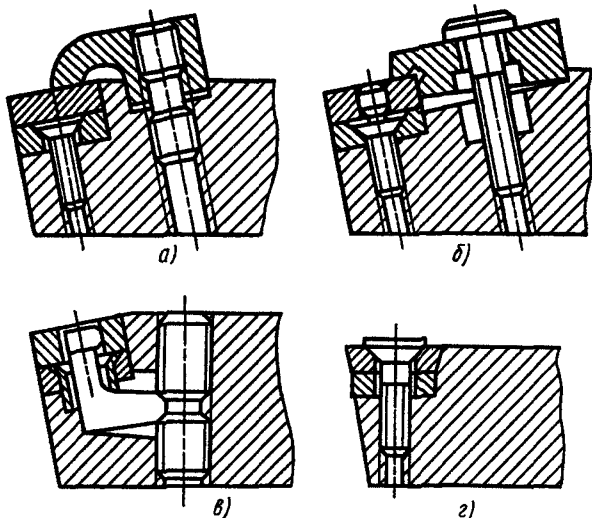


Рис. 1.10. Схемы механического крепления сменных многогранных пластин:

а — сверху прихватом, *б* — сверху прихватом и через отверстие, *в* — штифтом через отверстие, *г* — винтом через отверстие

проходные с пластинами круглой формы с $\varphi = 45^\circ$;

подрезные с пластинами трехгранной формы с $\varphi = 90^\circ$, отогнутые с положительными и отрицательными передними углами;

подрезные с пластинами квадратной формы с $\varphi = 75^\circ$, отогнутые с положительными и отрицательными передними углами.

Резцы имеют следующие размеры, мм: $B \times H = 12 \times 12$; 16×16 ; 20×20 ; 25×25 ; 32×25 ; 32×32 ; 40×40 ; $L = 80$; 100; 125; 150; 170; 200.

По ГОСТ 26612—85 выпускают токарные расточные резцы, оснащенные пластинами без отверстия с креплением сверху прихватом. Их основные размеры, мм: $D_{\min} = 25$; 32; 40; 45; 63; $D = 20$; 25; 32; 50; $L = 170$; 180; 200; 250; 350. Этот же ГОСТ предусматривает следующие типы резцов:

с пластинами трехгранной формы с $\varphi = 90^\circ$;

с квадратными пластинами с $\varphi = 75$ и 45° ;

с ромбическими пластинами с $\varphi = 95^\circ$.

Кроме того, выпускают токарные резцы для контурного точения с механическим креплением параллелограммных пластин по ГОСТ 20872—80 и токарные резцы с механическим креплением пластин с отверстиями, базирующимися на центральный штифт (по ГОСТ 24996—81).

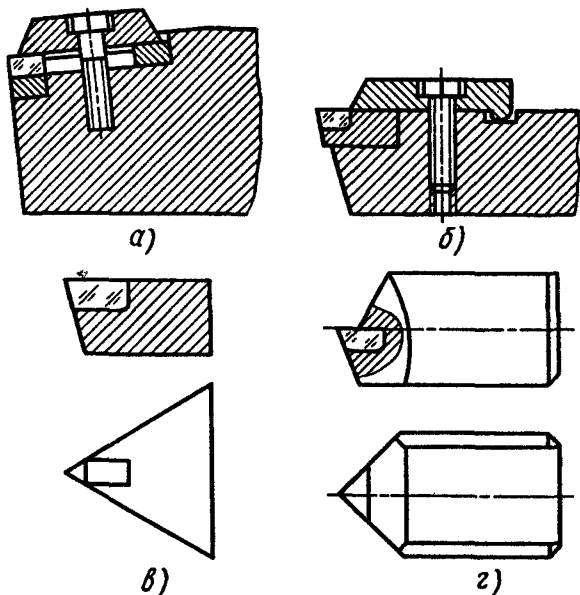


Рис. 1.11. Схемы крепления пластин из сверхтвердых синтетических материалов:

а — прихватом, *б* — прихватом вставок, *в* — пайкой, *г* — зачеканкой

Основные технические требования на резцы с механическим креплением пластин СМТ указаны в ГОСТ 26613—85.

Схемы крепления пластин из сверхтвердых материалов приведены на рис. 1.11: механическое крепление пластин прихватом (рис. 1.11, *а*); механическое крепление вставок (рис. 1.11, *б*); пайка пластин в закрытом пазу (рис. 1.11, *в*); зачеканка пластин в закрытом пазу твердым припоем (рис. 1.11, *г*).

По ГОСТ 13297—86Е выпускают токарные расточные резцы с напаянным алмазом для сквозных отверстий; токарные расточные резцы с напаянным алмазом для глухих отверстий; вставки цилиндрические с напаянным алмазом; вставки алмазные треугольные для токарных и расточных резцов.

Фрезы. Фреза — это лезвийный инструмент, предназначенный для обработки поверхностей с вращательным главным движением резания инструмента и хотя бы одним движением подачи, направление которого не совпадает с осью вращения. Различают фрезы для цилиндрического фрезерования, при котором ось фрезы параллельна обрабатываемой поверхности, и для торцового фрезерования, при котором ось фрезы нормальна обрабатываемой поверхности.

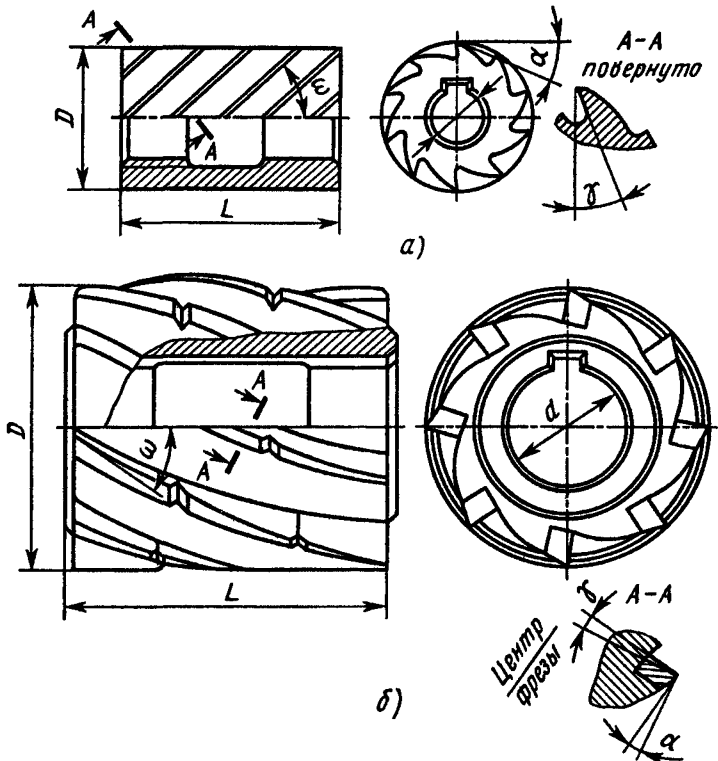


Рис. 1.12. Конструкции фрез для цилиндрического фрезерования: а — цилиндрических цельных, б — цилиндрических с твердосплавными пластинами, в — дисковых трехсторонних, г — прорезных и отрезных

На рис. 1.12 показаны конструкции фрез для цилиндрического фрезерования.

Цилиндрические цельные фрезы (рис. 1.12, а) выпускают с мелким и с крупным зубом. Основные размеры фрез, мм: наружный диаметр $D = 40; 50; 63; 80; 100$; диаметр посадочного отверстия $d = 16; 22; 27; 32; 40$; длина фрезы $L = 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160$.

Угол наклона зубьев выполняют $\omega = 40^\circ$, передний угол в нормальном сечении к режущей кромке $\gamma = 15^\circ$, а задний угол в плоскости, перпендикулярной оси фрезы $\alpha = 16^\circ$.

Фрезы цилиндрические, оснащенные пластинами из твердого сплава (рис. 1.12, б), выпускают с основными размерами, мм: $D = 63; 80; 100; 125$; $d = 27; 32; 40; 50$; $L = 45; 70; 96; 100$. Угол наклона зубьев равен $\omega = 24, 30, 36^\circ$. Передний и задний углы в нормальном сечении к главной режущей кромке равны: $\gamma = -5^\circ$; $\alpha = 18^\circ$.

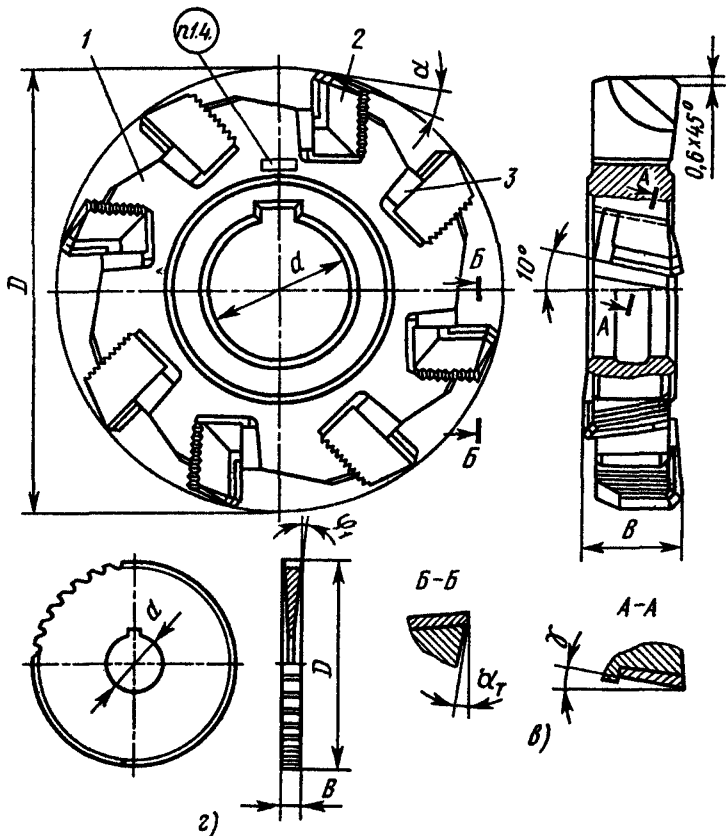


Рис. 1.12. Продолжение

Дисковые фрезы бывают быстрорежущими трехсторонними диаметром в пределах 50—100 мм и быстрорежущими трехсторонними с разнонаправленными зубьями, имеющими диаметр 63—125 мм.

На рис. 1.12, в показана конструкция дисковой трехсторонней фрезы со вставными ножами, оснащенными твердым сплавом (ГОСТ 5348—69) с основными размерами, мм: $D = 100...315$; $d = 27...60$; $B = 14...40$. Число зубьев у фрез равно $z = 8...20$; передний угол $\gamma = 5^\circ$; задний угол на периферии $\alpha = 12^\circ$; задний угол на торце $\alpha_T = 8^\circ$.

Фрезы прорезные (шлицевые) и отрезные (рис. 1.12, г) выпускают по ГОСТ 2679—73 с мелким и крупным зубьями. Основные размеры фрез, мм: $D = 20...315$; $d = 4...40$; $B = 0,2...0,6$. Вспомогательный угол в плане равен $\varphi_1 = 5...1^\circ$.

Фрезы для торцевого фрезерования представлены на рис. 1.13.

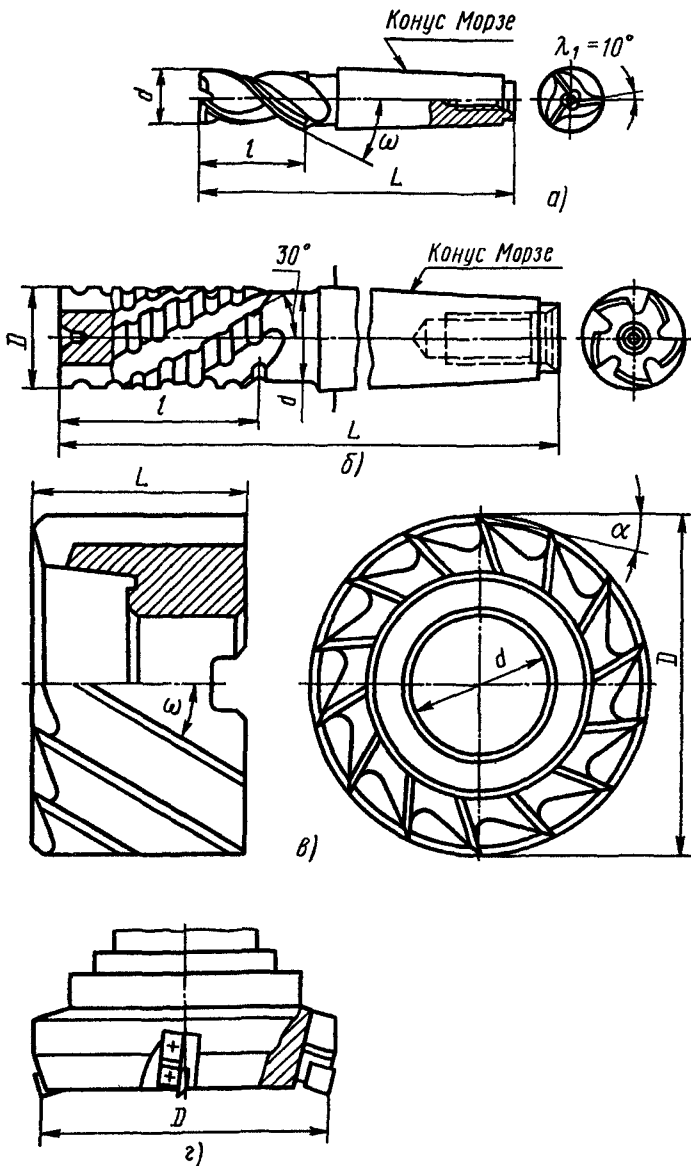


Рис. 1.13. Конструкции фрез для торцевого фрезерования:
 а — концевых цельных, б — концевых обдирочных, в — торцевых цельных насадных, г — торцевых с механическим креплением твердосплавных пластин

Концевые фрезы (рис. 1.13, а) выпускают по ГОСТ 18372—73Е двух типов: цельные и с приваренным стальным хвостовиком. Основные размеры, мм: $D = 3...12$; $L = 28...103$; $l = 8...53$. Угол наклона зубьев равен $\omega = 30...40^\circ$.

Фрезы концевые обдирочные с затылованными зубьями и коническим хвостовиком выпускают двух исполнений: без торцовых зубьев (рис. 1.13, б) и с торцовыми зубьями. Основные размеры фрез, мм: $D = 25...80$; $d = 23,5...60$; $L = 150...435$; $l = 50...224$.

Кроме того, концевые фрезы могут быть: с цилиндрическим хвостовиком из быстрорежущей стали (ГОСТ 17025—71); фрезы концевые с цилиндрическим, коническим и резьбовым хвостовиком, оснащенные твердосплавными коронками (ГОСТ 20533—75...20535—75); фрезы концевые, оснащенные винтовыми твердосплавными пластинами (ГОСТ 20536—75...20538—75); фрезы шпоночные, оснащенные пластинами из твердого сплава (ГОСТ 6396—78).

Торцовые фрезы могут быть цельными (рис. 1.13, в) и сборными. Цельные фрезы торцовые насадные (ГОСТ 9304—69) выпускаются с мелкими и крупными зубьями.

Основные размеры, мм: $D = 40...100$; $d = 16...32$; $L = 32...50$. Угол наклона зубьев у фрез равен $\omega = 25...40^\circ$.

Торцовые насадные сборные фрезы выпускаются со вставными ножами, оснащенными твердосплавными пластинами (ГОСТ 24359—80) диаметром 100—630 мм.

В настоящее время широко применяются фрезы с механическим креплением пластин СМТ прихватом сверху (тип С, см. рис. 1.10). Фрезы этих конструкций выпускаются по ГОСТ 26595—85 с диаметром $D = 100...630$ мм (рис. 1.13, г), а также по нормальям инструментальных заводов.

Осевые инструменты. Осевые инструменты предназначены для обработки отверстий. К ним относятся сверла, зенкеры, развертки.

На рис. 1.14 приведены типовые конструкции сверл. Конструкции и наименование основных элементов спиральных быстрорежущих сверл с коническим и цилиндрическим хвостовиками даны на рис. 1.14, а. Эти сверла получили наибольшее распространение. Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком разделяются на следующие серии: короткая (ГОСТ 4010—77) — $D = 0,5...20$ мм; $L = 20...131$ мм; $L = 3...66$ мм; средняя (ГОСТ 10902—77) — $D = 0,3...20$ мм; $L = 19...205$ мм; $l = 3...140$ мм; длинная (ГОСТ 886—77) — $D = 1...20$ мм; $L = 56...254$ мм; $l = 33...166$ мм.

Сверла спиральные быстрорежущие с коническим хвостовиком разделяются на следующие: $D = 5...80$ мм; $L = 133...514$ мм; $l = 52...260$ мм (ГОСТ 10903—77); удлиненные $D = 6...30$ мм; $L = 225...395$ мм; $l = 145...275$ мм (ГОСТ 2092—77); длинные $D = 6...30$ мм; $L = 160...350$ мм; $l = 80...230$ мм (ГОСТ 12121—77).

На рис. 1.14, б приведена конструкция спирального твердосплавно-

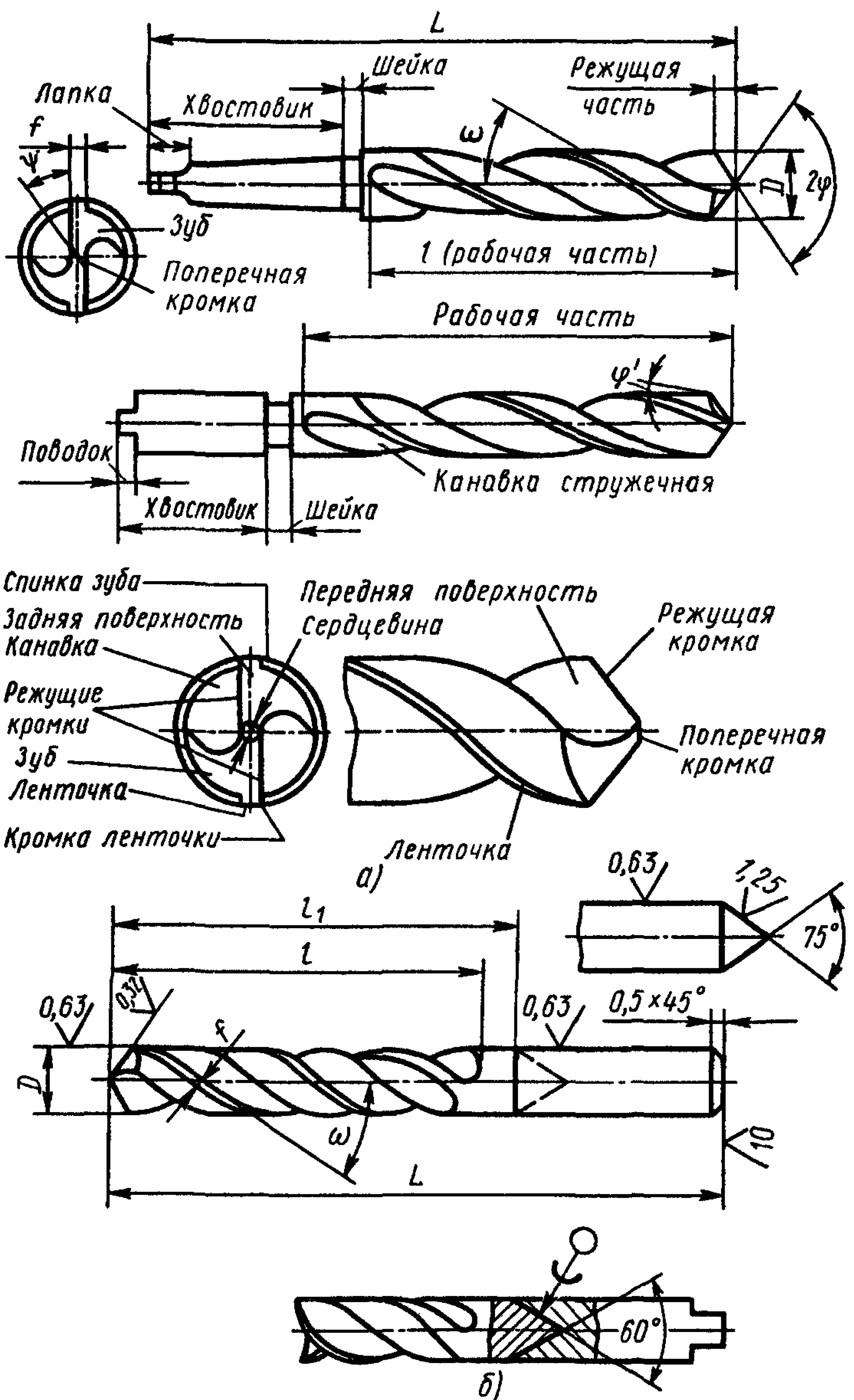


Рис. 1.14. Конструкции сверл:

а — спиральных, б — спиральных твердосплавных, в — перовых сборных, г — для кольцевого сверления

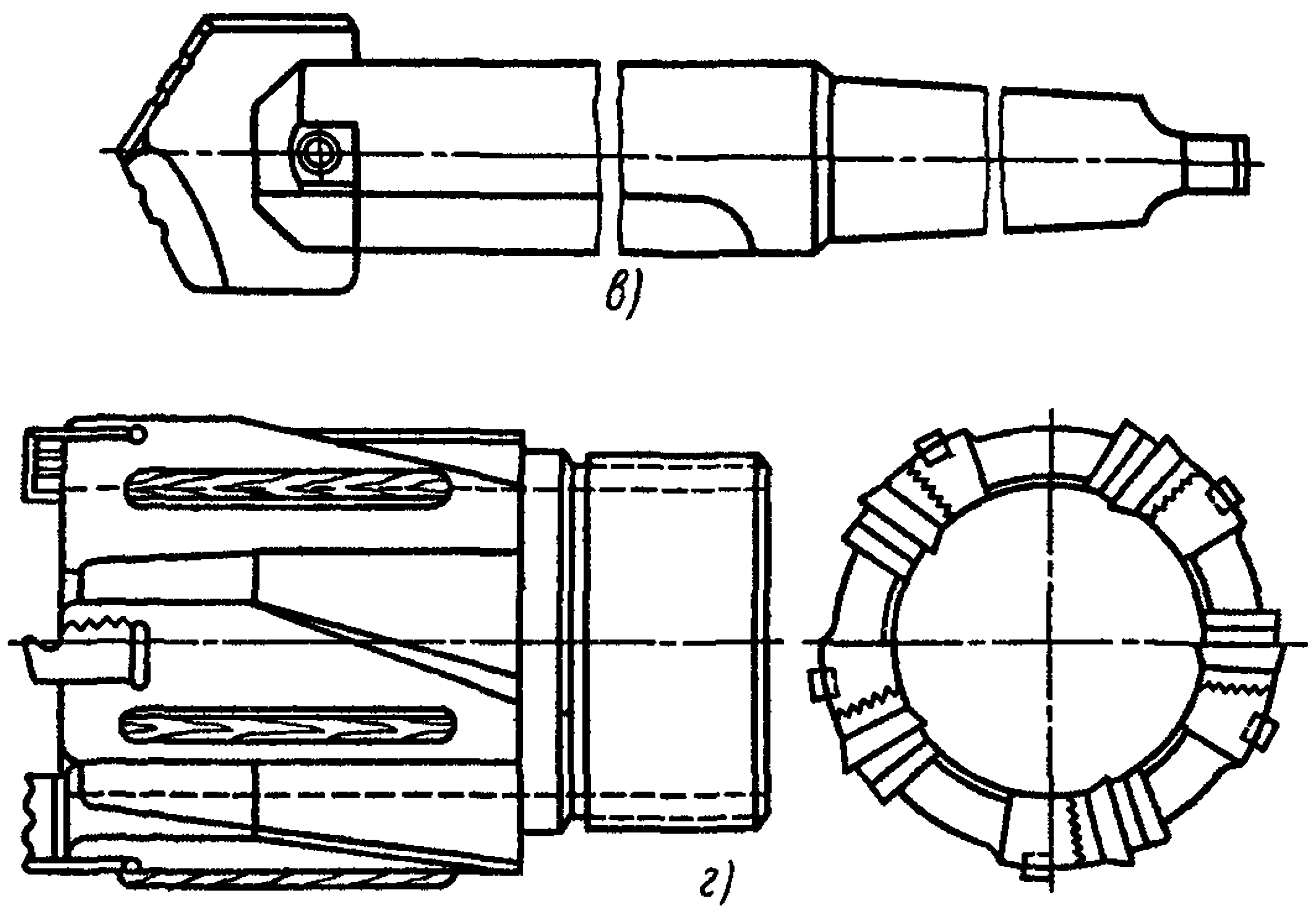


Рис. 1.14. Продолжение

го сверла цельного с цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 17275—71) — $D = 3...12$ мм; $L = 55...120$; $l = 24...70$ мм; $l_1 = 26...75$ мм.

Кроме того, выпускаются спиральные сверла, оснащенные пластинками из твердого сплава: с цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 22735—77) — $D = 5...12$ мм; $L = 70...120$ мм; $l = 36...70$; с коническим хвостовиком (ГОСТ 22736—77) — $D = 10...30$ мм; $L = 170...235$ мм; $l = 90...175$ мм.

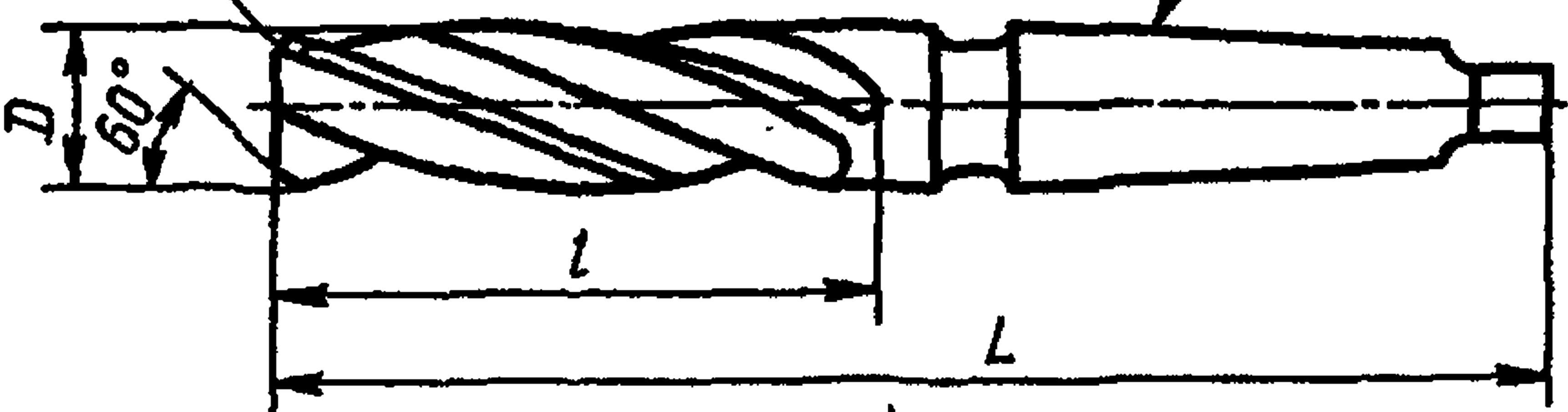
Угол режущей части у стандартных сверл равен $2\varphi = 118^\circ$, а угол наклона стружечных канавок $\omega = 19...33^\circ$ — у быстрорежущих сверл; $\omega = 31...36^\circ$ — у твердосплавных. Ширина ленточки f зависит от диаметра сверла.

В настоящее время широко применяются сверла специальных конструкций: перовые (рис. 1.14, в); кольцевого сверления (рис. 1.14, г) и др.

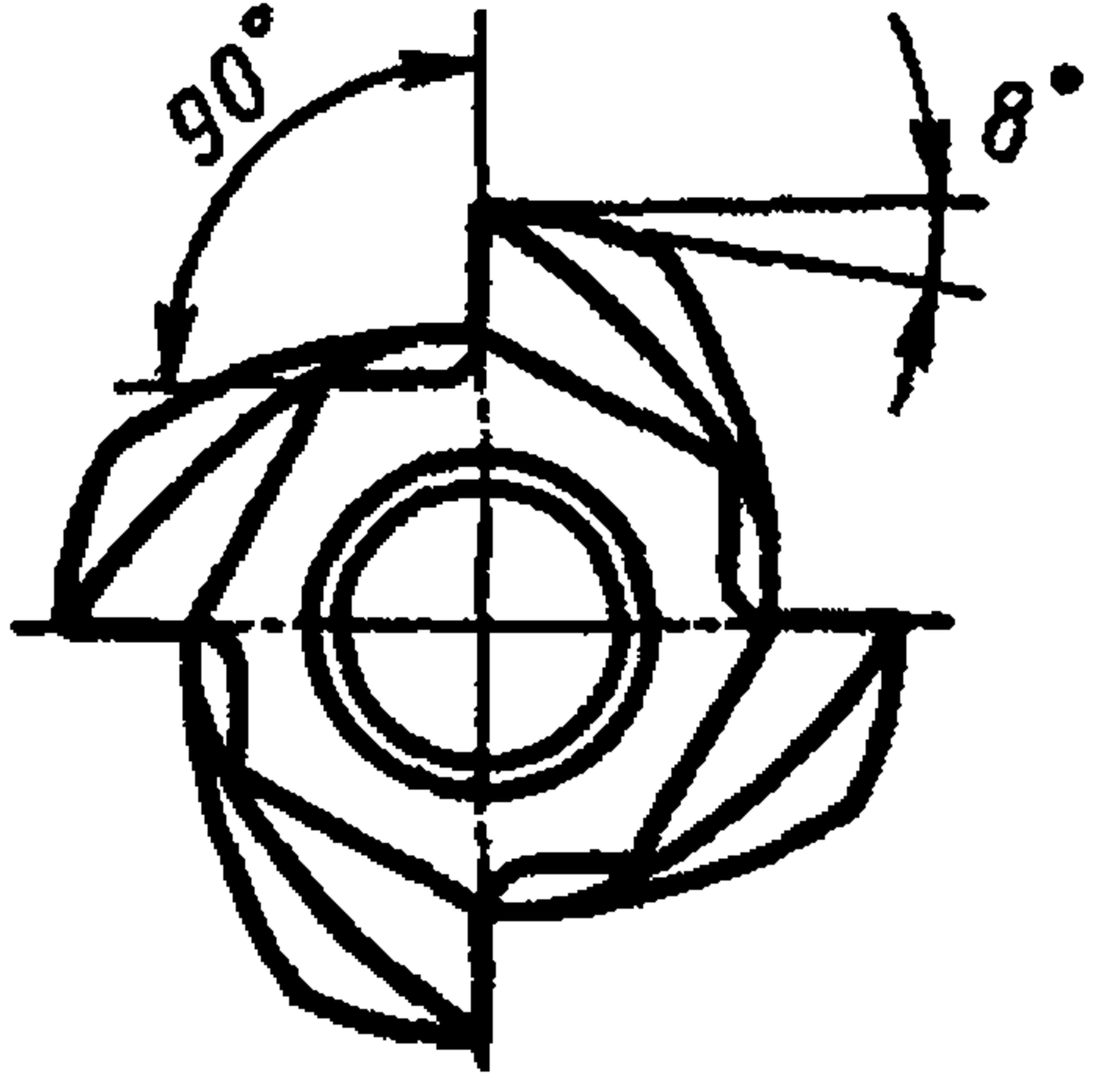
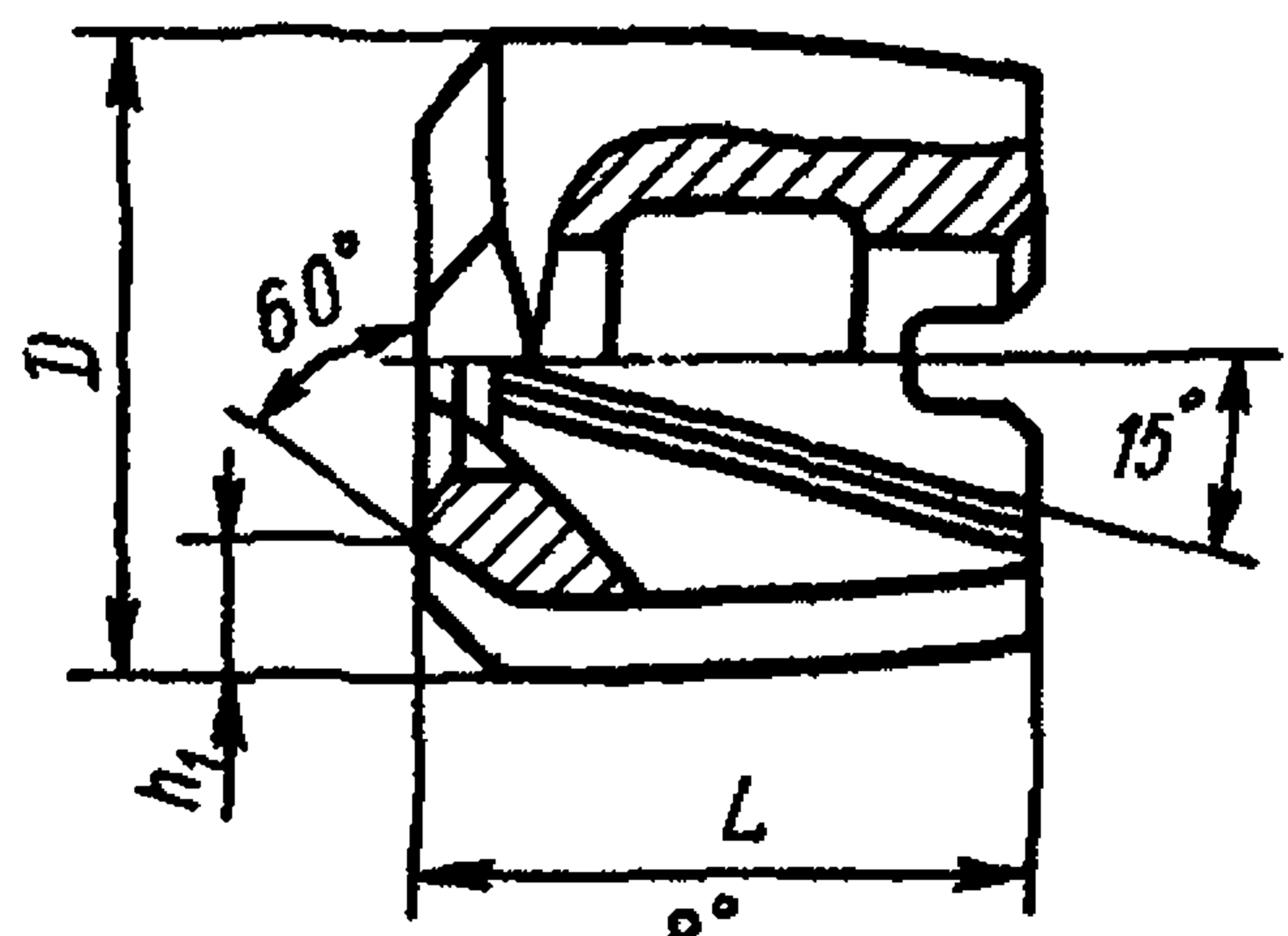
Зенкеры предназначены для увеличения диаметра отверстия и его точности. Наиболее распространенные конструкции зенкеров приведены на рис. 1.15. На рис. 1.15, а показана конструкция цельного зенкера с коническим хвостовиком из быстрорежущей стали (ГОСТ 12489—71) — $D = 10...40$ мм; $L = 160...350$ мм; $l = 80...200$ мм; число зубьев $z = 3; 4$. Конструкция цельного насадного зенкера из быстрорежущей стали приведена на рис. 1.15, б — $D = 32...80$ мм; $L = 30...52$ мм; $z = 4$. На рис. 1.15, в показана конструкция насадного зенкера со вставными ножами из быстрорежущей стали (ГОСТ 2255—71) — $D = 50...100$ мм; $L = 60...76$ мм; $f = 2$ мм; а на рис. 1.15, г — насадного зенкера со вставными ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава (ГОСТ 21541—76) — $D = 50...80$ мм; $L = 58...69$ мм.

Число зубьев $Z=3$

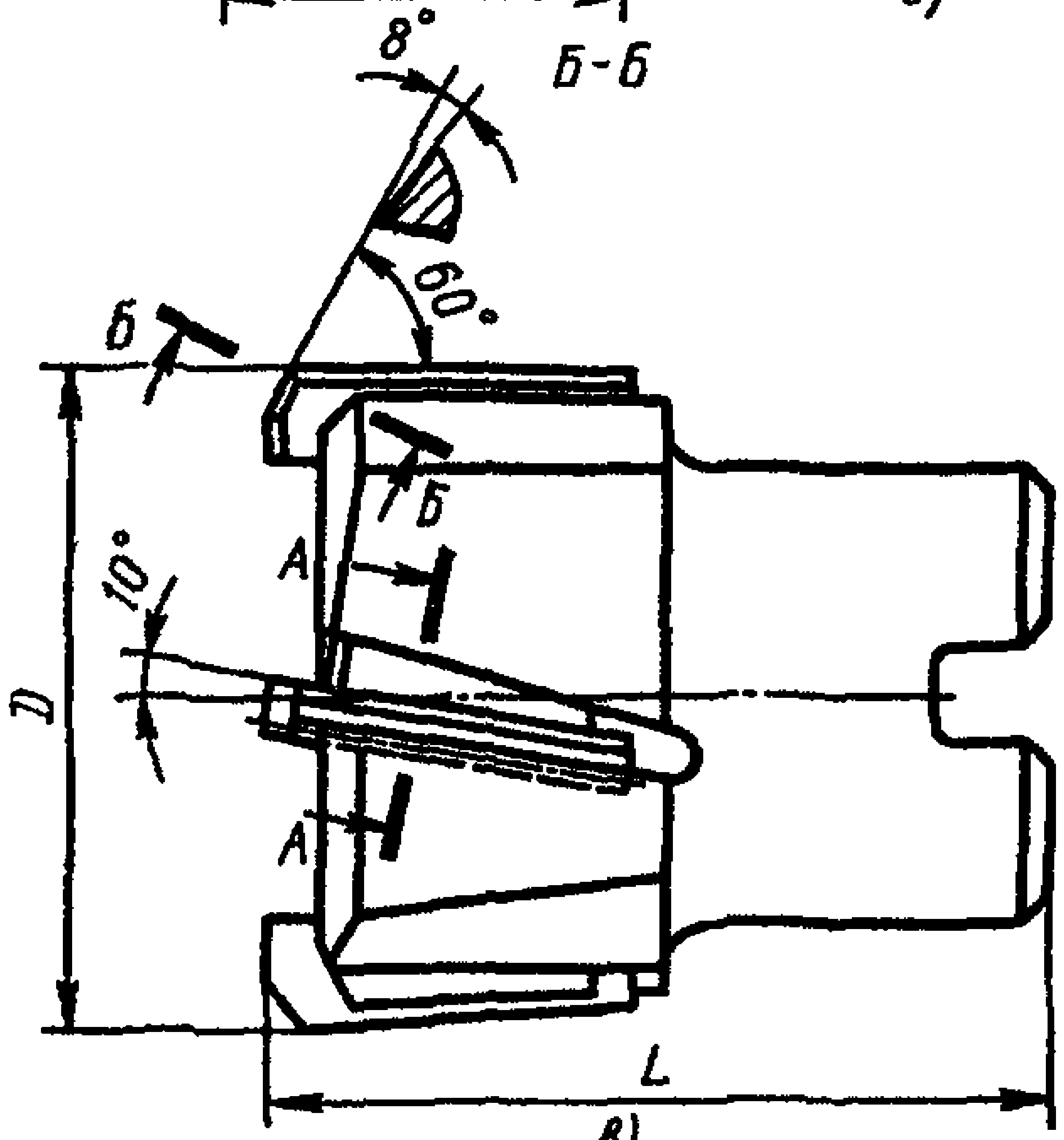
Конус Морзе



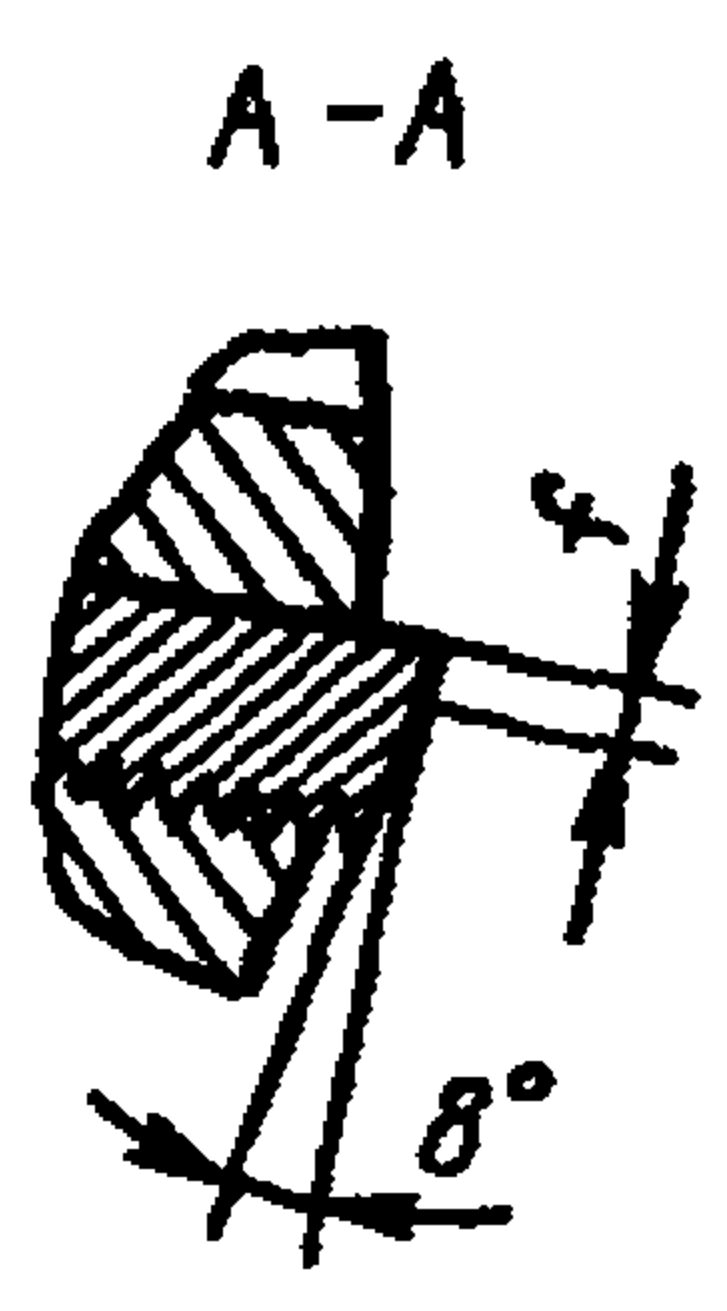
а)



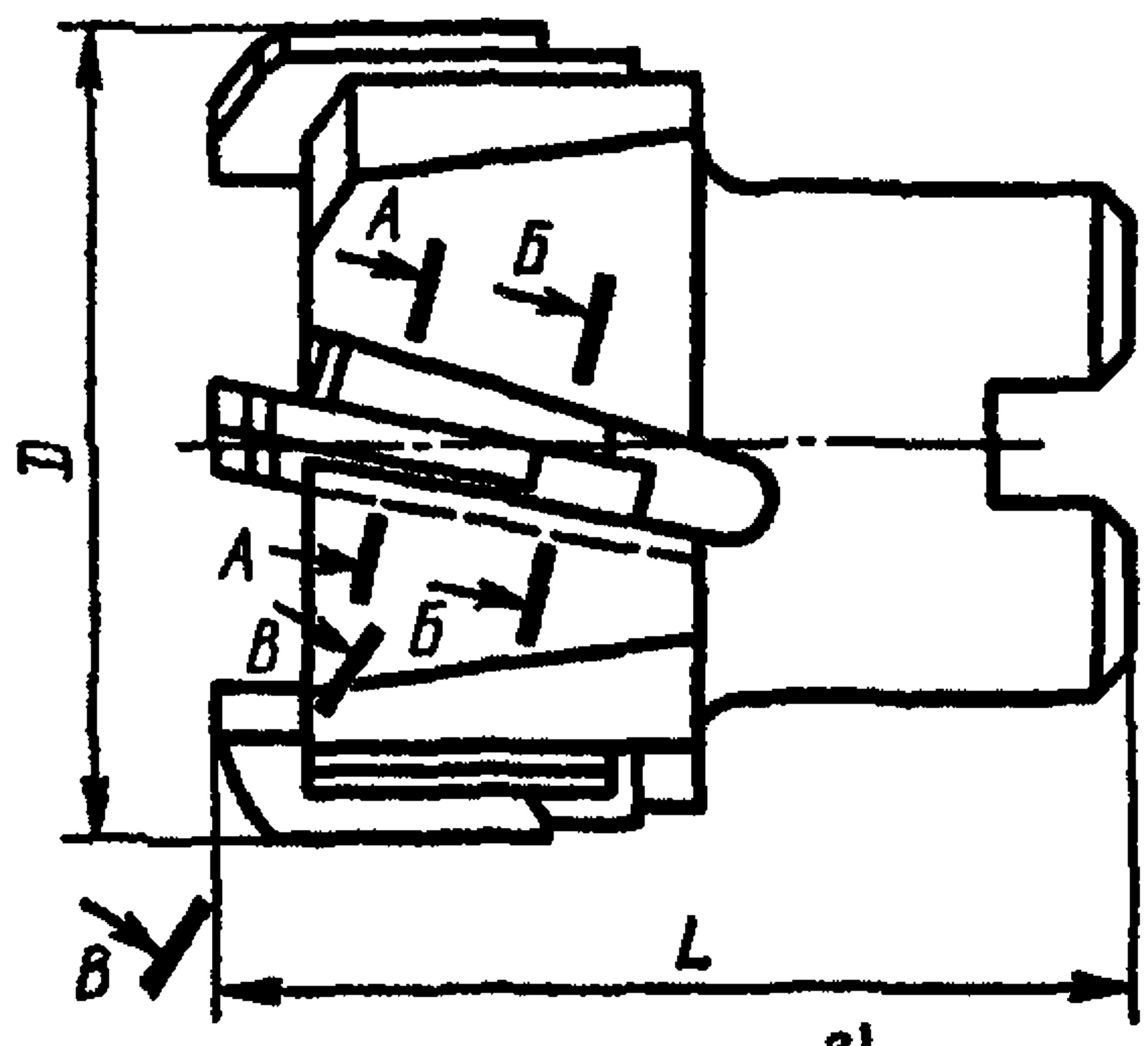
б)



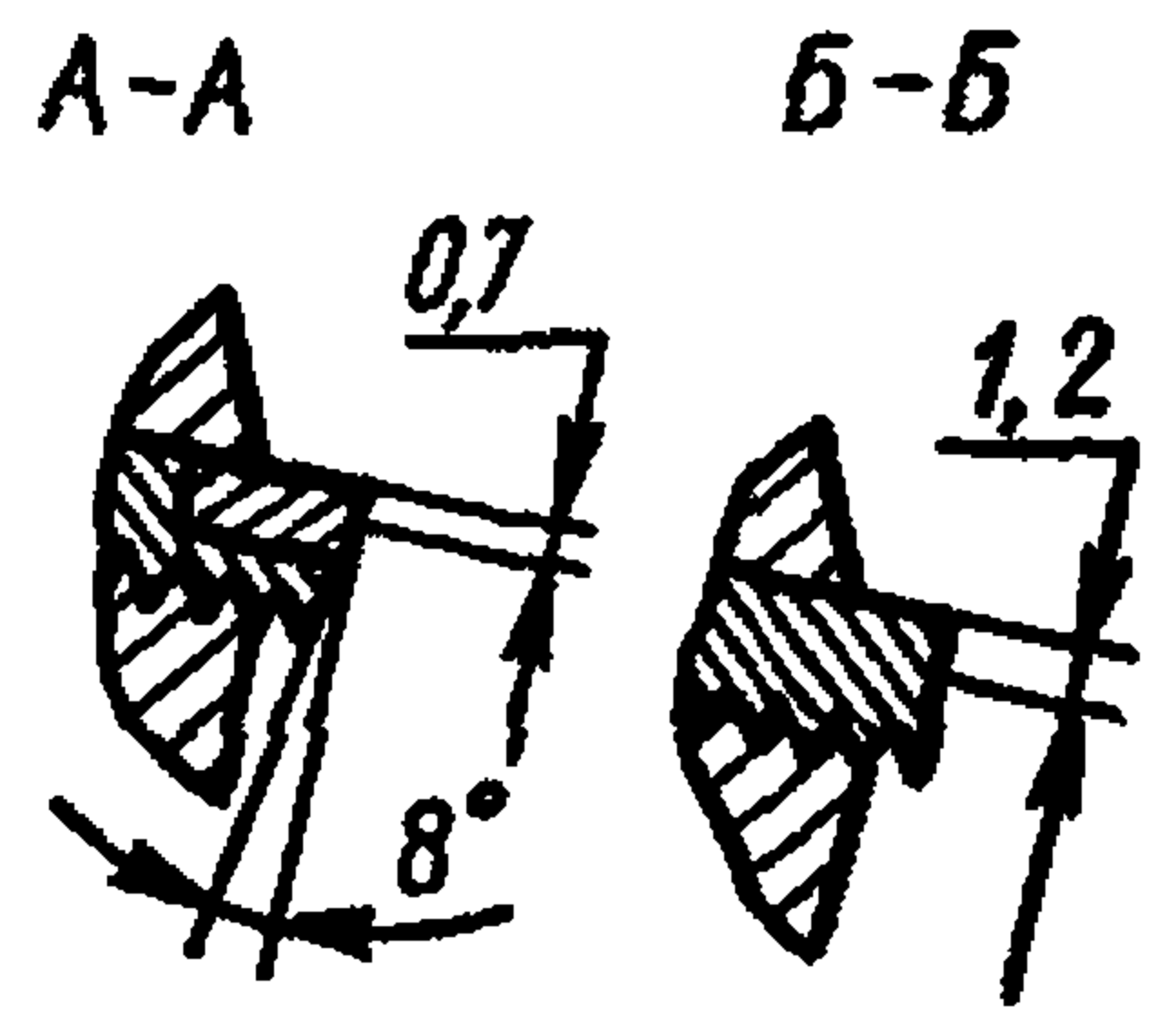
в)



A-A

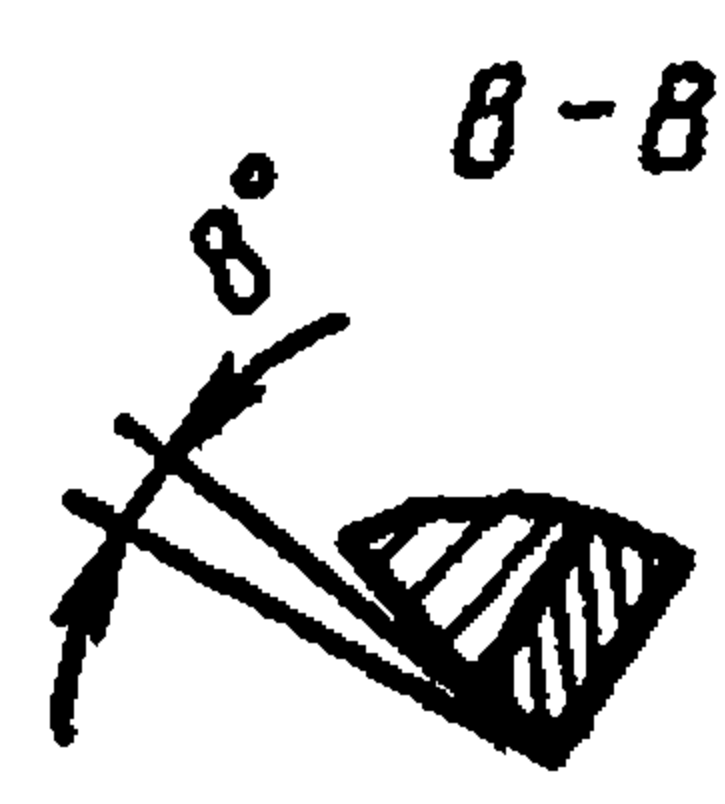


г)



A-A

Б-Б



Б-Б

Развертка — это осевой инструмент для повышения точности формы и размеров (до 6—7-го квалитетов точности) отверстия и снижения шероховатости поверхности (до $Ra = 0,63 \dots 0,32$ мкм). На рис. 1.16 приведены типовые конструкции разверток.

Ручная цилиндрическая развертка (рис. 1.16, а) имеет удлиненную рабочую часть l и небольшой угол в плане $\varphi = 1^\circ$ на режущей части l_1 , что необходимо для улучшения направления при входе развертки в обрабатываемое отверстие. Основные размеры развертки, мм (ГОСТ 7722—77) — $D = 1 \dots 60$; $L = 38 \dots 406$; $l = 18 \dots 203$; $l_1 = 4 \dots 57$.

Развертки машинные цельные (ГОСТ 1672—80) могут быть: с цилиндрическим хвостовиком $D = 3 \dots 9$ мм; $L = 60 \dots 100$ мм; $l = 10 \dots 16$ мм; с коническим хвостовиком (рис. 1.16, б) — $D = 10 \dots 32$ мм; $L = 140 \dots 240$ мм; $l = 16 \dots 25$ мм, насадные (рис. 1.16, в) — $D = 25 \dots 50$ мм; $L = 30 \dots 42$ мм; $l = 22 \dots 30$ мм; $d = 13 \dots 22$ мм. Угол режущей части у машинных разверток $\varphi = 5, 15, 45^\circ$.

Развертки машинные со вставными ножами из быстрорежущей стали (ГОСТ 883—80) выпускаются с коническим хвостовиком — $D = 32 \dots 50$ мм; $L = 243 \dots 319$ мм; $l = 32 \dots 50$ мм и насадные со вставными ножами (рис. 1.16, г) — $D = 40 \dots 100$ мм; $L = 49 \dots 74$ мм; $l = 28 \dots 40$ мм; $d = 16 \dots 40$ мм. Угол режущей части $\varphi = 5, 15, 45^\circ$.

По ГОСТ 11176—71 выпускаются развертки машинные, оснащенные пластинками из твердого сплава с коническим хвостовиком диаметром 10—32 мм, и насадные диаметром 32—50 мм.

Для регулирования наружного диаметра разверток по обрабатываемому отверстию используют ручные разжимные развертки (рис. 1.16, д) — $D = 8 \dots 50$ мм; $L = 110 \dots 380$ мм; $l = 50 \dots 150$ мм (ГОСТ 3509—71).

Протяжки. Протяжка — это многолезвийный инструмент с рядом последовательно выступающих одно над другим лезвий в направлении, перпендикулярном направлению скорости главного движения. Бывают протяжки для внутренних и для наружных поверхностей. Наибольшее распространение получили протяжки для обработки цилиндрических, многогранных, шлицевых, шпоночных и профильных отверстий.

Основные части и элементы протяжки показаны на рис. 1.17, а. Протяжка состоит из хвостовика ($d_{хв}, l_{хв}$), предназначенного для закрепления инструмента в патроне и передачи ему тягового усилия; шейки ($d_{ш}$), длина которой определяется из условия размещения детали между столом протяжного станка и первым зубом; передней направляющей ($d_{п.н}, l_{п.н}$) с заходным конусом ($l_{к}$). Эти части образуют переднюю крепежно-присоединительную часть l_1 . Рабочая часть протяж-

Рис. 1.15. Конструкции зенкеров:

а — цельных концевых, б — цельных насадных, в — со вставными ножами из быстрорежущей стали, г — со вставными ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава

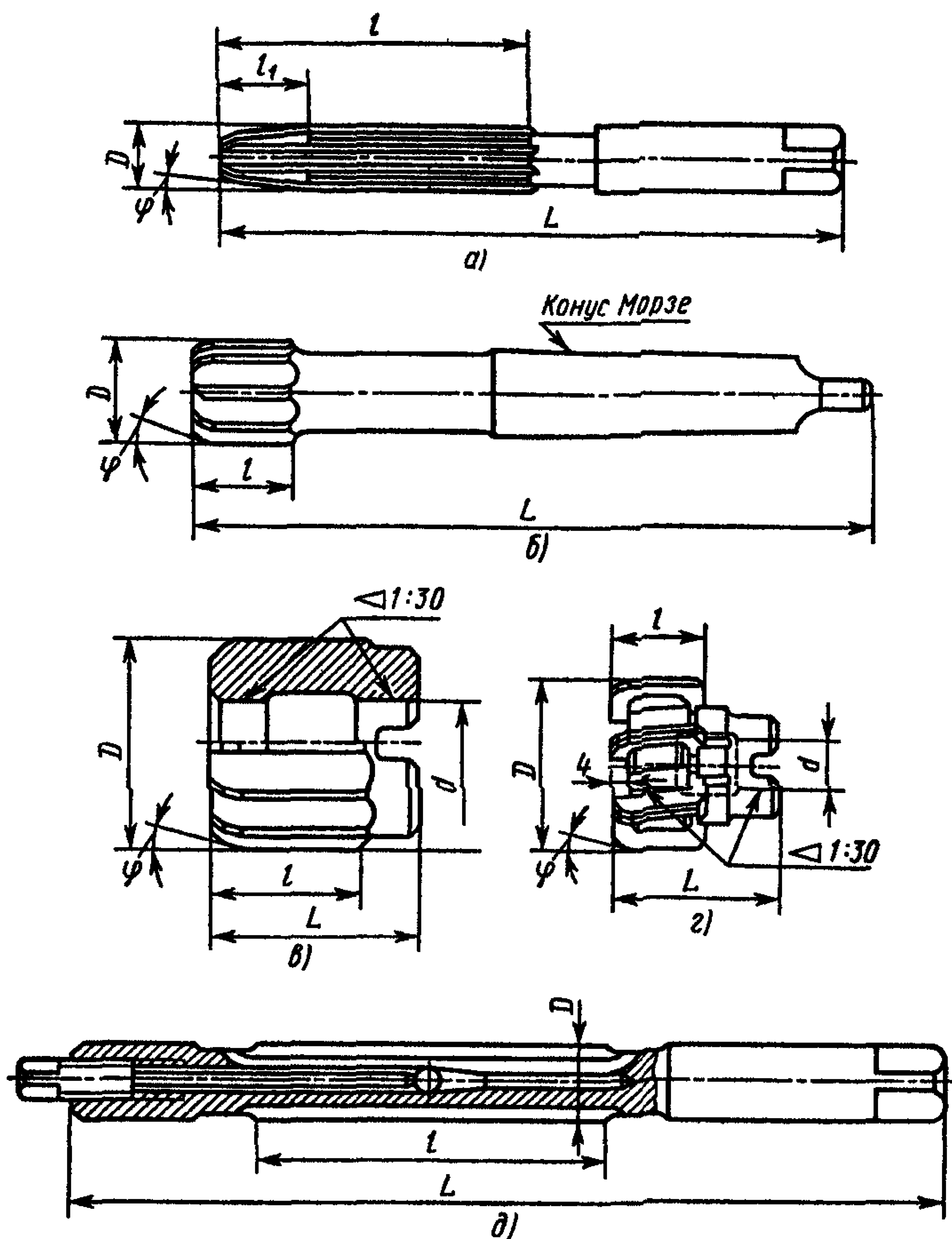


Рис. 1.16. Конструкции разверток:

a — ручных, *б* — машинных концевых, *в* — машинных насадных, *г* — со вставными ножами, *д* — ручных разжимных

ки (l_p) состоит из режущей l_2 , выполняющей основную работу, и калибрующей l_3 с чистовыми и калибрующими зубьями. Концевая часть включает заднюю направляющую ($l_{3.н}$), предохраняющую протяжку от перекоса при выходе из отверстия, и задний хвостовик ($d_{з. хв}$, $l_{з. хв}$), предназначенный для возврата протяжки в исходное положение. Каждый режущий зуб протяжки срезает свой слой металла (рис. 1.17, б). Величину переднего угла γ выбирают в зависимости от обрабатываемого материала. Задний угол на режущих зубьях равен $\alpha = 1^\circ 30' \dots 4^\circ 30'$, а на калибрующих — $\alpha = 0^\circ 30' \dots 1^\circ$. Малая величина заднего уг-

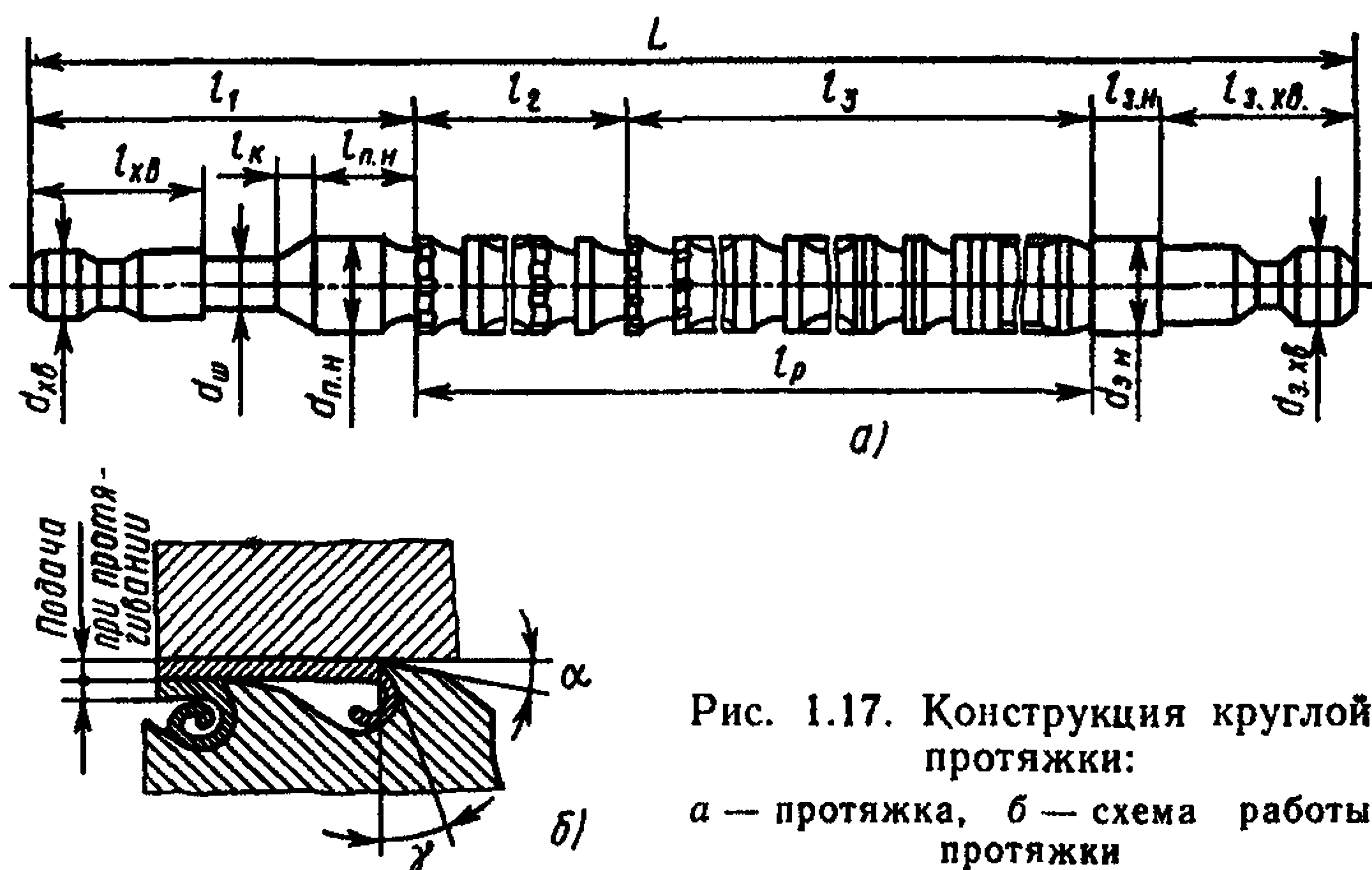


Рис. 1.17. Конструкция круглой протяжки:
 а — протяжка, б — схема работы протяжки

ла обеспечивает сохранение диаметральных размеров протяжки при переточках по передней поверхности зуба.

Резьбонарезной инструмент. К резьбонарезным инструментам относятся метчики, плашки, резцы, винторезные головки.

Для нарезания наружных резьб используют плашки. Плашки подразделяют на круглые, раздвижные, специальные. Круглые плашки (рис. 1.18) имеют следующие основные размеры, мм (ГОСТ 9740—71): номинальный диаметр резьбы $d = 1...76$; $D = 12...120$; $H = 3...22$; $d_0 = 3...10$; $b = 3,2...10$; $c = 0,5...2,5$.

Для нарезания внутренних резьб используют метчики (рис. 1.19). Они могут быть ручными, машино-ручными, гаечными. Машино-ручные метчики (ГОСТ 3266—81) выпускаются: одинарными для сквозных и глухих отверстий; комплектными, состоящими из черного и чистового метчиков, либо из черного, среднего и чистового метчиков. Основные размеры метчиков, мм: номинальный диаметр резьбы $d = 1...52$; $L = 36...165$; $l = 6...36$. Длина режущей части l_1 зависит от угла режущей части, который может быть $\varphi = 5^\circ 30'...17^\circ 30'$. Величина переднего угла γ выбирается в зависимости от обрабатываемого материала в пределах $0—30^\circ$.

Зуборезный инструмент. Зуборезный инструмент предназначен для обработки зубьев по методу огибания или по методу копирования. По методу огибания работают червячные фрезы (рис. 1.20, а), долбяки (рис. 1.20, б), шеверы (рис. 1.20, в). По методу копирования дисковые модульные фрезы (рис. 1.20, г) и концевые модульные фрезы.

Червячные фрезы для обработки зубчатых колес разделяются на: мелко модульные (ГОСТ 10331—81Е) для колес с модулем $m = 0,15...0,90$ мм; однозаходные цельные прецизионные (ГОСТ 9324—80Е) для колес с модулем $m = 1,0...10$ мм и основными размерами,

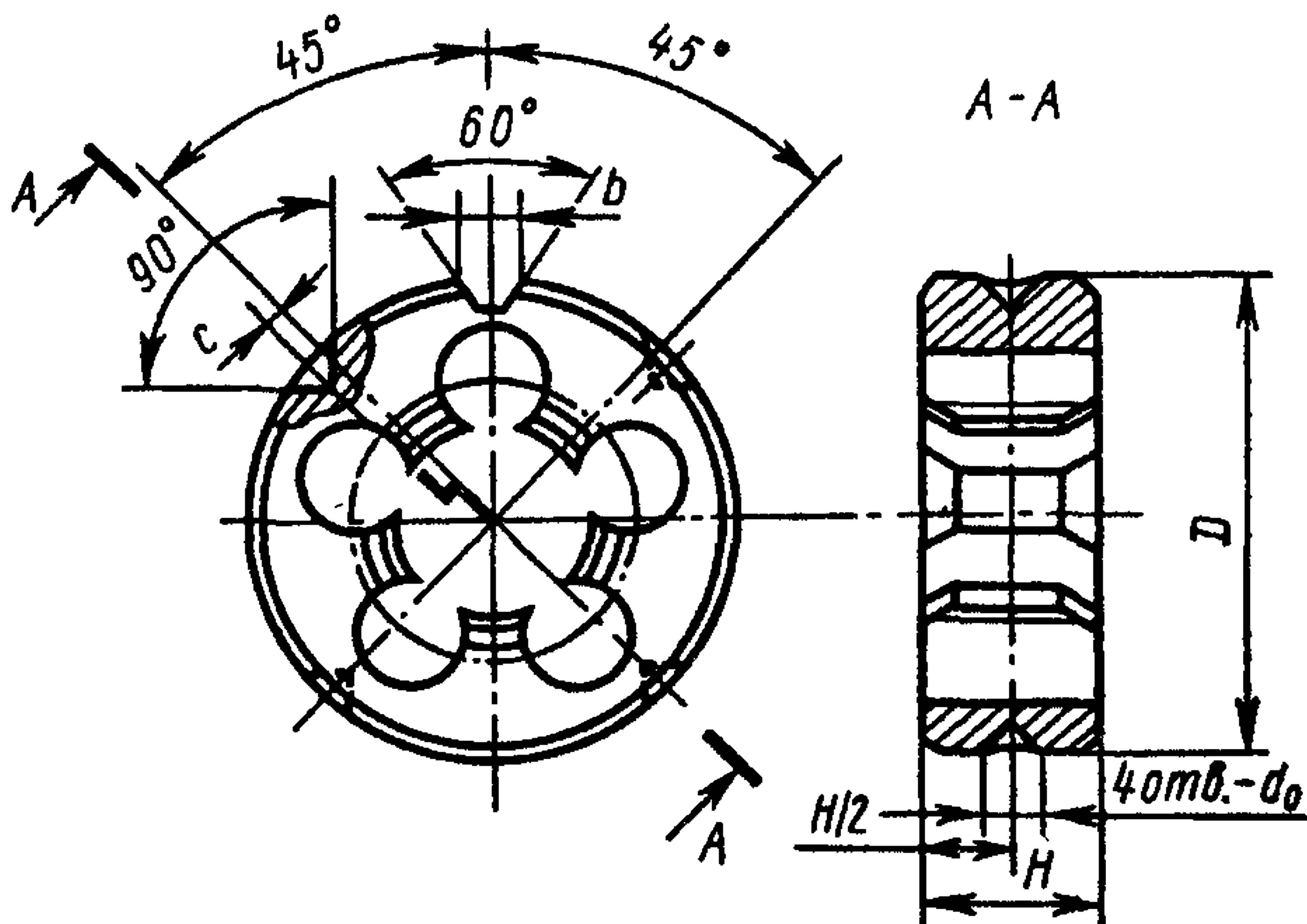


Рис. 1.18. Конструкция плашки

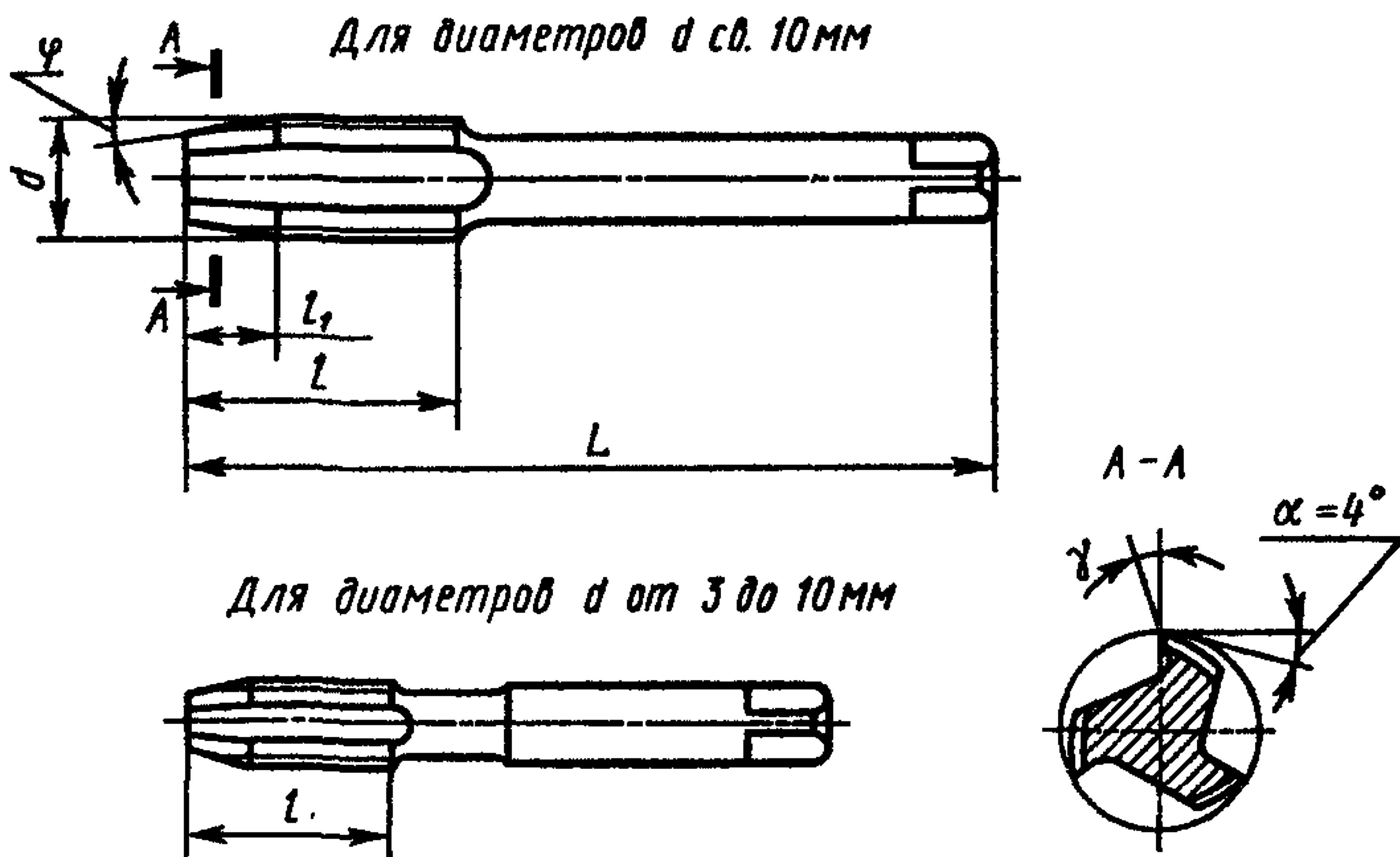


Рис. 1.19. Конструкция машинно-ручного метчика

мм: $d_{a0} = 70...225$; $L = 70...215$; $d = 32...60$; однозаходные цельные общего назначения (ГОСТ 9324—80Е) для колес с модулем $m = 1,0...14$ мм и основными размерами, мм: $d_{a0} = 63...140$; $L = 40...225$; $d = 27...50$; однозаходные сборные общего назначения для колес с модулем $m = 10...20$ мм и основными размерами, мм: $d_{a0} = 180...250$; $L = 180...250$; $d = 40...60$.

Д о л б я к и зуборезные чистовые (ГОСТ 9323—79) изготавливаются дисковыми (рис. 1.20, б), чашечными и хвостовыми для обработки зубчатых колес с модулем $m = 1,0...12,0$ мм и имеют номинальные де-

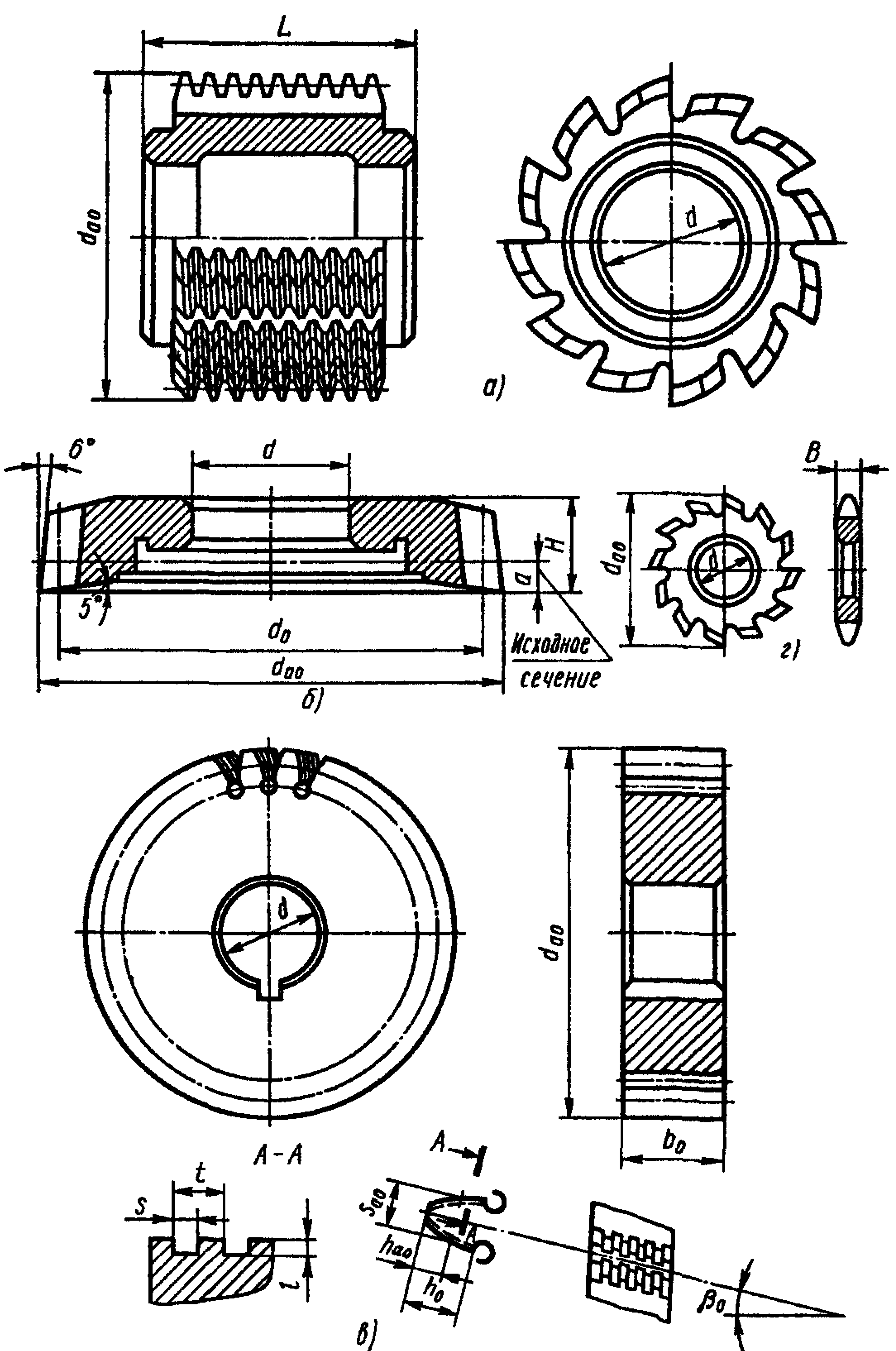


Рис. 1.20. Конструкции зуборезного инструмента:
 а — червячная фреза, б — долбьяк, в — шевер, г — дисковая модульная фреза

лительные диаметры $d_0 = 25; 38; 50; 80; 100; 125; 160; 200$ мм. Остальные размеры долбьяка: наружный диаметр d_{a0} ; диаметр отверстия d ; высота долбьяка H ; расстояние до исходного сечения a и другие определяются в зависимости от d_{a0} и m .

Шеверы предназначены для чистовой обработки незакаленных зубчатых колес. По ГОСТ 8570—80Е изготавливают шеверы с модулем $m = 1,0 \dots 8,0$ мм; $d_{a0} = 85, 180, 250$ мм. Остальные размеры шевера (толщина зуба s_{a0} ; высота зуба h_0 и высота головки зуба h_{a0} , ширина b_0) и стружечных канавок (шаг t , ширина s и глубина l) определяются в зависимости от модуля.

Дисковые модульные фрезы изготавливают в виде наборов из 8 или 15 фрез. Они могут быть мелко модульными (ГОСТ 13838—68) модулей $0,2 \dots 1,0$ мм и модулей $1,125 \dots 16$ мм, имеющие основные размеры, мм, $d_{a0} = 50 \dots 180$; $d = 19 \dots 50$; $B = 4,5 \dots 42$.

1.4. ВИДЫ РАБОТ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ И НАСТРОЙКЕ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Работоспособность режущих инструментов во многом определяется качеством крепления режущих пластин к корпусу.

Напайные быстрорежущие и твердосплавные пластины закрепляются на корпусе резцов в специальных гнездах (рис. 1.21).

Угол «врезки» пластины принимается равным $0, 12, 16^\circ$ для быстрорежущих резцов и 0 и 10° для твердосплавных резцов.

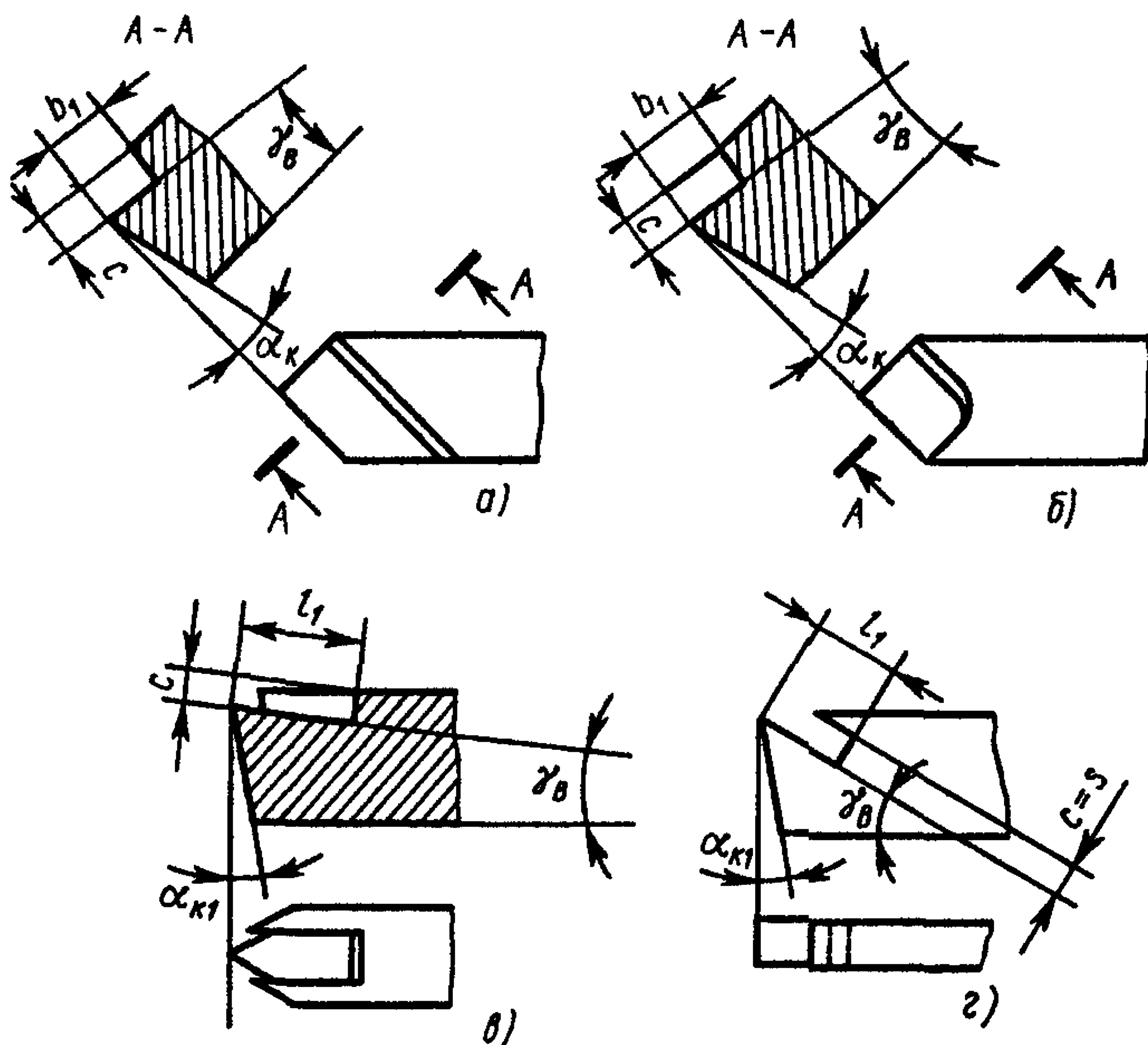


Рис. 1.21. Гнезда под напайные пластины:
 а — открытые, б — полузакрытые, в — закрытые, г — врезные

Углы α_k и α_{k1} принимаются на $2...3^\circ$ больше задних углов α и α_1 на пластине.

Глубина гнезда под пластину равна при толщине пластины $s \leq 4$ мм $c = s$; при $s = 4...7$ мм $c = 0,5s$; при $s > 7$ мм $c = 0,4s$.

Гнезда под напайные пластины могут быть открытыми (рис. 1.21, а), полузакрытыми (рис. 1.21, б), закрытыми (рис. 1.21, в), врезными (рис. 1.21, г).

Для получения минимальных остаточных напряжений в материале пластин и для надежного присоединения пластин к корпусу пайкой необходимо выполнять следующие требования:

соотношение толщины пластины к толщине корпуса должно быть не менее 1:3;

глубина паза под пластину должна составлять 0,5...0,75 толщины пластины;

пластина должна выступать из корпуса не более чем на 0,5 мм при толщине пластины до 5 мм и не более чем на 1 мм при толщине пластины свыше 5 мм;

поверхности паза под пайку должны иметь допустимое отклонение от плоскостности опорных поверхностей и стенок паза не более 0,05 мм и параметры шероховатости $Rz = 20...40$ мкм;

поверхности пластин под пайку должны быть чистыми, без трещин и расслоений. Допуск плоскостности пластин, согласно стандарту, не должен превышать: 0,1 мм — при длине пластины до 18 мм; 0,2 мм — при длине пластины до 30 мм; 0,25 мм — при длине пластины свыше 30 мм. Коробление пластин свыше допустимых значений приводит к непропаю (рис. 1.22) вследствие выпуклости (рис. 1.22, а) и вогнутости (рис. 1.22, б) пластин;

зазор между плоскостями паза и пластины должен быть в пределах 0,05—0,15 мм.

Перед пайкой пластины предварительно крепят в пазу корпуса (рис. 1.23) технологическими стенками (рис. 1.23, а), кернением

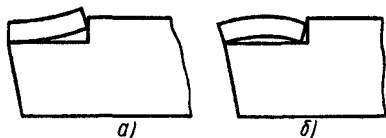


Рис. 1.22. Виды непропая пластин: а — при выпуклости пластин, б — при вогнутости пластин

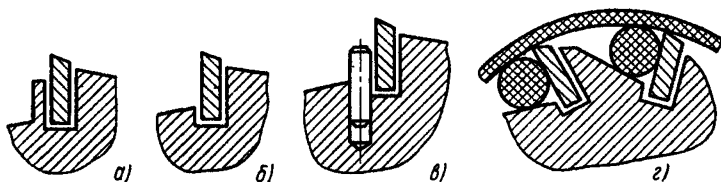


Рис. 1.23. Крепление пластин перед пайкой:

а — технологическая стенка, б — кернование, в — технологический штифт, г — обвязка асбестовым шнуром

(рис. 1.23, б), технологическим штифтом (рис. 1.23, в) или обвязкой асбестовым шнуром (рис. 1.23, г). При небольших размерах инструмента пластины крепят специальным клеем, в 1 кг которого содержится (г): поливинилбутираль — 70, спирт этиловый — 463, ацетон — 463.

Пайку выполняют в основном на установках ТВЧ припоями на основе меди при температуре 900...920 °С. В качестве флюса используют обезвоженную буру, борный ангидрид или их смеси.

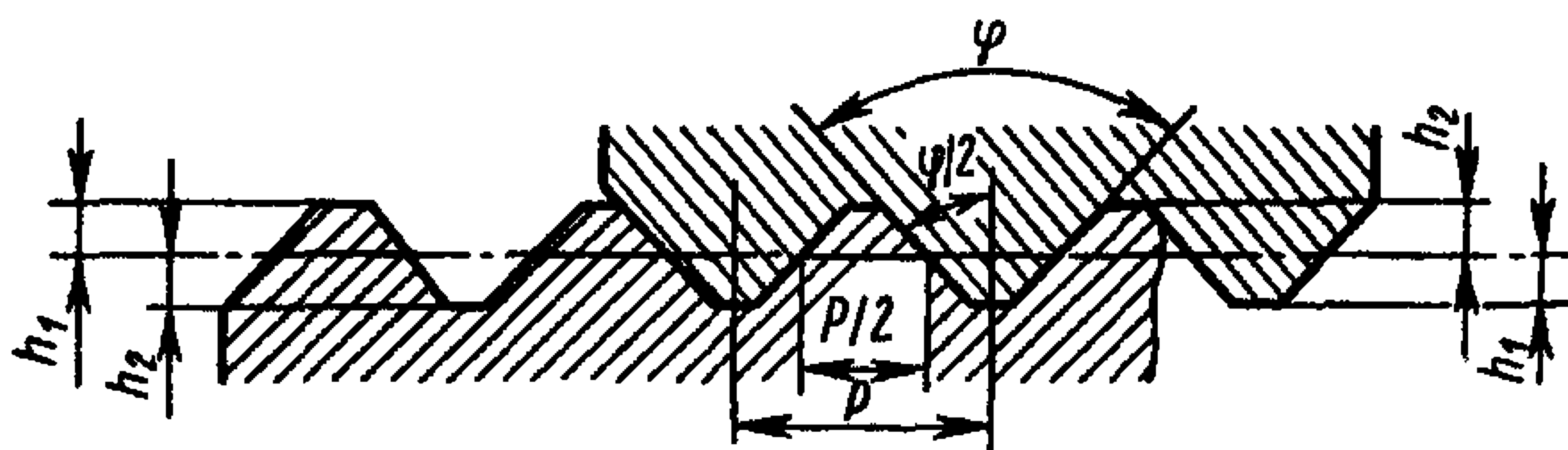
Сборные инструменты могут быть с механическим креплением ножей и с механическим креплением твердосплавных пластин.

Ножи крепятся к корпусу при помощи рифлений с осевым или радиальным расположением. Конструктивные элементы и размеры рифлений соответствуют ГОСТ 2568—71 (табл. 1.27).

Рифления позволяют переставлять ножи в направлении износа и тем самым устанавливать величину слоя режущего материала, подлежащую удалению при переточках. Для точного перемещения ножей рифления в каждом пазу делают со смещением относительно предыдущего паза на величину, равную шагу, деленному на число зубьев инструмента. Перед заточкой каждый нож переставляется по часовой стрелке в следующий паз и благодаря смещению выдвигается из корпуса.

Выбор направления расположения рифлений обуславливается в основном направлением требуемой переточки. При осевом расположении рифлений перестановка ножей обеспечивает сохранение диаметра инструмента, поэтому осевые рифления применяют в осевых инструментах: зенкерах со вставными ножами из быстрорежущей стали (ГОСТ 2255—71); зенкерах со вставными ножами, оснащенных плас-

1.27. Конструктивные элементы и размеры рифлений



Шаг рифлений P , мм	1,5	1,0	0,75	Отклонения на длине до 20 мм ± 30 мкм
Угол профиля φ , град	90	90	90	Отклонения на половину угла $\pm 45'$
Высота головки h_1 , мм	0,32	0,20	0,14	—
Наименьшая глубина впадины h_2 , мм	0,32	0,20	0,14	Отклонения в сторону плюса не ограничиваются

тинами из твердого сплава (ГОСТ 21541—76); машинных развертках со вставными ножами из быстрорежущей стали (ГОСТ 883—80).

При радиальном расположении рифлений перестановка ножей обеспечивает неизменную длину инструмента как, например, у трехсторонних дисковых фрез по ГОСТ 16228—81.

Режущий инструмент крепится на станках непосредственно в шпинделе или с использованием специального вспомогательного инструмента.

ГОСТ 9472—90 устанавливает три типа крепления инструмента на оправках (табл. 1.28):

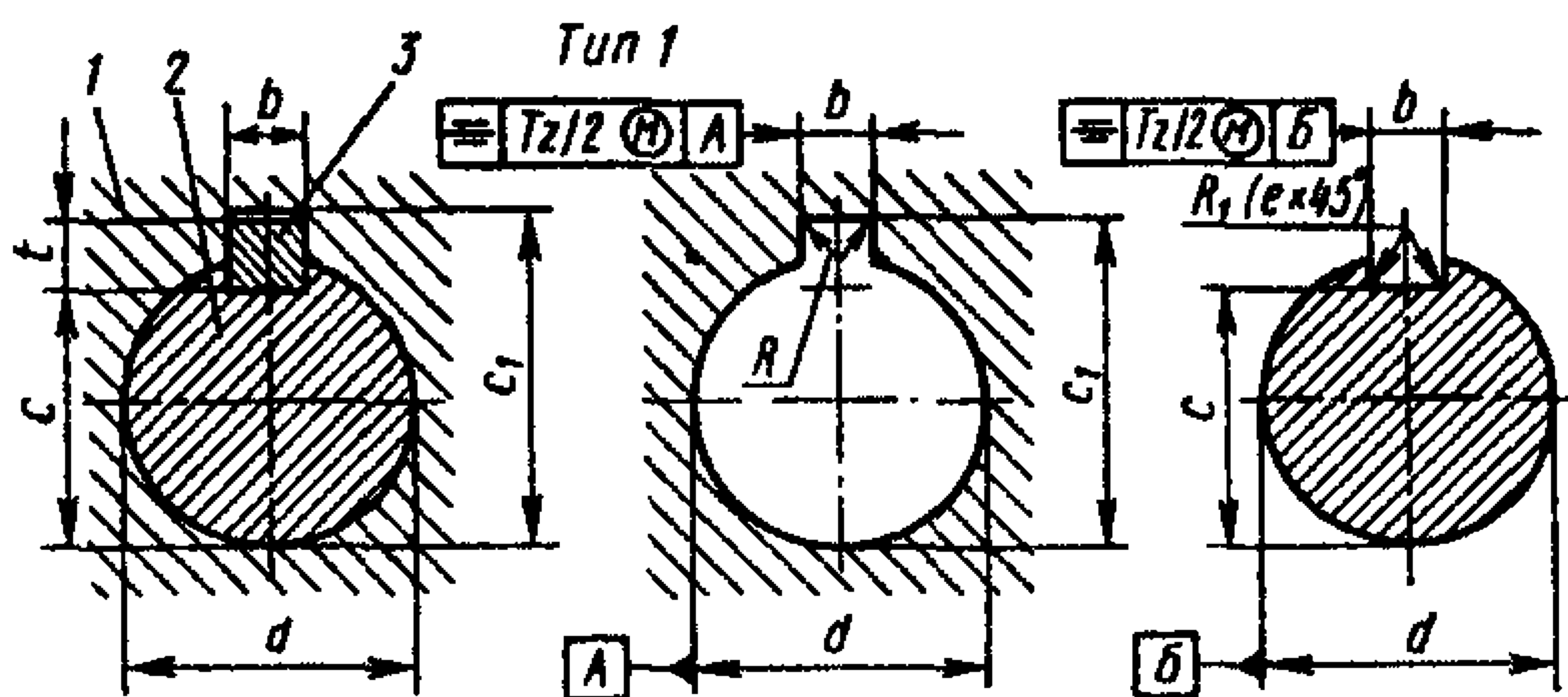
на цилиндрической оправке и осевой шпонке (тип 1);

на цилиндрической оправке и торцовой шпонке (тип 2);

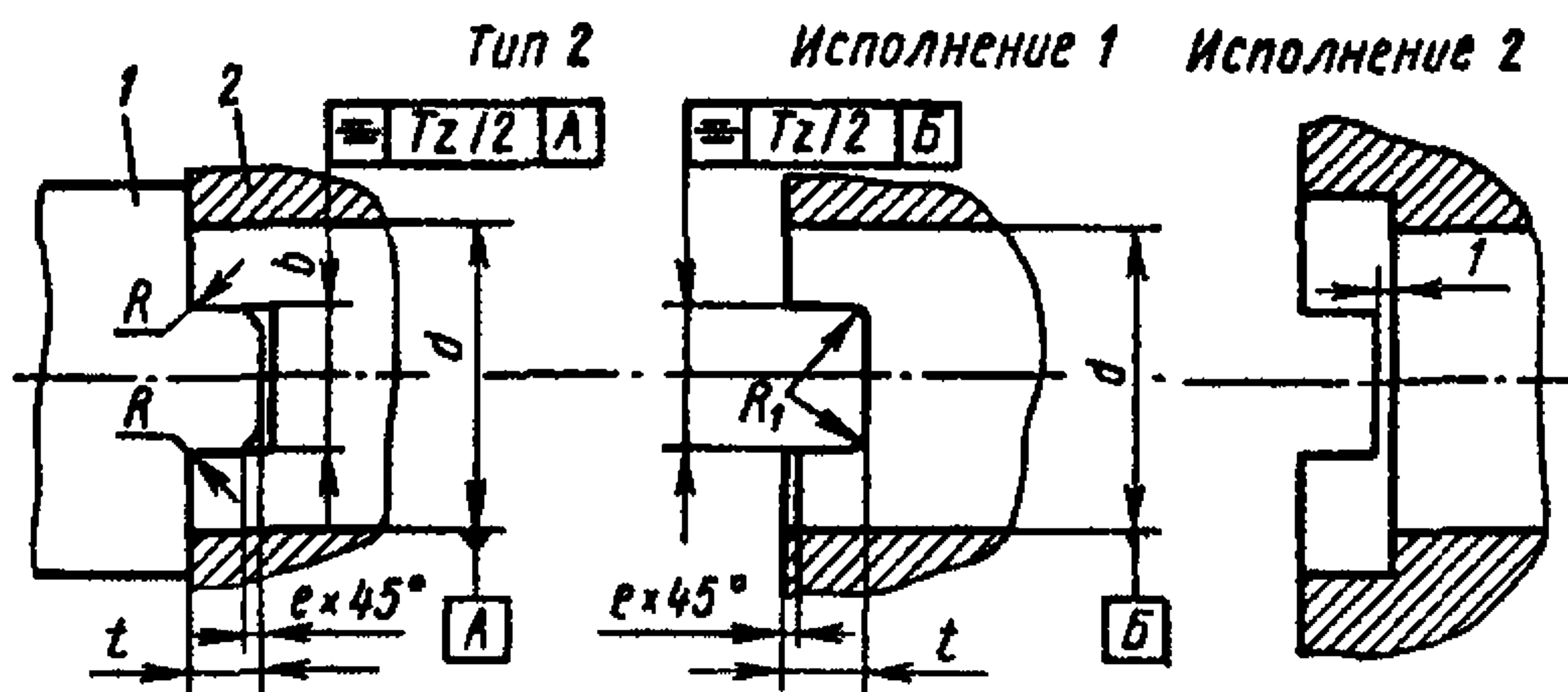
на конической оправке и торцовой шпонке (тип 3).

Основные размеры и размеры концов оправок наружных инструментальных конусов приведены в табл. 1.29 и 1.30, а основные размеры хвостовиков и размеры концов оправок инструментов с кону-

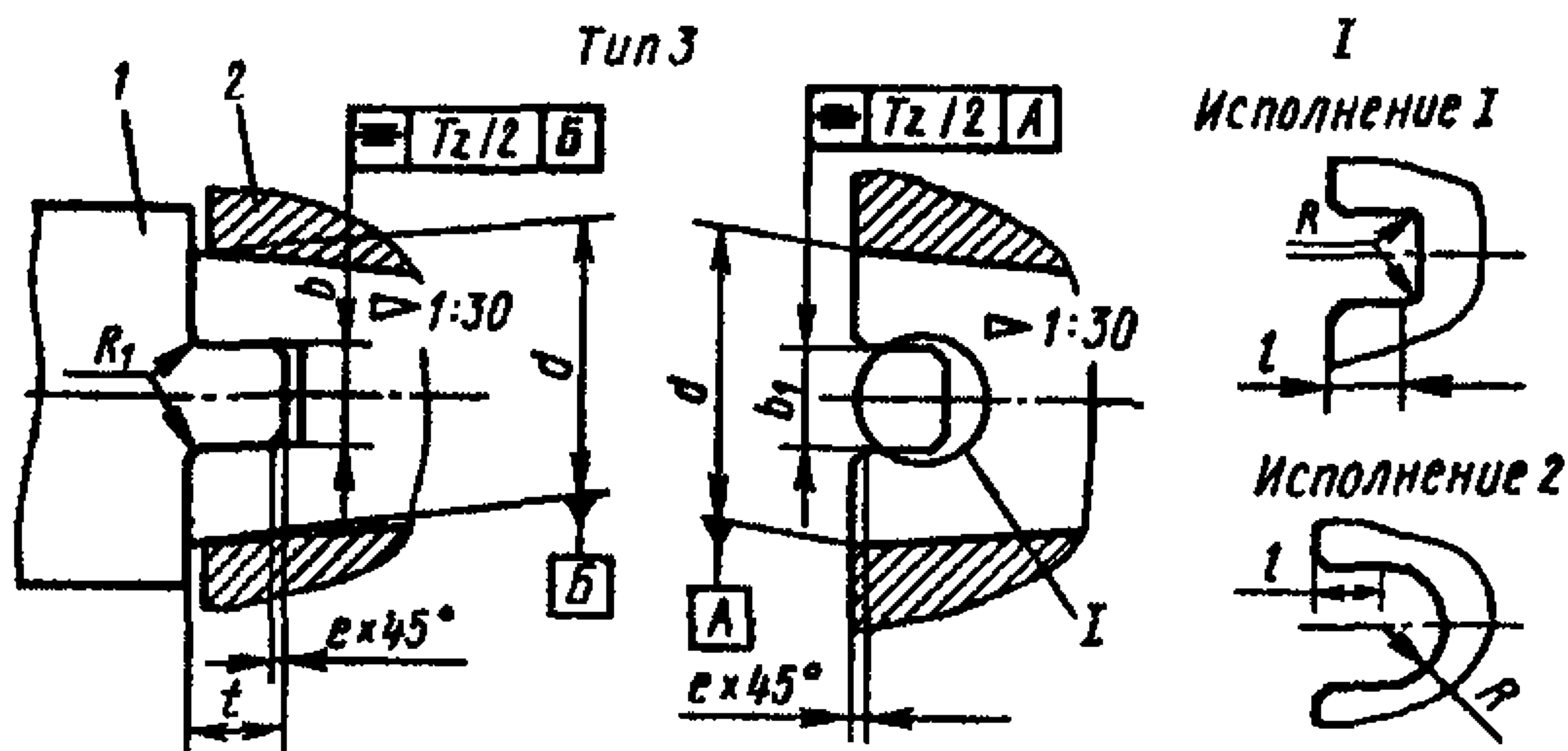
1.28. Типы крепления инструментов на оправках, основные размеры, мм



Размеры	Поля допусков (H7 или H6, h6 или h5)									
	19	22	27	32	40	50	60	70	80	100
b	5	6	7	8	10	12	14	16	18	25
$t(h11)$				7	8	8	9	10	11	14
c	21,1	17,6	22,0	27,0	34,5	44,5	54,0	63,5	73,0	91,0
$c_1(H12)$	21,1	24,1	29,8	34,8	43,5	53,5	64,2	75,0	85,5	107
R , не более	1,0		1,2			1,6		2,0		2,5
$R_1(e \times 45^\circ)$, не более	0,25				0,40				0,60	
$Tz/2$	0,07	0,09				0,12				



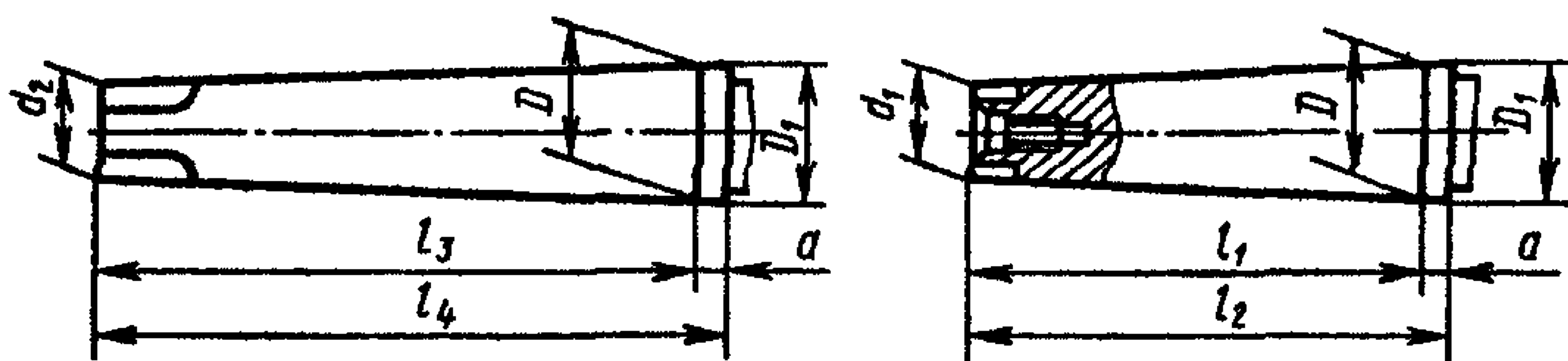
Размеры	Поля допусков (H7 или H6, h6 или h5)									
	19	22	27	32	40	50	60	70	80	100
$b(h11)$	10	12	14	16	18	20	22	25	25	
$b_1(H11)$	10,4	12,4	14,4	16,4	18,4	20,5	22,5	25,5	25,5	
$t(h11)$	5,6	6,3	7,0	8,0	9,0	10,0	11,2	12,5	14,0	
$t_1(H13)$	6,3	7,0	8,0	9,0	10,0	11,2	12,5	14,0	16,0	
R , не более	0,6	0,8			1,0		1,2		1,6	
R_1 , не более		1,2		1,6		2,0		2,5		3,0
e , не более	0,8		1,0			1,3		1,5		1,9



Размеры	Поля допусков (H7 или H6, h6 или h5)									
	19	22	27	32	40	50	60	70	80	100
$b(h12)$	6	7	8	10	12	14	16	18	20	25
$b_1(H13)$	6,4	7,4	8,4	10,4	12,4	14,4	16,4	18,4	20,5	25,5
$l(H13)$	7,0	7,6	8,3	9,3	10,0	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5

Размеры	Поля допусков (H7 или H6, h6 или h5)									
	19	22	27	32	40	50	60	70	80	100
$t(h12)$	6,7	7,7	8,8	9,8	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
R , не более	3,2	3,7	4,2	5,2	6,2	7,2	8,2	9,2	10,25	12,75
R_1 , не более	0,5		0,6		0,8		1,0		1,2	
e , не более	0,7		0,8		1,0		1,3		1,5	
$Tz/2$	0,08								0,10	

1.29. Основные размеры наружных инструментальных конусов Морзе и метрических, мм

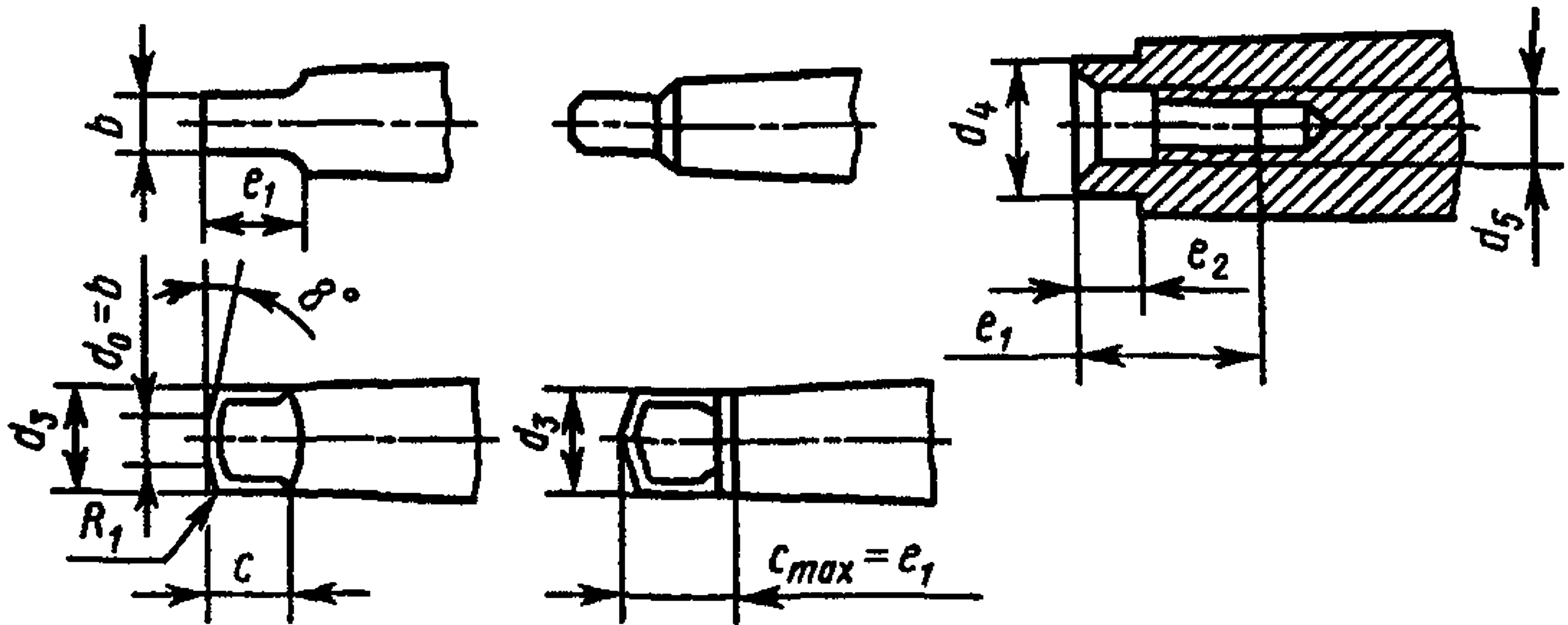


Тип конуса	Обозначение	D	D_1	d_1	d_2	l_1	l_2	l_3	l_4
Морзе	0	9,045	9,2	6,4	6,1	50	53	56,5	59,5
	1	12,066	12,2	9,4	9	53,5	57	62	65,5
	2	17,780	18	14,6	14	64	69	75	80
	3	23,825	24,1	19,8	19,1	81	86	94	99
	4	31,267	31,6	25,9	25,2	102,5	109	117,5	124
	5	44,399	44,7	37,6	36,5	129,5	136	149,5	156
	6	63,348	63,8	53,9	52,4	182	190	210	218
Метрический	80	80	80,4	70,2	69	196	204	220	228
	100	100	100,5	88,4	87	232	248	260	270
	120	120	120,6	106,6	105	268	286	300	312
	160	160	160,8	143	141	340	356	380	396
	200	200	201	179,4	177	412	432	460	480

сом 7:24, предназначенные для станков с ЧПУ указаны в табл. 1.31 и 1.32.

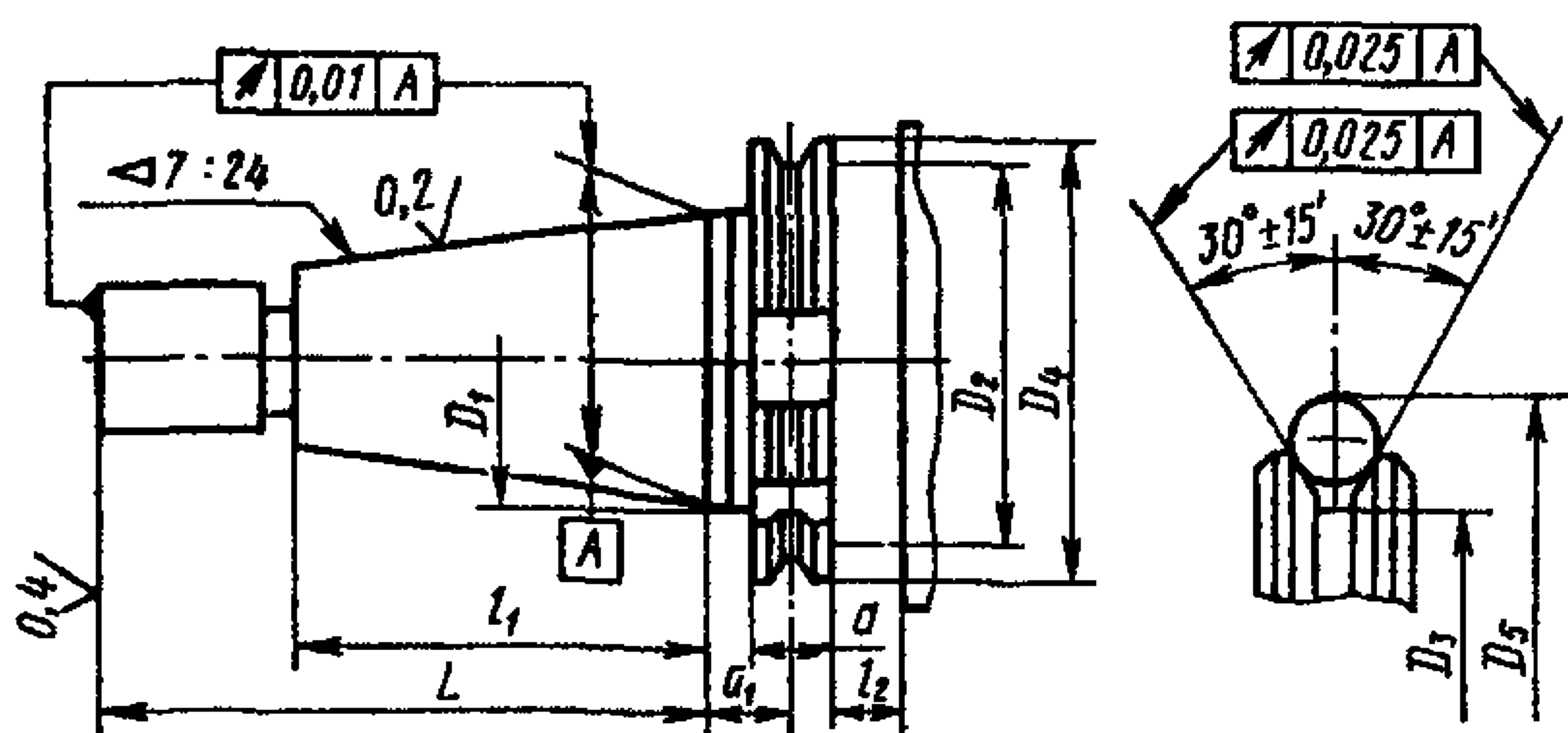
Сборка режущих инструментов с механическим креплением многогранных пластин в автоматизированном производстве, как правило, совмещается с их размерной настройкой. При наладке инструмента на

1.30. Размеры концов оправок с конусами Морзе и метрическими, мм



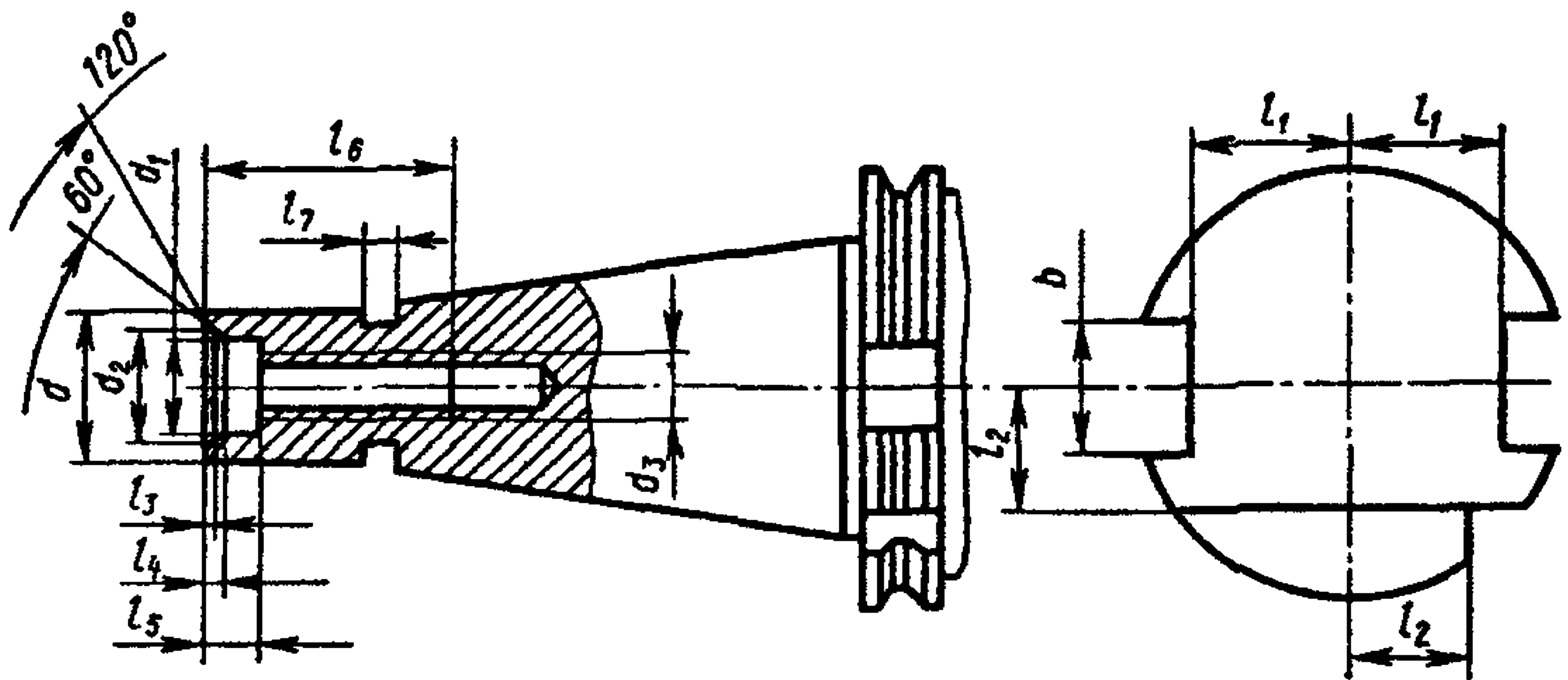
Обозначение конуса	b	d_3	c	e_1	R_1	d_4	d_5	l_1	l_2
0	3,9	6	6,5	10,5	1	6	—	—	—
1	5,2	8,7	8,5	13,5	1,2	9	M6	16	5
2	6,3	13,5	10	16	1,6	14	M10	24	5
3	7,9	18,5	13	20	2	19	M12	28	7
4	11,9	24,5	16	24	2,5	25	M16	32	9
5	15,9	35,7	19	29	3	35,7	M20	40	10
6	19	51	27	40	4	51	M24	50	16
80	26	67	24	48	5	67	M30	65	24
100	32	85	28	58	5	85	M36	80	30
120	38	102	32	68	6	102	M36	86	36
160	50	138	40	88	8	138	M48	100	48
200	62	174	48	108	10	174	M48	100	60

1.31. Основные размеры хвостовиков инструментов с конусом 7 : 24 для станков с ЧПУ, мм



Обозначение конуса	D	d	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	L	l_1	l_2	a_1
30	31,75	4	31,9	44	46	50	55,07	68,4	50	8	5,6
40	44,45	5	44,6	55	58	63	69,34	93,4	67	10	6,6
45	57,15	6	57,3	68	74	80	87,61	106,8	86	13	9,2
50	69,85	6	70,0	85	94	100	107,61	126,8	105	16	9,2

1.32. Размеры концов оправок с конусностью 7:24, мм



Обозначение концов оправок с конусами	d	d_1	d_2	b	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7
30	17,4	13	14,2	16,1	16,0	15,5	0,2	1,4	6	24	3
40	25,3	17	18,5	16,1	22,5	18,5	0,4	1,9	8	30	5
45	32,4	21	23,0	19,3	29,0	24,0	0,4	2,8	10	38	6
50	39,6	25	27,0	25,7	35,0	30,0	0,6	2,8	11	45	8

размер вне станка его режущая кромка устанавливается в требуемое положение относительно базовых поверхностей. Для определения точности расположения режущих кромок относительно базовых поверхностей используют следующие приспособления и приборы: шаблоны и эталоны, приборы с отсчетными устройствами, оптические измерительные устройства.

На рис. 1.24, а приведено приспособление для наладки резцов. Резец 4 устанавливают в пазу корпуса 11 и крепят пружинным прихватом 6. По направляющим корпуса перемещается ползун 7 с закрепленными на нем кронштейнами 2 и 9 для установки индикатора 5 и микрометрического винта 1. Вершина резца упирается в подпружиненный шток 8, связанный с индикатором, а регулировочный винт 3 — в торец микрометрического винта 1. Пружина 10 предназначена для выбора зазоров в измерительной цепи при смещении резца вдоль оси паза.

На рис. 1.24, б показана скоба для наладки осевого инструмента по длине. Скоба прикреплена к призме, которая центрируется на хвостовике инструмента.

На рис. 1.24, в представлено приспособление для наладки комплекта дисковых фрез, включающее элементы: 1, 7, 10, 15 — винты, 2 — штырь, 3 — рым-болт, 4 — палец, 5, 11 — стойки, 6, 13 — ручки, 8, 14, 16 — штифты, 9 — планка, 12 — плита. Наладку ведут по двум параметрам L_1 и L_2 с помощью регулируемых колец на оправке. Для

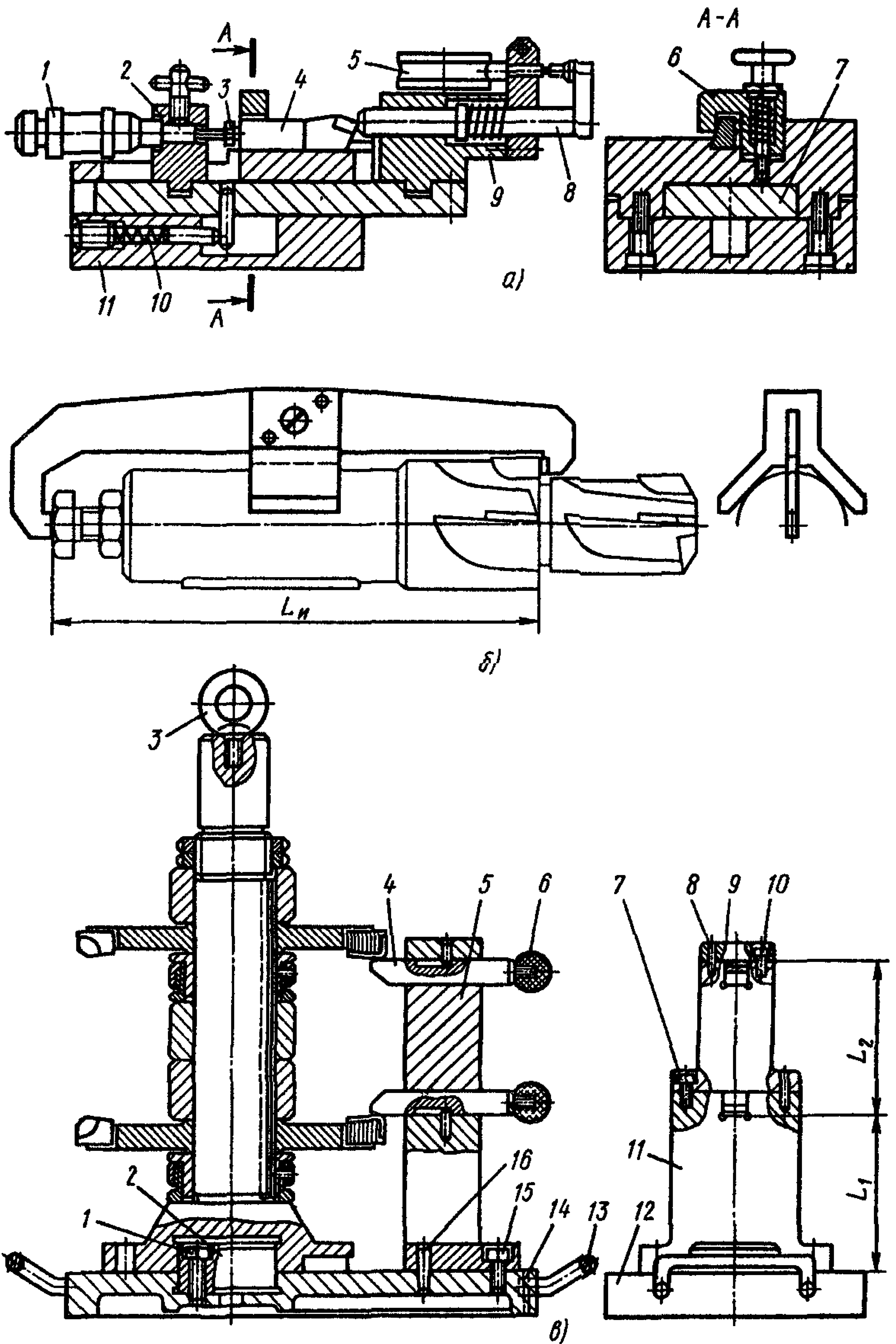


Рис. 1.24. Приспособление для наладки режущих инструментов вне станка:

а — для наладки резцов, работающее по принципу плавающей измерительной скобы, *б* — скоба для наладки осевого инструмента по длине, *в* — типовое приспособление для наладки на размер комплекта дисковых фрез

установки на штырь 2 и съема оправки с фрезами измерительные пальцы выполнены подвижными.

Одним из слагаемых погрешности настройки при любом методе является погрешность регулирования инструмента. Эта погрешность связана с точностью установки инструмента и возможностью закрепить его без смещения. При использовании шаблона или эталона погрешность регулировки, определяемая возможностью избежать зазоров между режущей кромкой и шаблоном, равна: $\Delta_{\text{рег}} = 30 \dots 130$ мкм при настройке без щупа; $\Delta_{\text{рег}} = 10 \dots 20$ мкм — с применением щупа. При настройке по приборам с отсчетным устройством эта погрешность связана с ценой деления отсчетного устройства и составляет: $\Delta_{\text{рег}} = 1 \dots 2$ мкм при настройке по индикатору с ценой деления 0,001 мм; $\Delta_{\text{рег}} = 10 \dots 15$ мкм — с ценой деления 0,01 мм.

Величина погрешности настройки по шаблону (эталону, установу) определяется из формулы

$$\Delta_n = k \sqrt{\Delta_{\text{рег}}^2 + \Delta_{\text{ш}}^2}$$

где $k = 1 \dots 1,2$ — коэффициент, учитывающий отклонение погрешностей $\Delta_{\text{рег}}$ и $\Delta_{\text{ш}}$ от закона нормального распределения; $\Delta_{\text{ш}} = \Delta_{\sigma} + \Delta_{\text{ш}} + \Delta_{\text{п.ш}}$ — погрешность, зависящая от шаблона и включающая: $\Delta_{\sigma} = 10 \dots 20$ мкм — погрешность изготовления шаблона; $\Delta_{\text{ш}} = 6 \dots 8$ мкм — погрешность изготовления щупа; $\Delta_{\text{п.ш}}$ — погрешность базирования шаблона равна: 0,05...0,07 мм при установке шаблона без индикатора; 0,02...0,035 мм при установке шаблона с индикатором.

2. КОНСТРУКЦИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ КАЛИБРОВ И ШАБЛОНОВ

2.1. КОНСТРУКЦИЯ КАЛИБРОВ И ШАБЛОНОВ

Калибры предназначены для бесшкальной проверки размеров деталей.

По назначению калибры делят на следующие группы: рабочие, приемные и контрольные. Рабочие и приемные калибры называют предельными, так как их размеры соответствуют предельным размерам контролируемых поверхностей. Калибры имеют следующие условные обозначения:

Р-ПР — рабочий калибр, проходная сторона;

Р-НЕ — рабочий калибр, непроходная сторона;

П-ПР — приемный калибр, проходная сторона;

П-НЕ — приемный калибр, непроходная сторона;

К-ПР — контрольный калибр для проходной стороны новых рабочих скоб;

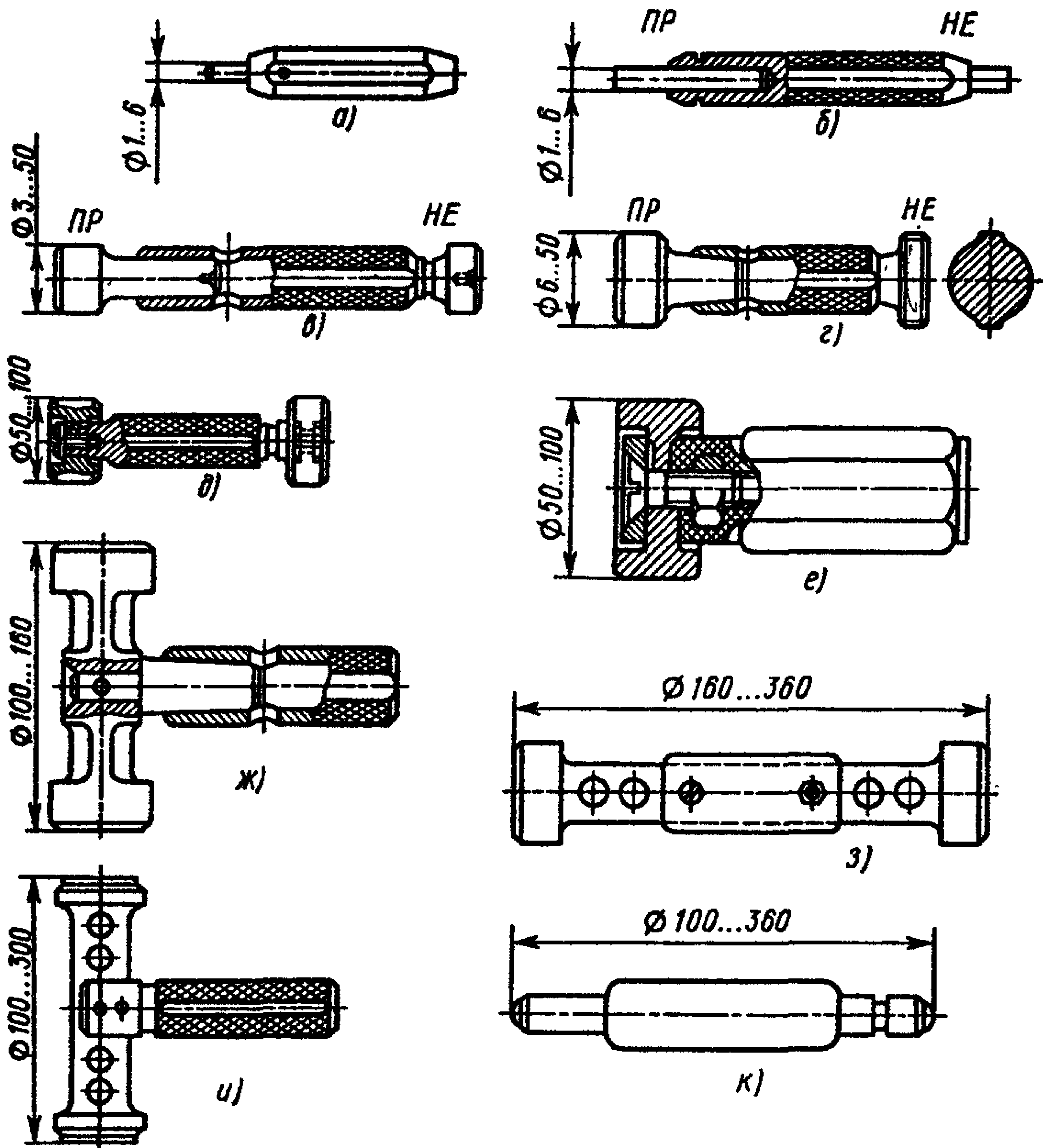


Рис. 2.1. Конструкция гладких калибров-пробок:

а — односторонний со вставкой, б, в, г — двусторонний со вставками ПР и НЕ, д — двусторонний с насадками ПР и НЕ, е — односторонний с насадкой, ж — неполный штампованный, з — неполный с накладками, и — неполный ПР или НЕ, к — сферический нутромер НЕ

К-НЕ — контрольный калибр для непроходной стороны рабочих и приемных скоб;

К-И — контрольный калибр для проверки износа проходной стороны рабочих скоб;

К-П — контрольный калибр для перевода частично изношенных рабочих проходных калибров в приемные.

Для контроля отверстий используют пробки, проходная сторона которых соответствует наименьшему предельному размеру, а непроходная сторона — наибольшему предельному размеру.

Для контроля деталей типа валов применяют предельные скобы, имеющие проходную и непроходную стороны.

Калибры-пробки изготовляют для контроля отверстий 6—16 классов диаметром 1—360 мм (рис. 2.1). Размеры и условные обозначения стандартных калибров-пробок приведены в табл. 2.1.

2.1. Калибры-пробки и их условное обозначение

Калибры-пробки	Диаметр, мм	Пример условного обозначения калибра
Двусторонние со вставками	1—6	Пробка 8133—0607 H7 (ГОСТ 14807—69)
	3—50	Пробка 8133—0928 H8 (ГОСТ 14810—69)
НЕ с неполными вставками	6—50	Пробка 8133—1005 H7 (ГОСТ 14811—69)
ПР со вставками	50—75	Пробка 8133—1104 H7 (ГОСТ 14812—69)
НЕ со вставками	50—75	Пробка 8133—1154 H7 (ГОСТ 14813—69)
НЕ с неполными вставками	50—75	Пробка 8133—1204 H6 (ГОСТ 14814—69)
ПР с насадками	50—100	Пробка 8136—0013 H7 (ГОСТ 14815—69)
НЕ с насадками	50—100	Пробка 8136—0113 H7 (ГОСТ 14816—69)
ПР неполные	100—300	Пробка 8140—0104 H7 (ГОСТ 14822—69)
НЕ неполные	75—300	Пробка 8140—0154 H7 (ГОСТ 14823—69)
ПР неполные с накладками	160—360	Пробка 8140—0223 H7 (ГОСТ 14824—69)
НЕ неполные с накладками	160—360	Пробка 8140—0273 H7 (ГОСТ 14825—69)
Двусторонние: ПР со вставкой из твердого сплава	1—6	Пробка 8133—0157 H7
ПР со вставкой, оснащенной твердым сплавом	6,3—50	Пробка 8133—0244 H6 (ГОСТ 16780—71)
ПР со вставкой из твердого сплава	1—6	Пробка 8133—0057 H7

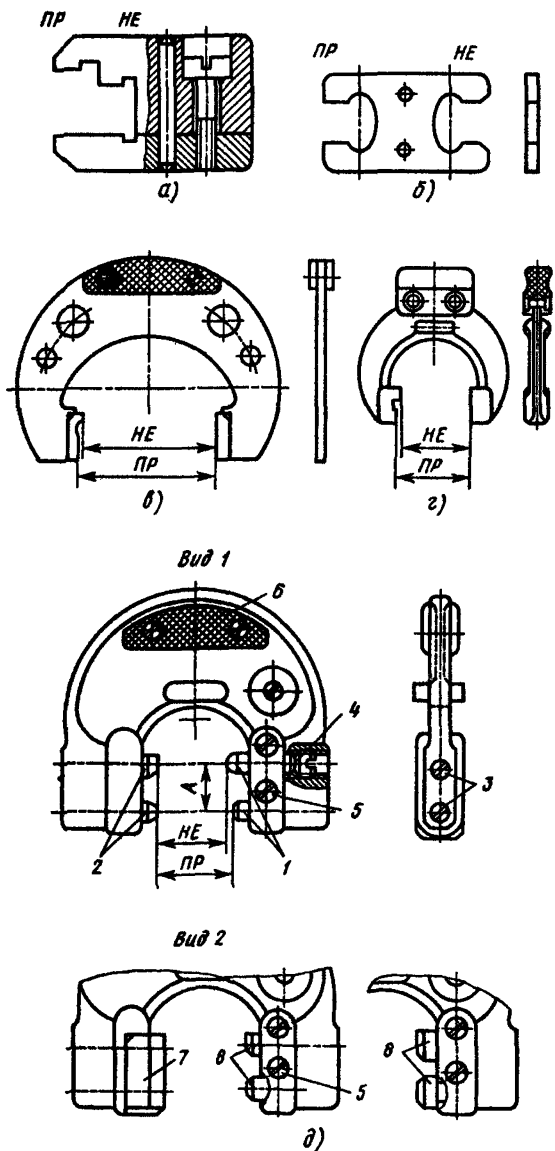


Рис. 2.2. Конструкции калибров-скоб:

а — составной, *б* — листовой, *в* — листовой односторонней, *г* — штампованной односторонней с теплоизоляционной накладкой, *д* — регулируемой видов 1 и 2

2.2. Калибры-скобы и их условное обозначение

Наименование	Диаметр, мм	Пример условного обозначения скобы
<i>Калибры-скобы нерегулируемые</i>		
Односторонние двух- предельные	3—10	Скоба 8113—0005 h9
	10—100	Скоба 8113—0140 h9
	100—180	Скоба 8113—0213 h9
Односторонние двух- предельные с пластинка- ми из твердого сплава	3—10	Калибр-скоба 8113—0061 h9
	10,5—100	Калибр-скоба 8113—0270 h9
	102—180	Калибр-скоба 8113—0365 h9
<i>Калибры-скобы регулируемые</i>		
Двухпредельные видов 1 и 2	До 100	Калибр-скоба 8118—0005—1
	100—180	Калибр-скоба 8118—0020—2
	180—220	Калибр-скоба 8118—0024—1
	220—340	Калибр-скоба 8118—0033—2

Примечание. ГОСТ 18355—73, 18356—73, 18357—73 предусмотрены листовые одно- и двусторонние скобы, а также трубчатые скобы для измерения длин 10—500 мм.

Гладкие калибры для контроля валов выполняют по форме кольца с внутренней цилиндрической измерительной поверхностью и в виде скобы. Преимущественное распространение получили калибры-скобы, позволяющие контролировать размеры деталей без снятия их со станка. Некоторые конструкции калибров для контроля валов показаны на рис. 2.2, а их условные обозначения по стандарту даны в табл. 2.2.

Калибры-скобы для контроля валов 6-го качества и более грубых качеств диаметром 3—180 мм изготовляют нерегулируемыми, т. е. постоянных номинальных размеров. Калибры-скобы для контроля валов диаметром свыше 180 мм изготовляют регулируемыми (см. рис. 2.2, д). Регулируемые калибры-скобы вида 1 имеют две неподвижные вставки 1 со сферическими поверхностями и две неподвижные пятки 2 с плоскими измерительными поверхностями. Калибры-скобы вида 2 имеют две неподвижные вставки 8 и одну неподвижную губку-пятку 7 с плоской измерительной поверхностью. Неподвижные пятки 2 и неподвижная губка-пятка 7 закреплены в корпусе скобы винтами 3, а подвижные

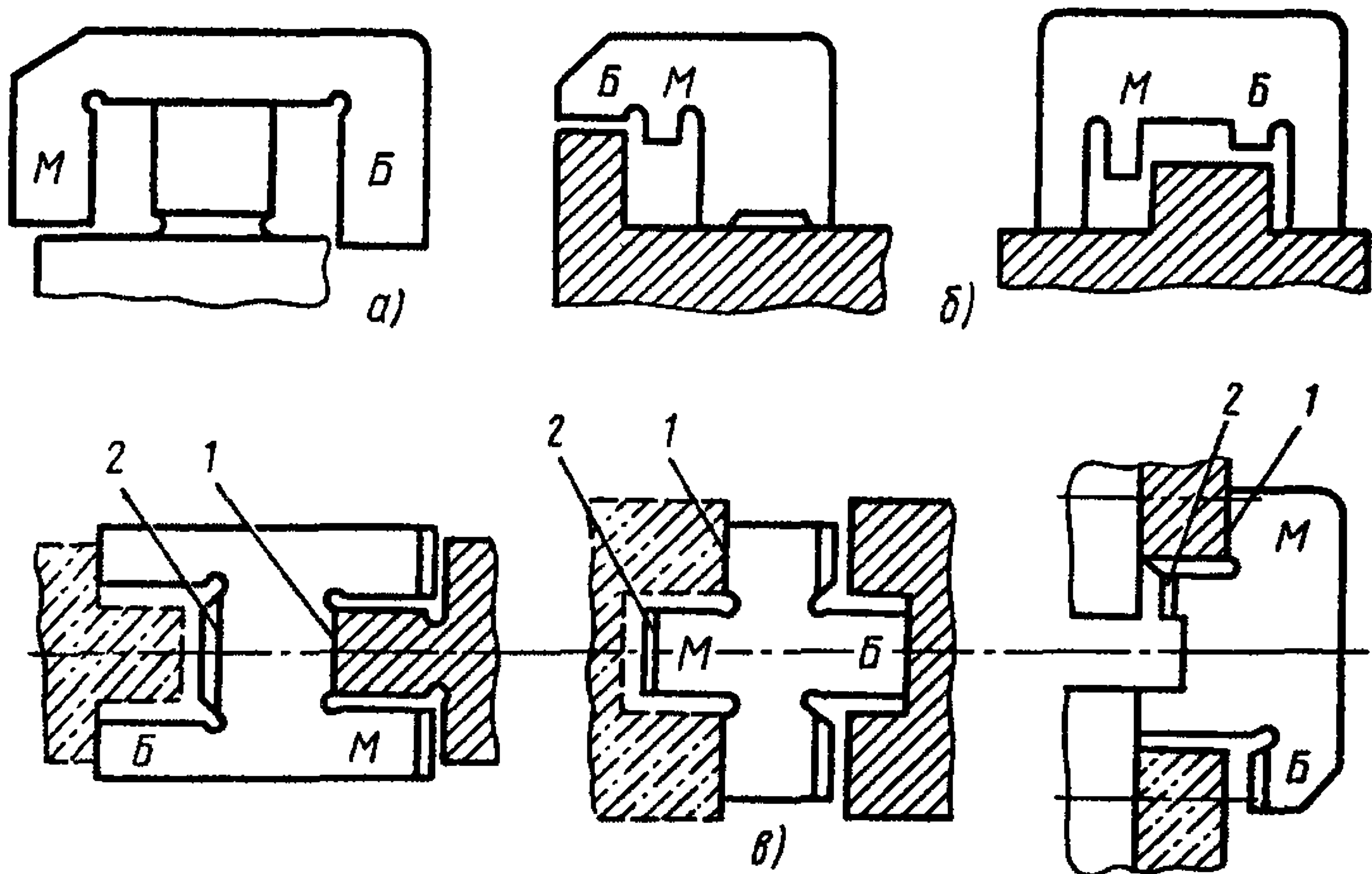


Рис. 2.3. Схемы контроля глубин и высот уступов калибрами, стороны которых при износе:

a — стороны *Б* и *М* увеличиваются, *б* — стороны *Б* и *М* уменьшаются, *в* — сторона *Б* увеличивается, а сторона *М* уменьшается; *1* — направляющие поверхности калибров, *2* — лезвиеподобные грани калибров

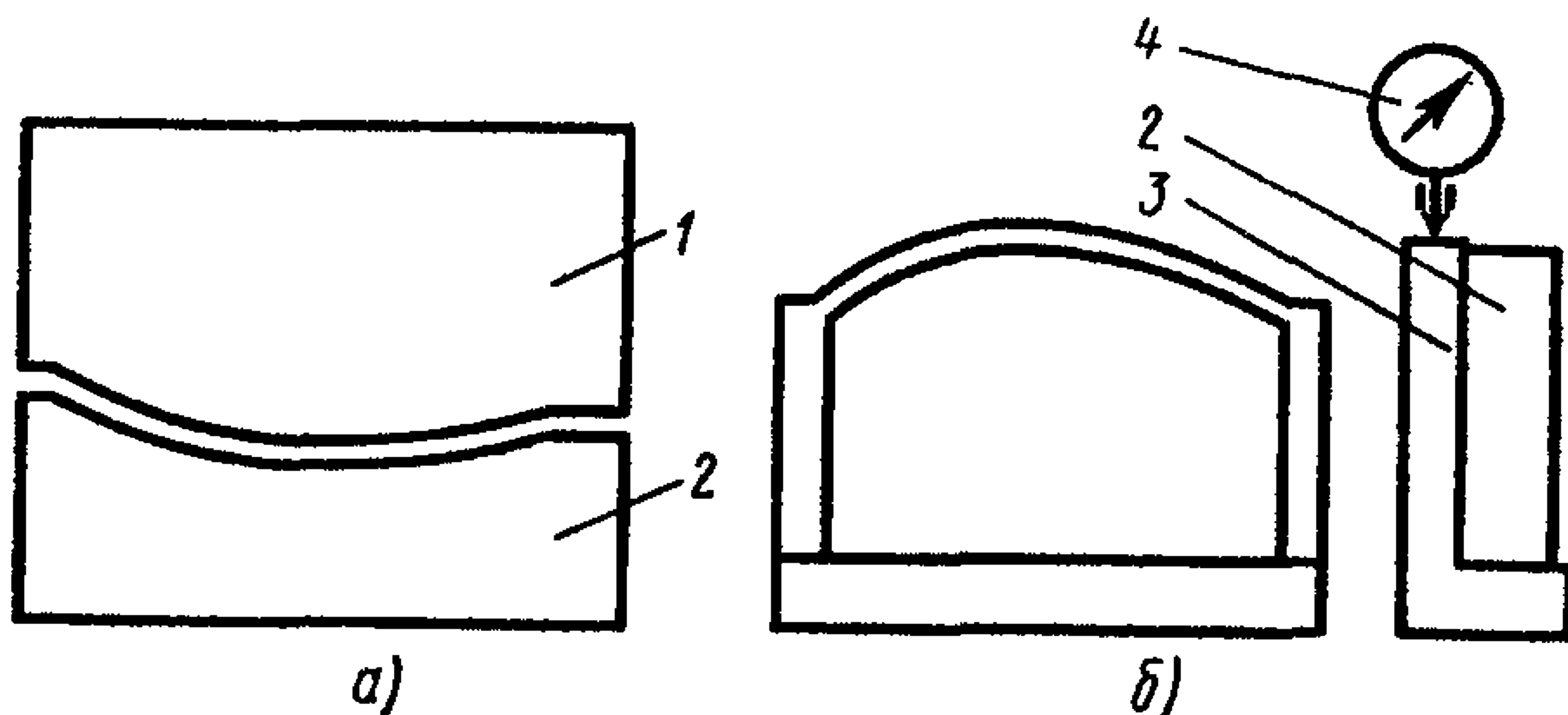


Рис. 2.4. Профильные шаблоны:

a — схема контроля прикладным шаблоном, *б* — схема контроля накладным шаблоном; *1* — шаблон прикладной, *2* — изделие, *3* — шаблон накладной, *4* — индикатор

вставки *1* и *8* — винтами *5*. Установочные винты *4* предназначены для перемещения подвижных вставок. Скоба имеет накладку *6* из пластмассы.

Глубины и высоты уступов с размерами 1—500 мм и допусками 11—17-го квалитетов контролируют предельными калибрами (рис. 2.3).

Для контроля размеров, формы и взаимного расположения поверхностей применяют профильные шаблоны (рис. 2.4). Годность изделия *2* определяют нормальным прикладным шаблоном *1* (рис. 2.4, *a*) припасовкой «на краску», если наименьшее допускаемое отклонение профиля $\Delta = \pm 3$ мкм, и «на просвет», если $\Delta = \pm 20$ мкм. Отклонение кромки

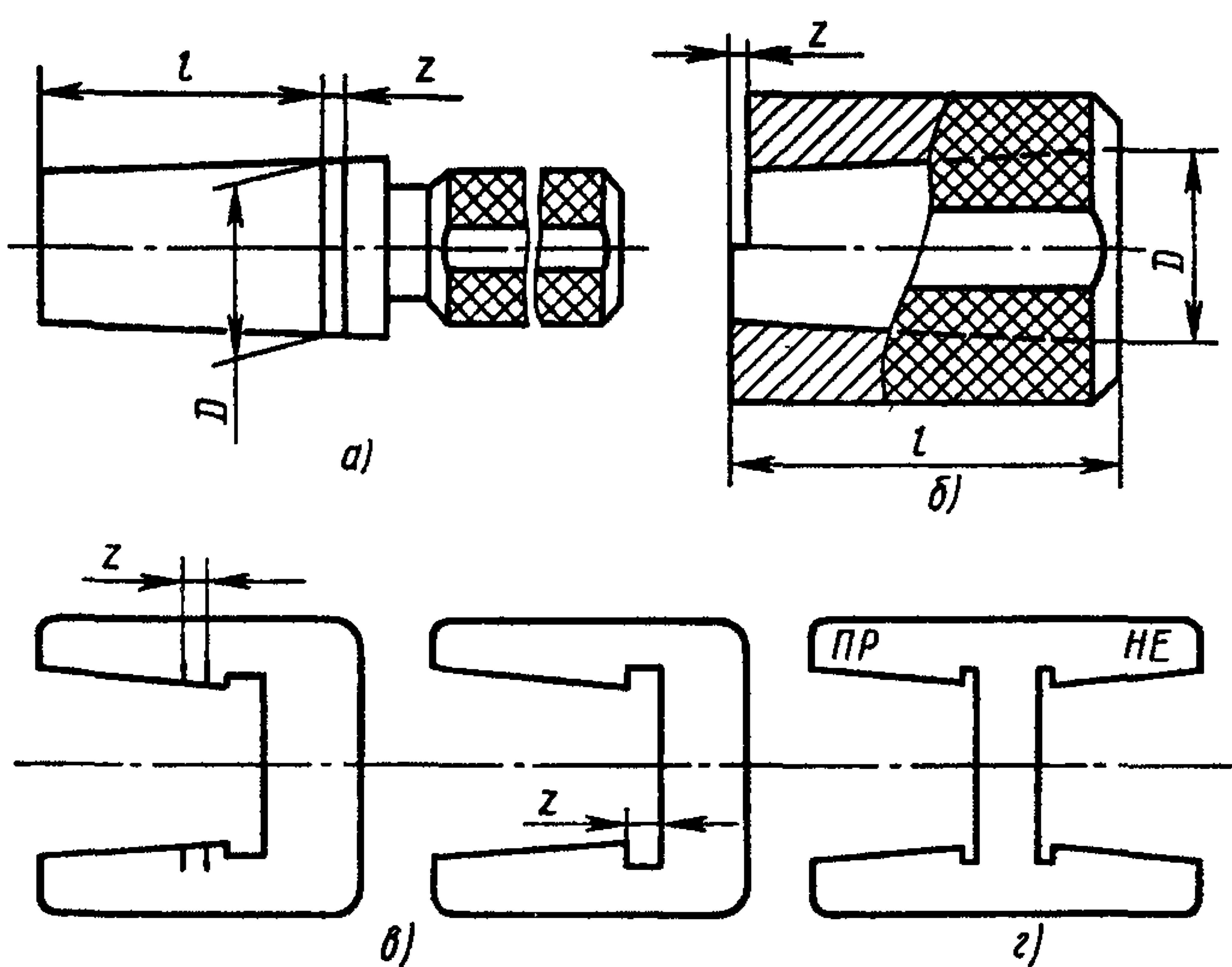


Рис. 2.5. Калибры конусов:

а — калибр-пробка, б — калибр-втулка, в — конусные скобы с рисками или уступами, г — предельные конусные скобы

нормальных накладных шаблонов 3 (рис. 2.4, б) от профиля изделия 2 измеряют с помощью индикатора 4, если $\Delta = \pm 5$ мкм, или оценивают визуально, если $\Delta = \pm 200$ мкм.

Калибры для контроля конусов изображены на рис. 2.5. Калибры-пробки (рис. 2.5, а) используют для контроля внутренних инструментальных конусов, а калибры-втулки (рис. 2.5, б) — для наружных инструментальных конусов. При контроле базорасстояния (расстояние от базы конуса до его основного расчетного сечения) торец годного внутреннего конуса должен находиться между рисками, нанесенными на поверхности калибров-пробок, а торец годного наружного конуса — между контрольными плоскостями уступа калибров-втулок. Размер Z определяет допускаемые отклонения размеров конуса.

При комплексном контроле конусности калибры припасовывают к конусам на краске. Краску наносят на предварительно очищенную наружную поверхность слоем толщиной 2—10 мкм. Калибр сопрягают с конусом и поворачивают не более чем на $1/4$ оборота при нажатии вдоль оси. У годных конусов пятно контакта без круговых разрывов располагается со стороны большего диаметра и составляет не менее 90 % площади.

Конусные скобы с рисками или уступами (рис. 2.5, в), а также предельные конусные скобы (рис. 2.5, г) используют для проверки наружных конусов изделий.

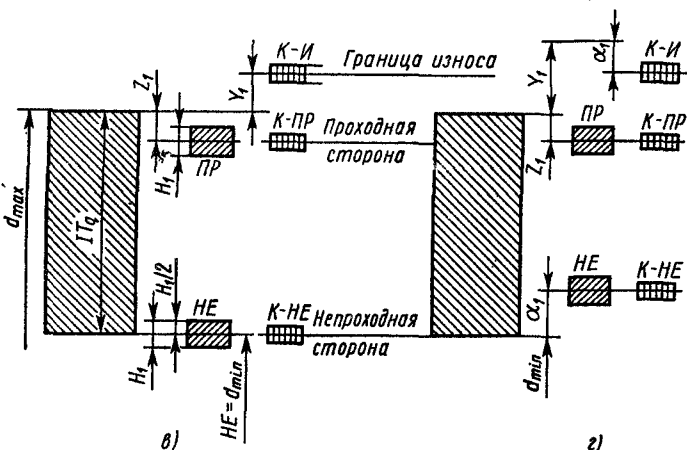
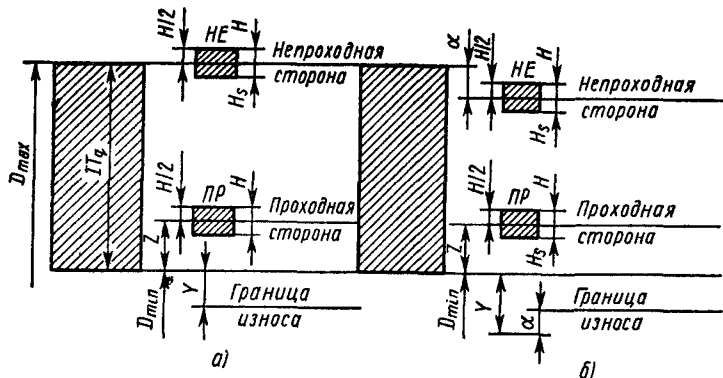
2.2. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ КАЛИБРОВ И ШАБЛОНОВ


Исполнительные размеры калибров рассчитываются по формулам табл. 2.3 или определяются по ГОСТ 21401—75 без расчетов. Исполнительным размером называется размер калибра, проставленный на чертеже. Для калибров-колец и калибров-скоб исполнительный размер — наименьший размер с нижним отклонением, равным нулю, и верхним отклонением со знаком плюс, численно равным допуску H_1 калибра. Исполнительный размер калибров-пробок — это их наибольший размер с верхним отклонением, равным нулю, и нижним отклонением со знаком минус, численно равным допуску H калибра.


На калибры-кольца и калибры-скобы установлены допуски по ГОСТ

2.3. Виды гладких калибров и формулы для расчета исполнительных размеров калибров (ГОСТ 24851—81)

Калибр	Формулы исполнительных размеров	Предельные отклонения	
		верхнее	нижнее
Кольцо, гладкий проходной Скоба, гладкий проходной	$PR_{\min} = d_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2}$, где Z_1 — отклонение середины поля допуска на изготовление калибра-скобы PR относительно наибольшего предельного размера вала; H_1 — допуск на изготовление калибров-скоб	$+H_1$	0
Скоба, гладкий непроходной Кольцо, гладкий непроходной	$HE_{\min} = d_{\min} + \alpha_1 - \frac{H_1}{2}$, где α_1 — компенсация погрешности контроля калибрами-скобами (для валов диаметром свыше 180 мм)	$+H_1$	0
Пробка, гладкий проходной	$PR_{\max} = D_{\min} + Z + \frac{H}{2}$, где Z — отклонение середины поля допуска на изготовление калибра-пробки PR относительно наименьшего предельного размера отверстия; H — допуск на изготовление калибра-пробки	0	$-H$
Пробка, гладкий непроходной	$HE_{\max} = D_{\max} - \alpha + \frac{H}{2}$, где α — компенсация погрешности контроля калибрами-пробками (для отверстий диаметром свыше 180 мм)	0	$-H$



 Поле допуска отверстия

 Поле допуска вала

 Поле допуска рабочего калибра

 Поле допуска контрольного калибра

Рис. 2.6. Схемы расположения полей допусков калибров:

а — для отверстий при $D \leq 180$ мм, б — для отверстий при $D > 180$ мм,
в — для валов при $d \leq 180$ мм, г — для валов при $d > 180$ мм

24853—81 и 24852—81. Схемы расположения полей допусков изображены на рис. 2.6, а значения допусков даны в табл. 2.4, где установлены следующие обозначения: H — допуск рабочих калибров (пробок) для контроля отверстий; H_1 — допуск рабочих калибров (скоб) для контроля валов; H_s — допуск рабочих калибров (пробок) со сферическими измерительными поверхностями для контроля отверстий; Y и Y_1 — границы износа от проходного предела отверстия и от проходного

2.4. Допуски, мкм, гладких рабочих калибров для отверстий и валов с размерами до 500 мм (ГОСТ 24853—81)

Ква- ли- тет	Обо- значе- ния	Интервалы размеров, мм												
		До 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
6	<i>t</i>	1	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	3	4	5	6	7	8
	<i>Y</i>	1	1	1	1,5	1,5	2	2	3	3	4	5	6	7
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	4	5
	<i>Z₁</i>	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11
	<i>Y₁</i>	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	5	6	6	7
	<i>H, H_S</i>	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	<i>H₁</i>	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
7	<i>Z, Z₁</i>	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11
	<i>Y, Y₁</i>	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	6	7	8	9
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	6	7
	<i>H, H₁</i>	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	<i>H_S</i>	—	—	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	8	<i>Z, Z₁</i>	2	3	3	4	5	6	7	8	9	12	14	16
<i>Y, Y₁</i>		3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	9	9	11
α, α_1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	7	9
<i>H</i>		2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
<i>H₁</i>		3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
<i>H_S</i>		—	—	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
9		<i>Z, Z₁</i>	5	6	7	8	9	11	13	15	18	21	24	28
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	7	9
	<i>H</i>	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	<i>H₁</i>	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	<i>H_S</i>	—	—	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
10	<i>Z, Z₁</i>	5	6	7	8	9	11	13	15	18	24	27	32	37
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	11	14
	<i>H</i>	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	<i>H₁</i>	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	<i>H_S</i>	—	—	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
11	<i>Z, Z₁</i>	10	12	14	16	19	22	25	28	32	40	45	50	55
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15	15	20
	<i>H, H₁</i>	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
	<i>H_S</i>	—	—	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	12	<i>Z, Z₁</i>	10	12	14	16	19	22	25	28	32	45	50	65
α, α_1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	20	30	35
<i>H, H₁</i>		4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
<i>H_S</i>		—	—	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
<i>Z, Z₁</i>		20	24	28	32	36	42	48	54	60	80	90	100	110

Квалитет	Обозначения	Интервалы размеров, мм												
		До 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
13	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	35	45	55
	H, H_1	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H_S	—*	—	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
14	Z, Z_1	20	24	28	32	36	42	48	54	60	100	110	125	145
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	55	70	90
	H, H_1	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
15	H_S	—	—	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
	Z, Z_1	40	48	56	64	72	80	90	100	110	170	190	210	240
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	90	110	140
16	H, H_1	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H_S	—	—	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
	Z, Z_1	40	48	56	64	72	80	90	100	110	210	240	280	320
17	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	140	180	220
	H, H_1	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H_S	—	—	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40

Примечание. Для 9—17-го квалитетов точности значения Y и Y_1 равны 0, поэтому они в табл. 2.4 не приведены.

предела вала соответственно; Z и Z_1 — расстояние до полей допусков у проходных калибров для калибров-пробок и калибров-скоб соответственно; α и α_1 — расстояние до полей допусков у непроходных калибров при номинальных размерах свыше 180 мм для пробок и скоб соответственно.

При подсчете исполнительных размеров калибров необходимо пользоваться следующими правилами: размеры рабочих калибров для изделий от 15-го до 17-го квалитетов следует округлять до целого микрометра, а для изделий от 6-го до 14-го квалитетов — до величин, кратных 0,5 мкм, причем округление производится в сторону сокращения производственного допуска детали.

Расчет исполнительных размеров калибров для контроля отверстия диаметром $20H7^{(+0,021)}$ мм и контроля вала диаметром $20K6^{(+0,016)_{+0,002}}$ мм выполняется в такой последовательности.

Из табл. 2.4 для калибров выписывают: $H = 4$ мкм; $Z = 3$ мкм; $H_1 = 4$ мкм; $Z_1 = 3$ мкм. Исполнительные размеры калибров подсчитывают по формулам табл. 2.3.

Для калибров-пробок 20Н7:

$$PR_{\max} = D_{\min} + Z + \frac{H}{2} = D + EI + Z + \frac{H}{2} = 20 + 0 + 0,003 + 0,002 = 20,005 \text{ мм.}$$

На чертеже проходного калибра-пробирки проставляют размер $PR_{\max} = 20,005_{-0,001}$.

$$HE_{\max} = D_{\max} + \frac{H}{2} = D + ES + \frac{H}{2} = 20 + 0,021 + 0,02 = 20,023 \text{ мм.}$$

На чертеже непроходного калибра-пробки проставляют размер $HE_{\max} = 20,023_{-0,004}$.

Для калибров-скоб 20К6:

$$PR_{\min} = d_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = d + es - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 20 + 0,015 - 0,003 - 0,002 = 20,010 \text{ мм.}$$

$$HE_{\min} = d_{\min} - \frac{H_1}{2} = d + ei - \frac{H_1}{2} = 20 + 0,002 - 0,002 = 20,000 \text{ мм.}$$

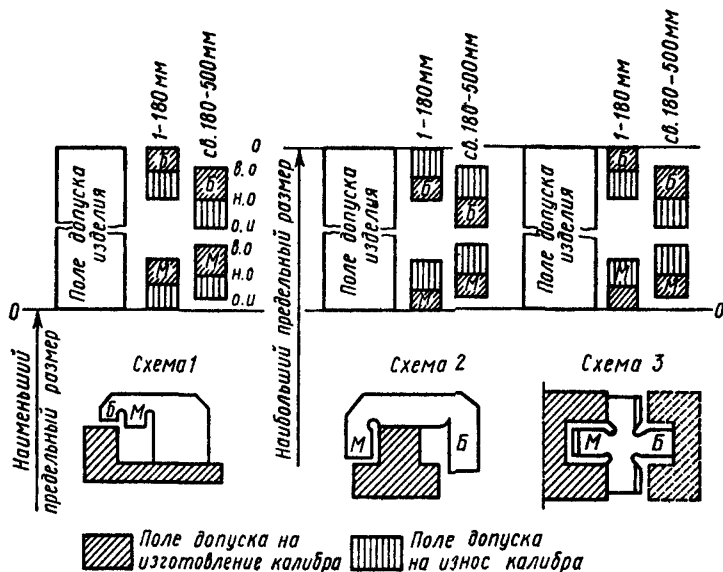


Рис. 2.7. Схемы расположения полей допусков для глубин и высот уступов

2.5. Предельные отклонения, мкм, калибров для глубин и высот уступов с размерами 1—180 мм (ГОСТ 2534—77) (в числителе приведены данные для стороны калибра *В*, в знаменателе — для стороны калибра *М*)

Ква- ли- тет	Схемы по рис. 2.7 (сторона калибра)	Отклонение (знак)	Интервалы номинальных размеров, мм								
			От 1 до 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180
11 и 12	$\frac{1 \text{ и } 3}{1} \begin{matrix} (B) \\ (M) \end{matrix}$	в.о.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		в.о. (+)	$\frac{12}{12}$	$\frac{14}{14}$	$\frac{17}{17}$	$\frac{20}{20}$	$\frac{24}{24}$	$\frac{28}{28}$	$\frac{32}{32}$	$\frac{36}{36}$	$\frac{41}{41}$
		н.о. (-)	$\frac{4}{4}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{8}{8}$	$\frac{9}{9}$	$\frac{11}{11}$	$\frac{13}{13}$	$\frac{15}{15}$	$\frac{18}{18}$
		н.о. (+)	$\frac{8}{8}$	$\frac{9}{9}$	$\frac{11}{11}$	$\frac{12}{12}$	$\frac{15}{15}$	$\frac{17}{17}$	$\frac{19}{19}$	$\frac{21}{21}$	$\frac{23}{23}$
		о.и. (-)	$\frac{12}{12}$	$\frac{14}{14}$	$\frac{17}{17}$	$\frac{20}{20}$	$\frac{24}{24}$	$\frac{28}{28}$	$\frac{32}{32}$	$\frac{36}{36}$	$\frac{41}{41}$
	о.и.	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	
	$\frac{2}{2 \text{ и } 3} \begin{matrix} (B) \\ (M) \end{matrix}$	в.о. (-)	$\frac{8}{4}$	$\frac{9}{5}$	$\frac{11}{6}$	$\frac{12}{8}$	$\frac{15}{9}$	$\frac{17}{11}$	$\frac{19}{13}$	$\frac{21}{15}$	$\frac{23}{18}$
		в.о. (+)	$\frac{4}{4}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{8}{8}$	$\frac{9}{9}$	$\frac{11}{11}$	$\frac{13}{13}$	$\frac{15}{15}$	$\frac{18}{18}$
		н.о. (-)	$\frac{12}{12}$	$\frac{14}{14}$	$\frac{17}{17}$	$\frac{20}{20}$	$\frac{24}{24}$	$\frac{28}{28}$	$\frac{32}{32}$	$\frac{36}{36}$	$\frac{41}{41}$
		н.о.	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
о.и.		$\frac{0}{12}$	$\frac{0}{14}$	$\frac{0}{17}$	$\frac{0}{20}$	$\frac{0}{24}$	$\frac{0}{28}$	$\frac{0}{32}$	$\frac{0}{36}$	$\frac{0}{41}$	
13 и 14	$\frac{1 \text{ и } 3}{1} \begin{matrix} (B) \\ (M) \end{matrix}$	в.о.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		в.о. (+)	$\frac{25}{25}$	$\frac{30}{30}$	$\frac{36}{36}$	$\frac{41}{41}$	$\frac{46}{46}$	$\frac{54}{54}$	$\frac{63}{63}$	$\frac{72}{72}$	$\frac{80}{80}$
		н.о. (-)	$\frac{10}{10}$	$\frac{12}{12}$	$\frac{15}{15}$	$\frac{18}{18}$	$\frac{21}{21}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{30}{30}$	$\frac{35}{35}$	$\frac{40}{40}$
		н.о. (+)	$\frac{15}{15}$	$\frac{18}{18}$	$\frac{21}{21}$	$\frac{23}{23}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{29}{29}$	$\frac{33}{33}$	$\frac{37}{37}$	$\frac{40}{40}$
		о.и. (-)	$\frac{25}{25}$	$\frac{30}{30}$	$\frac{36}{36}$	$\frac{41}{41}$	$\frac{46}{46}$	$\frac{54}{54}$	$\frac{63}{63}$	$\frac{72}{72}$	$\frac{80}{80}$
	о.и.	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	
	$\frac{2}{2 \text{ и } 3} \begin{matrix} (B) \\ (M) \end{matrix}$	в.о. (-)	$\frac{15}{10}$	$\frac{18}{12}$	$\frac{21}{15}$	$\frac{23}{18}$	$\frac{25}{21}$	$\frac{29}{25}$	$\frac{33}{30}$	$\frac{37}{35}$	$\frac{40}{40}$
		в.о. (+)	$\frac{10}{10}$	$\frac{12}{12}$	$\frac{15}{15}$	$\frac{18}{18}$	$\frac{21}{21}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{30}{30}$	$\frac{35}{35}$	$\frac{40}{40}$
		н.о. (-)	$\frac{25}{25}$	$\frac{30}{30}$	$\frac{36}{36}$	$\frac{41}{41}$	$\frac{46}{46}$	$\frac{54}{54}$	$\frac{63}{63}$	$\frac{72}{72}$	$\frac{80}{80}$
		н.о.	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
о.и.		$\frac{0}{25}$	$\frac{0}{30}$	$\frac{0}{36}$	$\frac{0}{41}$	$\frac{0}{46}$	$\frac{0}{54}$	$\frac{0}{63}$	$\frac{0}{72}$	$\frac{0}{80}$	
о.и. (+)	$\frac{25}{25}$	$\frac{30}{30}$	$\frac{36}{36}$	$\frac{41}{41}$	$\frac{46}{46}$	$\frac{54}{54}$	$\frac{63}{63}$	$\frac{72}{72}$	$\frac{80}{80}$		

На чертежах калибров-скоб проставляют размеры:

$$PR_{\text{нп}} = 20,010^{+0,004}; NE_{\text{мин}} = 20,000^{+0,004}$$

Готовые калибры маркируют. На них наносят номинальный размер детали, буквенное обозначение ее поля допуска, цифровые величины

предельных отклонений изделия (на рабочих калибрах), тип калибра и товарный знак завода-изготовителя.

Предельные отклонения калибров для глубин и уступов (ГОСТ 2534—77) для размеров 1—180 мм: верхнее (в. о.), нижнее (н. о.) и износа калибра (о. и.) указаны в табл. 2.5. На рис. 2.7 показаны три схемы расположения полей допусков калибров для глубин и высот уступов. Здесь *Б* — сторона калибра для контроля наибольшего предельного размера изделия, а *М* — сторона калибра для контроля наименьшего предельного размера. Схема 1 характерна для калибров «надвигания», что при износе калибров ведет к уменьшению размеров сторон *Б* и *М*. При контроле размеров: по схеме 2 износ ведет к увеличению размеров сторон *Б* и *М*; по схеме 3 — размер стороны *Б* уменьшается, а размер стороны *М* увеличивается.

2.3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ КАЛИБРОВ И ШАБЛОНОВ

Калибры и шаблоны по технологическим признакам можно разбить на четыре класса: 1 — калибры-пробки, 2 — калибры-кольца, 3 — калибры-скобы штампованные и литые, 4 — калибры-скобы, калибры для контроля глубин и высот уступов, шаблоны листовые.

Черновые и чистовые операции технологических процессов калибров-пробок и калибров-колец, являющихся телами вращения, выполняются на токарных и шлифовальных станках. В этих технологических процессах отсутствуют слесарные операции по доводке исполнительных размеров.

Изготовление калибров-скоб и шаблонов связано с большим объемом слесарных операций по доводке исполнительных размеров.

По характеру получения заготовок калибры и шаблоны разделяются на листовые, штампованные, литые и изготовленные из круглого проката. Вид заготовки предопределяет марку инструментальной стали. Физико-механические свойства и область применения сталей, используемых для изготовления калибров и шаблонов, приведены в табл. 2.6.

Штампованные калибры изготавливают из углеродистых конструкционных сталей 10, 15 (ГОСТ 1050—88) и легированных конструкционных сталей 15Х, 20Х (ГОСТ 4543—71), которые для получения высокой твердости поверхностного слоя калибров и шаблонов цементируют.

Корпуса литых заготовок изготавливают из ковкого чугуна, а губки (измерительные поверхности) для этих скоб — из сталей Х, ХГС.

Для повышения стойкости калибров их рабочие части оснащают твердым сплавом ВК8.

Слесарь-инструментальщик выполняет следующие операции при изготовлении калибров и шаблонов: получение штучной заготовки, правка заготовки, сборка заготовок в отдельные пачки, разметка заготовок, рихтовка после термообработки, доводка рабочих поверхностей калибров и шаблонов.

2.6. Физико-механические свойства и области применения сталей для калибров и шаблонов

Сталь	После отжига		После закалки и отпуска	Область применения
	НВ	$\sigma_{в}$, МПа	HRC ₂	
10	143	333	56—58 (цементованные)	Штампованные калибры-скобы, пробки, кольца, шаблоны
15	149	372		
15X	179	735		
20X	179	786		
У10; У10А	197	650	60—62	Калибры простой формы и пониженных классов точности
У12; У12А	207	645	61—63	
11ХФ	217	—	61—63	Калибры-пробки, кольца
Х	229	730	61—63	То же
12Х1	241	—	60—62	Калибры-скобы, шаблоны
9ХВГ	241	—	59—61	Резьбовые калибры, шаблоны и калибры сложной формы
ХВГ	255	—	60—62	
ХГС	241	—	59—61	

Штучную заготовку из листового материала получают различными способами: резание ножовкой, ручными, механическими или электроножницами; вырубка заготовок методом поэлементной штамповки и т. д. Заготовка имеет припуск на дальнейшую обработку от 1 до 2 мм на длину и ширину и от 0,5 до 1 мм на толщину.

Правка заготовок производится обычно ручным методом. Листовые заготовки правят молотком на рихтовочной плите, а штампованные — на прессах.

Сборка заготовок в отдельные пачки выполняется после шлифования боковых плоскостей. При сборке на одной заготовке размечают отверстия под заклепки, затем 5—10 заготовок складывают в стопку, сжимают струбцинами и по размеченной заготовке сверлят отверстия диаметром 3—4 мм, зенкеруют их, соединяют заклепками и снимают струбцины. Заготовки можно соединить в пакет путем пайки и склеивания.

Заготовки размечают при отсутствии станков с ЧПУ, на которых контуры обрабатываются по программе. Перед разметкой и фрезеро-

ваннем обрабатываются две базовые плоскости под углом 90° друг к другу. Для нанесения линий при разметке используются штангенрейсмасы с величиной отсчета нониуса 0,05 и 0,02 мм, угломеры, угловые плитки, синусные линейки, наборы концевых мер и штангенциркули для разметки дуг окружностей. Точная разметка может выполняться на координатно-расточных станках, при этом размечаемые поверхности покрывают тонким слоем раствора медного купороса.

Рихтовка после термической обработки заготовок из листового материала производится правильными молотками с круглым или угловым бойком. Угловые бойки часто оснащают твердым сплавом ВК6 или ВК8. Рабочая поверхность бойка затачивается и доводится по радиусу. Рихтуют заготовки на закаленных правильных бабках со сферической поверхностью радиусом $R = 150 \dots 200$ мм или с цилиндрической поверхностью того же радиуса.

Доводка скоб включает предварительную и окончательную операции. Предварительная доводка выполняется вручную чугунными притирами, которые шаржируются электрокорундовыми микропорошками М20 — М28. При предварительной доводке снимают припуск от 0,007 до 0,02 мм. Параметры шероховатости обработанной поверхности соответствуют $Ra = 0,32 \dots 0,16$ мкм.

Окончательную доводку производят на стеклянных притирах с использованием тонкой пасты ГОИ с микропорошком М10 — М14. При окончательной доводке снимают припуск от 0,003 до 0,005 мм, добиваясь параметров шероховатости $Ra = 0,080 \dots 0,040$ мкм.

Доводку ведут в такой последовательности:

обработка общей (для проходного и непроходного размеров) измерительной поверхности; доводка непроходной поверхности; доводка проходной поверхности.

На рис. 2.8 изображены схемы доводки скоб чугунными притирами: доводка общей измерительной поверхности (рис. 2.8, а), доводка

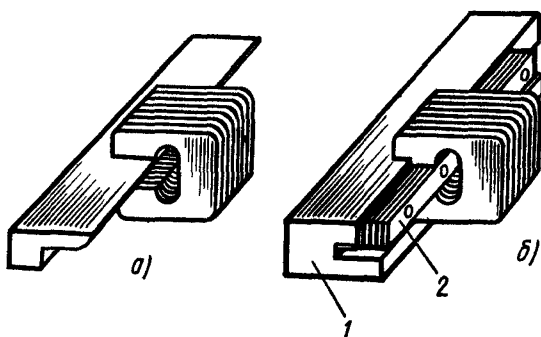


Рис. 2.8. Доводка листовых скоб

проходной и непроходной измерительных поверхностей комбинированным притиром. Притиры 1 и 2 устанавливаются с помощью концевых мер длины (рис. 2.8, б).

Профили шаблонов изготавливаются опиливанием. При изготовлении большого количества шаблонов опилование производится по копиру или готовой детали, а при единичном изготовлении — по разметке, что не обеспечивает высокие точность и производительность.

Для повышения точности и производительности опилования профилей используют приспособление (рис. 2.9).

В корпусе 1 приспособления имеется сквозной паз, в котором перемещается планка 2, закрепляемая с задней стороны винтом. Отверстие 3 в планке 2 предназначено для закрепления цилиндрического калибра, на ось которого устанавливают шаблон, имеющий технологическое отверстие. Планку 2 устанавливают по блоку измерительных плиток в положении, в котором ось отверстия 3 находится от верхней плоскости корпуса приспособления на расстоянии, равном радиусу обрабатываемого участка шаблона. При опиловании радиусного участка профиля шаблон поворачивают вокруг оси отверстия 3. Угольник 4 служит для опилования прямолинейных и наклонных участков шаблонов. Его устанавливают с помощью концевых мер длины или по угольнику под определенным углом к опилюемой поверхности. Шаблон ставят на опорные поверхности угольника, прижимают к плоскости корпуса и в таком положении опиляют. В верхней плоскости корпуса приспособления имеются пазы 5 с различными профилями, которые предназначены для опилования вогнутых полуокружностей и прямолинейных участков профиля, расположенных под различными углами к базовым плоскостям шаблона.

Для контроля профиля шаблона применяют контршаблон. Профили шаблона и контршаблона должны точно совпадать при любых положениях, что достигается припасовкой — взаимной пригонкой друг к другу поверхностей.

Восстанавливают калибры различными способами.

Калибры-пробки для контроля отверстий диаметром 50—100 мм изготавливают с насадками. По мере износа заходной части рабочей поверхности насадки ее поворачивают изношенной стороной к ручке (см. рис. 2.1, г).

Калибры-пробки и калибры-скобы восстанавливают электролитическим хромированием. Различают хромирование обычное, после кото-

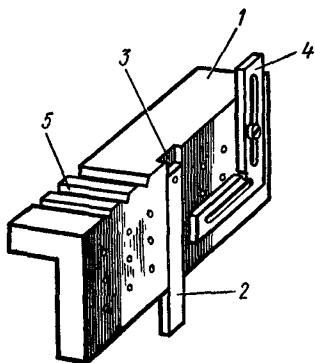


Рис. 2.9. Приспособление для опилования шаблонов

рого требуется доводка измерительных поверхностей, и в размер, для которого требуются ванны, оснащенные устройствами для контроля толщины покрытия.

Калнбры-пробки, износ которых превышает 0,014 мм, шлифуют на круглошлифовальных станках до диаметра ниже номинального на 0,02—0,03. Затем на поверхность наносят слой хрома и повторно шлифуют в размер с учетом припуска на доводку.

При восстановлении калибров-пробок и калибров-скоб часто используют метод переходных посадок, при котором последовательно получают калибры с рядом переходных посадок, например $cd8$: $d8 - e8 - f8 - h8 - J_s8 - K8 - X8 - Z8$. Это обеспечивает полное использование калибров с минимальными затратами.

Шлифование и доводка изношенных калибров позволяют переделывать калибры, постепенно изменяя их размеры. Например, гладкая пробка диаметром 24 мм может постепенно сошлифовываться на все размеры до 18 мм, а скоба диаметра 30 мм — на все размеры до 40 мм.

3. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ, КОНСТРУКЦИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ

3.1. КЛАССИФИКАЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Универсальные измерительные инструменты по конструктивным признакам разделяются на штриховые инструменты с нониусом — штангенинструменты и угломеры; микрометрические инструменты — микрометры; рычажно-механические приборы — индикаторы; оптико-механические приборы — микроскопы.

Штангенприборы, называемые ранее штангенинструментами (показывающие измерительные приборы), выпускаются с отсчетом по нониусу 0,1 и 0,05 мм двух модулей 1 и 2.

Штангенприбор модуля 1 с отсчетом по нониусу 0,1 мм (рис. 3.1, а) имеет шкалу нониуса длиной 9 мм с десятью делениями, а с отсчетом по нониусу 0,05 мм (рис. 3.1, б) имеет шкалу нониуса длиной 19 мм, разделенную на двадцать частей. Штангенприборы модуля 1 используются редко. Предпочтительны и более удобны штангенприборы модуля 2 с растянутыми шкалами. Растянутый нониус с величиной отсчета 0,1 мм (рис. 3.1, в) имеет длину 19 мм, поэтому одно деление шкалы нониуса составляет 1,9 мм; оно короче двух делений шкалы штанги на 0,1 мм.

Штангенприбор модуля 2 с отсчетом по нониусу 0,05 мм (рис. 3.1, г) имеет длину шкалы 39 мм, разделенную на двадцать частей, т. е. одно деление нониуса равно 1,95 мм, что короче на 0,05 мм двух делений шкалы штанги.

Для определения размера детали необходимо отсчитать целое

число миллиметров, которое определяют по штриху шкалы штанги, предшествующему нулевому штриху нониуса. Дробную часть размера отсчитывают по нониусу, для чего находят совпадающую пару штрихов на шкале штанги и шкале нониуса и по номеру этого штриха нониуса определяют дробную часть деления. На рис. 3.1, д показан пример отсчета по нониусу 0,1 мм размера детали 21,4 мм.

Штангенциркули, предназначенные для измерения наружных и внутренних размеров и для разметки, выпускают несколько типов и моделей (табл. 3.1):

ШЦ-I — с двусторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров и с линейкой для измерения глубин;

ШЦТ-I — с односторонним расположением губок, оснащенных твердым сплавом для измерения наружных размеров и глубин в условиях повышенного абразивного изнашивания;

ШЦ-II — с двусторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров и для разметки;

ШЦ-III — с односторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров;

мод. 124 — со стрелочным отсчетом для измерения наружных и внутренних размеров и глубин, разработанный заводом «Калибр». Цена деления шкалы, нанесенной на штанге, — 10 мм и цена деления круговой шкалы — 0,1 мм.

Штангенглубиномеры предназначены для измерения глубин пазов, отверстий, а также высот выступов. Характеристики штангенглубиномеров типа ШГ и мод. БВ-6232, освоенных Кировским инструментальным заводом, приведены в табл. 3.1.

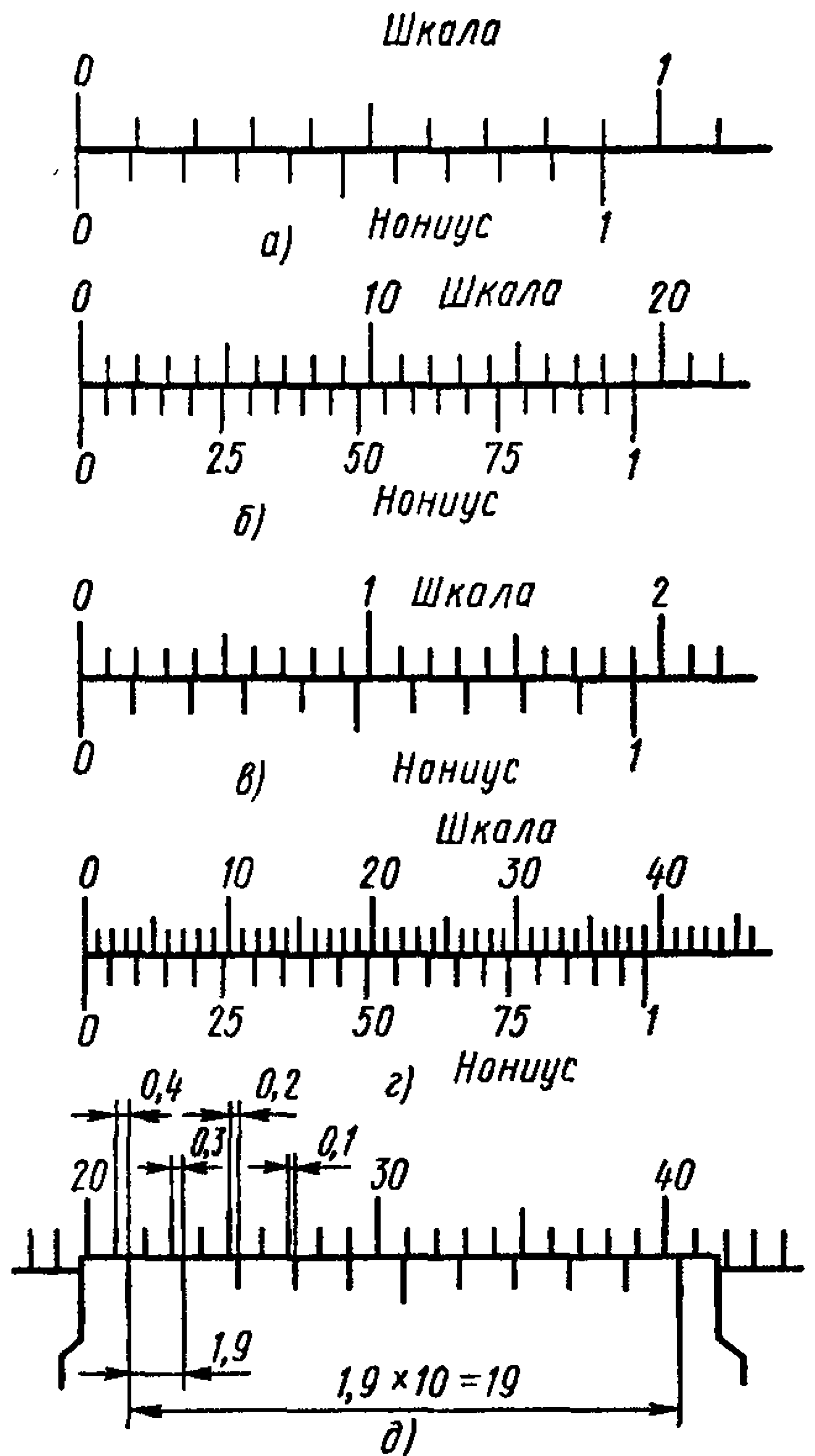


Рис. 3.1. Шкалы штангенприборов:
а — модуля 1 с отсчетом 0,1 мм, б — модуля 1 с отсчетом 0,05 мм, в — модуля 2 с отсчетом 0,1 мм, г — модуля 2 с отсчетом 0,05 мм, д — схема отсчета размера 21,4 мм

3.1. Характеристики штангенприборов (штангенинструментов). Размеры, мм

Тип прибора	Пределы измерения прибором	Значение отсчета по нониусу	Вылет губок (ножек штангенрейсмаса)		Допускаемая погрешность прибора		
			l	l_1 , не менее	для участка шкалы	при значении отсчета по нониусу	
						0,1	0,05
<i>Штангенциркули</i>							
ШЦ-I ШЦТ-I	0—125	0,1	35—40	16	0	±0,05	
ШЦ-II и ШЦ-III	0—160	0,1	45—50	6	Св. 0 до 100 » 100 » 200 » 200 » 250	±0,06	±0,05
	0—200	и	50—63	8		±0,07	
	0—250	0,05	60—80	10		±0,08	
ШЦ-III	0—315	0,1	63—100	10	Св. 250 до 300 » 300 » 400 » 400 » 1000 » 1000 » 1100 Св. 1100 до 1200 » 1200 » 1300 » 1200 » 1400 » 1400 » 2000	±0,08	—
	0—400		63—125	10		±0,09	—
	0—500		80—160	15		±0,1	—
	250—630		80—200	15		±0,16	—
	250—800		80—200	15		±0,17	—
	320—1000		80—200	20		±0,18	—
	500—1250		100—300	20		±0,19	—
	500—1600		100—300	20		±0,2	—
800—2000	100—300	20					
<i>Штангенциркули для разметки</i>							
ШЦ-III	1500—300	0,1	150	—	1500—3000	±0,3	—
	2000—4000					±0,4	—

Штангенциркуль со стрелочным отсчетом

Мод. 124

0—150	По шкале 0,1	35—40	10	0—150	$\pm 0,08$	—
-------	--------------------	-------	----	-------	------------	---

Штангенглубиномер со стрелочным отсчетом

Мод. БВ-6232

0—250	По шкале 0,05	75	—	0—250	—	$\pm 0,05$
-------	---------------------	----	---	-------	---	------------

Штангенглубиномер

ШГ

0—160	—	—	—	Св. 0 до 400	—	—
0—200	—	—	—		—	—
0—250	0,05	120	—		—	$\pm 0,05$

Штангенрейсмас со стрелочным отсчетом

Мод. БВ-6226

0—250	По шкале 0,05	50	—	0—250	—	$\pm 0,05$
-------	---------------------	----	---	-------	---	------------

Штангенрейсмасы

ШР

0—250	0,05	50	—	До 630	—	$\pm 0,05$
40—400 60—630		80	—			
100—1000	0,1	125	—	Св. До 630 630 до 1000	$\pm 0,1$ $\pm 0,1$	—
600—1600			1000 » 1600	$\pm 0,15$	—	
1500—2500			160	—	Св. 1600 до 2500	$\pm 0,2$

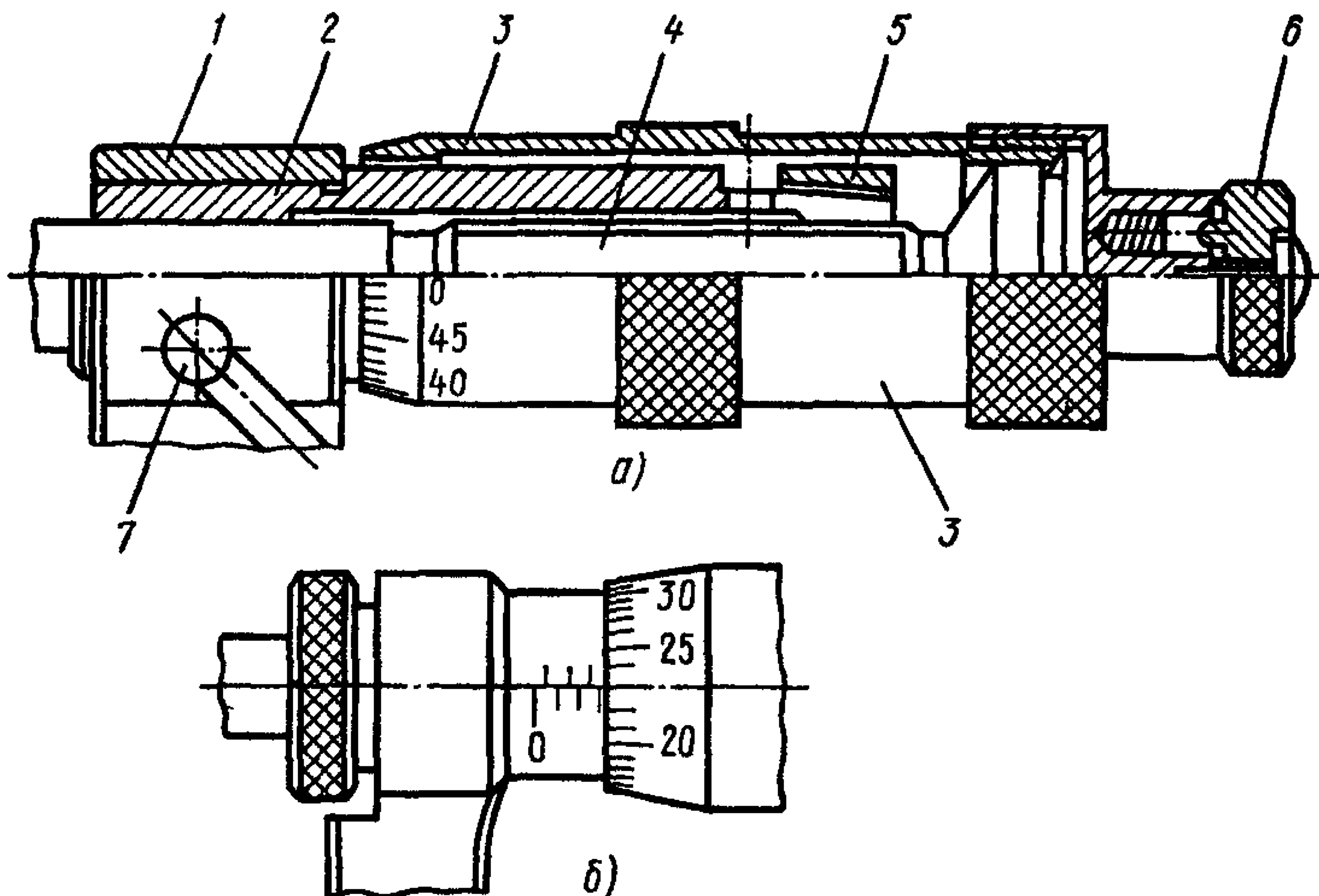


Рис. 3.2. Конструкция микрометрической головки:
 а — микрометрическая головка, б — шкалы головки

Штангенрейсмасы используют для измерения высот, уступов и разметки размеров. Их характеристики даны в табл. 3.1. Кроме штангенрейсмасов типа ШР выпускаются стрелочные штангенрейсмасы мод. БВ-6226 с разметочной ножкой, оснащенной твердым сплавом.

Микрометрические приборы предназначены для более точного по сравнению со штангенприборами измерения размеров. Основным элементом таких приборов является микрометрическая винтовая пара. С ее помощью поступательное перемещение измерительной поверхности (торца) микроскопического винта связано с поворотом отсчетного барабана. Один поворот барабана соответствует перемещению микроскопического винта на один шаг. Конструктивно микрометрическая винтовая пара в приборах оформлена в виде отдельного узла — микрометрической головки (рис. 3.2, а). Она входит в состав микрометров различного назначения, нутромеров, глубиномеров, различных стационарных приборов в качестве измерительного узла или узла, задающего перемещения.

В головке микрометрический винт 4 перемещается совместно с барабаном 3 относительно стебля 2 с микрометрической гайкой на правом конце. Микрометрические головки обычно имеют две шкалы (рис. 3.2, б): круговую для определения дробных долей оборотов и линейную для определения числа полных оборотов микрометрического винта. Цена деления линейной шкалы равна шагу винта. При шаге 0,5 мм наносятся две части шкалы с ценой деления 1 мм, сдвинутые друг относительно друга на 0,5 мм. Соединение барабана 3 с микрометрическим винтом 4 выполнено регулируемым, что позволяет производить установку нулевого положения шкал. Для установки зазора в

резьбовом соединении винта 4 и гайки стебля 2 служит регулировочная гайка 5, наворачиваемая на коническую резьбу. Трещотка 6, закрепленная на барабане 3, предназначена для стабилизации измерительного усилия в пределах 5—9 Н. Стебель 2 запрессован в скобу 1. Рукоятка 7 стопорит винт 4.

Характеристики микрометрических приборов приведены в табл. 3.2.

3.2. Характеристики микрометрических приборов. Размеры, мм

Тип прибора	Диапазон измерения прибора (микрометрической головки)	Предельная погрешность приборов класса точности	
		1	2

Микрометры с ценой деления 0,01 мм

МК гладкий	0—25	$\pm 0,002$	$\pm 0,004$
	25—50; 50—75; 75—100	$\pm 0,0025$	$\pm 0,004$
	100—125; 125—150; 150—175; 175—200	$\pm 0,003$	$\pm 0,005$
	200—225; 225—250; 250—275; 275—300	$\pm 0,004$	$\pm 0,006$
	300—400; 400—500	$\pm 0,005$	$\pm 0,008$
	500—600	$\pm 0,006$	$\pm 0,01$
	МЛ листовой	0—5; 0—10; 0—25	$\pm 0,004$
МТ трубный	0—25	$\pm 0,004$	
МЗ зубомерный	0—25; 25—50; 50—75; 75—100	$\pm 0,005$	
МП для проволоки	0—10	$\pm 0,004$	
МГ-головка микрометрическая	0—25	$\pm 0,004$	

Микрометры настольного типа с ценой деления 0,01 мм

МГ горизонтальный	0—20	$\pm 0,002$ мм на участке шкалы до 3 мм
МВ вертикальный	0—10	$\pm 0,003$ мм на участке шкалы свыше 3 мм

Микрометры настольные со стрелочным отсчетным устройством с ценой деления 0,001 мм

МН-1	0—10	$\pm 0,002$
------	------	-------------

Микрометрические глубиномеры

ГМ	0—25	$\pm 0,002$	
	25—50		$\pm 0,004$
	50—100	$\pm 0,003$	$\pm 0,005$
	100—150	$\pm 0,004$	$\pm 0,006$

Тип прибора	Диапазон измерения прибора (микрометрической головки)	Предельная погрешность приборов класса точности	
		1	2

Микрометрические нутромеры

НМ	50—75 (50—63)	$\pm 0,004$
	75—175 (75—88)	$\pm 0,006$
	75—600 (75—88)	$\pm 0,015$
	150—1250 (150—175)	$\pm 0,02$
	800—2500 (150—175)	$\pm 0,04$
НМИ	1250—4000 (350—375)	$\pm 0,06$
	2500—6000 (350—375)	$\pm 0,08$

Микрометр настольный с цифровым электронным отсчетом

Мод. 19005	0—10 (шаг дискретности)	$\pm 0,002$
------------	-------------------------	-------------

Микрометры предназначены для измерения линейных размеров прямым абсолютным контактным методом. Они выпускаются следующих типов:

МК — гладкие микрометры, имеющие скобу, с одной стороны которой запрессована неподвижная пятка или переставная пятка, а с другой стороны скобы — микрометрическая головка;

МЛ — листовые микрометры для измерения толщины листов и лент, в отличие от гладких они снабжены неподвижным круглым циферблатом и указателем — стрелкой, соединенной с барабаном;

МТ — трубные микрометры для измерения толщины стенок труб;

МЗ — зубомерные микрометры для измерения длины общей нормали зубчатых колес;

МП — микрометры для измерения диаметра проволоки.

Настольные микрометры снабжаются микрометрической головкой МГ с ценой деления 0,01 мм. Они предназначены для измерения размеров малогабаритных деталей небольшой жесткости, применяемых в часовой и приборостроительной промышленности. Настольные микрометры различают:

МГ — с горизонтально расположенной микрометрической головкой;

МВ — с вертикальной микроголовкой;

МН-I — со стрелочным отсчетным устройством.

Микрометрические глубиномеры предназначены для измерения глубины пазов, глухих отверстий и высоты уступов, а микрометрические нутромеры — для измерения внутренних размеров.

Рычажно-зубчатые индикаторы и головки, как правило, закрепляют в штативах и стойках и применяют для абсолютных и относитель-

ных измерений размеров, а также отклонений формы и расположения поверхностей.

Стойки изготовляют четырех типов: С-I, С-II, С-III, С-IV (ГОСТ 10197—70). Они предназначены для закрепления измерительных головок с ценой деления 0,1...0,5 и 1...5 мкм при проведении точных измерений.

Штативы Ш-I, Ш-II, Ш-III и другие используются в цеховых условиях для закрепления индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 мм.

Характеристики рычажно-зубчатых индикаторов и головок приведены в табл. 3.3.

Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм являются наиболее распространенными измерительными головками. Их выпускают двух исполнений: типа ИЧ — с перемещением стержня параллельно шкале; ИТ — с перемещением измерительного стержня перпендикулярно шкале.

Рычажно-зубчатые индикаторы предназначены для измерений размеров в труднодоступных местах, а также в случаях, требующих малой силы измерения. Они выпускаются двух модификаций: боковые ИРБ со шкалой, расположенной параллельно оси измерительного рычага; торцовые ИРТ со шкалой, расположенной перпендикулярно оси измерительного рычага.

Многооборотные индикаторы и измерительные головки предназначены для измерения линейных размеров с помощью измерительных стоек или контрольно-измерительных приспособлений. Используемая в них рычажно-зубчатая измерительная система обеспечивает малую инерционность и до 10 оборотов стрелки при цене деления 0,001 и 0,002 мм.

3.2. ПРОВЕРКА И РЕМОНТ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Технические условия на контрольно-измерительные инструменты определяют допускаемые погрешности измерения, числовые значения которых приведены в табл. 3.1, 3.2, 3.3. Как видно из таблиц, пределы допускаемой погрешности кратны цене деления измерительного прибора.

Основными составляющими погрешности измерения являются погрешности самого прибора, связанные с неточностями нанесения шкал штанги и нониуса, и погрешности отсчитывания. В погрешности самого прибора можно выделить следующие основные составляющие: теоретические погрешности, обусловленные принципиальным несовершенством самого прибора; эти погрешности поддаются расчету и в одинаковой мере свойственны всем экземплярам прибора данной

3.3. Характеристики рычажно-зубчатых индикаторов и головок

Тип	Модель	Цена деления, мм	Предел измерения, мм	Сила измерения, сН		Участок нормирования погрешности	Допускаемая основная погрешность, мкм, при классе точности		Вариация показаний, мкм	Размах показаний, мкм
				наибольшая	колебание		0	1		

Индикатор часового типа

ИЧ	—	0,01	0—2	150	40	Весь диапазон измерений	10	12	2(5)	3(3)
ИТ	—		0—2				10	12		
ИЧ	—		0—5	150	60		12	16		
	—		0—10				15	20		
	—		0—25	300	180		22	30		

Индикатор рычажно-зубчатый

ИРБ	—	0,01	0—0,8	10—40	—	До 0,1 мм	5	—	3
ИРТ	—					Весь диапазон измерений	10		

Индикатор многооборотный

1МИГ	05301	0,001	0—1	200	50	200 делений (весь диапазон измерений)	2(2,5)	Одно деление шкалы	0,5 деления шкалы
1МИГП	05302	0,001	0—1	200	50		1,5(1,8)		
2МИГ	05201	0,002	0—2	200	70		3(5)		
2МИГП	05202						2,5(3,5)		

Головка измерительная рычажно-зубчатая

1ИГ	—	0,001	$\pm 0,05$	150	40	До ± 30 (свыше ± 30 делений)	$\pm 0,4(\pm 0,7)$	0,2	0,2
2ИГ	—	0,002	$\pm 0,1$				$\pm 0,8(\pm 1,2)$	0,8	0,3

Головка рычажно-зубчатая бокового действия

ГИРБ	—	0,002	0—0,16	30	12	В пределах 20(40) делений	2(4)	—	1
ГИРБ	—			60	25				

Примечания: 1. За колебание силы измерения при измерении направления движения измерительного стержня принимают разность сил в проверяемой точке в середине диапазона измерений и при переходе за нее на 1—2 мм. 2. Основная погрешность — сумма наибольших абсолютных значений положительных и отрицательных погрешностей при прямом и обратном ходе измерительного стержня. 3. Вариация показаний — средняя разность между показаниями, например, индикатора в одной точке шкалы, полученная в результате пяти измерений при подводе на 20 делений к этой точке с двух противоположных сторон. 4. Под размахом показаний понимают разность между наибольшим и наименьшим показаниями индикатора в одной точке диапазона измерений при пятикратном арретировании наконечника на неподвижную измерительную поверхность. 5. В графах «Вариация показаний» и «Размах показаний» в скобках указаны значения для индикаторов часового типа 1-го класса точности.

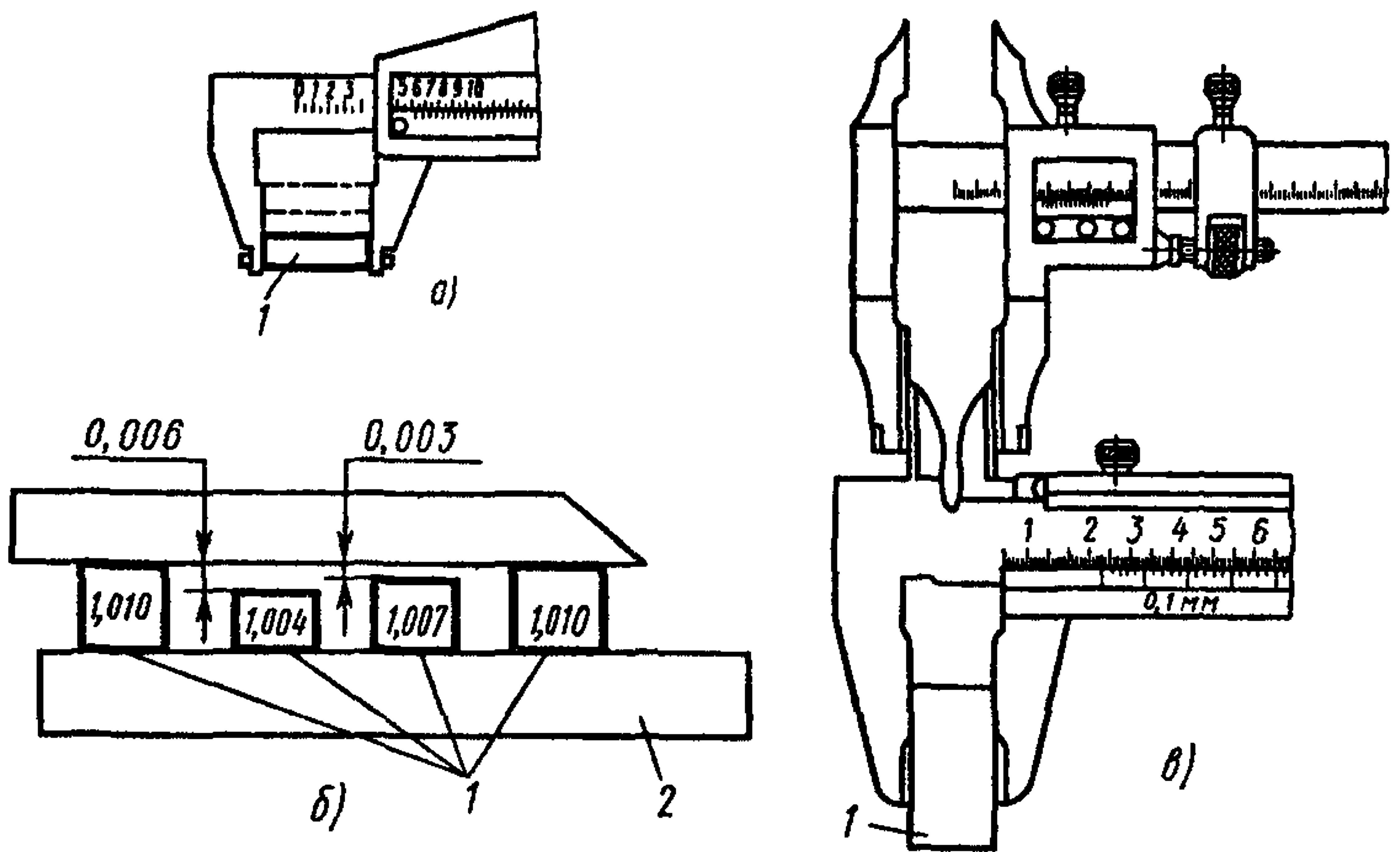


Рис. 3.3. Схемы контроля штангенприборов:

а — переко́с подвижной губки, б — износ измерительных поверхностей, в — износ губок для внутренних измерений

конструкции; погрешности из-за неточности изготовления деталей прибора и его сборки; погрешности из-за износа деталей прибора в эксплуатации и засорения его механизма; погрешности из-за трения в механизме прибора; погрешности из-за недостаточной жесткости корпуса и других элементов прибора, а также стоек, штативов и т. д.

К погрешностям отсчитывания относятся: температурные погрешности; погрешности, связанные с конструктивными особенностями измеряемой детали; погрешности настройки, связанные с погрешностями установочных мер; индивидуальные погрешности контролера.

Для штангенинструментов характерными неисправностями являются: износ измерительных поверхностей и затупление острых концов губок; износ и деформация рабочих поверхностей штанг и рамки; переко́с основной рамки; неправильная установка нониуса; ослабление пружины; износ резьбы винта и гайки микрометрической подачи и т. д.

Показания штангенинструментов с ценой деления 0,05 мм проверяют с помощью наборов плоскопараллельных стандартных концевых мер длины 2-го класса точности, а с ценой деления 0,1 мм — концевыми мерами 3-го класса точности.

Переко́с подвижной губки относительно неподвижной выявляется путем установки в двух крайних положениях концевой меры 1 (рис. 3.3, а). Разность показаний штангенинструмента позволяет определить непараллельность измерительных поверхностей, вызванную переко́сом подвижной губки.

Износ измерительных поверхностей определяют по просвету, который для штангенинструментов с ценой деления 0,05 мм не должен

превышать 0,003 мм, а с ценой 0,1 мм — 0,006 мм. На рис. 3.3, б показана схема определения величины просвета с помощью концевых мер 1 и лекальной линейки 2.

Схема проверки износа рабочих поверхностей губок для внутренних измерений приведена на рис. 3.3, в. Между губками наружных измерений помещают концевую меру 1, а затем с помощью другого штангенциркуля или микрометра измеряют расстояние между губками для внутреннего измерения, которое должно быть равно размеру концевой меры.

Износ штанги устанавливают лекальной линейкой на просвет.

Микрометрические приборы должны соответствовать требованиям стандартов и технических условий.

Перекося плоской измерительной поверхности микрометрического винта не должен превышать 1 мкм для микрометров с верхним пределом измерения до 100 мм и 2 мкм — более 100 мм.

Скобы микрометров должны обеспечивать изменение показаний не более 2—12 мкм (в зависимости от величины верхнего предела измерения — от 5 до 600 мм) от изгиба при силе измерения 10 Н.

Допускаемое измерительное усилие для микрометров равно 5—9 Н, что обеспечивается механизмом трещотки. Величину измерительного усилия можно изменять, регулируя усилие пружины или угол зуба трещотки. С уменьшением угла уменьшается и измерительное усилие.

Измерительные поверхности микрометров изготавливают из термически обработанных сталей или твердых сплавов ВК2М или ВК4М. Щероховатость стальных измерительных поверхностей должна быть не более $Ra = 0,04...0,02$ мкм, а твердосплавных — $Ra = 0,08...0,04$ мкм.

Рассмотренные выше погрешности основных элементов микрометра в сумме не должны превышать погрешностей, регламентированных стандартом — от $\pm 1,5$ до $\pm 4,0$ мкм в зависимости от верхних пределов измерения микрометров.

Проверка точности показаний микрометров осуществляется образцовыми концевыми мерами длины 5-го разряда через каждые 5 мм шкалы и через 0,12 мм, т. е. через четверть оборота микровинта.

Плоскостность их измерительных поверхностей контролируют с помощью плоскопараллельных интерференционных стеклянных пластин (рис. 3.4, а). Отклонение от плоскостности колеблется в пределах 0,6—0,9 мкм (в зависимости от класса точности микрометров) или равно трем интерференционным полосам для белого цвета без учета расстояния 0,5 мм от краев измерительной поверхности.

Для контроля параллельности измерительных поверхностей у микрометров используют комплект из четырех пластин, размеры H которых отличаются на величину перемещения микровинта при его повороте на $1/4$ оборота. Действительное отклонение от параллельности определяют при замере пластин по числу интерференционных полос на поверхностях контакта и по их взаимному расположению.

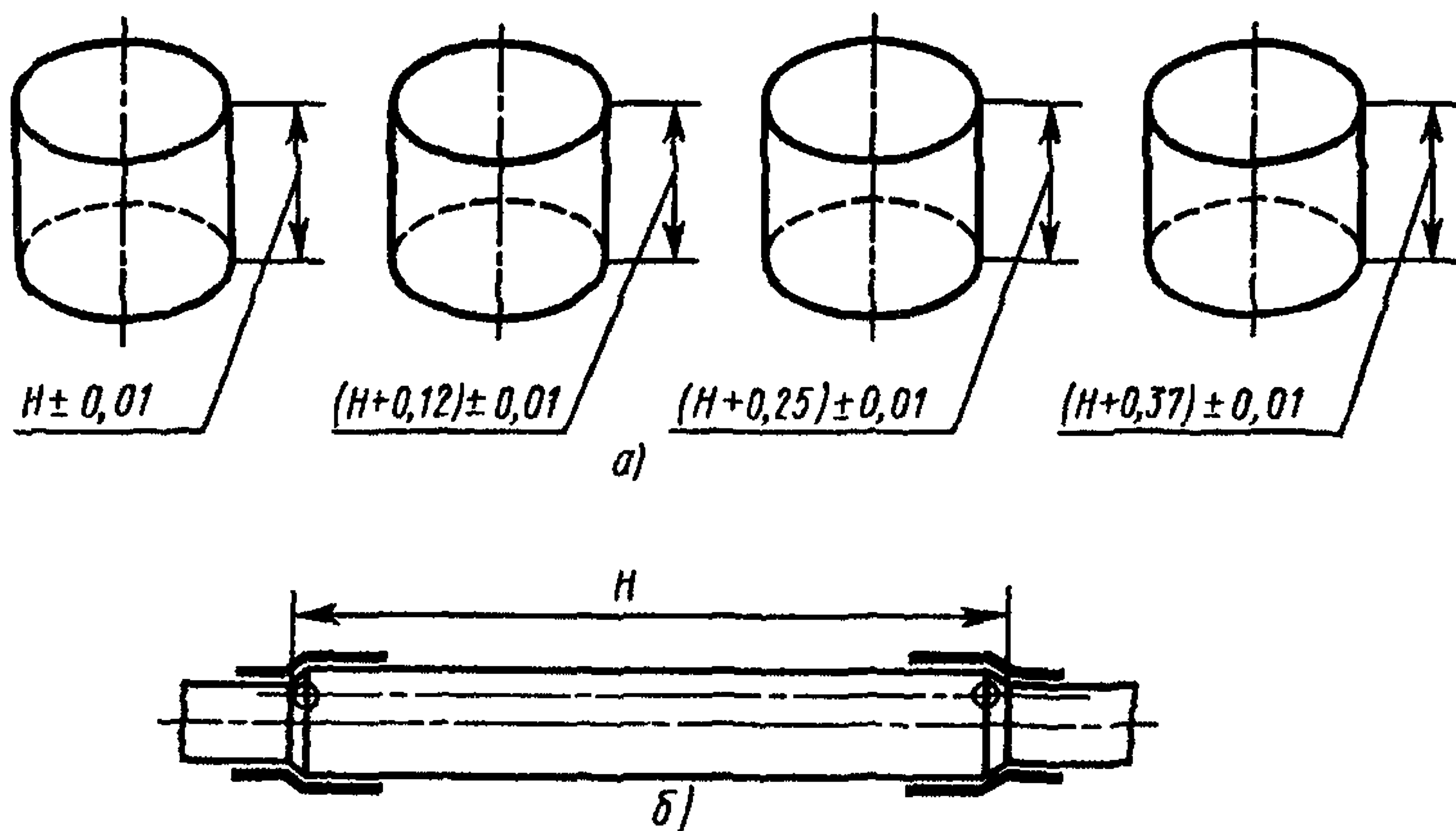


Рис. 3.4. Схемы контроля микрометров:

а — при помощи комплектов интерференционных пластин, б — больших размеров

Для проверки микрометров больших размеров вместо отдельных плоскопараллельных стеклянных пластин применяют комплект их, составленный в виде блоков, в каждом из которых имеются две пластины и одна концевая мера (рис. 3.4, б).

Контроль показаний индикаторов выполняют с помощью специально приспособленного микрометра, который закрепляют в штативе. Индикатор в начальном положении касания наконечника измерительной поверхности микрометра устанавливают таким образом, чтобы стрелка показывала нуль. Затем измерительную поверхность микрометра перемещают на 25 делений барабана и смотрят на циферблат индикатора — стрелка индикатора должна показывать такой же отсчет. Такую проверку нужно делать на 10 оборотах барабана. После этого проверку выполняют в обратном порядке.

Контрольно-измерительные инструменты ремонтируют с целью восстановления числовых значений погрешности измерения в соответствии с требованиями стандартов. Если в процессе ремонта не удастся восстановить первоначальный квалитет инструмента, то его переводят в следующий квалитет с переоформлением документов учета и аттестатов.

Износ рабочих поверхностей штангенинструментов устраняют рихтовкой губок с последующей их доводкой. После рихтовки производят доводку измерительных поверхностей плоскопараллельными притирами в такой последовательности: штангенциркуль закрепляют в тисках; помещают притир между губками; сдвигают рамку до соприкосновения губок с притиром; закрепляют рамку стопорным винтом; выполняют доводку губок, перемещая притир между губками с небольшим усилием.

Прямолинейность измерительных поверхностей проверяют лекальной линейкой, а параллельность губок рамки губками штанги и размеры между ними контролируют концевыми мерами, которые вводятся между губками с усилием, одинаковым для обеих сторон. Вводя концевую меру сбоку по всей поверхности губок и слегка поворачивая ее, определяют степень параллельности поверхностей. Если плитка будет задерживаться концами губок, свободно вращаясь дальше по всей поверхности, или будет иметь зазор впереди, значит, губки непараллельны.

Наружные поверхности тупых губок доводятся до получения параллельности, а их размер должен быть равен целому числу миллиметров с десятыми долями (например, 9,6 мм). После доводки губок нониус устанавливают на нулевое деление штанги в такой последовательности: сдвигают губки до соприкосновения измерительных плоскостей; зажимают подвижную рамку; передвигают нониус до совпадения первого деления с первым делением штанги, при этом последнее деление штанги должно совпадать с соответствующим делением штанги; закрепляют нониус.

При ремонте штанги устраняют следующие дефекты: искривление (правкой, осуществляемой выгибанием в тисках с помощью трех узких латунных прокладок); неравномерный износ (припиливанием и доводкой на притирочной плите, контролируя прямолинейность лекальной линейкой или методом на краску); вмятины и забоины (зачисткой бархатным напильником, оселком и мелкой шкуркой с маслом).

Микрометры ремонтируют при износе измерительных поверхностей, микрометрического винта и при ослаблении трещотки. При небольшом износе измерительные поверхности микрометров доводят одновременно с помощью четырех мерных цилиндрических притиров (рис. 3.5 а),

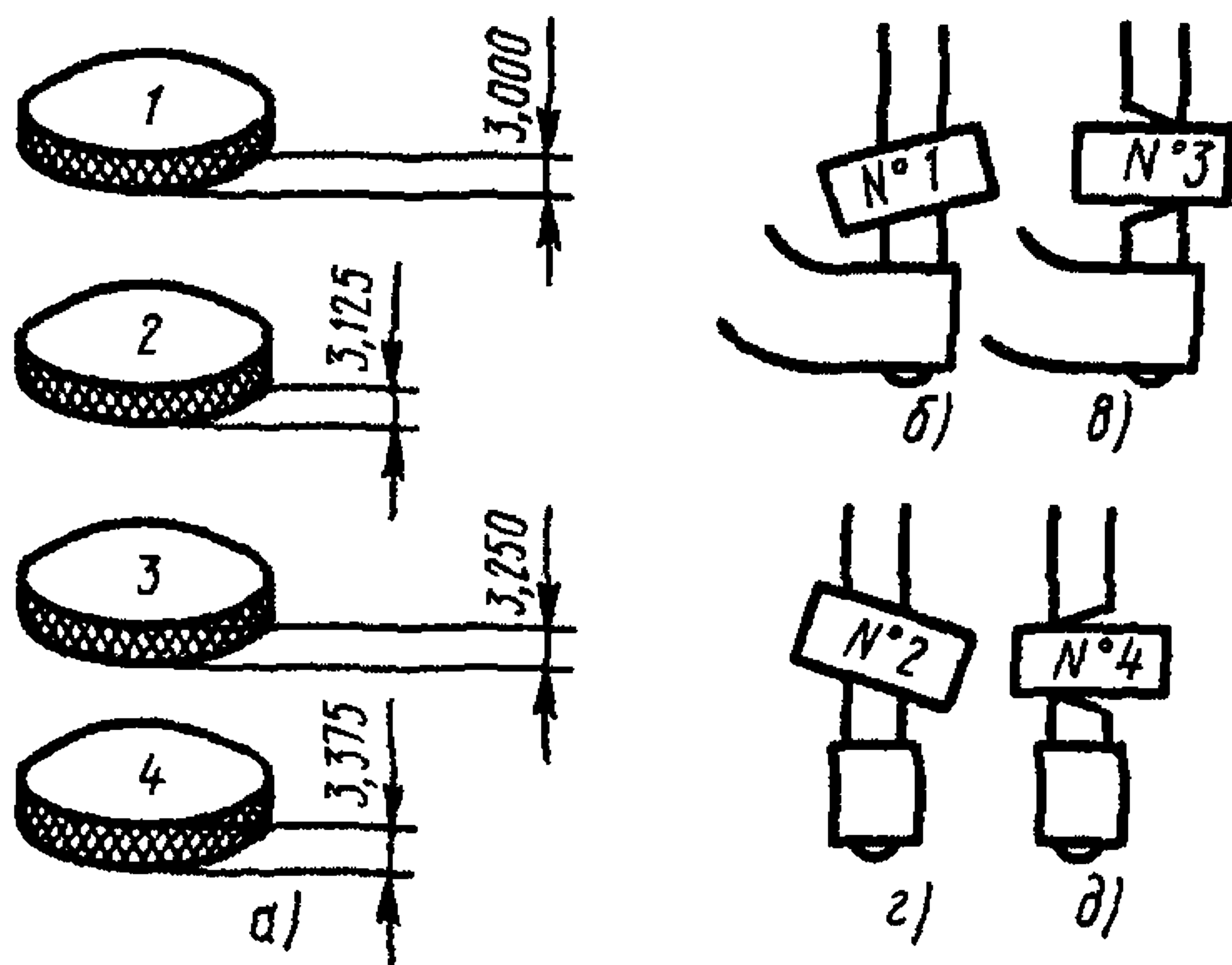


Рис. 3.5. Схемы доводки измерительных поверхностей микрометров:

а — мерные цилиндрические притиры, б, в, г, д — схемы доводки

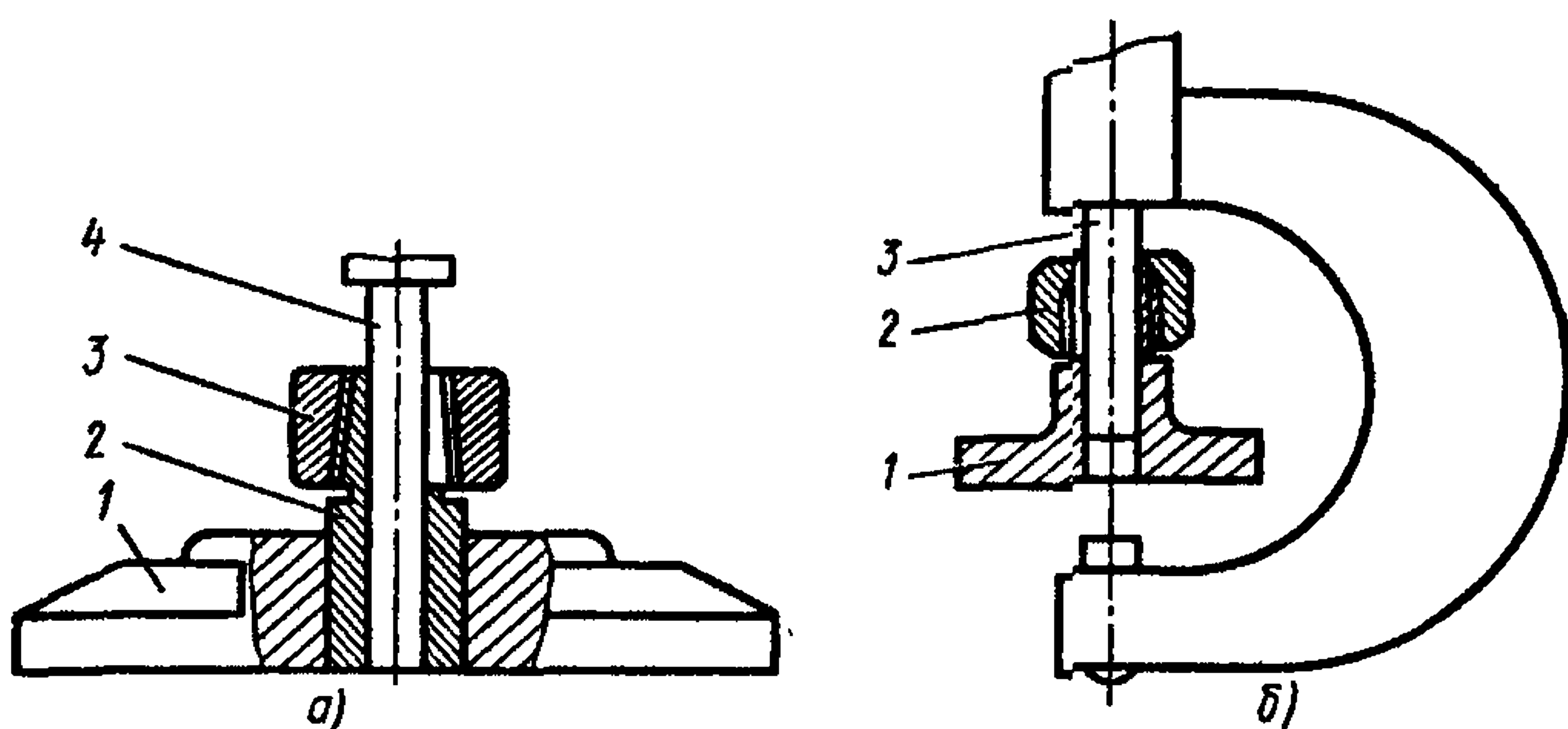


Рис. 3.6. Схемы отдельной доводки микрометров:
а — торец шпинделя, *б* — торец пятки

различающихся по толщине на 0,125 мм, в такой последовательности: сначала доводят измерительные поверхности притиром *1* до получения их взаимопараллельности (рис. 3.5, *б*), однако при этом перпендикулярность не всегда будет обеспечена; затем доводят измерительные поверхности притиром *3*, который на 0,25 мм больше притира *1*, при этом шпиндель поворачивают на пол-оборота, что обеспечивает уменьшение отклонения от перпендикулярности; после этого доводят измерительные поверхности попеременно притирами *2* и *4* (рис. 3.5, *в, г* и *д*). Многократная доводка всеми притирами обеспечивает параллельность и перпендикулярность измерительных губок.

При больших износах измерительных поверхностей выполняют отдельную доводку шпинделя и пятки в специальных приспособлениях в такой последовательности: устанавливают шпиндель *4* в приспособлении (рис. 3.6, *а*), состоящем из плиты *1*, цанги *2*, зажимного кольца *3*, причем торец шпинделя должен выступать над плоскостью плиты на 0,03—0,04 мм; доводят торец шпинделя; ввертывают шпиндель в микрометр; доводят пятку с помощью приспособления (рис. 3.6, *б*), установленного на шпинделе *3* и состоящего из диска *1*, выполненного за одно целое с цангой, и зажимного кольца *2*.

Несовмещение нулевого деления на барабане микрометра с нулевым делением на шкале устраняют следующим образом: снимают барабан с корпуса шпинделя, предварительно отвернув головку микрометра на 1—2 оборота; устанавливают барабан в правильном (нулевом) положении; поворотом головки микрометра закрепляют барабан на шпинделе стопорным винтом.

Люфт и заедания при повороте микрометрического винта устраняют поворотом регулировочной гайки и доводкой винта специальным разрезным резьбовым притиром.

Дефекты индикаторных инструментов, т. е. заедание в механизме, вызванные засорением, деформацией стержня, наличием забоин, неисправностью пружин и стрелок устраняются их разборкой и тщатель-

ной промывкой механизма. Стержень может быть выправлен с помощью медного молотка на свинцовой подушке. Царапины и выбоины зачищают мелкозернистым бруском. Погнутый или сломавшийся волосок и растянутую или лопнувшую пружину заменяют новыми. Погнутые стрелки выпрямляют.

4. КОНСТРУКЦИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

4.1. ТИПОВЫЕ УЗЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Основное назначение приспособлений — базирование, т. е. придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат, связанной с рабочими органами станка, заготовки и режущего инструмента.

Базирование заготовок осуществляется по одной из трех схем: базирование заготовки с главной базой, имеющей форму плоскости; базирование заготовок с главной базой, имеющей форму цилиндрического отверстия; базирование заготовок с главной базой, имеющей форму наружной цилиндрической поверхности.

На рис. 4.1 показаны схемы базирования заготовок с главной базой, имеющей форму плоскости.

Постоянные опоры используют только в качестве основных. Конструкция и размеры постоянных опор приведены в табл. 4.1, 4.2, 4.3.

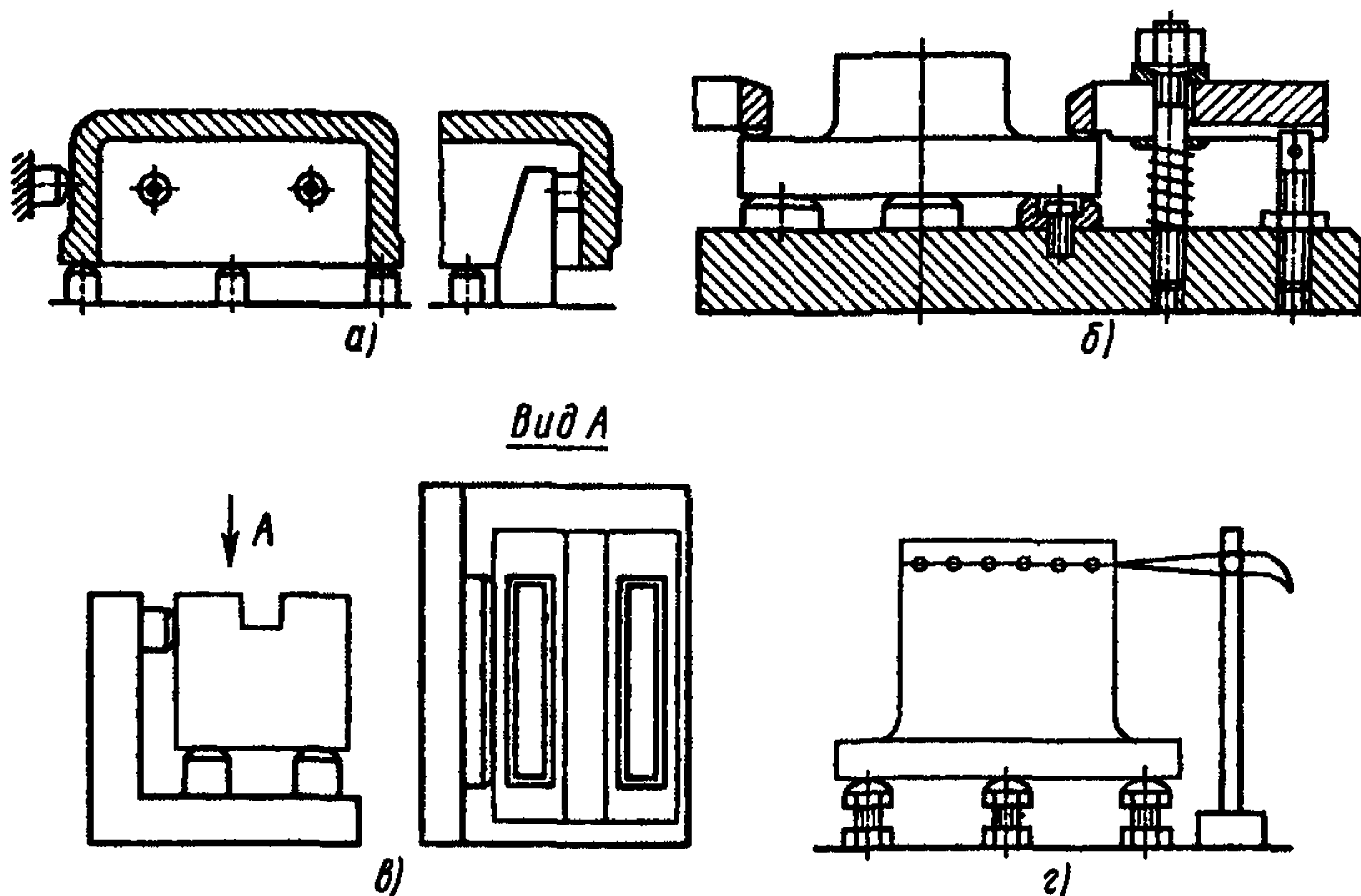
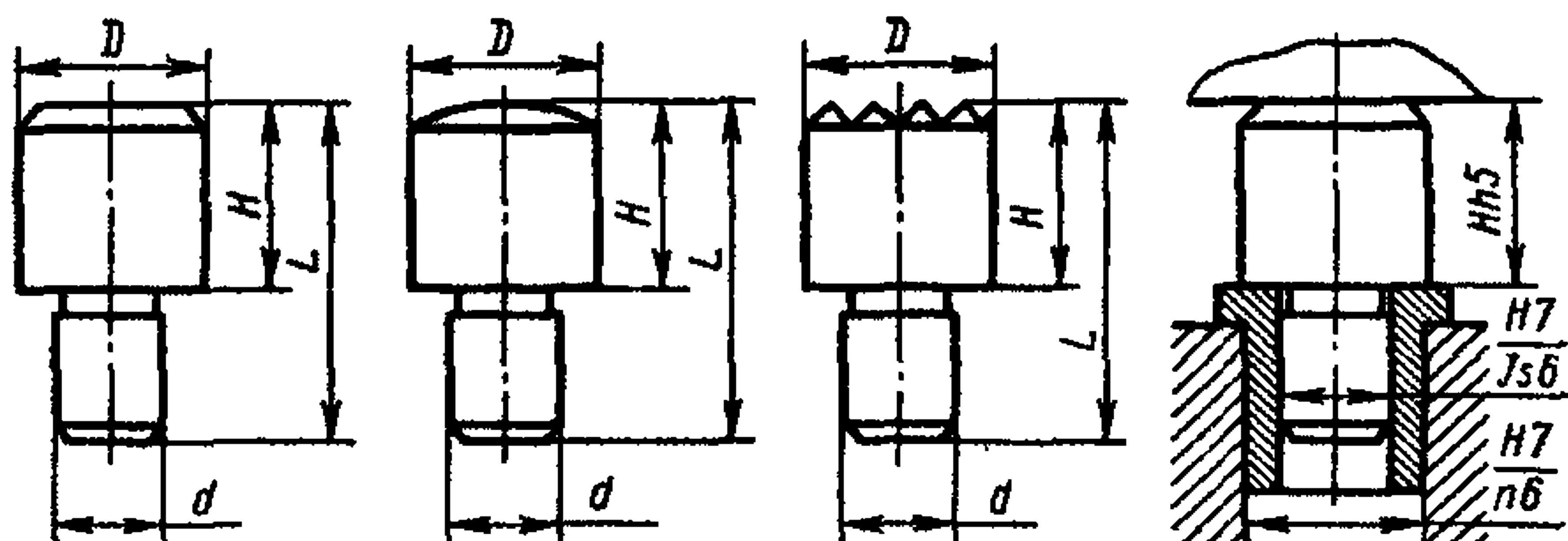


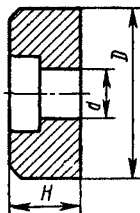
Рис. 4.1. Схемы базирования заготовок плоскими поверхностями: а — опорные штыри, б — опорные шайбы, в — опорные пластины, г — винтовые регулируемые опоры

4.1. Постоянные опоры с плоской (ГОСТ 13440—68), сферической (ГОСТ 13441—68) и насеченной (ГОСТ 13442—68) головками



Размеры, мм				Размеры, мм				Размеры, мм			
<i>D</i>	<i>H</i>	<i>L</i>	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>L</i>	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>L</i>	<i>d</i>
5	3	7	3	16	8	20	10	32	16	42	20
5	5	9	3		10	22			20	45	
6	4		4		12	24			25	50	
	6	11	16		28	32			58		
8	4	12	6		20	32			40	65	
	6	14		20	10	26	50	75			
	8	16			12	28	20	52			
10	6	14	8	25	16	32	12	40	25	58	25
	8	16			20	36			32	65	
	10	18			25	40			40	72	
12	6	16	8	25	32	48	16	40	50	82	25
	8	18			12	32			60	92	
	10	20			16	36					
	12	22			20	40					
	16	26			25	45					
					32	52					
					40	60					

4.2. Опорные шайбы (ГОСТ 17778—72). Размеры, мм

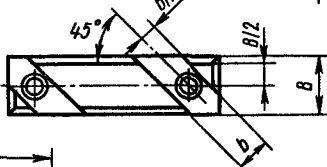
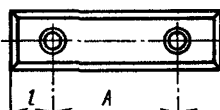
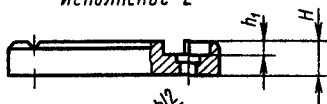
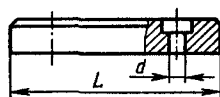


H	D	d
5	16	3,4
6	18	4,5
8	20	5,5
10	25	6,6
12	32	9
16	40	

4.3. Опорные пластины (ГОСТ 4743—68)

Исполнение 1

Исполнение 2



Исполнение	Размеры, мм								Число отверстий
	H	L	B	A	l	d	h_1	b	
1	5	25	10	13	6	3,4	—	—	2
				20					
	6	32	12	16					
2	6	40	12	24	8	4,5	1	8	2

Исполнение	Размеры, мм								Число отверстий	
	H	L	B	A	l	d	h ₁	b		
1	8	60	14	20	10	5,5	—	—		
2				40			1	12		
1	10	60	16	30	15	6,6	—	—	3	
2				100			35	1,6		14
				60			30			
				100			35			
1	12	80	20	40	20	9	—	—	2	
2							120	1,6	16	3
							80			2
							120			3
1	16	100	25	60	30	11	—	—	2	
2							160	1,6	16	3
							100			2
							160			3
1	20	120	30	60	30	11	—	—	2	
2							180	2,5	2	3
							120			2
							180			3
1	25	140	40	80			—	—	2	
2		220					3			
2	25	140	40	80			2,5	2	2	
		220							3	

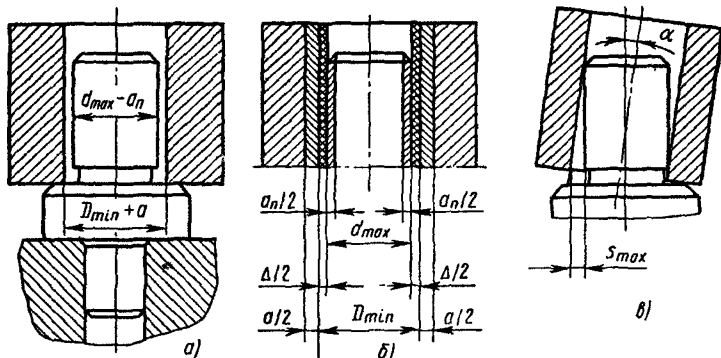


Рис. 4.2. Схема базирования заготовки с главной базой, имеющей форму цилиндрического отверстия:

a — схема базирования, *б* — схема определения погрешности базирования, *в* — схема определения перекоса оси базы

Опоры с плоской головкой служат для установки небольших заготовок на обработанные поверхности. Опоры со сферической головкой и опоры с насеченной головкой служат для установки небольших заготовок на необработанные поверхности, причем допустимая нагрузка на опору с насеченной головкой в 2 раза больше, чем на опору со сферической головкой.

При изготовлении корпусных деталей (блока цилиндров, головки блоков и т. д.) с отклонениями формы технологических баз 0,05—0,1 мм, полученных чистовым фрезерованием, используют опорные шайбы и опорные пластины, причем пластины исполнения 1 используют для боковых и верхних опор.

Базирование по внутренней цилиндрической поверхности (рис. 4.2) осуществляют с помощью цилиндрической оправки (пальца), отклонение которой обеспечивает подвижную посадку 7—9-го квалитетов по СТ СЭВ в соединении заготовка — оправка.

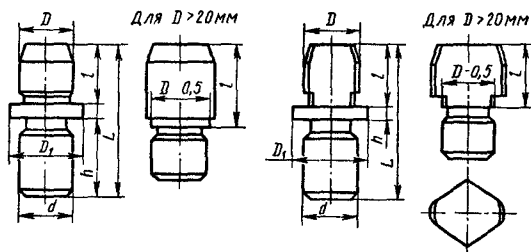
На схемах базирования (рис. 4.2) обозначено:

$D_{min} + a$ — диаметр базы; $d_{max} - a_n$ — диаметр оправки (пальца), где D_{min} — наименьший диаметр базы, мм; a — допуск на диаметр базы, мм; d_{max} — наибольший диаметр оправки (пальца), мм; a_n — допуск на диаметр оправки (пальца), мм; Δ — гарантированный зазор, мм; α — угол поворота оси базы; S_{max} — наибольший зазор, мм.

Конструкция и размеры пальцев установочных цилиндрических и срезанных постоянных приведены в табл. 4.4, а сменных — в табл. 4.5.

Схемы базирования заготовок по наружной цилиндрической поверхности приведены на рис. 4.3. В табл. 4.6 показаны конструкции и размеры опорных призм и с боковым креплением. Призмы подвижные и неподвижные (табл. 4.7) часто применяют для установки за-

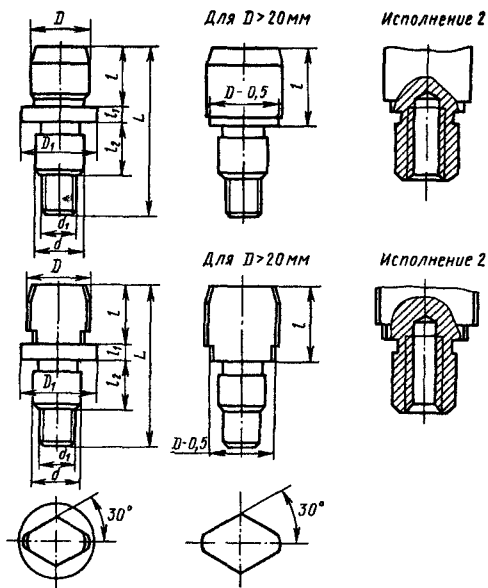
4.4. Пальцы установочные цилиндрические постоянные (ГОСТ 12209—66), установочные срезанные постоянные (ГОСТ 12210—66)



Размеры, мм

D (поле допусков g6 или f9)	D ₁	d (поле допуска r6)	h	Для пальцев по ГОСТ			
				12209—66		12210—66	
				L	l	L	l
От 1,6 до 2,5	6	25	1,6	10	4	9	3
Св. 2,5 до 4	8	4	2	14	6	12	4
» 4 » 6	10	6		18	8	16	6
» 6 » 8	12	8	3	22	10	20	8
» 8 » 10	16	10		28	12	25	10
» 10 » 12	18	12	4	32	16	28	12
» 12 » 16	22	16		40	18	36	14
» 16 » 20	25			45	20	40	16
» 20 » 25	—		20	40	22	36	18
» 25 » 32		45		25	40	20	
» 32 » 40		55		28	50	22	
» 40 » 50		70		36	60	28	

4.5. Пальцы установочные (ГОСТ 12211—66) и установочные срезанные сменные (ГОСТ 12212—66). Исполнение 1



Размеры, мм

D (поле допусков $g6$ или $h9$)	D_1	d (поле допусков $h6$)	L , не менее	d_1	l	l_1	l_2
От 1,6 до 2,5	6	2,5	14	M2	4	1,6	3
Св. 2,5 до 4	8	4,0	18	M3	6	2,0	4
» 4 » 6	10	6,0	24	M5	8		6
» 6 » 8	12	8,0	30	M6	10	3,0	8
» 8 » 10	16	10,0	34	M8	12		10
» 10 » 12	18	12,0	45	M10	16		12
» 12 » 16	22		53	M12	18		
			—	—			
		16,0				4,0	16

Размеры, мм

D (поле допусков $g6$ или $h9$)	D_1	d (поле допусков $h6$)	L , не менее	d_1	l	l_1	l_2
» 16 » 20	25		56	M12	20		
			—	—			
» 20 » 25		16,0	53	M12	22		16
			—	—			
» 25 » 32	—	20,0	60	M16	25		17
			—	—			
» 32 » 40		25	73	M20	28	—	25
			—	—			
» 40 » 50		32,0	85	M20	36		29
			—	—			

готовок по поверхностям, не являющимся цилиндрическими, а скос 7° позволяет надежнее прижимать заготовку к основным опорам.

Зажимные механизмы предназначены для надежного крепления заготовки с целью предупреждения ее вибрации и смещения относительно базирующих элементов приспособления.

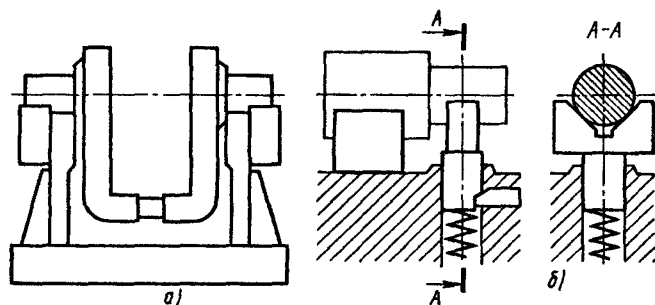
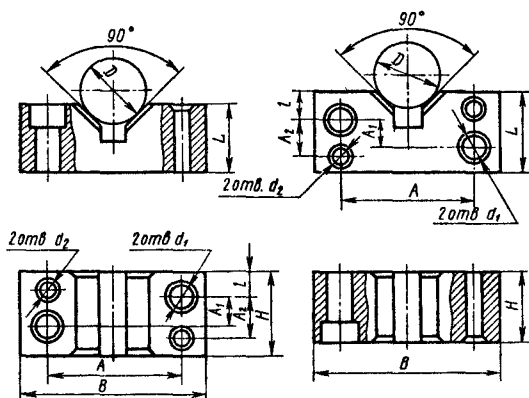


Рис. 4.3. Схемы базирования заготовок наружной цилиндрической поверхностью:

а — в две призмы, б — ступенчатого валика в призму с использованием самоустанавливающей опоры

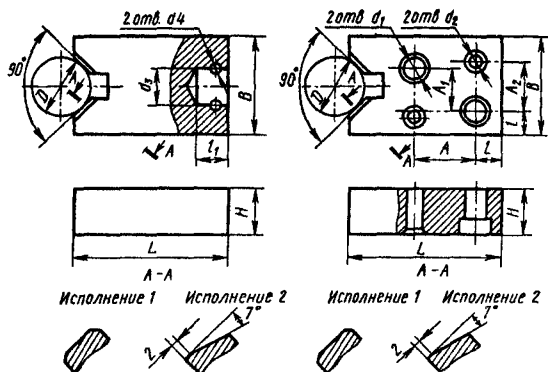
4.6. Призмы опорные (ГОСТ 12195—66) и боковым креплением (ГОСТ 12197—66)



Размеры, мм

D	Для призм по ГОСТ				B	d ₁	d ₂	A	A ₁	A ₂	t
	12195—66		12197—66								
	H	L	H	L							
От 5 до 10	16	10	10	16	32	4,5	4	20	6	7,5	5
Св. 10 до 15	20	12	12	20	38	5,5		26	8	10	6
» 15 » 20	25	16	16	25	48	6,6	5	32	9	12	8
» 20 » 25	25	20	20	25	55		40				
» 25 » 35	32	25	25	32	70	9	6	50	12	16	10
» 35 » 45	40	32	32	40	85	11	8	63	16	20	12
» 45 » 60	40	38	38	40	100			76			
» 60 » 80	50	45	45	50	120	13	10	95	22	26	14
» 80 » 100	55	50	50	55	140			112	27	30	
» 100 » 150	70		70		190	17	12	155	34	40	18

4.7. Призмы подвижные (ГОСТ 12193—66) и неподвижные (ГОСТ 12196—66)



Размеры, мм

D	B	H	L	d_3	d_4	l_1	A	A_1	A_2
От 3 до 5	10	8	25	5,5	1,6	6	—	—	—
Св. 5 до 10	16	10	32	6,5		6	16	6	7,5
» 10 » 15	20	12	40	8,5	2	7	20	8	10
» 15 » 20	25	16	45	10,5	3	9		9	12
» 20 » 25	32		50	13		10		16	
» 25 » 35	40	20	55	17	4	12		20	
» 35 » 45	50		60	17		12		26	
» 45 » 60	60	25	70	21	13	25	36		
» 60 » 80	80		80	21			13	52	50
» 80 » 100	100	32	100	25	5	15	45	72	75

Наиболее простые по конструкции — резьбовые зажимающие устройства (рис. 4.4, а). С целью уменьшения времени зажима используют резьбовые устройства с отводными прихватами (рис. 4.4, б).

В тех случаях, когда не требуется большого усилия зажима и отсутствуют вибрации, для обеспечения быстродействия используют эксцентриковые зажимы, которые непосредственно закрепляют заготовку (рис. 4.5, а) или посредством прихватов (рис. 4.5, б).

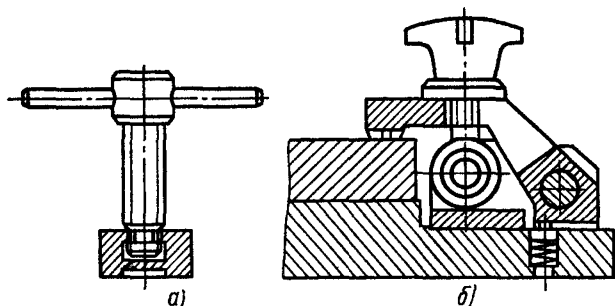


Рис. 4.4. Винтовые зажимы:
а — винт нажимный с пяткой, *б* — прихват отводной

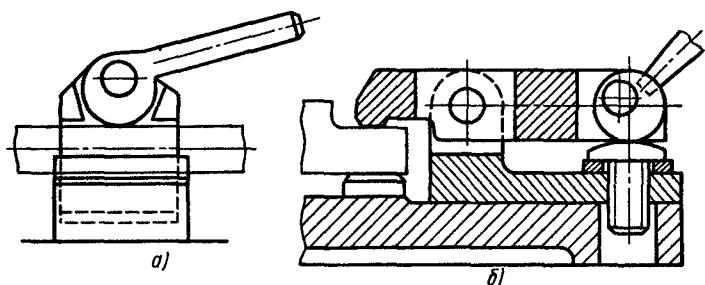


Рис. 4.5. Эксцентровые зажимы:
а — зажим эксцентриковый, *б* — зажим эксцентриковый с качающимся прихватом

На рис. 4.6 изображены некоторые стандартные детали зажимных устройств: рис. 4.6, *а* — винты нажимные с рукояткой, которые имеют цилиндрический конец (ГОСТ 13430—68) или конец под пятку (ГОСТ 13431—68), с размерами винтов: $d = M6...M20$ и $L = 25..160$ мм; рис. 4.6, *б* — пяты для нажимных винтов (ГОСТ 13436—68) с размерами $d = 6,5...21$ мм и $D = 12...32$ мм; рис. 4.6, *в* — болты откидные (ГОСТ 14724—69) с размерами $d = M10...M36$ и $L = 50...320$ мм; рис. 4.6, *г* — прихваты передвигающиеся фасонные (ГОСТ 14732—69) с размерами $B = 25...900$ мм, $H = 25...100$ мм и $L = 80...280$ мм; рис. 4.6, *д* — прихваты кулачковые (ГОСТ 14733—69) с размерами $D = 16...50$ мм, $H = 8...36$ мм и $B = 16...50$ мм; рис. 4.6, *е* — эксцентрики круглые (ГОСТ 9061—68) с размерами $d = 8...16$ мм; $e = 1,7...3,5$ мм; $b = 14...24$ мм; $D = 32...70$ мм.

Для направления и координации инструмента при обработке отверстий на станках сверлильно-расточной группы служат кондукторные втулки. Они позволяют повысить точность обрабатываемых отверстий по параметрам отклонений диаметральных размеров, формы,

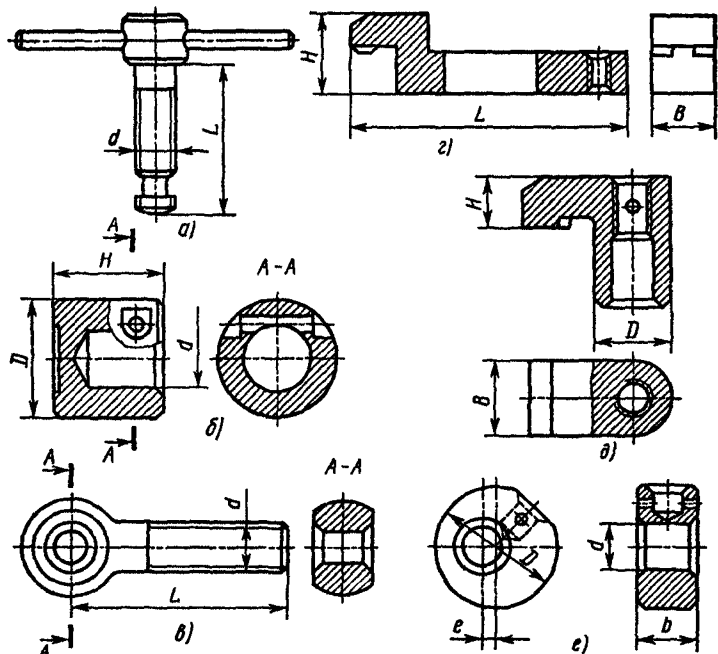


Рис. 4.6. Стандартные детали зажимных устройств:

a — винты нажимные с рукояткой, *б* — гайки нажимные, *в* — болты откидные, *г* — захваты передвижные фасонные, *д* — захваты кулачковые, *е* — эксцентрик круглый

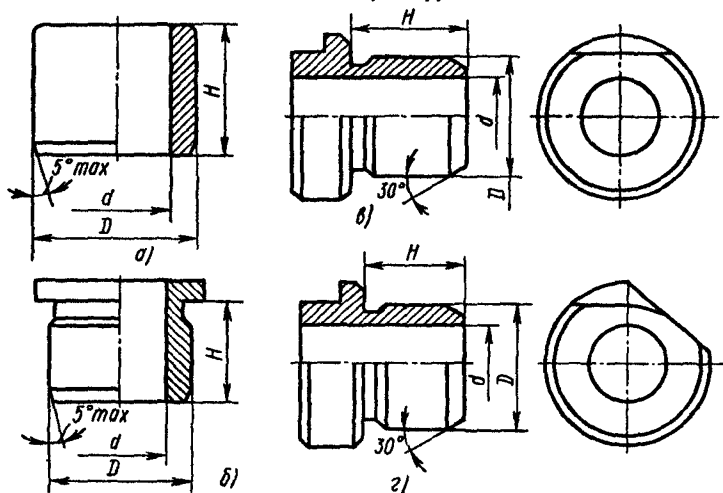


Рис. 4.7. Кондукторные втулки:

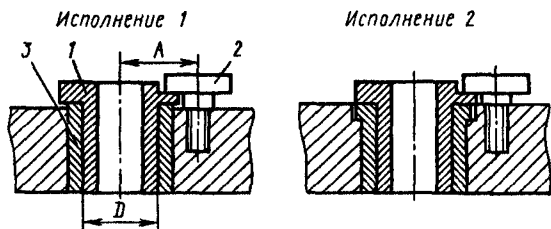
a — постоянные, *б* — постоянные с буртиком, *в* — сменные, *г* — быстро-
сменные

расположения осей отверстий на входе и выходе за счет ограничения прогибов инструмента. Кондукторные втулки подразделяют на неподвижные и подвижные.

Неподвижные стандартные кондукторные втулки бывают постоянные (рис. 4.7, а) по ГОСТ 18429—73 и постоянные с буртиком (рис. 4.7, б) по ГОСТ 18430—73. Размеры втулок: $d = 0,19...80$ мм; $D = 2,8...100$ мм; $H = 4...80$ мм. Эти втулки применяют в условиях мелкосерийного производства при обработке неточных отверстий одним инструментом (сверлом, зенкером).

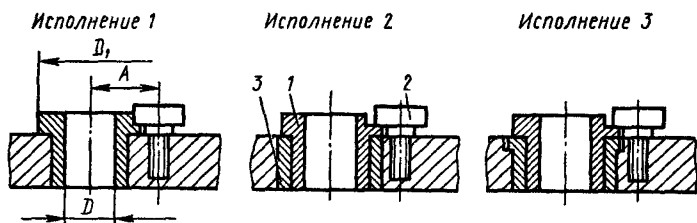
В условиях крупносерийного и массового производства применяют: сменные втулки (рис. 4.7, в) по ГОСТ 18431—73, используемые при обработке одного отверстия одним инструментом; втулки быстросменные (рис. 4.7, г) по ГОСТ 18432—75 для обработки одного отверстия последовательно несколькими инструментами. Размеры сменных втулок: $d = 4,5...50$ мм; $D = 8...63$ мм; $H = 6,3...63$ мм. Размеры быстросменных втулок: $d = 3,4...50$ мм; $D = 9...63$ мм; $H = 6,3...63$ мм. Схемы крепления

4.8. Установочные размеры, мм, на крепление сменных втулок (ГОСТ 18431—73)



D	A (поле допуска $h12$)	Винт	D	A (поле допуска $h12$)	Винт	D	A (поле допуска $h12$)	Винт
8	11	M4	16	17,5	M6	28	24,5	M6
9,6	12,5	M5	18	19,5		32	28	
10	13		20	20,5		36	30,5	
11	13,5		22	21,5		40	33,5	
12	14,5		25	22,5		45	38	
14	15,5				50	42	M8	
				56	45,5			
				63	50,5			

4.9. Установочные размеры, мм, на крепление быстросменных втулок (ГОСТ 18432—73)



D	D_1	A (поле допуска $h12$)	Винт	D	D_1	A (поле допуска $h12$)	Винт
6,3	12	9	M4	22	34	21,5	M6
8	14	10		25	36	22,5	
	16	11		28	40	24,5	
9	18	12,5	M5	32	45	28	M8
10	19	13		36			
11	20	13,5		40	56	33,5	
12	18	12,5		45	55	34	
	22	14,5			63	38	
14	24	15,5	M6	50	71	42	M10
16	26	17,5		56	65	39	
	18	25		17	78	45,5	
30		19,5		63	88	50,5	
20	32	20,5					

сменных втулок и установочные размеры на крепления приведены в табл. 4.8, а втулок быстросменных — в табл. 4.9, где обозначено: 1 — кондукторная втулка, 2 — винт установочный, 3 — промежуточная втулка по ГОСТ 18433—73 или 18434—73.

4.2. СТАНДАРТНЫЕ ДЕТАЛИ И УЗЛЫ УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМОЙ ОСНАСТКИ

Универсально-сборные приспособления (УСП) применяют в условиях единичного и мелкосерийного производства. Их собирают из заранее изготовленных деталей и сборочных единиц высокой прочности и точности без последующей доработки. Основные элементы УСП изготавливают из хромоникелевой стали 20 ХН (ГОСТ 4543—71) с точностью по 5—6-му квалитетам, цементуют и калят до 64...66 HRC₃.

Собираемость и фиксация элементов УСП обеспечиваются Т- и П-образными пазами (рис. 4.8, а) с помощью шпоночного соединения (рис. 4.8, б). Такое соединение выполняется в пределах допусков на обработку по посадке H7/h6, что приводит к появлению погрешности взаимного положения элементов (табл. 4.10)

Ширина Т- и П-образных пазов и расстояние между пазами определены ГОСТ 31.111.41—83, который устанавливает три серии деталей и сборочных единиц УСП (табл. 4.11); серия 2 с расстоянием b между рядами пазов 30 мм, серии 3 и 4 с расстоянием 60 мм. Из деталей и сборочных единиц одной серии формируют комплекты УСП различного назначения. Так, из элементов серии 2 сформированы комплекты УСП-8 и переналаживаемые круглые накладные кондукторы (ПКНК), технические характеристики которых приведены в табл. 4.12. УСП из элементов серии 2 предназначены для обработки заготовок массой до 5 кг и максимальными габаритами 240 × 120 × 120 мм. ПКНК предназначены для обработки отверстий, расположенных по окружности с диапазоном диаметров от 58 до 320 мм.

Из элементов серии 3 сформированы комплекты: УСП-12 — универсально-сборные приспособления, используемые для обработки заготовок массой до 60 кг и максимальными габаритными размерами 720 × 360 × 240 мм.

УСПНК-12 — универсально-сборные прямоугольные накладные кондукторы с максимальными габаритными размерами 2500 × 2000 мм;

УСКНК — универсально-сборные круглые накладные кондукторы

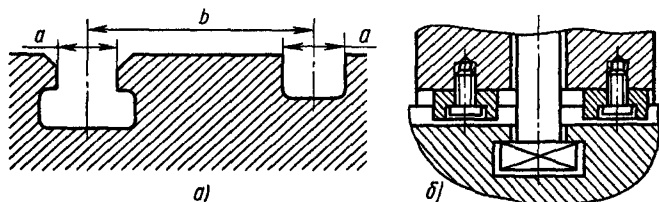


Рис. 4.8. Способы соединения элементов УСП:

а — Т- и П-образные пазы, б — шпоночное соединение элементов

4.10. Расчетные погрешности взаимного положения элементов УСП от числа сопрягаемых деталей (посадки в соединениях H7/h6)

Число шпонок в соединении	Номинальная ширина шпонок, мм	Вид погрешности		
		смещение торцов, мм	отклонение осей от параллельности, мм	перекос осей, мм, на длине 10 мм
Две шпонки и один продольный паз	8	—	—	0,061
	12	—	—	0,069
	16	—	—	0,062
Четыре шпонки и два крестообразных паза	8	0,070	0,046	0,053
	12	0,078	0,048	0,061
	16	0,066	0,036	0,055

4.11. Основные размеры конструктивных элементов УСП

Конструктивный элемент	Серия	Размеры a конструктивных элементов, мм
Т-образный паз, П-образный паз (ширина)	2	8
	3	12
	4	16
П-образный выступ (ширина)	2	8
	3	12
	4	16
Центральное базовое отверстие (диаметр)	2	8, 12, 18, 26, 60, 90
	3	8, 12, 18, 26, 35, 45, 58, 120, 180
	4	45, 70, 90, 120, 150, 180
Резьбовое отверстие (диаметр крепежных резьб)	2	M8
	3	M12×1,5
	4	M16

для обработки отверстий, расположенных по окружностям и диапазоном диаметров 45—600 мм;

УСПМ-12 — универсально-сборные механизированные приспособления для закрепления заготовок на станках фрезерной, сверлильной и расточных групп. Используют приспособления совместно с комплектами УСП-12.

4.12. Технические характеристики комплектов УСП-8 и ПКНК (серия 2)

Показатель	УСП-8	ПКНК
Число наименований элементов в комплекте	278	41
Число деталей и сборочных единиц в комплекте	4110	597
Время агрегатирования приспособления средней сложности, ч	2	1,5
Число приспособлений, агрегируемых из комплекта одновременно	30—36	5
Число приспособлений, агрегируемых из комплекта в течение года (при использовании приспособления в производстве не более 8 дн)	1200	240
Допуск на ширину Т-образного (П-образного) паза	8H7	8H7
Шаг между осями Т-образных (П-образных) пазов базовых деталей, мм	30 ^{+0,033}	Угол на- стройки кратен 1°
Шаг между осями координатно-фиксирующих отверстий	—	10°
Диаметр резьбы основного крепежного болта	M8	M8
Максимальный диаметр обрабатываемых отверстий, мм	12	8
Достижимая точность обработки	До 8-го квалитета	Позиционное отклонение 0,1 мм

Технические характеристики серийно изготавливаемых комплектов УСП-12, УСПНК-12, УСКНК и УСПМ-12 приведены в табл. 4.13.

Универсально-сборные приспособления с пазами шириной 16 мм (УСП-16) предназначены для обработки заготовок массой до 3000 кг и максимальными габаритными размерами 2400 × 2400 × 960 мм. Номенклатура комплекта состоит из 450 позиций. В состав комплекта входит около 5000 деталей и сборочных единиц, позволяющих агрегатировать одновременно 25—30 приспособлений, а в течение года — 800—900 приспособлений.

Базовые детали УСП служат основанием приспособлений. К базовым деталям относятся: плиты квадратные, прямоугольные, круглые, облегченные, угольники базовые, угольники токарные, планшайбы и т. д. На рис. 4.9, а изображена круглая плита. Конструктивная особенность базовых деталей — наличие на их рабочих поверхностях сетки Т-образных и шпоночных пазов.

Корпусные детали служат для образования корпуса приспособлений. К ним относятся: прокладки квадратные, прямоугольные, круг-

4.13. Техническая характеристика комплектов УСП-12 (номера комплектов 1, 2, 3), УСПНК-12, УСПНК, УСПМ-12 (серия 3)

Показатель	УСП-12			УСПНК-12	УСПНК	УСПМ-12
	1	2	3			
Число наименований элементов в комплекте	420	233	172	97	128	40
Число деталей и сборочных единиц в комплекте	4540	2500	1180	3360	2580	310
Время агрегатирования приспособления средней сложности, ч	3	3	3	5	2	2
Число приспособлений, агрегируемых из комплекта одновременно	30—36	15—18	6—8	7	17	15
Число приспособлений, агрегируемых из комплекта в течение года (при использовании приспособлений в производстве не более 8 дн)	1200	600	300	390	600	800
Допуск на ширину Т-образного (П-образного) паза	12H7	12H7	12H7	12H7	20H7, 30H7, 45H7	12H7
Шаг между осями Т-образных (П-образных) пазов базовых деталей, мм	60 ^{+0,03}	60 ^{+0,03}	60 ^{+0,03}	60 ^{+0,03}	Угловой шаг 36, 45, 60, 90°	
Резьба основного крепежного болта	Во всех комплектах М12×1,5					
Максимальный диаметр обрабатываемых отверстий, мм	26	26	26	26	26	—
Достижимая точность обработки, квалитет	До 8	До 8	До 8	До 8	Позиционное отклонение 0,1 мм	7—9

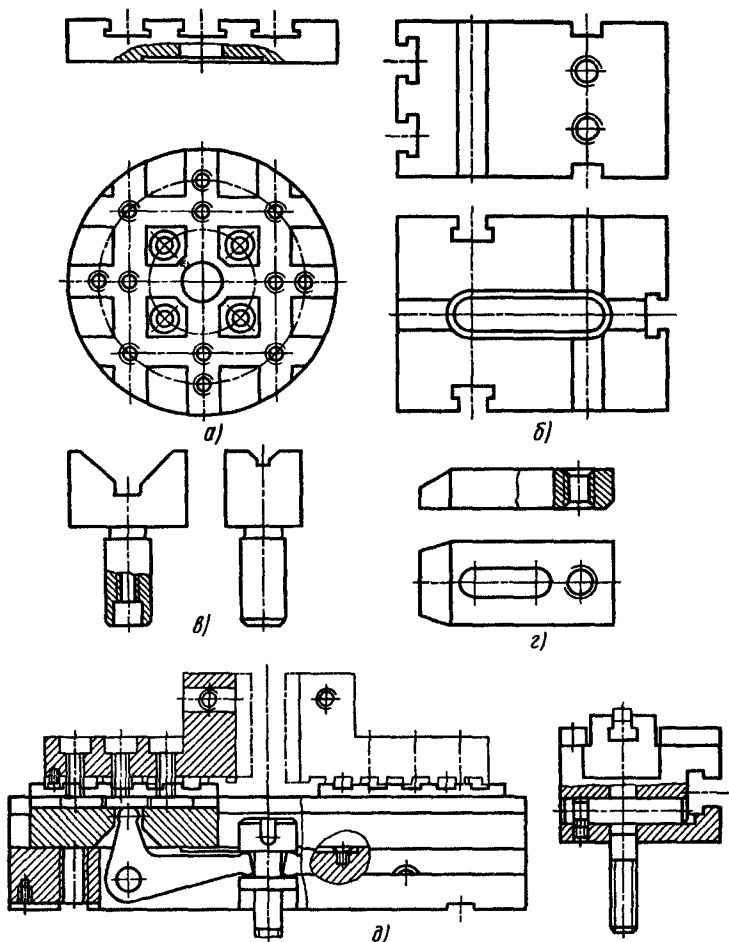


Рис. 4.9. Основные детали УСП:

а — плита круглая, *б* — опора прямоугольная, *в* — призма с хвостовиком, *г* — прихват передвижной, *д* — зажимы тисочные

лые, прокладки угловые, опоры квадратные, прямоугольные, угловые, поворотные, наклонные, проставки квадратные, трехгранные, шестигранные и др. На рис. 4.9, б изображена прямоугольная опора. Конструктивной особенностью корпусных деталей является наличие на их рабочих поверхностях Т-образных и шпоночных пазов.

Установочные и направляющие детали служат для установки и фиксации деталей и узлов приспособлений, обрабатываемых загото-

4.14. Группы элементов комплекса УСПО по функциональному назначению

Группа элементов	Назначение	Конструктивное исполнение	Типы элементов	Степень механизации
Базовые	Основание или корпус приспособлений	Деталь	Плиты (прямоугольные, квадратные, круглые), угольники, тумбы и др.	Немеханизированные
		Сборочная единица	Столы поворотные-делительные, стойки поворотные и др.	
Корпусные	Вывод и ориентация установочных баз в пространстве		Деталь	Опоры (подкладки, прокладки, угольники, проставки, призмы и др.)
		Сборочная единица	Кронштейны, губки тисочные, призмы подводимые и др.	
				Приставки, губки тисочные, гидроблоки вспомогательные и др.
Направляющие	Ориентация элементов приспособлений и инструмента относительно установочных баз	Деталь	Втулки, колонки, валики, шпонки, штифты разжимные и др.	Немеханизированные

Установочные	Установочная база	»	Упоры, опоры колпачковые, диски, установочные, штыри, пальцы и др.	»
Зажимные	Зажим заготовок	»	Прихваты, планки, шайбы быстросъемные и др.	»
		Сборочная единица	Прихваты, бабки центровые, прижимы и др.	
			Прижимы, прихваты, цилиндры силовые и др.	Механизированные
Крепежные	Сборка резьбовых соединений	Деталь	Болты, шпильки, винты, гайки, шайбы и др.	Немеханизированные
Арматура средств механизации и приводы	Привод рабочей среды к силовым цилиндрам	»	Штуцера, тройники, трубки металлические	»
		Сборочная единица	Шланги, гибкие, коллекторы, опоры шарнирные, элементы очистки среды и др.	Механизированные
			Пневмогидропреобразователи, гидростанции и др.	
Разные	Вспомогательное	Деталь	Пружины, качалки, противовесы, хомутики, центры и др.	Немеханизированные

вок, а также для направления режущего инструмента. К их числу относятся: шпонки, пальцы установочные, пальцы передвигные, штыри установочные, центры, валики с отверстием или резьбой, конусы, втулки кондукторные, призмы установочные, планки установочные, переходники установочные. На рис. 4.9, в показана конструкция призмы с хвостовиком.

Прижимные и крепежные детали служат для закрепления базовых, корпусных, установочных и направляющих деталей и узлов между собой и для крепления обрабатываемых заготовок. К их числу относятся: захваты передвигные, двусторонние, шарнирные, самоустанавливающиеся; планки откидные передвигные, кулачки, шпильки, болты, винты, гайки, шайбы. На рис. 4.9, г изображена конструкция захвата передвигного.

Сборочные единицы предназначены для монтажа универсально-сборных приспособлений с минимальным числом входящих в них корпусных, крепежных и других деталей. К ним отнесены: поворотные головки с планшайбой; опоры поворотные, бабки центровые поворотные, фиксаторы; зажимы кулачковые, тисочные, эксцентриковые и др. На рис. 4.9, д приведена конструкция тисочных зажимов.

Комплекс универсально-сборной и переналаживаемой оснастки (УСПО) предназначен для компоновки без пригонки приспособлений для базирования и закрепления заготовок при обработке их на станках с ЧПУ, многоцелевых станках и гибких производственных системах. Комплекс УСПО содержит три серии элементов: серия 8 (диаметр крепежа 8 мм, шаг 20 мм); серия 12 (диаметр крепежа 12 мм, шаг 30 мм); серия 16 мм (диаметр крепежа 16 мм, шаг 40 мм). Комплекс включает различные по функциональному назначению элементы, группы которых представлены в табл. 4.14.

Соединение двух сочленяемых элементов комплекса УСПО обеспечивается двумя разжимными штифтами (рис. 4.10). Каждый штифт состоит из пальца / с двумя коническими поверхностями, двух раз-

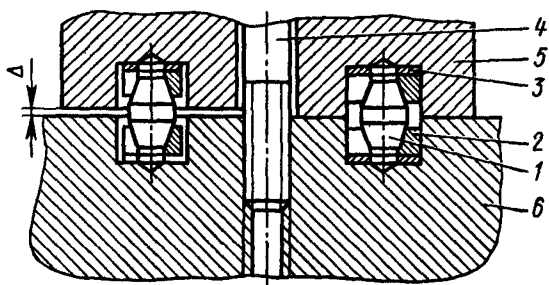


Рис. 4.10. Безазорное соединение элементов комплекса УСПО

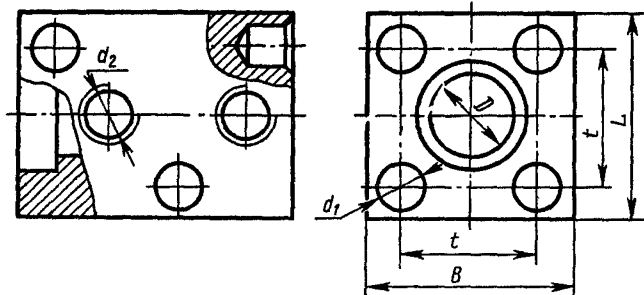


Рис. 4.11. Модуль корпусных деталей комплекса УСПО

резных втулок 2 с коническими отверстиями и двух упругих шайб 3. При сборке соединений под действием силы, создаваемой болтом или шпилькой 4, опора 5 прижимается к базовому элементу 6 до полного закрытия стыка Δ . При этом шайбы давят на втулки, которые, перемещаясь по пальцу, увеличиваются в диаметре, выбирая зазор и создавая натяг в соединении.

Основой построения конструкций всех элементов группы корпусных является модуль, т. е. квадрат, размеры которого зависят от номера серии (рис. 4.11). Основные параметры компонок комплекса УСПО серий 12 и 16 даны в табл. 4.15.

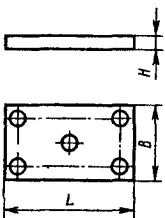
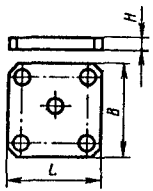
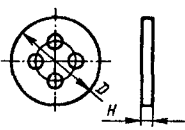
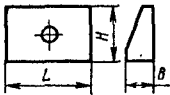
Типы, габариты и области применения базовых деталей комплекса УСПО серий 12 и 16 приведены в табл. 4.16.

Автоматизация закрепления заготовок на станках с ЧПУ обеспечивается базовыми механизированными сборочными единицами, к ко-

4.15. Основные параметры, мм, компонок комплекса УСПО

Параметры	Обозначения	Серия комплекта	
		12	16
Размер модуля построения конструкций	$L = B$	45 × 45	60 × 60
Расстояние между соседними крепежными отверстиями	t	30	40
Диаметр и допуск фиксирующего отверстия	d_1	10H7	12H7
Диаметр отверстия основного крепежного элемента	D	18	22
Диаметр крепежных резьб в базовых элементах	d	M16	M20
Диаметр крепежных резьб в корпусных элементах	d_2	M12	M16

4.16. Типы, габариты и области применения базовых деталей

Тип деталей	Эскиз	Серия комплекта	Габариты	Область применения
Плита: прямоугольная		12	400×250×30 630×400×30 630×400×45 800×630×45	На универсальных станках и станках с ЧПУ, имеющих прямоугольные столы с Т-образными пазами
		16		
квадратная		12	320×320×30 400×400×30 500×500×45 800×800×45	На многоцелевых станках и ГПС (в том числе в ГПС, построенных на их основе), имеющих столы и палеты квадратной формы
		16		
круглая		12 16	320×30 400×30 400×45 500×45	На токарных станках и станках с круглыми столами
Угольник		12 16	255×90×195 300×120×220	На станках с установкой на плите

торым относятся пневмогидропреобразователи, гидроплиты, гидроблоки, гидроцилиндры одностороннего и двустороннего действия, трубопроводы, цилиндры со встроенными аккумуляторами. Все гидравлические устройства рассчитаны на рабочее давление 20 МПа.

4.3. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

В соответствии с требованиями ЕСТПП различают три вида станочных приспособлений: специальные (одноцелевые, переналаживаемые), специализированные (узкоцелевые, ограниченно переналаживаемые), универсальные (многоцелевые, широкопереналаживаемые) и семь стандартных систем: универсально-сборные (УСП), сборно-разборные (СРП), универсальные безналадочные (УБП), неразборные специальные (НСП), универсальные наладочные (УНП), специализированные наладочные (СНП), агрегатные средства механизации зажима (АСМЗ).

УБП применяют для станков, обслуживающих единичное и серийное производство. К ним относятся кулачковые патроны, станочные тиски, кондукторы, делительные устройства, столы и др. Кулачковые патроны используют для установки и закрепления заготовок на токарных и шлифовальных станках. Они бывают двух-, трех-, четырехкулачковые, с ручным и механизированным приводом, самоцентрирующие и с независимым перемещением кулачков.

В единичном и мелкосерийном производствах при обработке заготовок на универсальных станках наиболее широко применяются трехкулачковые самоцентрирующие патроны (рис. 4.12). В корпусе 1 патрона расположен диск 2, который на одной торцовой поверхности имеет коническое зубчатое колесо, а на другой — спиральные реечные пазы, находящиеся в зацеплении с рейками 3. К рейкам крепятся кулачки 4. Вращением торцовым ключом одного из трех конических зубчатых колес 5 поворачивают диск 2 и перемещают рейки 3 с кулачками 4 в Т-образных пазах корпуса 1 к оси патрона при закреплении заготовки или от оси — при раскреплении. Крышка 6 удерживает диск 2 в корпусе патрона от продольного смещения. Зубчатые колеса 5 установлены в отверстиях корпуса и закреплены в нем шпильками 7.

Кулачковые патроны с механизированным приводом приводятся в действие от быстродействующего привода через тягу, проходящую в отверстие шпинделя, и винт 1 (рис. 4.13), который передвигает втулку 2 вдоль оси. Втулки 2 и 10 воздействуют на секторы 3 и 9, которые перемещают втулки 4 и 5 с диаметрально расположенными пазами для установки в них длинных плеч рычагов 8. Каждая из втулок 4 и 5 поворачивает только одну пару рычагов 8. Под действием секторов 3 и 9 втулки при перемещении поворачивают рычаги 8, которые короткими плечами перемещают ползушки 7 с кулачками 6.

Оптические делительные головки применяются для точных отсчетов углов поворота заготовок: при изготовлении многолезвийных режущих инструментов, делительных дисков механических приспособлений и других точных деталей инструментального производства, а также для нанесения делений на шкалах.

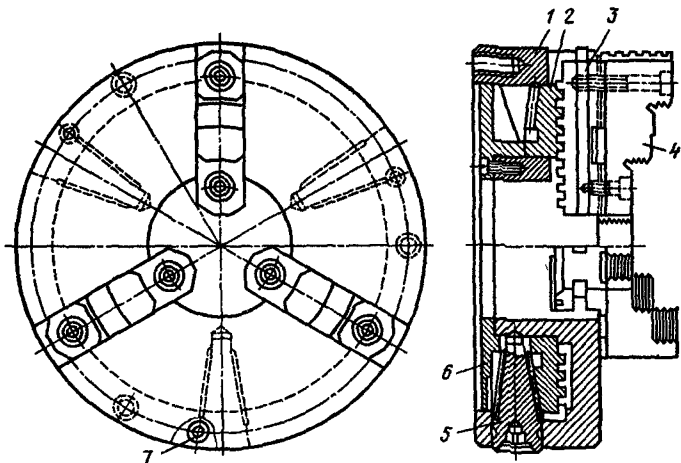


Рис. 4.12. Универсальный трехкулачковый патрон

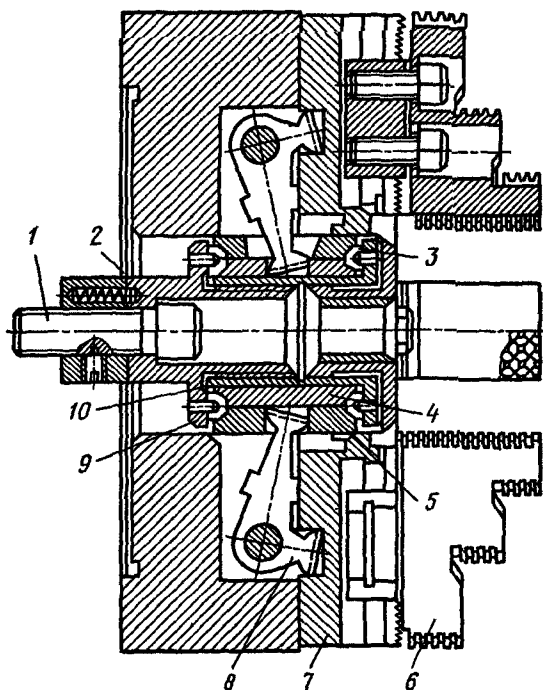


Рис. 4.13. Универсальный четырехкулачковый патрон

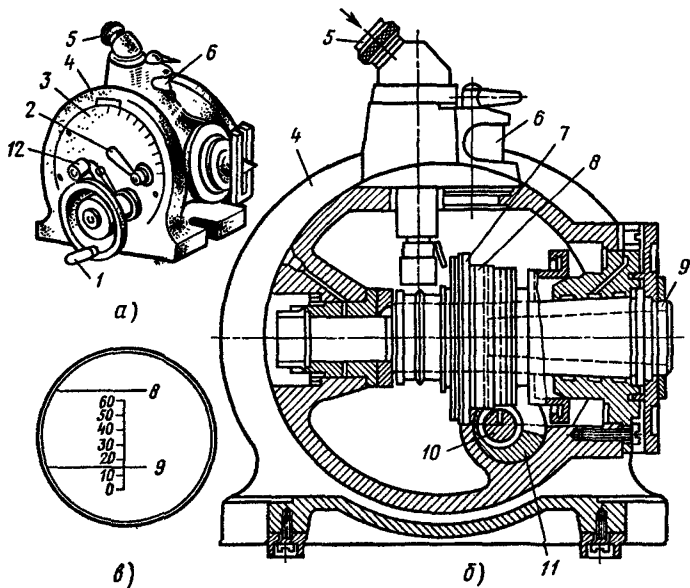


Рис. 4.14. Оптическая делительная головка:
 а — общий вид, б — устройство головки, в — нониус головки

На рис. 4.14 показана оптическая делительная головка. Головка состоит из корпуса 4 и поворотной части 3, внутри которой на подшипниках скольжения установлен шпиндель 9. Шпиндель может занимать вертикальное положение — 90° от горизонтали и вниз от нее на 10° . На шпинделе неподвижно закреплено червячное колесо 8, приводимое во вращение червяком 10, когда он введен с ним в зацепление люлькой 11, поворачиваемой рукояткой 12. Червяк вращается рукояткой 1 маховичка. Шпиндель закрепляется в требуемом положении рукояткой 2. К внутреннему торцу червячного колеса 8 прикреплен стеклянный диск 7, на ободке которого выполнена круговая шкала с ценой деления 1° . По этой шкале с помощью оптического отсчетного микроскопа 5 при увеличении в 60 раз производится отсчет углов поворота. Круговая шкала освещается лампочкой 6 через призму и зеркальце. В поле зрения окуляра расположен нониус, разделенный на 60 частей. По нониусу можно отсчитывать углы с точностью до $1'$. На рисунке показан отсчет угла поворота шпинделя со значением $9^\circ 15'$.

Универсально-наладочные приспособления (УНП) состоят из двух частей — универсальной и сменной. В универсальную часть входят корпусные детали и привод, а в сменную — наладки, изготовленные в соответствии с формой и размерами обрабатываемых деталей. К этим

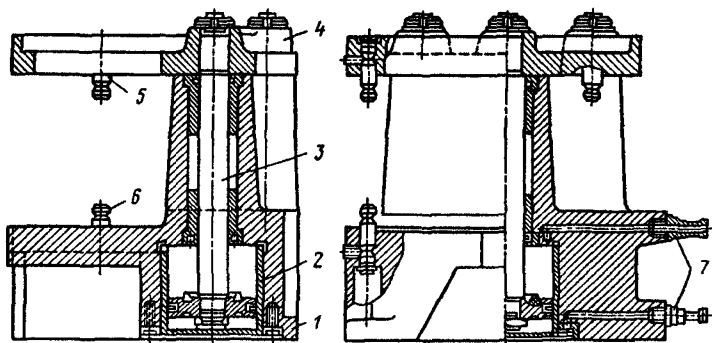


Рис. 4.15. Пневматический скальчатый кондуктор

приспособлениям относятся кулачковые и цанговые патроны, тиски, скальчатые кондукторы, столы и др.

На рис. 4.15 изображен пневматический скальчатый кондуктор. В конструкцию любого скальчатого кондуктора входят постоянные узлы (корпус; две или три скалки, несущие кондукторную плиту; механизм перемещения скалок; механизм закрепления обрабатываемой заготовки) и сменные узлы (наладки) (кондукторная плита с комплектом кондукторных втулок; установочно-зажимные узлы и др.).

С помощью скальчатых кондукторов можно обрабатывать самые разнообразные по форме и размерам детали: валики, кронштейны, рычаги, корпуса. Устройство и принцип действия скальчатого кондуктора следующие. В корпус 1 кондуктора встроены цилиндр 2, где перемещается поршень со штоком 3, заменяющим собой одну из трех скалок. На скалках установлена плита 4, в которой непосредственно или в прикрепляемой к ней сменной плите монтируются кондукторные втулки. Сменная подставка для установки обрабатываемых деталей базируется по плоскости корпуса и двум установочным штифтам 6. Сменная кондукторная плита базируется по нижней плоскости плиты 4 и двум установочным штифтам 5. Сжатый воздух поступает в цилиндр через штуцера 7.

Универсально-сборное приспособление (УСП) — наиболее распространенная система переналаживаемых приспособлений. Оно применяется в условиях мелкосерийного и серийного производства. На рис. 4.16 показано приспособление, предназначенное для базирования и закрепления детали типа «рычаг» при обработке по контуру на фрезерных станках с ЧПУ.

Заготовку 6 базируют по плоскости и двум отверстиям, т. е. устанавливают плоскостью на бурты втулки 5 и плавающего штыря 7 и отверстиями на втулку 5 и штырь 7. Заготовку закрепляют быстросменной шайбой 10 с помощью гайки 3 и шпильки 4, ввернутой в

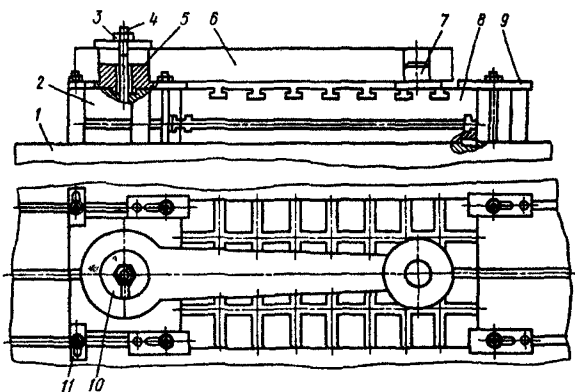


Рис. 4.16. Приспособление для установки рычага

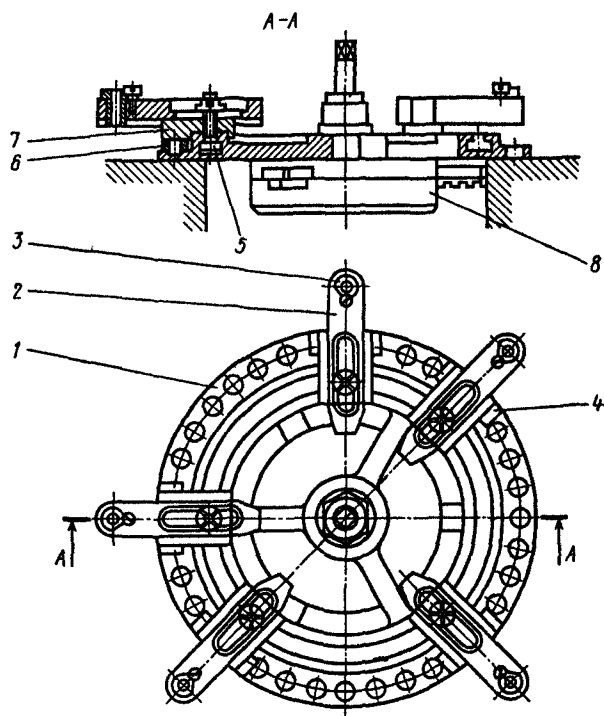


Рис. 4.17. Переналаживаемый круглый накладной кондуктор

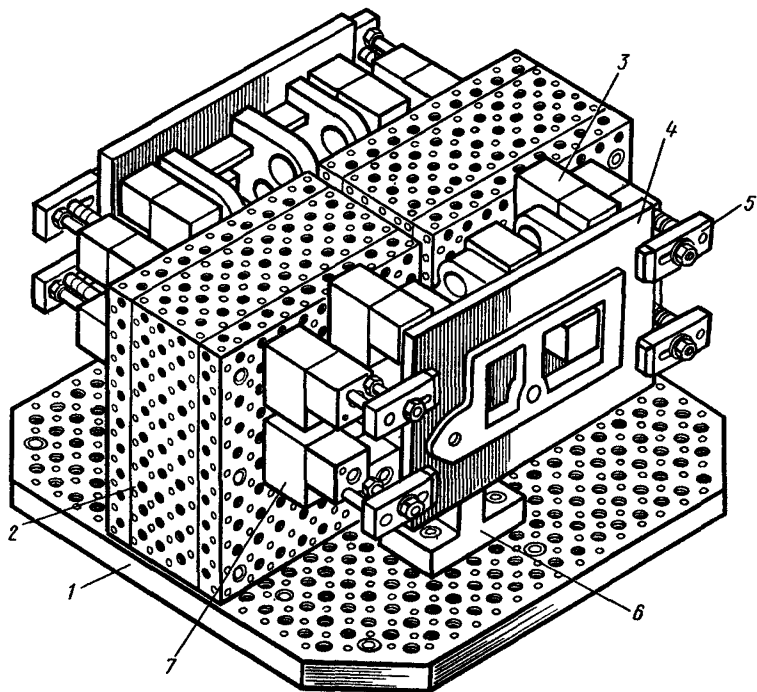


Рис. 4.18. Двухместное гидравлическое приспособление

шток поршня гидроцилиндра. Базовую плиту 8 закрепляют на столе станка прихватами 9. Гидроцилиндр 2 закрепляют на столе 1 станка прихватами 9 и 11.

На рис. 4.17 приведена компоновка переналаживаемого круглого накладного кондуктора для сверления отверстий, расположенных неравномерно по окружности. Кондуктор состоит из диска 1, подвижных ползушек 7, делительных блоков 4, планок 2 с кондукторными втулками 3 и самоцентрирующей головки 8, обеспечивающей центрирование и закрепление кондуктора по отверстию обрабатываемой заготовки. Планки 2 с подвижными ползушками 7 крепят на диске 1 болтами 5, вставленными в Т-образный круговой паз диска. Подвижные ползушки 7 фиксируют на круговой направляющей диска и в делительных блоках 4. Каждый делительный блок устанавливают на диске с помощью пальца 6, и он может в небольших пределах поворачиваться вокруг пальца. Установку подвижных ползушек по углу производят посредством делительного блока, имеющего отверстия с индексами 0, 1, 2°. Поэтому при монтаже кондуктора отпадает необходимость настройки кондукторных планок по угловому шагу, так как достаточно устано-

вить делительный блок на пальце тем отверстием, которое соответствует заданному чертежом заготовки углу настройки. В тех случаях, когда ось кондукторной планки надо совместить с осью отверстия диска, делительный блок устанавливают на палец отверстием с индексом 0.

При обработке заготовок на многоцелевых станках с ЧПУ используется универсально-сборная переналаживаемая оснастка (УСПО). На рис. 4.18 изображено двухместное гидравлическое приспособление, предназначенное для базирования и закрепления двух заготовок корпусных деталей. Заготовки 4 базируются по плоскостям на опорах 3 и 6 и закрепляются четырьмя прихватами 5, взаимодействующими с гидроцилиндрами 7, расположенными на угольниках 2. Угольники 2 установлены на базовой гидрофицированной плите 1, имеющей сетку координатно-фиксирующих отверстий и сетку резьбовых отверстий. Плита 1 и угольники 2 имеют резьбовые отверстия, в которые ввинчиваются штуцера гидроцилиндров 7. Эти отверстия соединены с выполненными в плите и угольниках каналами для масла, которые соединены быстроразъемным соединением. Неиспользуемые резьбовые отверстия в плите 1 и угольниках 2 закрыты резьбовыми пробками с уплотнениями.

4.4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Для изготовления деталей приспособлений применяют круглый и профильный прокат из конструкционных и инструментальных сталей, отливки из чугуна и цветных материалов, твердые сплавы и пластмассы. Марка материала зависит от назначения деталей и конструкции приспособления.

Материалы, используемые для различных деталей универсальных и специальных приспособлений, приведены в табл. 4.17. К деталям универсально-сборных приспособлений (УСП) предъявляются требова-

4.17. Основные материалы для изготовления деталей приспособлений

Материал	Твердость НРС,	Назначение
Сталь 25Л	НВ 170	Для ненагруженных деталей: плиты, корпуса, кронштейны, крышки, станины
Сталь 35Л, 40Л	НВ 270	Для нагруженных деталей: корпуса патронов, кронштейны, планшайбы, рычаги
Сталь 45Л	НВ 197	Для особо нагруженных деталей: кронштейны, вилки, ушки, цапфы, рычаги

Материал	Твердость HRC,	Назначение
Чугун СЧ 10 СЧ 15	HB 143—229 HB 163—229	Для деталей с небольшой износостойкостью, работающих при средних нагрузках: крышки, крупные планшайбы, шкивы диаметром более 100 мм, маховички, плиты опорные, стойки
Чугун СЧ 18 СЧ 20	HB 170—229 HB 170—241	Для деталей с высокой износостойкостью, работающих при средних нагрузках на износ: втулки подшипников тихоходных передач, корпуса средних размеров и сложной конфигурации, кондукторные плиты
Чугун СЧ 25 СЧ 30	HB 180—250 HB 181—255	Для ответственных деталей, работающих на износ при больших нагрузках; корпуса патронов токарных станков, скальчатых кондукторов, шарнирные крышки качающихся пневмоцилиндров
Чугун СЧ 35 СЧ 40 СЧ 45	HB 197—260 HB 207—285 HB 229—289	Для ответственных деталей с высокой износостойкостью: корпуса и планшайбы поворотных столов, муфты, кулачки, направляющие подвижных деталей, гидроцилиндры, корпуса гидронасосов и золотников высокого давления
Сталь 15, 20	59—65	Малонагруженные мелкие детали простой конфигурации, работающие в условиях трения: втулки направляющих салазок и цапф поворотных кондукторов, диски делительные, корпуса сварные, крышки, копиры, кулачки, опоры постоянные, оправки конические, оси малонагруженные, призмы небольшие
Сталь 45	HB 192—285	Средненагруженные детали, работающие при небольших скоростях и средних давлениях: винты ходовые, гайки, корпуса мелких приспособлений

Материал	Твердость HRC _c	Назначение
	34—44	Мелкие тонкостенные детали сложной формы: втулки, защелки к храповикам, клинья, кулачки патронов, губки тисков, опоры регулируемые, оправки, оси, рычаги, скалки, тяги
	44—53	Детали средних размеров простой формы: диски муфт, планки опорные, плунжеры пружинных устройств, призмы крупные
Сталь У8А, У10А	61—65	Центры к станкам, втулки, пальцы, ролики к люнетам, цанги зажимные и подающие
Сталь 65Г	61—65 46—51	Детали, к которым предъявляются требования высокой износостойкости и высоких пружинящих свойств, например цанги
Сталь 20Х	59—65	Детали средних размеров с твердой износостойкостью при достаточно прочной и вязкой сердцеvine, работающие при больших скоростях и средних давлениях: пальцы, пиноли, планки, ползуны, плунжеры, призмы крупные, валы, втулки, клинья, опоры постоянные, оправки, втулки кондукторные
Сталь 40Х	НВ 230—280	Детали с общей повышенной прочностью, работающие при средних скоростях и средних давлениях: винты ходовые, гайки, крышки упорные
	38—45	Сильнонагруженные валы и шпиндели, работающие на подшипниках качения, шаровые опоры, оси, планки, толкатели, рычаги, хомутики, валы, корпуса токарных оправок, копиры, клинья, кулачки, опоры регулируемые

Материал	Твердость HRC,	Назначение
	48—53	Детали, работающие при средних окружных скоростях, высоких давлениях и небольших ударных нагрузках: гильзы цилиндров, звездочки, колеса зубчатые, крестовины муфт, оси, пальцы, планки направляющие, плунжеры, призмы небольшие
Сталь X, 9XC	53—63	Детали, работающие при больших давлениях, с требованием по износостойкости поверхностей: втулки кондукторные, опоры сферические к протяжным приспособлениям
Сталь 18ХГТ	59—63	Детали, работающие при больших скоростях, высоких давлениях, при наличии нагрузок, при которых требуются большие прочность и вязкость: валы к пинолям станков, оси, пальцы
Сталь 12ХНЗА	61—65	Сильнонагруженные детали с высокой износостойкостью, вязкой сердцевиной, работающие с ударными нагрузками: пальцы для протяжек
Сталь ШХ15	61—67	Детали с высокой твердостью и износостойкостью: обоймы, ступицы и ролики обгонных муфт, эксцентрики

ния по высокой точности изготовления, прочности и износостойкости. Они должны работать при больших динамических нагрузках и наличии в элементах большого числа пазов, канавок, отверстий и других концентраторов напряжений. Поэтому основные элементы УСП изготавливают из низколегированных высококачественных сталей, подвергают их соответствующей термообработке, придающей рабочим поверхностям деталей высокую твердость и антикоррозионную стойкость, но сохраняющей в деталях вязкую и прочную сердцевину. Материалы, используемые при изготовлении деталей и сборочных единиц УСП, указаны в табл. 4.18.

Основные слесарные операции, выполняемые при изготовлении и ремонте приспособлений: слесарная обработка сопрягаемых деталей;

4.18. Основные материалы для изготовления элементов УСП

Материал	Твердость HRC _c	Назначение
Сталь 12ХНЗА	59—65	Базовые и корпусные детали с Т- и П-образными пазами Кондукторные втулки диаметром свыше 20 мм
	61—65	
Сталь 40Х	40—44	Детали сборочных единиц
Сталь 65Г	55—59	Прокладки
Сталь У8А	61—65	Кондукторные втулки диаметром свыше 4 до 20 мм Штыри установочные, диски, центры, втулки переходные, пальцы установочные Оси
	57—61	
	51—55	
Сталь 40Х	42—46	Шпонки
Сталь 38ХА	42—46	Пазовые болты, шарнирные болты, Г-образные болты, винты, шпильки Гайки
	40—44	
Сталь 9ХС	63—67	Кондукторные втулки диаметром до 4 мм
Сталь 20	55—59	Прижимные детали, передвижные и откидные планки, опоры установочные Быстросменные шайбы, вилки, шарнирные вилки Рым-болты, грузовые гайки
	51—55	
	НВ 105—149	
Сталь 45	42—46	Стопорные шайбы, заглушки, наконечники, нониусы угловые, хомуты, рукоятки, ножи, гайки с накаткой, звездообразные гайки, штурвальные гайки Шайбы, стопорные шайбы, заглушки
	38—42	

сборка опорной и базовых поверхностей приспособления; пригонка поверхностей корпуса под опоры; установка, крепление и доводка опор, установочных и направляющих деталей узлов; установка, крепление и доводка подвижных установочных деталей узлов; обработка глухих и резьбовых отверстий и сборка деталей и узлов приспособлений; установка шпонок, штифтов, заклепок; контроль элементов приспособления на соответствие техническим условиям.

При сборке направляющих механизмов поступательного движения необходимо произвести их доводку до требуемой точности, придать правильную геометрическую форму и установить в приспособление в строго определенном положении. Точность изготовления направляющих определяется: отклонением от прямолинейности и параллельности не более 0,01—0,05 мм на длине 1000 мм; отклонением от перпендикулярности не более 0,01—0,02 мм на длине 1000 мм; шероховатостью поверхности в пределах $Ra = 0,32...1,25$ мкм. Для прецизионных работ отклонение от прямолинейности — не более 0,002 мм на длине 1000 мм. Плотность прилегания сопряженных деталей в направляющих обработанных шабрением проверяют на краску. На площади 25×25 мм необходимо иметь: не менее 25 пятен на направляющих приспособлениях для прецизионных станков; 16 — для направляющих с шириной поверхности скольжения до 250 мм; 6 — для направляющих с шириной поверхности скольжения свыше 250 мм. Направляющие, обработанные шлифованием, тонким строганием или фрезерованием, при проверке на краску должны иметь ее следы по всей поверхности без пробелов.

На рис. 4.19 показаны способы проверки направляющих типа «ласточкин хвост».

Пригонка направляющих и сопряженных с ними сборочных единиц и регулирование зазора между трущимися поверхностями выполняют с помощью регулирующих устройств — компенсаторов (рис. 4.20). Компенсаторы представляют собой прямоугольные или косоугольные (с уклоном 1:40—1:100) планки или клинья, которые перемещаются в продольном или поперечном направлении и закрепляются в определенном положении винтами. Регулирующие планки или клинья устанавливаются, как правило, с ненагруженной стороны поджимаемой детали.

Слесарно-пригоночные работы связаны с опиливанием фасонных поверхностей, образованием на них необходимых канавок и удалением излишков металла в местах, не поддающихся станочной обработке. Базовые и направляющие поверхности обрабатываются шабрением. На небольших поверхностях при этом снимается слой металла толщиной до 0,05 мм, а на больших — до 0,1 мм.

Детали, требующие герметичных соединений и подвижных беззазорных посадок, притирают или доводят. На притирку плоских поверхностей оставляют припуск 0,03—0,05 мм, а на доводку отверстий — 0,01—0,02 мм.

Ремонт приспособлений производится при их поломке или повреждении, а также при потере точности обработки. Различают следующие неисправности приспособлений:

- износ или поломка зажимных элементов;
- износ кондукторных втулок;
- износ или повреждение установочных элементов;

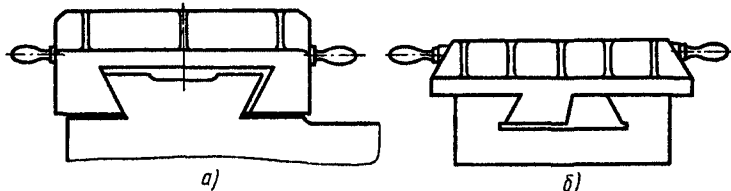


Рис. 4.19. Способы проверки направляющих типа «ласточкин хвост»: а — шабровочная плита для проверки основания, б — шабровочная плита для проверки наклонной поверхности

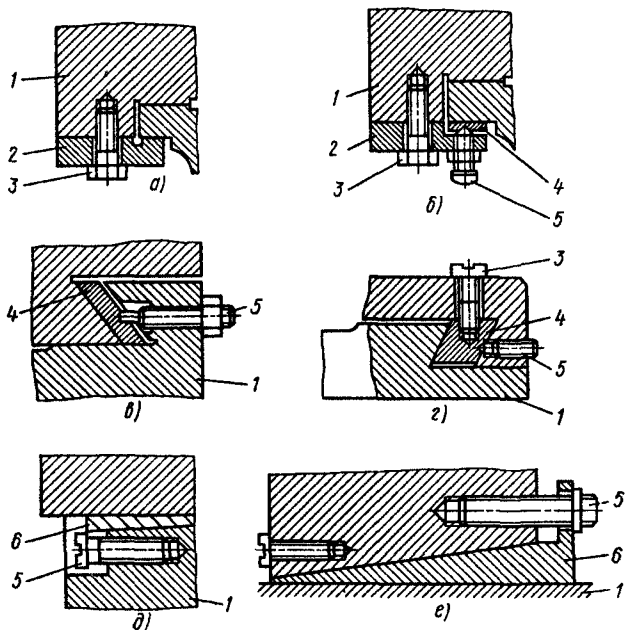


Рис. 4.20. Способы регулирования зазоров:

а—г — планкой, д, е — клином; 1 — стол, 2 — планка, 3 — крепежные болты, 4 — уплотнительная планка, 5 — регулировочный винт, 6 — клин

поломка или смещение отдельных элементов приспособления: рукояток, кронштейнов, стоек, штифтов и т. д.

Ремонт может быть текущим, который заключается в регулировке и замене изношенных элементов приспособления, и капитальным, при котором производится полная разборка приспособления, замена изношенных элементов, сборка и регулировка приспособления, контроль точности.

Приемы выполнения слесарных и контрольных работ при ремонте аналогичны соответствующим приемам при изготовлении приспособлений. После ремонта приспособление должно соответствовать техническим условиям на новое изделие.

5. КОНСТРУКЦИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ШТАМПОВ

5.1. ТИПОВЫЕ УЗЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИЙ ШТАМПОВ

В настоящее время в промышленности используются разнообразные конструкции штампов для холодной и горячей штамповки. С целью упрощения проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта штампов разработан комплекс стандартов на типовые узлы и элементы конструкций, перечень которых приведен в табл. 5.1.

5.1. Перечень Государственных стандартов на типовые узлы и детали штампов

Номер ГОСТа	Наименование
13110—83 — 13113—83 13114—75 — 13116—75	Плиты-заготовки для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры
13118—83 — 13121—83	Колонки и втулки направляющие гладкие и ступенчатые для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры
13124—83 — 13126—83	Блоки с диагональным, задним и осевым расположением направляющих узлов для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры
13130—83, 13139—74	Штампы для листовой штамповки. Блоки. Технические условия. Нормы точности
14672—83 — 14674—83	Блоки штампов для листовой штамповки. Конструкция и размеры
14676—83 — 14678—83	Узлы направляющие шариковые, плиты, заготовки, сепараторы для шариковых узлов для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры

Номер ГОСТа	Наименование
15861—81 — 15864—81	Плиты пакетов и втулки направляющие для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры
16376—70 — 16379—70 16380—70	Блоки и заготовки деталей калибровочных штампов То же, технические требования
16621—80 — 16674—80 16675—80	Пуансоны, матрицы, державки, подкладные плитки и шпонки штампов для разделительных операций. Конструкция и размеры То же, технические условия
16715—71 — 16721—71 16722—71	Хвостовики для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры То же, технические требования
17662—72 — 17670—72 17671—72	Блоки и комплектующие изделия блоков сменных разделительных штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры То же, технические требования
17695—72, 18717—73, 18718—73, 18719—73	Направляющие, плиты, колонки для сменных штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры
18732—80 — 18823—80 18824—80	Детали и сборочные единицы штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры То же, технические условия
19842—74 — 19846—74	Блоки, буфера, толкатели-заготовки сменных штампов листовой штамповки
21141—84 — 21146—84	Механизмы валковые, роликотлиновые, клиноножевые, клещевые для подачи ленты
21147—84	Устройства для очистки лент
21882—83 — 21885—83	Блоки и плиты-заготовки для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры
22188—83 — 22201—83 22202—83	Буфера и держатели буферов для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры То же, технические условия

Номер ГОСТа	Наименование
22472—87	Штампы для листовой штамповки. Общие технические условия
23292—78 — 23300—78 23301—78	Штампы универсально-переналаживаемые для поэлементной штамповки. Конструкция и размеры То же, технические требования
24526—80 — 24543—80	Детали штампов универсально-переналаживаемых. Конструкция и размеры
25077—81 — 25083—81 25084—81	Штампы универсальные со сменными сборными пакетами. Конструкция и размеры То же, общие технические требования
23209—78 — 23211—78 23212—78	Блоки универсальных штампов для обрезки облоя. Конструкция и размеры То же, технические условия
19579—80 — 19586—80	Детали универсально-переналаживаемых штампов для точной объемной штамповки. Конструкция и размеры

Блоки штампов представляют собой комплекты верхних и нижних плит, связанных направляющими устройствами (колонками, планками). Блоки обычно выполняют с диагональным (рис. 5.1, а), задним (рис. 5.1, б) или осевым (рис. 5.1, в) расположением двух колонок. Для штамповки крупных или особенно сложных и точных деталей изготовляют блоки на трех или четырех колонках.

Направляющие детали штампов предназначены для центрирования верхней части штампа по отношению к нижней. Стандартные направляющие детали штампов изображены на рис. 5.2. При необходимости обеспечить плавный ход и беззазорное соединение направляющих деталей используют шариковые направляющие устройства (рис. 5.3), в которых между колонками 1 и втулками 2 установлены шариковые сепараторы 3. Шариковые направляющие могут быть установлены как в верхней, так и в нижней плите блока.

Типовые хвостовики штампов изображены на рис. 5.4.

Пуансоны, используемые в штампах, различают: по форме — на круглые и профильные; по способу крепления в верхней плите штампа — на неразборные и быстросменные. На рис. 5.5, а изображена

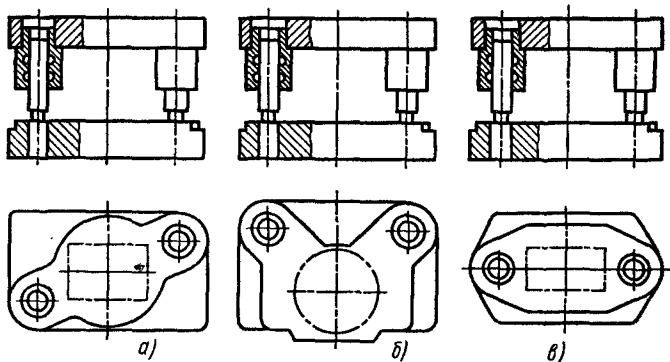


Рис. 5.1. Стандартные блоки штампов с расположением колонок:
а — диагональным, *б* — задним, *в* — осевым

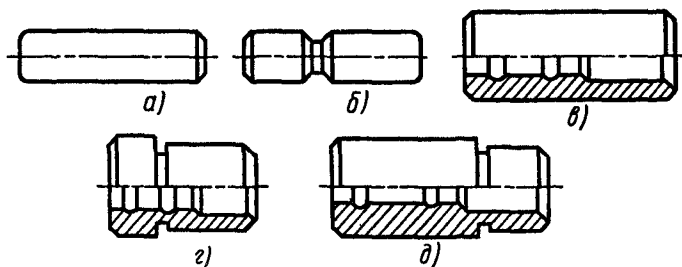


Рис. 5.2. Направляющие детали штампов:
а, б — колонки, *в, г, д* — втулки

схема установки круглого быстроросменного пуансона, а на рис. 5.5, *б* — профильного неразборного пуансона.

Матрицы штампов могут быть цельные (рис. 5.6, *а*) и составные (рис. 5.6, *б*), а по форме — круглые, прямоугольные и профильные.

В единичном и мелкосерийном производстве используются универсально-сборные штампы (УСШ), в которых из одних и тех же элементов, за исключением матриц и пуансонов, создают новые штампы с разнообразным расположением рабочих элементов и с разно-

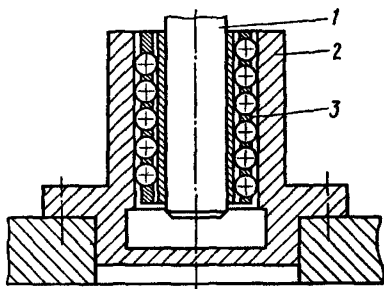


Рис. 5.3. Шариковый направляющий узел

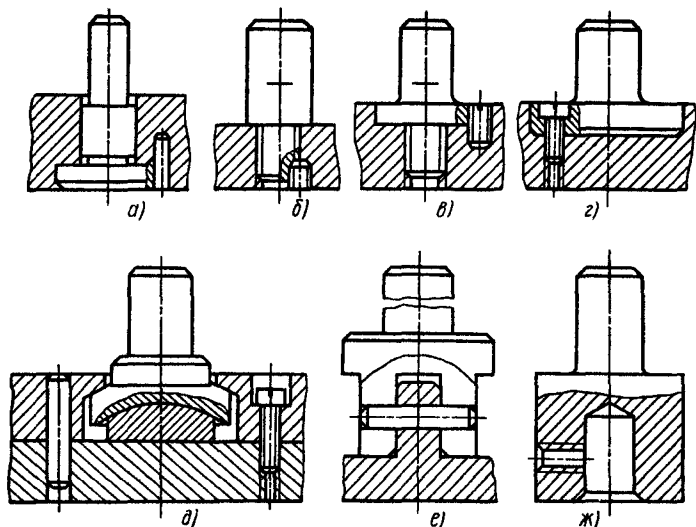


Рис. 5.4. Конструкция хвостовиков штампов:

a — с буртиком для разделительных штампов, *б* — с резьбой для вытяжных и гибочных штампов, *в* — с резьбой и буртиком для крупных штампов, *г* — с фланцем для крупных штампов, *д* — самоустанавливающийся (плавающий) для точной штамповки, *е* — вильчатый для тяжелых работ в гибочных штампах, *ж* — переходный хвостовик

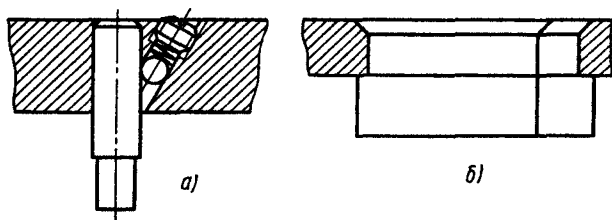


Рис. 5.5. Схема установки пуансонов:

a — круглого быстросменного, *б* — профильного

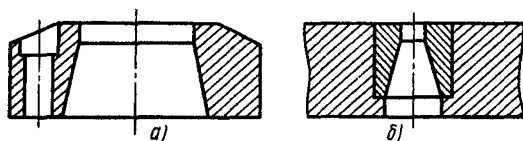


Рис. 5.6. Конструкции матриц:

a — цельные, *б* — составные

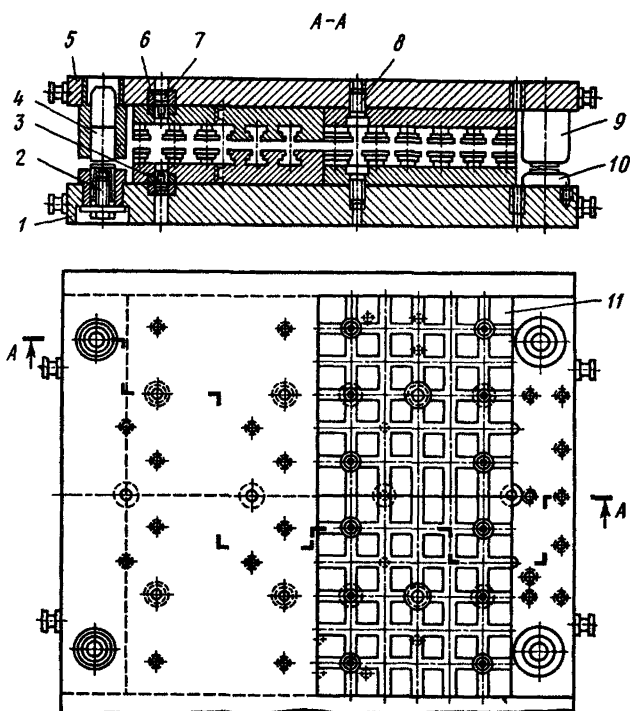


Рис. 5.7. Универсально-сборный блок

образным сочетанием одних и тех же составных частей. Комплект элементов УСШ отличается сравнительно небольшой массой, достаточной жесткостью, прочностью и разнообразием типоразмеров деталей.

На рис. 5.7 изображена конструкция универсально-сборного блока, включающего нижнюю плиту 1, в конических втулках 10 которой специальными винтами 2 закреплены направляющие колонки 4. Верхняя плита 5 установлена относительно нижней с помощью направляющих втулок 9. Базовые плиты 11 фиксируются относительно нижней и верхней плит фиксаторами 3 и 7, встроенными во втулки 6, и закрепляются винтами 8.

Базовые плиты штампов УСШ могут быть прямоугольные, квадратные (рис. 5.8, а) или круглые (рис. 5.8, б). Размеры плит, мм: квадратных и прямоугольных $B \times L \times H = 180 \times 180 \times 30$; $240 \times 240 \times 30$; $360 \times 360 \times 60$; $240 \times 120 \times 30$; $240 \times 180 \times 30$; $360 \times 480 \times 60$; круглых $D \times H = 360 \times 45$.

Конструктивная особенность базовых плит заключается в том, что на рабочей плоскости имеется сетка Т-образных пазов с шагом 30 или

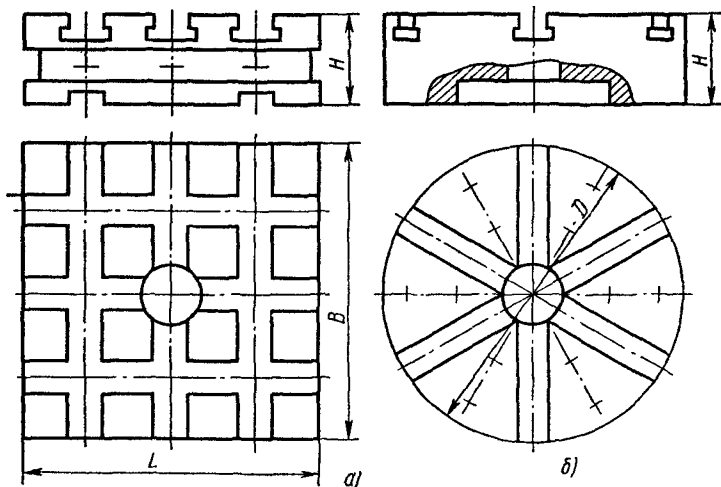


Рис. 5.8. Базовые плиты штампов:
а — прямоугольные или квадратные, *б* — круглые

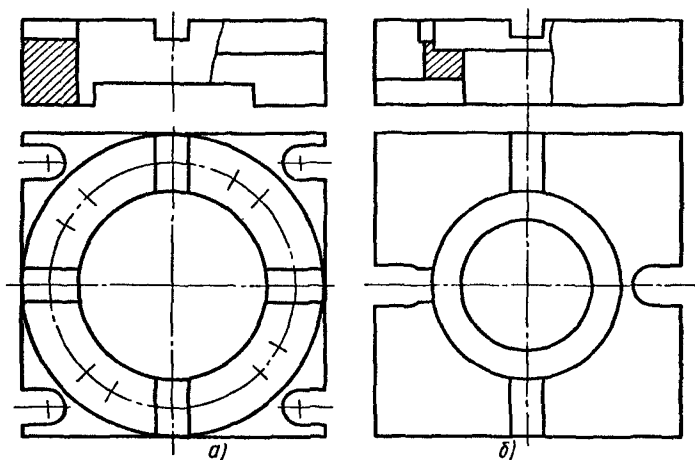


Рис. 5.9. Детали для фиксации и закрепления пуансонов и матриц:
а — для закрепления матриц, *б* — для закрепления пуансонов

60 мм и допусками на размеры между осями пазов в пределах 6—7-го квалитетов точности. Размеры Т-образных пазов в зависимости от габаритов и назначения плит установлены 8 и 16 мм с допуском по 7-му квалитету точности. В центральной части базовых плит предусмотрена

система сквозных отверстий диаметром 16 мм для установки толкателей при сборке гибочных штампов.

Круглые плиты на рабочей поверхности имеют систему Т-образных пазов, расположенных радиально под различными центральными углами (30, 45, 60°) и координатно расположенных резьбовых отверстий М8 и М16. Эти отверстия служат для установки державок и объемников при пробивке радиально расположенных отверстий. В центре плит предусмотрено резьбовое отверстие М36 для установки хвостовиков.

При габаритах штампов, превышающих размеры базовых плит, верхние и нижние основания изготавливают из конструкционной стали, а в качестве накладок с Т-образными пазами используют базовые плиты (см. рис. 5.7).

Для фиксации и закрепления пуансонов и матриц в штампах УСШ используют державки и подкладки (рис. 5.9), а в качестве направляющих элементов в УСШ используют направляющие колонки и втулки, верхнюю и нижнюю обоймы. При сборке мелких и средних штампов применяют два направляющих элемента с задним, осевым и диагональным расположением, а крупные штампы имеют 3—4 направляющие колонки. На рис. 5.10 изображены схемы установки направляющих колонок: в коническую втулку, запрессованную в отверстие базовой плиты; непосредственно в координатные отверстия базовых плит; в нижнюю обойму, которая с помощью шпонок и пазовых болтов крепится в любом месте базовой плиты; в обойму, которая с помощью шпонок и винтов устанавливается и закрепляется в шпоночных пазах, выполненных на торцовых сторонах базовых плит.

В качестве верхнего направляющего элемента используется верхняя обойма, фиксация и закрепление которой аналогичны нижней обойме.

Фиксирующие элементы и узлы предназначены для фиксации заготовки или детали в рабочей зоне штампа. Фиксация штучных заготовок при штамповке крупногабаритных деталей обеспечивается упорными планками (рис. 5.11, а, б). Направление полос средней и большой ширины (более 40 мм) осуществляется регулируемыми направляющими планками (рис. 5.11, в), которые крепят к объемнику болтами и фиксируют шпонками. Фиксация полосы или ленты при вырубке-пробивке деталей диаметром 10—40 мм по шагу обеспечивается постоянными упорами грибовидного типа, которые закрепляют в матрице или переходном кольце. При диаметре отверстия более 40 мм используют универсально-сборные регулируемые упоры (рис. 5.11, г), а в штампах открытого типа с верхним подвижным съёмником — сборные утопающие упоры (рис. 5.11, д).

Точная первоначальная установка полосы в универсально-сборных штампах последовательного действия обеспечивается применением предварительных упоров (рис. 5.12), которые монтируют на переходных плитах и специальных установочных планках. Предварительные упоры фиксируются шпонками, а крепятся пазовыми болтами.

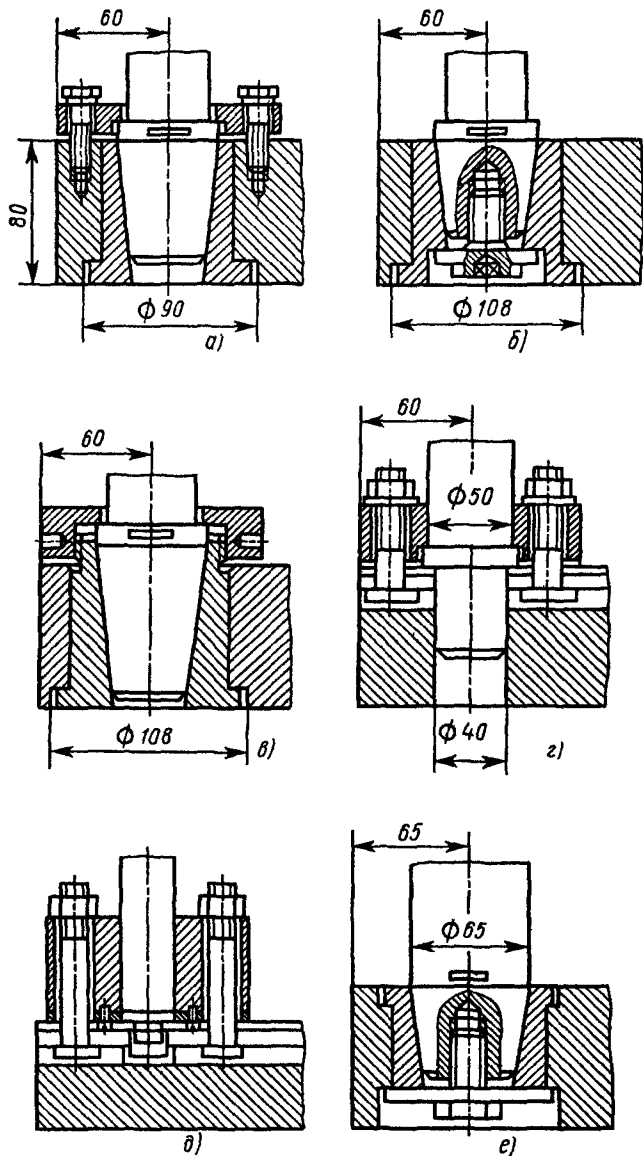


Рис. 5.10. Схемы установки направляющих колонок:

a—в — в коническую втулку, *г* — в координатные отверстия базовых плит, *д* — в нижнюю обойму, *е* — в обойму, установленную на торцовых сторонах базовых плит

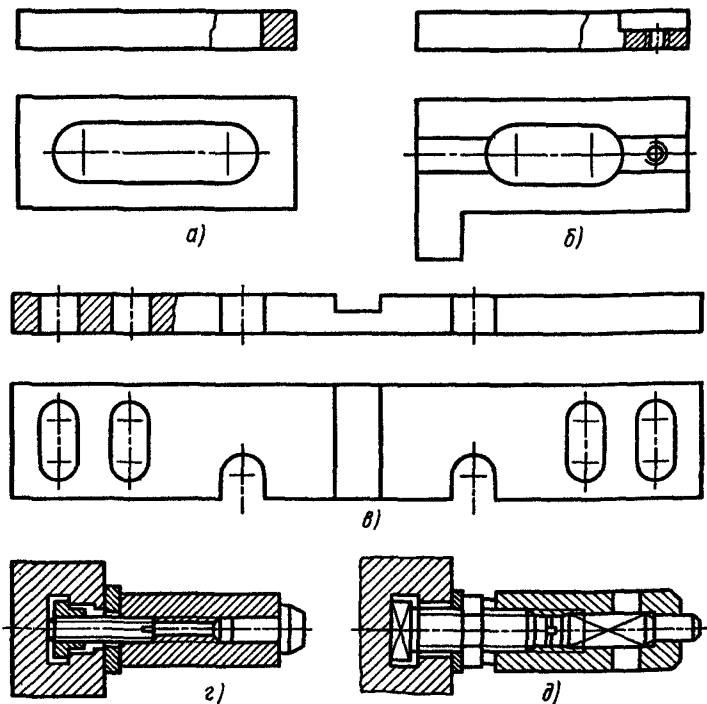


Рис. 5.11. Фиксирующие элементы и узлы:

а, б — упорные планки, *в* — регулируемые направляющие планки, *г* — универсально-сборные регулируемые упоры, *д* — сборные утопающие упоры

Упор (рис. 5.12, *а*) состоит из корпуса *1* и крышки *2*, которые соединяются винтами *б*. В паз корпуса вставляется упорная планка *3*, фиксируемая в исходном положении пружиной *5*. Сжатие пружины регулируется гайкой *4*. На рис. 5. 12, *б* показан упор, отличающийся от предыдущей конструкции центральным расположением относительно корпуса *1* упорной планки *3*.

Прижимные и удаляющие элементы предназначены для съемки полосы или заготовки с пуансона и удаления деталей или отходов из рабочей зоны штампа. На рис. 5.13, *а* показан жесткий съемник, используемый при штамповке деталей из полосы толщиной от 1 мм и более. Подвижные съемники (рис. 5.13, *б*), действующие от резины, полиуретана, цилиндрических или тарельчатых пружин, применяют при пробивке отверстий диаметром свыше 25 мм в деталях толщиной до 10 мм. При пробивке отверстий и вырубке контуров размерами до 25 мм, расположенных в непосредственной близости от края детали,

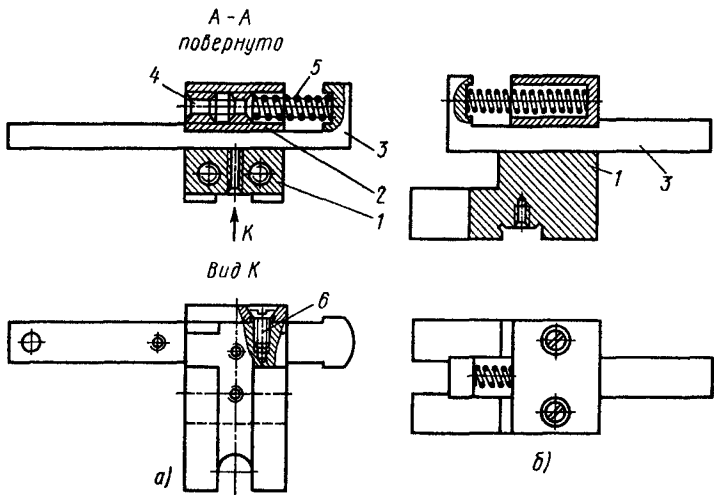


Рис. 5.12. Автономные предварительные упоры:
а — смещенные относительно оси, б — центральные

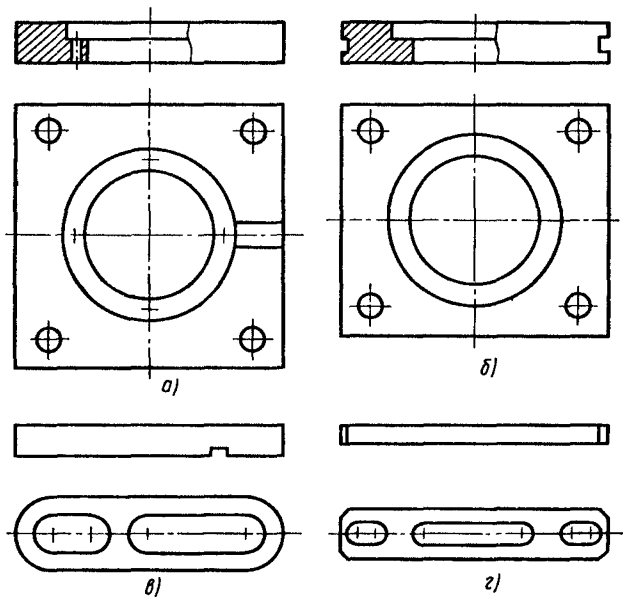


Рис. 5.13. Прижимные и удаляющие детали:
а — жесткий съёмник, б — подвижный съёмник, в — съёмник-козырек,
г — съёмник-планка

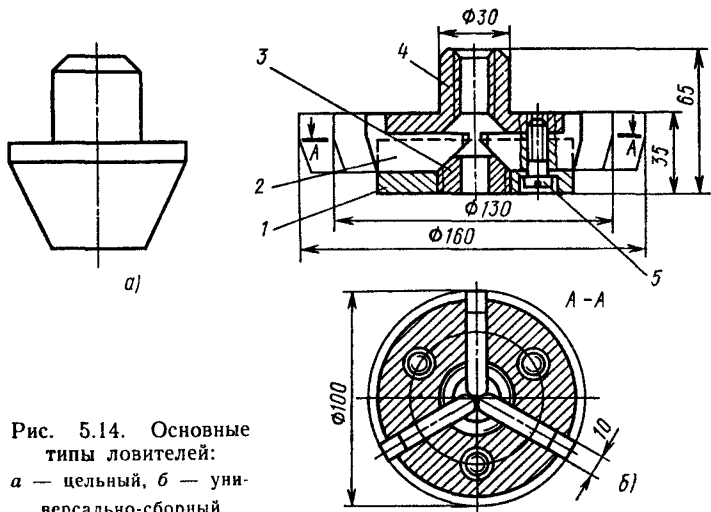


Рис. 5.14. Основные типы ловителей:
 а — цельный, б — универсально-сборный

используется съемник-козырек (рис. 5.13, в), а при однорядной или многорядной пробивке отверстий — съемник-планка (рис. 5.13, г).

На рис. 5.14 показаны конструкции ловителей, используемых в штампах последовательного действия для получения точных деталей. Ловители устраняют погрешности подачи заготовки и обеспечивают соосность внутреннего отверстия и наружного контура с точностью $\pm (0,1 \dots 0,25)$ мм. Ловители могут быть цельными (рис. 5.14, а) и сборными (рис. 5.14, б). Сборный ловитель состоит из корпуса 4 и крышки 1, соединенных винтами 5. С помощью гайки 3 кулачки 2 выставляются на необходимый размер, после чего фиксируются винтами. Заменяя кулачки на более длинные, можно увеличить диапазон применения ловителя.

5.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ШТАМПОВ

Штампы холодной штамповки различают по назначению: штампы для листовой штамповки, для вырубki, пробивки и калибровки, для гибки; штампы вытяжные и для холодного выдавливания.

По специализации штампы делятся на специальные, универсальные штампы поэлементной штамповки, универсальные блоки со сменными пакетами, листовые и пластинчатые штампы и системы универсально-сборных штампов.

На рис. 5.15 приведена конструкция универсально-сборного штампа последовательного действия для штамповки деталей типа шайб. Штамп работает следующим образом. Заготовка в виде полосы подается под

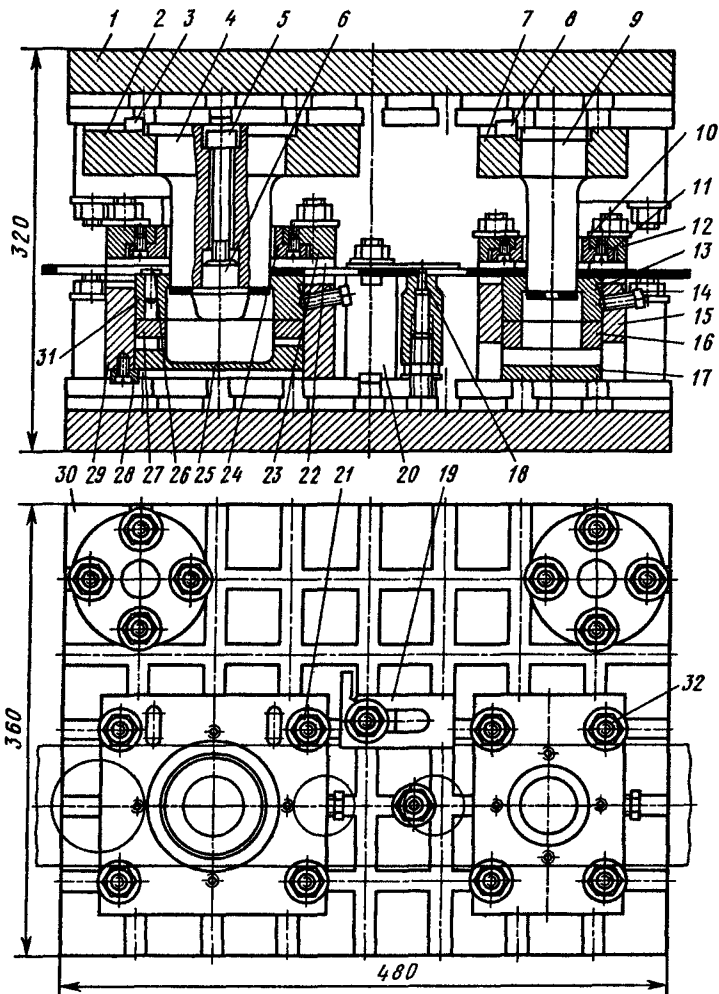


Рис. 5.15. Универсально-сборный штамп последовательного действия

съемник 12 до предварительного упора 18. При опускании ползуна прессы вниз пуансон 9, закрепленный в державке 7, пробивает отверстие. Далее полоса надевается пробитым отверстием на упор 18 и во время рабочего хода пробивается второе отверстие. Аналогично выполняется пробивка третьего отверстия. Затем заготовка перемещается по направляющим планкам 19 и 22 до шагового упора 26. При следующем рабочем ходе прессы пуансон 4 вырубает деталь из полосы. Съем заготовки с пуансона при вырубке осуществляется съемником 23, а точ-

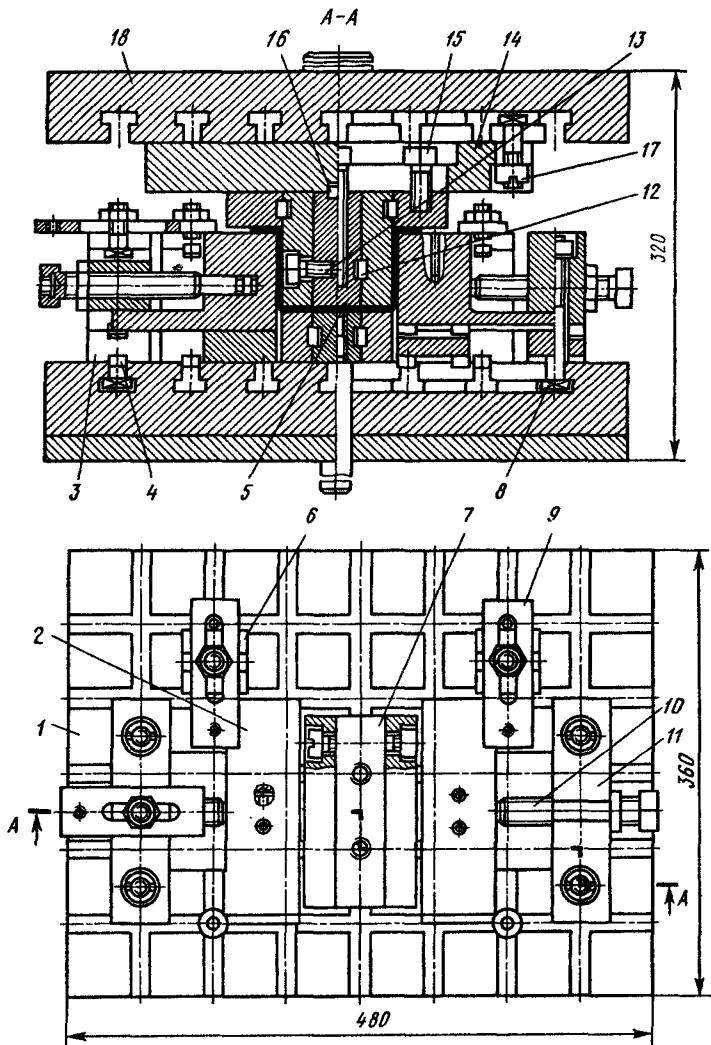
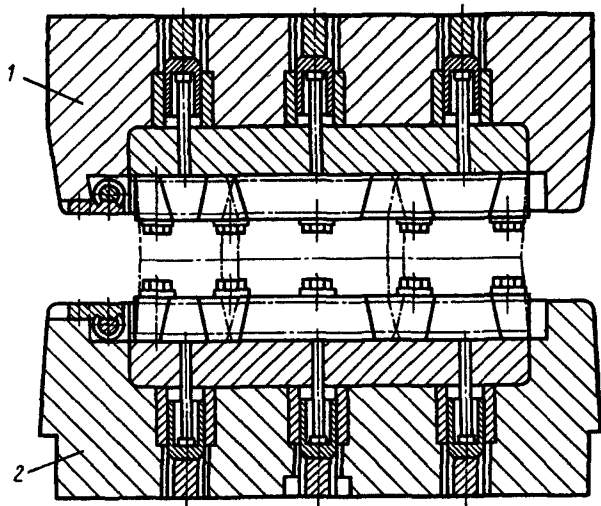
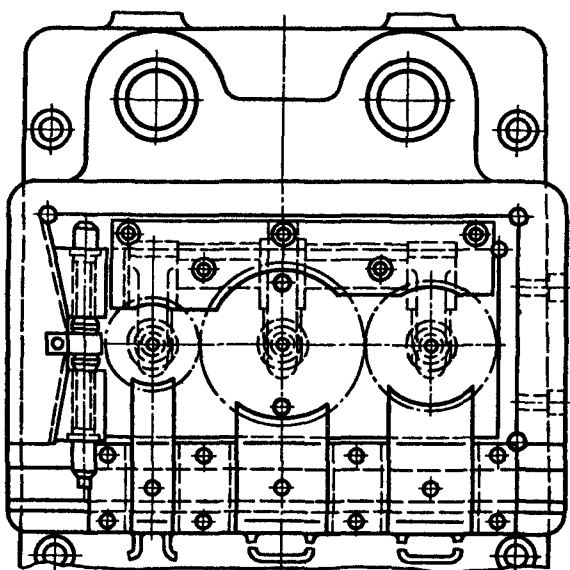


Рис. 5.16. Универсально-сборный штамп для гибки

ное центрирование внутреннего контура относительно наружного — ловителем 6, установленным в посадочное отверстие пуансона 4 и закрепленным винтом 5. Пуансоны 4 и 9 крепятся к базовой плите 1 держателями 2 и 7, шпонками 3 и 8. Зазор между пуансонами устраняют переходными кольцами 10 и 24, закрепляемыми винтами 11. Быстросменные матрицы 13 и 31 установлены в державках 15 и 29 на



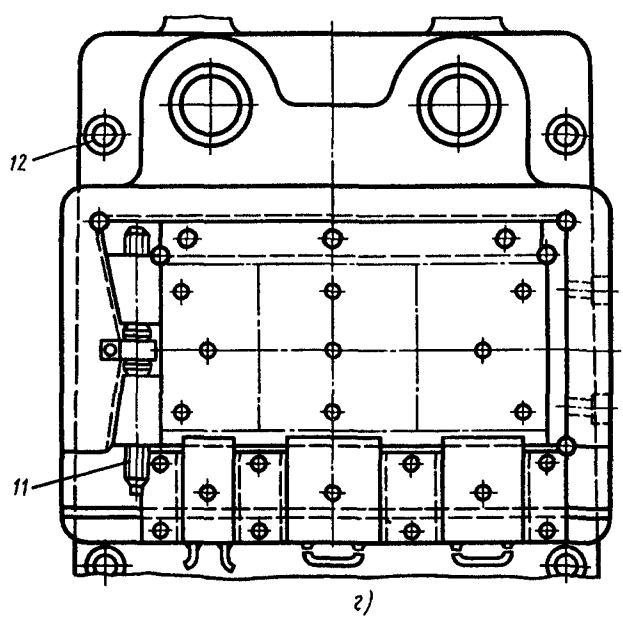
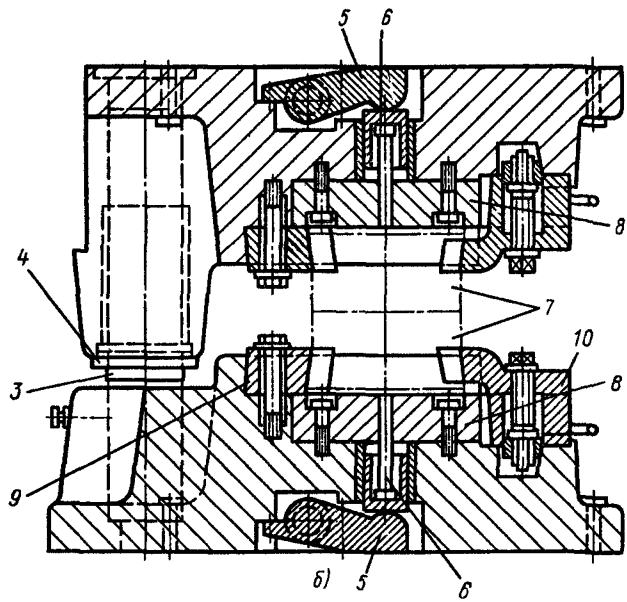
a)



b)

Рис. 5.17. Универсальный штамп для горячей штамповки:

a — разрез параллельно фронту прессы, *б* — разрез перпендикулярно фронту прессы, *в, г* — вид сверху на нижний блок-штамп соответственно с цилиндрическими и призматическими вставками



опоры 16 и 27, отверстия в которых несколько больше вырубаемых шайб, и фиксируются винтами 14. Державки 15 и 29 имеют возможность перемещаться на шпонках 28 по пазам боковой плиты 30 и крепятся в определенном положении пазовыми болтами 21 и 32. Отходы и готовые изделия в процессе штамповки попадают в специальные приемники 17, 25 и удаляются из рабочей зоны. Направляющая планка 19 устанавливается в нужном положении высотными компенсаторами 20.

На рис. 5.16 показана конструкция универсально-сборного штампа для гибки деталей типа скоб. На базовой плите 1 устанавливают регулируемые полуматрицы 2, предназначенные для быстрой переналадки штампа с одного размера на другой без предварительной разборки. Для их регулирования по высоте используют набор прокладок 3, которые фиксируются с помощью шпонок 4. Собранный таким образом узел крепится к базовой плите болтами 8.

Настройка штампа на требуемый размер гибки выполняется бесступенчато путем поворота регулировочного винта 10, связанного с полуматрицами 2 и противоотжимом 11, воспринимающим действие горизонтальной составляющей усилия гибки и препятствующим сдвигу полуматриц в процессе штамповки. Заготовку устанавливают и фиксируют в штампе с помощью упорных планок 9, закрепленных на высотных компенсаторах 6, и сборного выталкивателя 7, состоящего из трех секций, соединенных шпонками и винтами. Сменный гибочный пуансон 5 собирают из пяти секций, соединенных между собой шпонками 12 и винтами 13.

В собранном виде пуансон закрепляют в верхней державке 14 винтами 15. Верхнюю державку, в свою очередь, устанавливают с помощью шпонок 16 и болтов 17 на верхней базовой плите 18.

Конструкция штампов для горячего деформирования зависит от их назначения, характера деформирования, способа нагружения, принципа действия и других факторов: для выполнения разделительных операций применяют отрезные, отрубные, пробивные, прошивные штампы; для выполнения формообразующих операций — штампы для объемной штамповки, выдавливания, вальцовки, накатки, раскатки, а также правочные и высадочные штампы.

Штампы могут быть открытыми, используемыми для штамповки с облоем, и закрытыми — для штамповки без облоя. По скорости деформирования различают штампы динамического нагружения, у которых скорость деформирования превышает 1 м/с, и статического нагружения.

Бывают штампы одноручьевые, двухручевые и многоручьевые; простые (цельные) и сложные (сборные); универсальные, в которых благодаря замене отдельных формообразующих деталей можно штамповать различные по форме изделия, и специализированные, предназначенные для изготовления поковок определенной конфигурации и размеров.

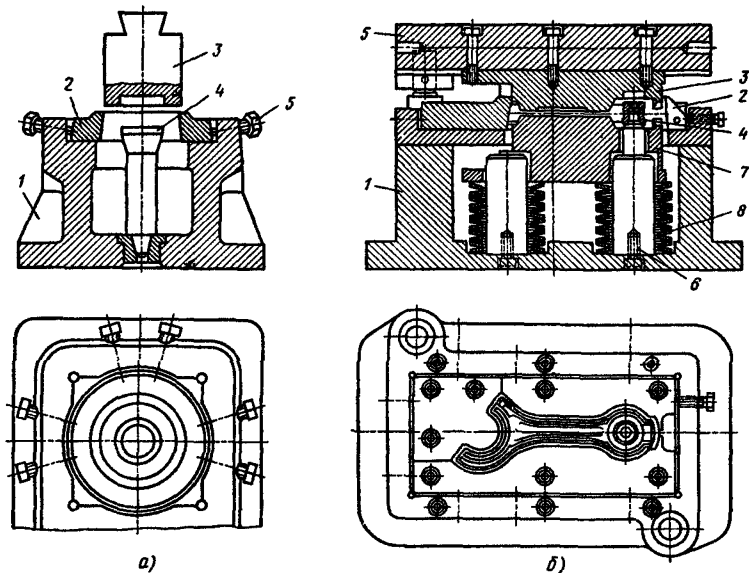


Рис. 5.18. Обрезные штампы совмещенного действия:

а — для обрезки облоя и прошивки отверстия, *б* — для обрезки облоя и прошивки зева в канавке шатуна

На рис. 5.17 приведена конструктивная схема универсального штампа для кривошипного горячештамповочного прессы усилием 20 000 кН. Штамп предназначен для штамповки круглых в плане и имеющих удлиненную форму поковок. Соответственно этому применяют пакеты из трех цилиндрических и трех призматических вставок. Штамп состоит из верхнего 1 и нижнего 2 блок-штампов. В нижнем запрессовывают направляющие колонки 3, а в верхнем — втулки 4. С помощью специального рычажного механизма 5 приводятся в движение выталкиватели 6, расположенные в верхнем и нижнем блок-штампах. Вставки 7 расположены на подштамповых плитах 8, их крепят к блоку с помощью клиновых накладок 9 и скоб 10. Для фиксирования вставок в направлении, параллельном фронту прессы, служит винтовой зажим 11. Блок-штампы крепят к ползуну и столу прессы болтами, проходящими через отверстие 12.

На рис. 5.18 даны конструктивные схемы обрезных комбинированных штампов совмещенного действия. В штампе, показанном на рис. 5.18, *а*, обрезка облоя происходит в начале хода ползуна прессы пуансоном 3 и матрицей 2, установленной в нижнем штампе 1, а пробивка отверстий — прошивнем 4. В конце хода ползуна прессы пуансоном 3 првяют поковки.

В штампе, указанном на рис. 5.18, б, обрезку облоя выполняют пуансоном 3 и матрицей 2, а пробивку отверстий — прошивком 4. В конце хода ползуна прессы правят поковки при помощи пуансона 3, прижима 7 и буферного устройства 8 с упором 6. Матрица 2 установлена в нижнем штампе 1, а пуансон 3 — в верхнем штампе 5.

5.3. РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ МАТРИЦ И ПУАНСОНОВ

Исполнительные размеры матриц и пуансонов для операций вырубki и пробивки определяют исходя из размеров штампуемой детали, ее точности, возможного износа штампа и правильных зазоров между рабочими частями штампа.

При круглом контуре и при допусках на штампуемую деталь по 11-му качеству и выше исполнительные размеры определяют отдельно для матрицы и пуансона. Согласно схемам построения допусков, указанных на рис. 5.19, а — при вырубке наружного контура

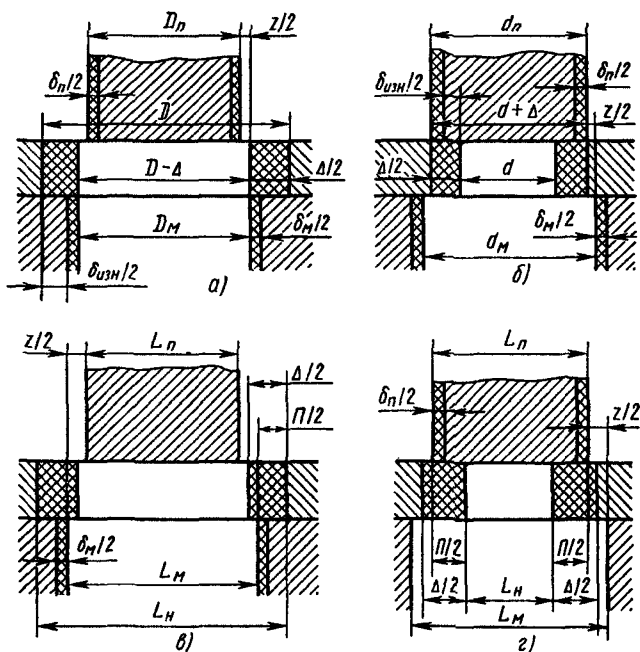


Рис. 5.19. Схемы построения допусков при вырубке и пробивке:
а — наружного контура, б — отверстия, в, г — при точных размерах изделия

ра ($D - \Delta$) и рис. 5.19, б — при пробивке отверстия ($d + \Delta$), используются следующие зависимости:

$$D_m = (D - \Delta)^{+\delta_m}; D_n = (D - \Delta - Z)_{-\delta_n};$$

$$d_n = (d + \Delta)_{-\delta_n}; d_m = (d + \Delta + Z)^{+\delta_m},$$

где D и d — номинальные размеры штампуемого контура и отверстия соответственно; D_m , D_n , d_m , d_n — предельные размеры матриц и пуансонов; Δ — допуск на штампуемую поверхность; Z — зазор между матрицей и пуансоном; δ_m , δ_n — допуски на изготовление матрицы и пуансона соответственно.

На рис. 5.19, а и б допуск на износ обозначен $\delta_{изн}$.

При допусках меньших 11-го качества точности и при контурах сложной формы сначала определяют исполнительные размеры матрицы, а затем пуансона. Согласно схеме построения допусков (рис. 5.19, в) расчет ведут по формулам:

$$L_m = (L_n - P)^{+\delta_m}; L_n = L_m - Z.$$

При контурах простой формы сначала определяют размеры пуансона, а затем матрицы по зависимостям

$$L_n = (L_m - P - Z + \delta_m)_{-\delta_n}; L_m = L_n + Z - \delta_m.$$

где L_m и L_n — номинальные размеры матрицы и пуансона соответственно; L_n — номинальный размер штампуемой поверхности; P — припуск на износ пуансона и матрицы.

При пробивке точных отверстий сначала определяют размеры пуансона, а затем матрицы. Согласно схеме построения допусков (рис. 5.19, г) используют формулы

$$L_n = (L_m + P)_{-\delta_n}; L_m = L_n + Z.$$

В табл. 5.2 даны допуски на детали, штампуемые по 8—14-му качествам точности, припуски на износ пуансонов и матриц, допуски на их изготовление (при совместном изготовлении матриц и пуансонов). Припуски на износ (P) установлены в зависимости от допусков на штампуемые детали (Δ): если $\Delta \leq 0,1$ мм, то $P = \Delta$; если $\Delta > 0,1$ мм, то $P = 0,8\Delta$ (с целью получения округленных размеров). При расчете исполнительных размеров величина припуска (P) может быть: $P_{\min} = 0,5\Delta$; $P_{\max} = \Delta$.

Величина зазора между матрицей и пуансоном вырубных и пробивных штампов оказывает важное влияние на протекание процесса штамповки и на стойкость штампа, а также на качество поверхности среза и точность получаемой детали.

Для каждого материала определенной толщины имеются свои оптимальные зазоры, обычно проверяемые на практике.

При штамповке с оптимальными зазорами достигаются минимальные усилия вырубки, получается наиболее удовлетворительная форма

5.2. Припуски на износ и допуски на изготовление матриц и пуансонов разделительных штампов

Допуски на детали Δ , мм	Припуски на износ P , мм	Допуски на изготовление, мм		Допуски на детали Δ , мм	Припуски на износ P , мм	Допуски на изготовление, мм	
		матриц δ_m	пуансонов δ_n			матриц δ_m	пуансонов δ_n
0,020	$P = \Delta$	0,006	0,004	0,16	0,14	0,04	0,03
0,025		0,008	0,005	0,17	0,14		
0,030		0,009	0,006	0,20	0,16		
0,035		0,011	0,007	0,23	0,18		
0,040		0,011	0,008	0,24	0,18		
0,045		0,013	0,009	0,25	0,20	0,04	
0,050		0,015	0,011	0,26			
0,060		0,018	0,013	0,28			
0,070		0,021	0,015	0,30	0,25	0,06	0,06
0,080		0,024	0,018	0,34			
0,090	0,027	0,020	0,36				
0,100	0,10	0,03	0,022	0,38			
0,120							
0,140	0,12	0,04	0,03				

5.3. Двусторонние зазоры между пуансоном и матрицей вырубных и пробивных штампов, мм

Толщина материала s , мм	Материал					
	Сталь 08, 10, 15, Ст 1, Ст 2, медь мягкая, латунь, алюминий		Сталь 20, 25, 30, 35, Ст 3, Ст 4, латунь твердая		Сталь 40, 45, 50, электротехническая, пермаллой, бронза твердая	
	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}
0,1	0,004	0,015	0,006	0,020	0,008	0,025
0,2	0,005	0,020	0,010	0,025	0,010	0,030
0,3	0,010	0,030	0,015	0,035	0,015	0,035
0,4	0,015	0,035	0,020	0,040	0,025	0,045
0,5	0,020	0,040	0,025	0,050	0,030	0,050
0,6	0,025	0,050	0,030	0,060	0,040	0,070
0,8	0,030	0,065	0,040	0,080	0,050	0,090
1,0	0,040	0,080	0,050	0,100	0,060	0,110
1,2	0,060	0,120	0,070	0,130	0,080	0,160
1,5	0,075	0,140	0,090	0,165	0,100	0,195
1,8	0,090	0,160	0,110	0,200	0,130	0,230
2,0	0,100	0,180	0,120	0,220	0,140	0,260
2,5	0,125	0,225	0,150	0,275	0,175	0,325

5.4. Двусторонние зазоры между матрицей и пуансоном вырубных и пробивных штампов для неметаллических материалов, мм

Толщина материала, s, мм	Материал			
	Гетинакс, текстолит, фибра		Картон, асбест, бумага	
	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}
0,1	0,004	0,015	0,003	0,010
0,2	0,005	0,020	0,005	0,015
0,3	0,010	0,020	0,005	0,015
0,4	0,010	0,020	0,005	0,015
0,5	0,010	0,025	0,005	0,015
0,6	0,010	0,025	0,005	0,015
0,8	0,015	0,030	0,005	0,015
1,0	0,020	0,040	0,010	0,020
1,2	0,030	0,055	0,015	0,030
1,5	0,035	0,070	0,015	0,035
1,8	0,045	0,080	0,020	0,040
2,0	0,050	0,090	0,025	0,045
2,5	0,060	0,100	0,030	0,050
3,0	0,075	0,130	0,035	0,060
3,5	0,090	0,170	—	—
4,0	0,100	0,200	—	—

среза, размеры контура детали близки к размерам матрицы, а отверстия — к размерам пуансона.

В табл. 5.3 и 5.4 даны значения двусторонних зазоров для различных материалов и толщин при числе двойных ходов пресса, не превышающих 120—140 в мин. Если число ходов пресса выше, то величина зазора увеличивается по сравнению с табличным значением, а точность изготовления штампов повышается.

На новом штампе необходимо добиваться зазоров близких к минимальным значениям, так как по мере износа штампа происходит увеличение зазора.

5.4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ШТАМПОВ

Работоспособность штампов во многом зависит от инструментального материала, из которого изготавливаются формообразующие элементы (матрицы и пуансоны) штампов. Они должны обладать достаточной износостойкостью и высокой прочностью, малой остаточной деформацией и достаточной теплоемкостью. Технологические требования к материалам для изготовления матриц и пуансонов заключаются в малой деформации при термической обработке и хорошей обрабатываемости. Наиболее распространенные инструментальные материалы,

5.5. Материалы для изготовления пуансонов и матриц холодной штамповки

Материал	HRC,	Применение
У8А, У10А	60—63	Для вырубных, обрезных и отрезных штампов, работающих в нормальных условиях, при штамповке деталей простой формы; для гибочных и формовочных штампов простой формы; для чеканочных штампов простой формы; для высадочных штампов
X12М, X12Ф1, 7ХГ2ВМ	60—65	Для вырубных, обрезных и отрезных штампов, работающих в тяжелых условиях, при штамповке деталей сложной формы; для гибочных и формовочных штампов сложной формы; для чеканочных штампов сложной формы; для штампов выдавливания
11ХФ	60—63	Для высадочных штампов
Х6ВФ	60—65	Для чеканочных штампов
Сталь 55А	35—38	Для крупных вытяжных и гибочных штампов
Чугун СЧ 30	—	

используемые для изготовления формообразующих элементов штампов холодной штамповки, приведены в табл. 5.5.

В табл. 5.6 приведены наиболее распространенные стали, используемые для изготовления матриц и пуансонов штампов для горячего деформирования металлов.

Стойкость штампа и качество отштампованного изделия зависят не только от конструкции штампа, материала его деталей, но и точности их изготовления, а также от параметров шероховатости поверхностей, соприкасающихся во время работы штампа между собой или обрабатываемым материалом.

В табл. 5.7 приведены посадки, применяемые при изготовлении деталей штампов для холодной штамповки, а в табл. 5.8 — рекомендуемые к применению параметры шероховатости поверхностей.

Точность штампа во многом определяется точностью изготовления размеров пуансонов и матриц. Различают два метода изготовления пуансонов и матриц: независимая обработка и совместная обработка, т. е. взаимная подгонка пуансона и матрицы.

Независимая обработка применяется при правильных и простых формах штампуемых деталей, когда можно применить методы обработ-

5.6. Стали для изготовления штампов для горячего деформирования металлов

Сталь	HRC ₂	Применение
5ХНМ 5ХНВ	39—42	Для молотовых штампов; прессовых штампов; штампов машинной скоростной штамповки мягких цветных сплавов
5ХГМ 5ХНВС	43—47	
4ХМФС	39—43	Для молотовых штампов при деформировании легированных конструкционных и нержавеющей сталей; вставок и пуансонов для высадки на горизонтально-ковочных машинах
	44—47	
5Х2МНФ	41—43 46—49	
4Х5В2ФС 4Х5МФС 4Х5МФ1С 4Х3ВМФ	48—50	Для молотовых штампов при деформировании труднодеформируемых материалов; средних и крупных молотовых штампов; инструментов для высадки заготовок из легированных конструкционных и жаропрочных материалов
7Х3	39—45	Для горячей высадки метизов на горизонтально-ковочных машинах; штампов горячего прессования и выдавливания заготовок из углеродистых и низколегированных сталей; гибочных, обрезных и просечных штампов
8Х3	42—47	
40Х 40ХС	35—38	Для молотовых литых штампов

ки, обеспечивающие получение высокой точности (шлифование, координатное растачивание, обработка по одному копиру).

При взаимной подгонке пуансонов и матриц используют различные приемы: пуансоны вырубных и пробивных штампов изготавливают по оттиску готовой матрицы; матрицы прошивают и подгоняют по пуансонам; обработка пуансонов и матриц по шаблонам и последующая их совместная подгонка по краске у формообразующих штампов.

При невозможности использования станков для контурного фрезерования и шлифования матриц вырезание замкнутых контуров выполняется слесарем-инструментальщиком. Для механизации слесарных работ по обработке замкнутых контуров применяют ленточную

5.7. Посадки, применяемые для деталей штампов холодной штамповки

Обозначение посадки	Характеристика посадки	Применение
$\frac{H7}{u7}$	Неподвижное соединение без добавочного крепления	Твердосплавная матрица в обойме, испытывающей большие нагрузки на разрыв
$\frac{H7}{r6}$	Обеспечивает неразборное соединение	Направляющие колонки и втулки в плитах штампа или пресс-формы
$\frac{H7}{n6}$	Детали, надежно сохраняющие свое относительное положение. Сборка при значительных давлениях. Разъединение осуществляется редко	Установочные цилиндрические штифты
$\frac{H7}{m6}$	Для плотного соединения деталей. Разборка редкая, осуществляется при значительных усилиях	Посадки пуансонов, матриц, ловителей, упоров, фиксаторов в державки, термически не обработанные
$\frac{H7}{k6}$	Плотное соединение. Сборка и разборка без значительных усилий. Предохранение от поворота и сдвига с помощью дополнительного крепления	Неподвижная посадка термообработанных деталей в термообработанные (например, пуансоны и матрицы сложной конфигурации, собираемые из деталей более простой формы)
$\frac{H6}{h5}$	Обеспечивает продольное перемещение без вращения при особо высоких требованиях к соосности и центрированию	Направляющие колонки во втулках при вырубке, пробивке и разрезке материала толщиной до 0,5 мм, вытяжке и выдавливании тонкостенных деталей
$\frac{H7}{h6}$	Соединение, требующее продольного перемещения без вращения. Центрирование деталей при высоких требовани-	Направляющие колонки во втулках в штампах для резки, центрирующие проточки и выступы в деталях при

Обозначение посадок	Характеристика посадки	Применение
	ях к концентричности. При хорошей смазке — передвижение вручную	точном центрировании. Быстросменные пуансоны и матрицы в державках
$\frac{H8}{h8}$	Посадка обеспечивает свободное перемещение деталей без присасывания. Центрирование при невысоких требованиях к точности	Подвижные упоры, прижимы, ползушки в направляющих
$\frac{H7}{f7}$	Соединение обеспечивает свободное вращение деталей при достаточном центрировании	Направляющие колонки во втулках в гибочных и вытяжных штампах для деталей малых и средних габаритов из материала толщиной до 5 мм. Ползушки в направляющих при точной штамповке
$\frac{H9}{f8}$	Соединение обеспечивает свободное вращение и перемещение при относительно невысокой точности центрирования	Направляющие колонки во втулках в гибочных штампах среднего габарита, при штамповке материала толщиной свыше 5 мм, а также в крупногабаритных штампах

пилу (рис. 5.20). В матрице 2, установленной на столе 1, предварительно сверлят технологическое отверстие, в которое вводится конец ленточной пилы 3, после чего концы ленты сваривают. После сварки ленту надевают на шкивы 4 и 5 и натягивают раздвижной шкив. Один из шкивов приводится в движение электродвигателем. Вырезают необходимый контур, а после окончания работы пилу ломают и снимают деталь.

На рис. 5.21 приведена схема опилового станка, который используется для механизации при опиловании внутренних контуров матриц. Стол станка может быть установлен под углом 0—15° к горизонтальной плоскости для получения скосов в матрице.

При сборке штампа необходимо совмещать рабочие части, расположенные на одной плите, с рабочими частями, расположенными на

5.8. Параметры шероховатости поверхностей деталей штампов, рекомендуемые к применению

Значение параметра шероховатости Ra , мкм	Применение
Не более 10	Нерабочие поверхности деталей (не соприкасающиеся со штампуемой деталью и с поверхностями других деталей): стержни винтов и отверстия под них, провальные отверстия в матрицах и т. п.
Не более 5	Опорные поверхности деталей, к которым не предъявляются высокие требования в местах соединения: опорные поверхности винтов, поверхности хвостовика, соприкасающиеся с ползуном пресса и т. п.
1,6—2,5	Места неподвижных соединений пуансона с пуансонодержателем некруглой формы, а также круглой формы, выполняемые по 8-му качеству точности: отверстия под пуансоны в пуансонодержателях; поверхности выталкивающих штифтов, неподвижные соединения пуансонов с ловителями, прилегающие поверхности плит блока при зазорах между матрицей и пуансоном не более 0,05 мм
0,8—1,25	Неподвижные соединения деталей круглой формы, выполняемых по 7-му качеству точности: соединения пуансона или пуансона-матрицы круглой формы с пуансонодержателем; соединения установочных штифтов, упоров, направляющих втулок и колонок; прилегающие и опорные поверхности выталкивателей, съемника; плит блока при зазорах между матрицей и пуансоном менее 0,05 мм
0,4—0,63	Рабочие поверхности матриц и пуансонов, оформляющие контур вырубаемых или изгибаемых деталей, а также поверхности вытяжных пуансонов, поверхности скольжения, выполняемые по 6—7-му качеству точности, подвижные соединения направляющих втулок и колонок и т. п.
0,10—0,32	Рабочие поверхности матриц, прижимов и выталкивателей вытяжных штампов, вырубных штампов при штамповке тонколистовых мягких цветных материалов, рабочие поверхности пуансонов и матриц зачистных штампов, поверхности качения в блоках с шариковыми направляющими, поверхности подвижных соединений направляющих колонок и втулок в блоках прецизионных штампов

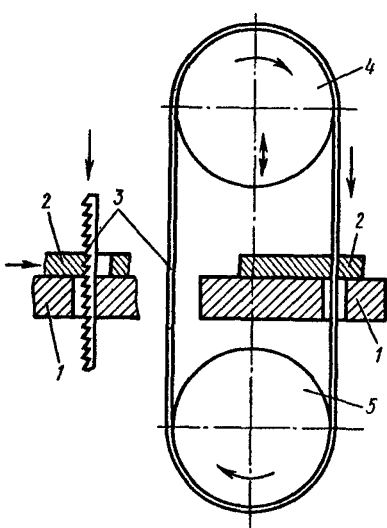


Рис. 5.20. Схема ленточной пилы

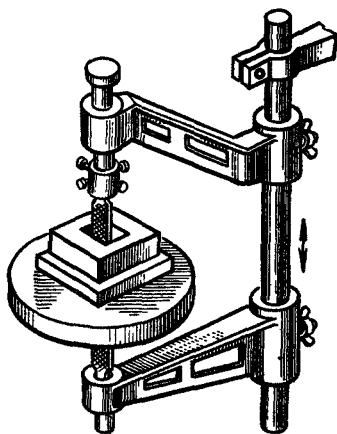
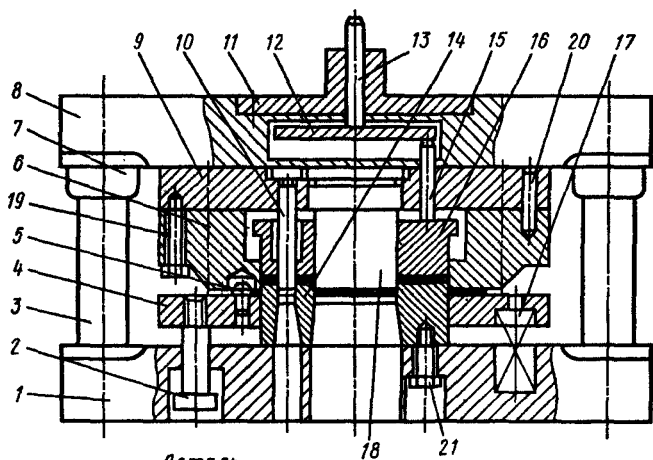


Рис. 5.21. Схема опилочного станка



Деталь

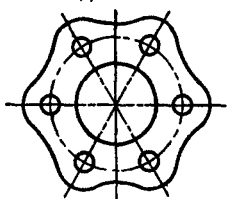


Рис. 5.22. Комбинированный штамп совмещенного действия

другой плите. Последовательность технологического процесса сборки зависит от конструкции штампа. Например, сборка комбинированного штампа совмещенного действия (рис. 5.22) состоит из следующих операций.

1. Установка пуансономатрицы 14 на плите 1; разметка отверстий под болты 21 и провальные отверстия.

2. Сверление и зенкерование отверстий под болты 21 и провальные отверстия.

3. Установка пуансономатрицы 14 на плиту 1 и закрепление болтами 21.

4. Посадка съемника 4 на пуансономатрицу 14 с установкой между съемником и плитой мерных плиток; разметка на плите через съемник отверстия под пружины 17 и винты 2.

5. Сверление и развертывание отверстий под штифты и прессование штифтов.

6. Сверление и зенкерование гнезд под пружины 17, сверление под винты 2 съемника.

7. Установка матрицы 6 на пуансономатрицу 14 с прокладкой между ними фольги по величине технологического зазора и мерных плиток между матрицей 6 и плитой 1; ввертывание центра переводника в матрицу 6, посадка плиты 8 с втулками 7 на колонки 3 и разметка отверстий под крепежные болты 19 и штифты 20.

8. Сверление отверстий под болты 19 в плите 8.

9. Установка пуансонодержателя 9 в сборе со всеми пуансонами 10 и 18 на плите 8 на колонки 3, центрирование всех пуансонов по пуансономатрице и затягивание болтов.

10. Сверление и развертывание отверстия под контрольные штифты в пуансонодержателе и плите 8 через отверстия в матрице; запрессование штифтов.

11. Установка шпильки 13 толкача 11 в отверстие плиты 8, планки 12 в гнезда, штифта 15 и выталкивателя 16 на место; установка матрицы на штифты и затяжка болтами.

12. Посадка пружины 17 в гнездо плиты 1, упора 5 в съемник 4, съемника на пуансономатрицу и крепление болтами 2.

13. Испытание штампа на прессе.

6. КОНСТРУКЦИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ФОРМ ДЛЯ ЛИТЬЯ

6.1. ТИПОВЫЕ УЗЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИЙ ФОРМ ДЛЯ ЛИТЬЯ

Пресс-формы для литья под давлением состоят из неподвижной части, закрепляемой на литниковой втулке литейной машины и подвижной, присоединяемой болтами к подвижному формодержателю запирающего механизма машины (рис. 6.1).

Подвижная часть включает крепежную плиту 1 подвижной полуформы, стойку 2, подвижную обойму 6 с вкладышем 15 и стержнем 8, плиту выталкивателей 3 с крышкой 4, контролкателем 5 и выталкивателем 16. Подвижная обойма 6 перемещается по направляющей колонке 7, а плита выталкивателей — по направляющей колонке 17.

Неподвижная часть включает оформляющий вкладыш 9 неподвижной полуформы, крепежную плиту 10, стержень 11, втулку 12 камеры прессования, обойму 13 неподвижной полуформы, рассекатель 14, боковой стержень 18.

Основные детали пресс-форм, соприкасающиеся с расплавленным металлом, изготовляют из высоколегированных сталей и обрабатывают с параметрами шероховатости $Ra = 1,25 \dots 0,32$ мкм.

Способы крепления вкладышей матриц и пуансонов форм для литья под давлением показаны на рис. 6.2.

Для удаления боковых стержней 1, перпендикулярных направлению разъема пресс-формы, применяют клиновые механизмы (рис. 6.3, а). Угол клина 4 должен быть не более 15° , в про-

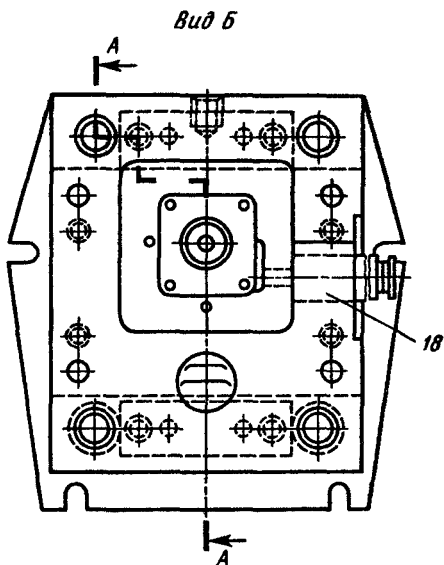
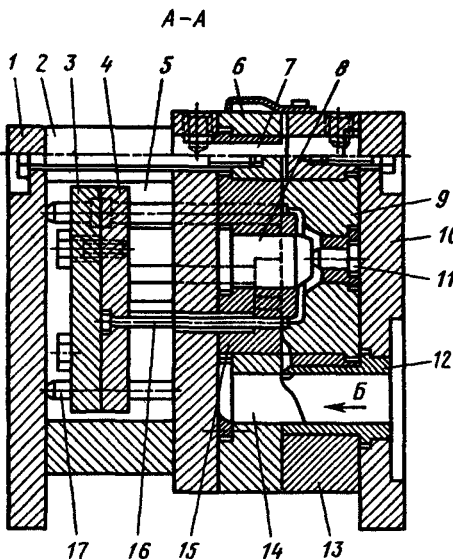


Рис. 6.1. Пресс-форма для литья под давлением

6.1. Перечень типовых узлов и деталей форм для литья

Номер	Наименование
1	Колонки направляющие, втулки направляющие, колонки опорные, опоры направляющих колонок и втулок, направляющие и опорные детали пресс-форм и форм для литья под давлением
2	Блоки универсальные, пакет быстросменный, постаменты, втулки литниковые, выталкиватели, замки для запираания ползунов, клинья для ползунов, колонки возврата, матрицы квадратные, матрицы цилиндрические, упоры пресс-форм для литья под давлением
3	Детали и узлы пресс-форм для выплавляемых моделей

В табл. 6.1 приведен перечень стандартов на типовые узлы и элементы конструкций форм для литья.

В условиях серийного и мелкосерийного производства рекомендуется использовать стандартные детали, механизмы и блоки пресс-форм.

На рис. 6.4 изображен стандартный универсальный блок. Неподвижная часть блока включает неподвижную плиту крепления 1 и неподвижную обойму 2, в которой располагаются элементы неподвижной полуформы. Подвижная часть блока состоит из подвижной обоймы 3, в которой располагаются элементы подвижной полуформы, плиты подкладной 4, стойки 5, подвижной плиты крепления 6, плиты выталкивателей 7, плиты съема 8. Подвижные части блока зафиксированы относительно неподвижных следующими элементами: 9 — упор, 10 — втулка, 11 — колонка, 12 — колонка возврата, 13 — втулка, 14 — колонка. Основные размеры универсальных блоков приведены в табл. 6.2.

На рис. 6.5 показаны конструкции квадратных матриц и цилиндрических матриц, а в табл. 6.3 — показаны их формы и основные размеры.

Исполнительные размеры оформляющей полости пресс-формы определяются с учетом усадки литейного сплава. Расчетные схемы, наименование размеров и расчетные формулы для определения величины исполнительных размеров приведены в табл. 6.4. В формулах табл. 6.4 даны обозначения: L_0 — номинальный размер отливки, мм:

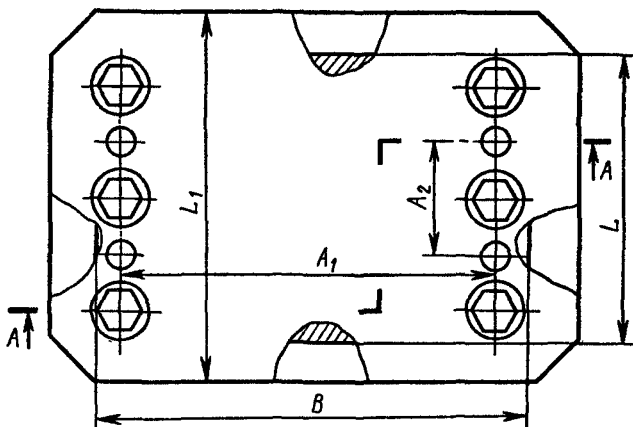
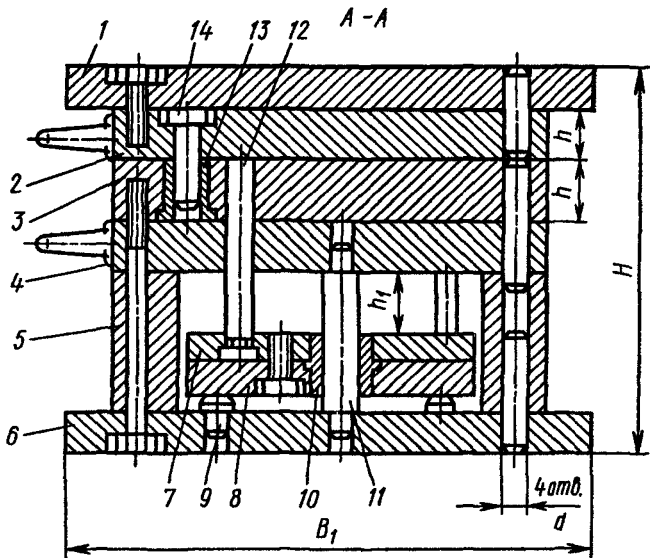


Рис. 6.4. Блок универсальный

K_p — коэффициент расчетной усадки, %; δ — допуск на размер отливки, мм; δ_1 — допуск на несоосность отдельных частей прессформы, мм. Значения коэффициента K_p расчетной усадки для различных сплавов даны в табл. 6.5.

6.2. Размеры универсальных блоков пресс-форм литья под давлением, мм

L	B	L_1	B_1	A_2	A_1	h	h_1	H	d								
250	250	320	320	150	220	40	50	280	12								
						60		320									
300	300	380	380	200	270	40		50		280	12						
						60				320							
320	320	400	400	220	280	40				50		280	12				
						60						320					
360	360	450	450	240	310	40						50		290	12		
						60								330			
						80								370			
400	400	500	500	280	350	60								50		350	12
						80										390	
440	440	530	530	320	390	60										50	
						80	420										
500	500	600	600	360	440	60	65		380								
						80		420									
						100		460									
530	530	630	630	390	470	60		65	390	16							
						80			430								
						100			470								
600	600	710	710	450	530	60			80		420	16					
						80					460						
						100					500						
630	630	750	750	480	560	80					80		460	16			
						100							500				
						125							550				

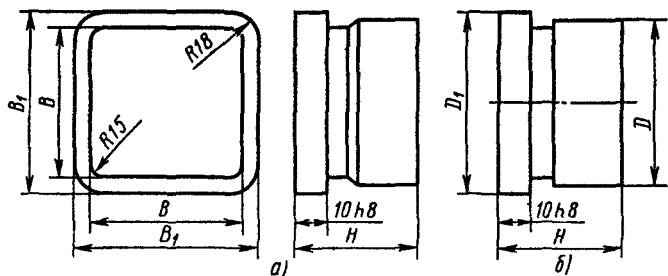
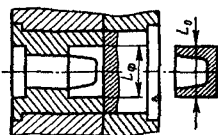
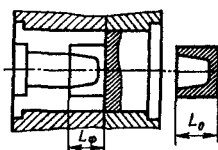
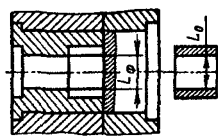
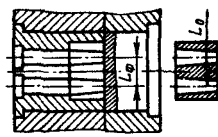
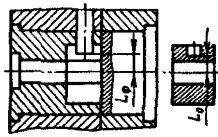


Рис. 6.5. Матрицы:
 а — квадратные, б — цилиндрические

6.3. Форма и размеры квадратных и цилиндрических матриц, мм

D	D_1	B	B_1	H	D	D_1	B	B_1	H
80	86	130	136	40	220	226	360	366	40
				60					60
				80					80
100	106	160	166	40	240	246	400	406	40
				60					60
				80					80
120	126	190	196	40	280	286	440	446	40
				60					60
				80					80
140	146	220	226	40	320	326	—	—	40
				60					60
				80					80
160	166	250	256	40	360	366	—	—	40
				60					60
				80					80
180	186	280	286	40	400	406	—	—	40
				60					60
				80					80
200	206	320	326	40	440	446	—	—	40
				60					60
				80					80

6.4. Формулы для расчета исполнительных размеров оформляющей полости пресс-формы

Расчетная схема	Размер отливки	Расчетная формула
	<p>Охваты- ваемый размер от- ливки, вы- полняемый в одной части пресс-фор- мы, не свя- занной с разъемом</p>	$L_{\phi}^{\pm \delta_{изг}} = L_0 \left(1 + \frac{K_p}{100} \right) - 0,7\delta$
	<p>Охваты- ваемый размер от- ливки, свя- занный с разъемом пресс-фор- мы</p>	$L_{\phi}^{\pm \delta_{изг}} = L_0 \left(1 + \frac{K_p}{100} \right) - 0,7\delta - \delta_1$
	<p>Охваты- вающий размер, оформляе- мый непо- движным стержнем</p>	$L_{\phi}^{-\delta_{изг}} = L_0 \left(1 + \frac{K_p}{100} \right) + 0,7\delta$
	<p>Межесе- вые рас- стояния</p>	$L_{\phi}^{\pm \delta_{изг}} = L_0 \left(1 + \frac{K_p}{100} \right)$
	<p>Размер между осью от- верстия и торцевой поверх- ностью бо- кового не- подвижно- го стержня</p>	$L_{\phi}^{\pm \delta_{изг}} = \left(L_0 - \frac{\delta_1}{2} \right) \times \left(1 + \frac{K_p}{100} \right)$

6.5. Усадка сплавов при литье под давлением

Сплавы		Линейная усадка K_p , %		
		Свободная	Смешанная	Затрудненная
Цинковые		1,00	0,50—0,65	0,30—0,45
Алюминиевые с содержанием Si, %	12	0,98	0,50—0,70	0,35—0,50
	4	1,20	0,55—0,75	0,45—0,60
Магниевого		1,25	0,60—0,75	0,50—0,70
Латуни		1,30	0,65—0,85	0,55—0,80
Стали углеродистые		1,6	0,80—1,20	0,70—0,85

6.6. Материалы деталей форм для литья

Марка стали	HRC ₃	Применение
4X5B2ФС	54—57	Матрицы, вкладыши, вставки, щеки и литниковые втулки для цинковых, алюминиевых и магниевых сплавов
4X5MФ1С	51—53	
4X5MФС	51—53	
3X3M3Ф	48—51	Матрицы, вкладыши, вставки, щеки и литниковые втулки для медных сплавов
4X4BMФС	56—62	
3X2B8Ф	50—53	
У10А	49—53	Стержни, выталкиватели и рассекатели для цинковых сплавов
5ХНМ	54—57	
5ХНМ	54—57	Крупногабаритные стержни сложной конфигурации для цинковых сплавов
4ХМФС	54—56	
3X2B8Ф	50—53	Стержни, выталкиватели и рассекатели для алюминиевых или магниевых сплавов
4X5MФС	51—53	
3X2B8Ф	50—53	Стержни, выталкиватели и рассекатели для медных сплавов

6.2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ФОРМ ДЛЯ ЛИТЬЯ

Основные детали форм для литья, соприкасающиеся с расплавленным металлом, изготавливают из высоколегированных сталей, наиболее распространенные марки которых приведены в табл. 6.6.

Для получения отлитых деталей требуемого качества и обеспечения требуемой стойкости форм для литья под давлением основные детали обрабатывают по 8–10-му квалитетам точности с параметрами шероховатости $Ra = 1,25 \dots 0,32$ мкм.

Кроме того, большое значение на работоспособность форм для литья оказывают литейные уклоны поверхностей, расположенных перпендикулярно плоскости разъема или в направлении удаления стержня. Угол конусности уклонов для внутренних поверхностей, формируемых неподвижным стержнем (рис. 6.6, а), в два раза больше, чем поверхностей, оформляемых подвижным стержнем (рис. 6.6, б). Угол конусности уклонов для поверхностей, расположенных в неподвижной полуформе, в два раза больше, чем для поверхностей, оформляемых в подвижной полуформе (рис. 6.6, в). В противном случае при удалении стержня отливка может быть повреждена или останется в неподвижной полуформе.

Согласно техническим условиям на изготовление форм для литья под давлением все формообразующие поверхности деталей пресс-форм, соприкасающиеся с жидким металлом, после химико-термической обработки следует полировать.

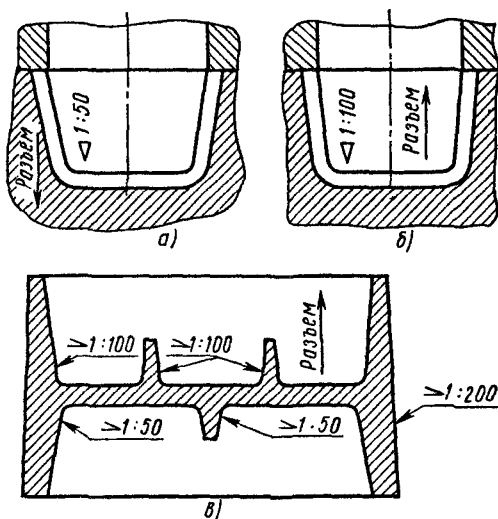


Рис. 6.6. Уклоны поверхностей деталей, получаемых литьем под давлением

При изготовлении форм для литья под давлением необходимо правильно выдержать допуски на размеры рабочих деталей, обеспечить определенные припуски на износ рабочих поверхностей, оптимальные зазоры между движущимися частями, высокую чистоту обработки сопрягаемых поверхностей рабочих деталей, отсутствие перекосов и заеданий в процессе работы.

В табл. 6.7 приведены методы обработки формующих деталей

6.7. Техническая характеристика и область применения методов получения фасонных поверхностей

Метод получения	Допуск, мм	Ra, мкм	Область применения
Фрезерование на универсально-фрезерных станках при ширине детали, мм: до 120 120—180	0,1 0,2	10—2,5	Открытые фасонные поверхности; закрытые фасонные поверхности, имеющие форму тел вращения
Фрезерование на радиусно-фрезерных станках	0,1	10—2,5	Горизонтальные радиусные выемки и выступы
Фрезерование на копировально-фрезерных станках и на станках с программным управлением	0,05—0,2	5	Сложные криволинейные поверхности
Фасонное обтачивание и растачивание	0,05	2,5—0,8	Фасонные поверхности, имеющие форму тел вращения
Литье по выплавляемым моделям в керамические формы	0,25—0,4 % от номинала	10—2,5	Сложные фасонные поверхности
Порошковая металлургия	0,2	1,25	Матрицы со сложным рельефом симметричного и асимметричного профиля при отношении глубины к диаметру более 3
Гальванопластика	Точность модели	1,25—0,16	Сложные фасонные выпукло-вогнутые поверхности тонкого сечения небольшой глубины; глубокие и узкие отверстия

Метод получения	Допуск, мм	Ra, мкм	Область применения
Электроимпульсная обработка: обычная с использованием высокочастотного генератора	0,2 0,1	20 2,0	Обработка фасонных поверхностей в деталях повышенной твердости (свыше HRC, 42). Прошивка сложноконтурных щелей и окон в труднодоступных местах
Электрохимическая обработка	0,05—0,3	1,25—0,32	Чистовая обработка замкнутых фасонных поверхностей с плавными переходами окон
Обработка вращающимися напильниками	0,2	1,6	Обработка сложных поверхностей по шаблону в деталях с твердостью до HRC, 42
Обработка шлифовальными машинками	0,1	1,25—0,63	Чистовая обработка сложных поверхностей по шаблону в термически обработанных деталях
Профильное шлифование на станках: универсальных специальных координатно-шлифовальных	0,01	1,25—0,63	Шлифование открытых фасонных поверхностей
	0,02	1,25—0,63	Шлифование закрытых фасонных поверхностей по копирам
	0,01	1,25—0,63	Шлифование закрытых поверхностей, состоящих из сочетания дуг и прямых

форм для литья под давлением, штампов и пресс-форм, позволяющие получить требуемые конфигурацию, размеры и параметры шероховатости обрабатываемых поверхностей.

7. КОНСТРУКЦИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ПРЕСС-ФОРМ

7.1. ТИПОВЫЕ УЗЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ ПРЕСС-ФОРМ

Пресс-формы предназначены для формирования изделий из пластмасс и металлокерамических изделий.

Основной составной частью пластмасс являются полимеры, которые в период формования изделий находятся в пластическом или вязкотекучем состоянии, а при эксплуатации — в стеклообразном или кристаллическом. В зависимости от температурного характера затвердевания полимеров пластмассы могут быть термопластичными и термореактивными.

Термопластичные пластмассы при нагревании приобретают пластические свойства или расплавляются, а при охлаждении возвращаются в твердоупругое состояние. Повторное нагревание вновь приводит к пластичности.

Термореактивные пластмассы при нагревании переходят в пластическое состояние с дальнейшим необратимым затвердеванием и приобретением упругих свойств. При повторном нагревании они остаются твердыми или сгорают не расплавляясь.

Пластмассы могут целиком состоять из полимера, но в основном пластмасса является композицией полимера, пластификатора, наполнителя и красителя. В табл. 7.1 приведены виды пластмасс, используемых в различных отраслях промышленности, технологическая оснастка, используемая для их формования, характеристика способов формования пластмасс и виды изготавливаемых деталей.

Для формования термопластов без наполнителя и термореактивных пластмасс используют пресс-формы для литья под давлением (рис. 7.1). Формование термопластичных пластмасс производят методами дутьевого формования (рис. 7.2) или вакуумного формования (рис. 7.3).

Основные способы переработки пластмасс — литье под давлением и прессование. *Литые и прессованные детали имеют гладкие поверхности с параметрами шероховатости $Ra = 1,25 \dots 0,08$ мкм, размеры в пределах 11 — 13-го квалитетов точности и почти не требуют обработки резанием.* Для литья и прессования используют сырье в виде гранулированных термопластов и термореактивных порошков, а также в виде термопластичного листового материала.

С целью унификации деталей пресс-форм, используемых в мелкосерийном и серийном производстве, разработаны стандарты на основные виды пресс-форм и на детали пресс-форм, которые приведены в табл. 7.2.

7.1. Способы переработки пластмасс

Детали	Перерабатываемый материал	Технологическая оснастка и характеристика способа
Простой и сложной формы с толщиной стенки 1—4 мм и габаритами не более 500 × 500 мм	Термопласты без наполнителя: полиэтилен, полистирол, капрон, лавсан, полиуретан и др.	Литье под давлением в пресс-формах с водоохлаждением (см. рис. 7.1). Расплавленный материал подается под давлением 50—250 МПа в пресс-форму, при раскрытии которой изделие автоматически выталкивается
Коробчатые и плоские с толщиной стенок 0,5—20 мм и габаритами не более 200 × 300 × 100 мм	Термореактивные пластические материалы с порошковыми наполнителями: волокниты, аминопласты, стекловолокниты, текстолиты	Прямое (компрессионное) прессование в съемных пресс-формах без обогрева и стационарных с обогревом осуществляется в матрицах, нагретых до 130—180 °С, имеющих загрузочную камеру и пуансон, через который передается давление 15—30 МПа. Избыток материала отжимается по плоскости разъема
Сложной формы с тонкими сечениями (до 0,3 мм) и локальными утолщениями (до 20—25 мм) и габаритами не более 150 × 150 × 100 мм	Термореактивные материалы с порошковыми и мелковолокнистыми наполнителями	Литьевое прессование в стационарных обогреваемых пресс-формах. Закрытие пресс-формы происходит при опускании верхнего пуансона, а заливка пластмассы, предварительно расплавленной в загрузочной камере, осуществляется при подъеме нижнего прессующего поршня
Тонкостенные коробчатые открытого типа	Термопластичный листовой материал толщиной не более 4 мм	Дутьевое (пневматическое) прессование негативное (см. рис. 7.2, а) или позитивное (см. рис. 7.2, б) осуществляется под давлением сжатого воздуха на предварительно разогретый до размягченного состояния листовой материал
Крупногабаритные панельного типа высотой 100—160 мм	Термопластичные листовые материалы толщиной не более 2,5 мм	Вакуумное формование (см. рис. 7.3), при котором деталь оформляется вакуумным всасыванием предварительно размягченного листа в матрицу и выталкивается сжатым воздухом

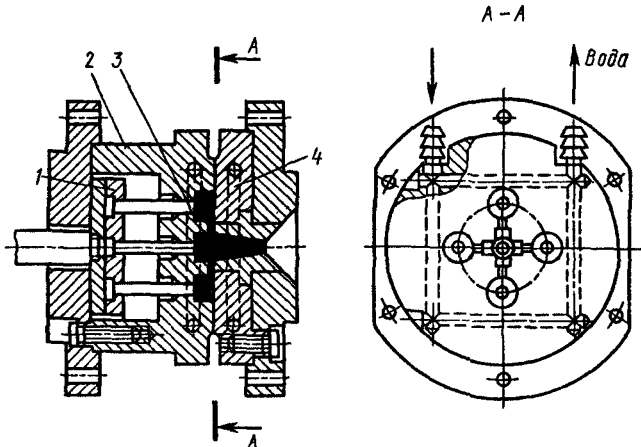


Рис. 7.1. Водоохлаждаемая четырехместная пресс-форма для литья под давлением:

1 — выталкивающая система, 2 — матрица, 3 — изделие, 4 — пуансон

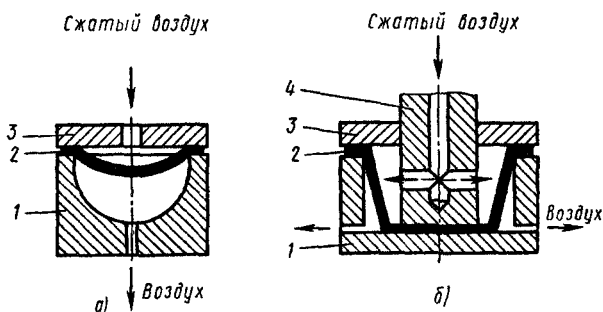


Рис. 7.2. Схемы дутьевого формования:

а — свободного, б — направленного; 1 — матрица, 2 — изделие в процессе формирования, 3 — прижимная плита, 4 — пуансон

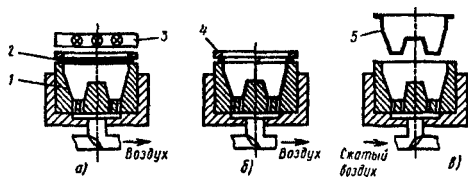


Рис. 7.3. Схема установки для вакуумного формования: а — разогрев листа, б — отсос воздуха, в — выталкивание изделия сжатым воздухом; 1 — матрица, 2 — заготовка, 3 — плита разогрева, 4 — прижимная плита, 5 — готовое изделие

7.2. Перечень типовых узлов и деталей штампов

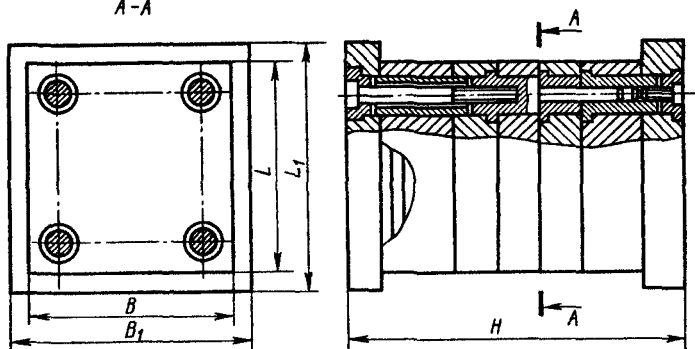
Номер	Наименование
1 20934—75	Блоки и комплектующие изделия сменных пресс-форм прямого прессования изделий из реактопластов
2 22082—76	Пресс-форм-заготовки, детали-заготовки и детали пресс-форм для литья термопластов под давлением
3	Плиты-заготовки и комплектующие изделия съемных пресс-форм для изготовления резинотехнических изделий. Блоки
4	Пресс-формы съемные, блоки пресс-форм для изготовления резинотканевых изделий
5	Пресс-формы и детали пресс-форм для изготовления круглых колец круглого сечения
6	Блоки двух- и трехкассетных пресс-форм для изготовления резинотехнических изделий
7	Пакеты трехкассетных пресс-форм
8	Пресс-формы съемные этажные и одноместные
9	Блоки двух- и трехкассетных пресс-форм
10	Пакеты съемных многоместных пресс-форм
11	Пресс-формы для изготовления изделий из пластмасс. Общие технические условия

В табл. 7.3 даны конструкция и основные размеры пресс-формы-заготовки с плитой съема и плитой выталкивателей для литья термопластов под давлением (ГОСТ 22064—76), а в табл. 7.4 приведены конструкции и основные размеры некоторых стандартных деталей пресс-форм.

Металлокерамические изделия изготавливают путем формования их методами порошковой металлургии из металлических порошков или их смесей с неметаллическими материалами без расплавления основного компонента. Формование представляет собой получение из порош-

7.3. Основные размеры пресс-форм заготовок, мм

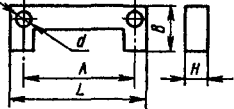
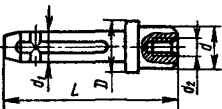
A-A

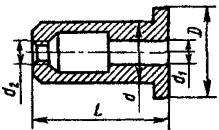
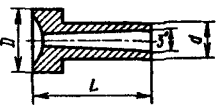
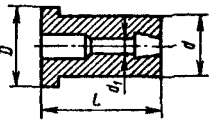


<i>L</i>	<i>L</i> ₁	<i>B</i>	<i>B</i> ₁	<i>H</i>
160	200	125	220	200, 211, 221, 232, 240
		160		
		140		
180		180	300	
		160		
200	200			
	180			
	220			
220	220	200	320	
		250		
250	250	220		
	320	280		
	450	250		
280	280	320	450	232, 243, 251, 262, 272, 283
	450	280		
	320	250		
320	320	320		
	450	320		
	360	280	600	314, 323, 335, 344, 374, 383
	450	360		
360	360	320		
	450	360		
	600	400		
400	400	400		

L	L_1	B	B_1	H
450	450	360	450	341, 350, 362, 371, 401, 410
	600	450	600	
500	500	400		
	600	500		

7.4. Конструкции и основные размеры деталей пресс-форм для литья термопластов, мм

Наименование и форма	L	B	$d(H9)$	A	$H(h6)$		
Стойки 	160	28	20	125	50, 60, 70, 80		
	180	33		140			
	200	38	25	160			
	220	38		186			
	250	48	32	200	70, 80, 90, 110		
	280			220			
	320	58	32	250			
	360	67	40	280			
	400	77		320			
	450	86	50	360			
	500	96		400			
	Колонки направляющие 	D	d (J,6)	d_1 (f7)		d_2	L
		25	20	12		M8	60, 70, 80, 100, 110, 120, 130
		32	25	16		M10	
40		32	20	M12			
48		40	28	M16	80, 100, 120, 130, 140, 150, 160, 170		
60		50	36	M20			

Наименование и форма	L	B	$d(H9)$	A	$H(h6)$
Втулки направляющие 	D	$d(h6)$	$d_1(H7)$	d_2	L
	25	20	12	M8	30...110 через 10
	32	25	16	M10	30...90 через 10
	40	32	20	M12	40...90 через 10
	48	40	28	M16	55, 65, 80, 90, 100, 110
	60	50	36	M20	60, 70, 80, 90, 110
Втулки литниковые 	D	$d(n6)$	L		
	32	16	33, 36, 42, 45, 53, 56, 62, 65		
	40	20	41, 45, 52, 56, 63, 67, 71, 75, 83, 87		
	50	25	50, 56, 59, 65, 70, 76, 90, 96		
Втулки центральные 	D	$d(n6)$	$d_1(H7)$	L	
	20	16	6	22, 25, 33, 36, 42, 45, 53, 56	
	25	20	8	21, 25, 32, 36, 41, 45, 52, 56, 71, 75	
	32	25	16	30, 36, 39, 45, 50, 56, 69, 75	

ка изделия определенной формы и размеров, обладающего такой прочностью, чтобы его можно было извлечь из формирующей полости и подвергнуть дальнейшей обработке. Процесс формования характеризуется величиной давления или давления и температуры. В первом случае формование ведется путем холодного прессования на гидравлических или кривошипных прессах при усилии 200—2000 кН. Давление прессования выбирают в зависимости от заданной плотности изделия в пределах 15—1500 МПа. Уплотнение порошка начинается с момента приложения давления, продолжаясь при непрерывном его повышении. При достижении максимального давления достигается максимальная плотность изделия, при которой происходит механическое зацепление

7.5. Режимы прессования и спекания конструкционных материалов

Материал	Давление прессования, МПа	Режим спекания		
		Среда	Температура, °С	Время, мин
Железо восстановленное (АПЖМ)	600—700 (1-е прессование) 700—800 (2-е прессование)	Водород	900 (1-е спекание)	60
			1150—1200 (2-е спекание)	60—180
Железо, пропитанное латунью (АЖМЛ-20) и медью (АЖМ-20)	600—700 (1-е и 2-е прессование)	Водород (брикет пористый)	1000—1500	30—50
		Природный газ	950—1120	10—15 на 10 мм толщины
Сталь хромистая (0,6 % С, 10—12 % Cr)	600—700 (1-е и 2-е прессование)	Герметичные коробки-кассеты	1050—1100 (1-е спекание)	120—180
			1150—1200 (2-е спекание)	90—120
Латунь ЛС59-1 Бронза оловянная (10 % Sn)	200—250	Диссоциированный аммиак, угольная за-сыпка	720—740	120—180
Алюминий + 12—13 % Al ₂ O ₃	500—800	Воздух	600	30
Хром	100 (гидростатическое)	Водород	1600	600

7.6. Режимы прессования и спекания твердых сплавов

Материал	Давление прессования, МПа	Режим спекания			
		Среда	Температура, °С	Время, мин	Усадка, %
Титан	30	Воздух	1050—1100	60—120	15—20
T14K8	100—200		1250—1300	60—120	20—25
ВК3	60—200	Защитная	1-й этап 900—1150	120—180	20—30
			2-й этап 1480		
ВК6			1450		
ВК15			1360		

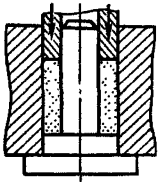
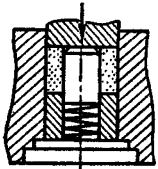
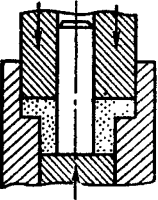
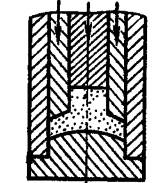
частиц между собой и создается прочность изделия, достаточная для проведения дальнейших операций.

После прессования изделия подвергаются спеканию при температурах 0,67—0,75 температуры плавления основного компонента металлокерамической смеси. В табл. 7.5 приведены режимы прессования и спекания конструкционных материалов, а в табл. 7.6 — твердых сплавов.

В табл. 7.7 даны схемы способов прессования в зависимости от сложности конфигурации металлокерамических изделий.

На рис. 7.4 изображена схема пресс-формы с подвижной матрицей и подпружиненной нижней траверсой 20. В верхней плите 1 закрепляются штанги 2, упоры 3, а также верхний пуансон 4 накладками 5. Порошок 8 засыпается из бункера 9 при помощи кассеты-питателя 10 в подвижную матрицу 16, подпружиненную пружинами 13 подвески матрицы. При заполнении матрицы 16 порошком ее зеркало находится на уровне неподвижного стола корпуса 19 пресс-формы, а при прессовании она садится на упоры корпуса или останавливается, не доходя до них (в зависимости от условий прессования). Окончательно спрессованное изделие 11 формируется верхним 4 и нижним 12 пуансонами, матрицей 16 и стержнем 14, установленным в упоре траверсы 15. Нижний пуансон 12 закрепляют накладками 17 на траверсе 20, которая в конце прессования опирается на подпружиненные стаканы 18. Выход стаканов регулируется специальными гайками 22, которые несут нагрузку подпорных пружин 21. При прессовании траверсы, сжимая подпорные пружины, садится на нерегулируемый постоянный упор 15. После окончания прессования подпружиненная нижняя траверса 20 поднимается и выталкивает изделие 7

7.7. Способы прессования изделий

Вид прессования	Характеристика	Детали
<p>Одностороннее</p> 	<p>Плотность заготовок по высоте неравномерная</p>	<p>Изделия плоские с неизменным сечением по высоте, ограниченные двумя параллельными плоскостями, перпендикулярными направлению прессования; без отверстий; с одним или несколькими отверстиями в направлении прессования (шестерни, кулачки и т. д.)</p>
<p>Одностороннее с подвижным стержнем или матрицей</p> 	<p>Плотность заготовок по всему сечению изделия повышенная</p>	<p>Изделия с неизменными сечениями по высоте, ограниченные двумя параллельными плоскостями с одним или несколькими отверстиями в направлении прессования при отношении высоты изделия к минимальной толщине стенки больше 8—10</p>
<p>Двустороннее</p> 	<p>Требуется специальное прессовое оборудование. Плотность заготовок по высоте неравномерная</p>	<p>Втулки с наружным или внутренним буртом или изделия, подобные втулкам и имеющие сложную конфигурацию в плане (шестерни, кулачки)</p>
<p>Сложное (несколькими пуансонами)</p> 	<p>Требуется специальное прессовое оборудование. Плотность заготовок равномерная</p>	<p>Изделия, имеющие по высоте несколько наружных и внутренних переходов в направлении усилия прессования, а также ограниченные непараллельными и криволинейными поверхностями</p>

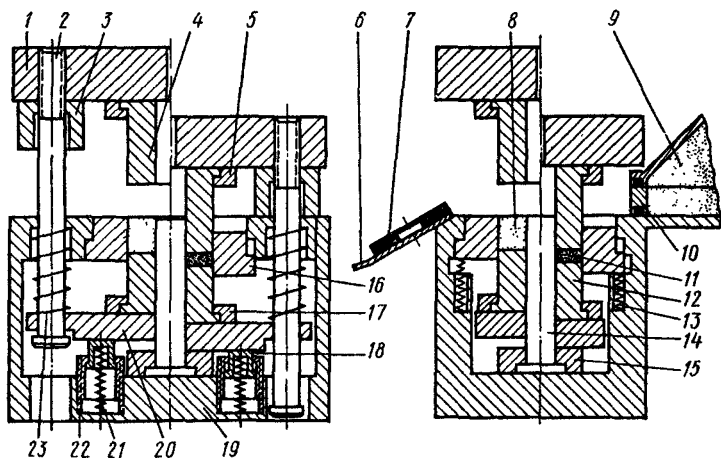


Рис. 7.4. Схема пресс-формы с подвижной матрицей и подпружиниванием нижней траверсы

из матрицы на лоток 6. Возврат траверсы после выталкивания изделия осуществляется пружиной 23.

Особенностью конструкции пресс-форм для изготовления изделий с наружным или внутренним буртом является наличие регулирующих элементов и устройств, позволяющих изменять высоту засыпки различных сечений детали. Это необходимо из-за того, что применяемые в металлокерамическом производстве порошки могут иметь при одинаковом составе различных насыпной вес, колеблющийся в достаточно больших пределах.

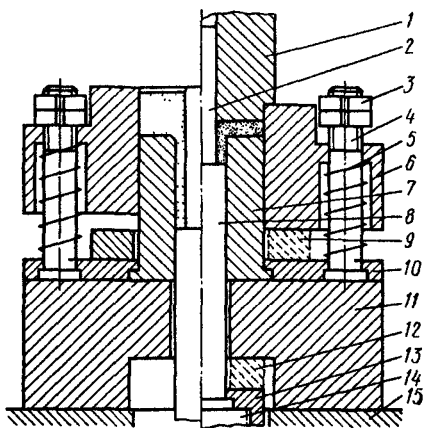


Рис. 7.5. Схема пресс-формы для прессования изделия типа втулки с буртом

На рис. 7.5 дана схема конструкции рабочих элементов пресс-формы для прессования изделий типа втулки с буртом. Здесь 1 — верхний пуансон, 2 — стержень, 3 — регулировочная гайка, 4 — стойка, 5 — пружина, 6 — корпус матрицы, 7 — нижний неподвижный пуансон, 8 — нижний подвижный пуансон, 9, 12 — убираемые упоры, 10, 13 — накладки для за-

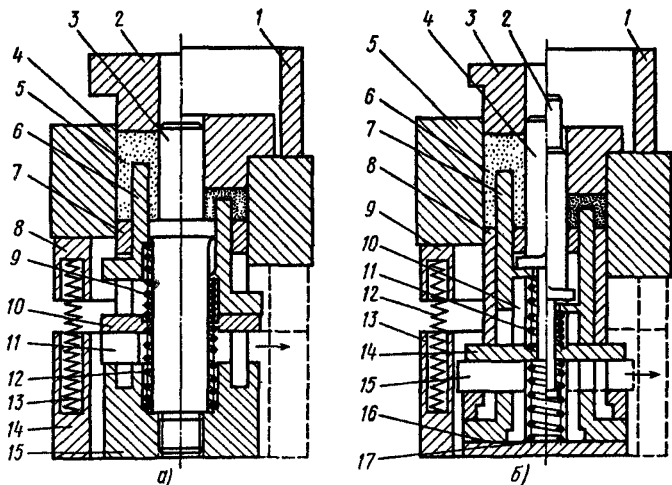


Рис. 7.6. Схемы пресс-форм для прессования изделий с кольцевым пазом:

а — схема с неподвижным стержнем и извлечением пуансона кольцевого паза передачей усилий через матрицу, *б* — схема с подвижным стержнем и извлечением пуансона кольцевого паза передачей усилий через стержень

крепления стоек и пуансонов, *11* — основание, *14* — выталкиватель, *15* — плита пресс-формы. Прессование производится при неподвижном пуансоне *7* с приложением усилий к пуансонам *1* и *8*, пропорциональных площади проекций элементов прессуемой детали. Высота засыпки порошка регулируется гайками *3*.

При прессовании изделий, имеющих по высоте несколько наружных и внутренних переходов, используют пресс-формы с составными верхними и нижними пуансонами. На рис. 7.6 приведены схемы пресс-форм для прессования изделий с кольцевым пазом. Пресс-форма, показанная на рис. 7.6, *а*, включает следующие детали: *1* — подставка, *2* — верхний пуансон, *3* — стержень в комбинации с внутренним нижним пуансоном, *4* — матрица, *5* — порошок, *6* — пуансон, формирующий кольцевой паз, *7* — наружный нижний пуансон, *8* — подвижный элемент подставки, *9* — пружина, *10* — траверса, *11* — клинья упора пуансона кольцевого паза, *12* — пружина траверсы, *13* — пружина подставки, *14* — основание пресс-формы, *15* — вкладыш основания. В пресс-форме этой конструкции стержень *3* неподвижный и является комбинацией стержня и внутреннего пуансона. На нем имеется гайка (на схеме не показана), регулирующая положение среднего пуансона *6*, служащего для формирования кольцевого паза. Наружный нижний пуансон *7* имеет прорези, в которые входят выступы подвижного пуансона *6* и траверсы *10*. При прессовании траверса опирается на

съемные клинья 11, которые при выталкивании убираются, и матрица 4, сталкиваемая с детали, упираясь в выступы пуансона 6, извлекает его из кольцевого паза.

Пресс-форма, работающая по второй схеме (рис. 7.6, б), содержит следующие детали: 1, 3 — надставки, 2 — верхний пуансон, 4 — стержень, 5 — матрица, 6 — порошок, 7 — пуансон, формирующий кольцевой паз, 8 — наружный нижний пуансон, 9 — подвижный элемент надставки, 10 — внутренний нижний пуансон, 11 — пружина, 12 — пружина надставки, 13 — основание надставки, 14 — траверса, 15 — клинья упора пуансона, 16 — основание пресс-формы, 17 — пружина траверсы. В этой пресс-форме стержень 4 подвижный и имеет выступы, входящие в пазы внутреннего неподвижного пуансона 10. В эти же пазы входят выступы пуансона 7, формирующего кольцевой паз. Наружный неподвижный пуансон 8 также имеет пазы для клиньев 15, играющих такую же роль, как и в пресс-форме, приведенной на рис. 7.6, а. Регулировка положения среднего пуансона выполняется с помощью гайки, установленной на штоке стержня 4 (на схеме не показана). Выталкивание пуансона 7 производится с помощью стержня 4, выступы которого опираются на выступы пуансона 7.

7.2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ПРЕСС-ФОРМ

Пресс-формы для пластмассовых изделий и для прессования металлических порошков должны удовлетворять следующим требованиям: обеспечивать получение деталей с заданными размерами и шероховатостью поверхностей, воспринимать высокие нагрузки, иметь хорошую износостойкость.

При изготовлении пресс-форм необходимо правильно выдерживать допуски на размеры рабочих поверхностей, оптимальные зазоры между движущимися частями, требуемые параметры шероховатости сопрягающихся поверхностей рабочих деталей. Перекосы и заедания в процессе работы должны отсутствовать.

Эксплуатационные качества пресс-форм зависят от свойств материала матрицы и пуансона пресс-формы, их термической и гальванической обработки, а также от шероховатости и точности обработки сопряженных поверхностей деталей. Материалы для деталей пресс-форм, предназначенных для изделий из пластмасс, приведены в табл. 7.8, а пресс-форм для металлокерамических изделий — в табл. 7.9.

Для изготовления матриц пресс-форм для металлокерамических изделий используют также твердые сплавы ВК6, ВК8, ВК11, ВК15, что позволяет увеличить стойкость матриц в 15—20 раз по сравнению с матрицами из азотируемых сталей.

Твердые сплавы, обладая высокой прочностью на сжатие, плохо работают на растяжение. Поэтому твердосплавные матрицы всегда стя-

7.8. Рекомендуемые материалы основных деталей пресс-форм для пластмасс

Сталь	HRC ₃	Наименование деталей
У8А, 4Х13	51—53	Матрицы и пуансоны простого профиля, стержни
У8А, У10А	51—54	Стержни гладкие и резьбовые, рассекатели и втулки литниковые, втулки и колонки направляющие
У8А	54—57	Загрузочные камеры, заключенные в обойму; поршни к загрузочным камерам
Х13Г	50—54	Матрицы и пуансоны сложного профиля с тонкими выступами и пазами
4Х13, 20Х	50—51	Матрицы и пуансоны сложного профиля без выступов и пазов
12ХН3А	52—57	
38ХВФЮА	49—51	Матрицы и пуансоны сложного профиля с тонкими выступами и пазами, испытывающими высокое давление
10, армко	50—58	Матрицы и пуансоны, изготавливаемые холодным выдавливанием

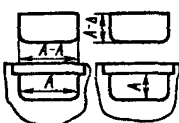
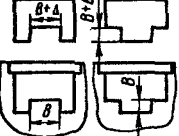
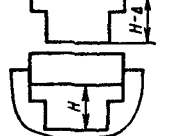
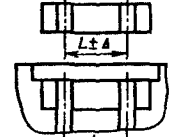
7.9. Рекомендуемые материалы основных деталей пресс-форм для металлокерамических изделий

Сталь	HRC ₃	Наименование деталей
У10А, У12А	63—64	Матрицы и пуансоны небольших размеров в мелкосерийном производстве
Х, 9ХС, ХВГ, 9ХВГ	63—66	Матрицы и пуансоны сложной формы в крупносерийном производстве
Х12Ф1, Х12Ф Х12М	63—66	Матрицы и пуансоны сложной формы, испытывающие большие механические нагрузки при повышенной твердости
3Х2В8Ф	63—65	Матрицы (при повышенных требованиях к износостойкости производят азотирование)

гивают обоймами. В качестве материала для обойм рекомендуются стали марок У10А, У12А, закаленные до твердости 38 HRC₃.

При изготовлении изделий в пресс-формах точность размеров опре-

7.10. Расчет размеров оформляющих элементов пресс-форм

Эскиз	Размер	Формула
	Ширина (высота) плоскости матрицы, оформляющей наружный контур	$A = \left(A_{\max} + \frac{A_{\max}K}{100} - 0,8\Delta \right)_{+\delta}$
	Диаметр (высота, ширина) отверстия	$B = \left(B_{\min} + \frac{B_{\min}K}{100} + 0,8\Delta \right)_{-\delta}$
	Высота оформляющего элемента матрицы, зависящая от толщины заусенца	$H = \left(H_{\max} + \frac{H_{\max}K}{100} - 0,8\Delta - C \right)_{+\delta}$
	Межцентровые расстояния	$L = \left(L_0 + \frac{L_0K}{100} \right) \pm \delta$

деляется усадкой прессуемого материала и точностью обработки матриц, пуансонов, стержней и других оформляющих элементов. Исполнительные размеры пресс-форм для изготовления пластмассовых изделий определяют с учетом усадки пластического материала и допусков на изготовление пресс-форм и на номинальный размер получаемой в этой пресс-форме детали (табл. 7.10).

В таблице в расчетных формулах использованы следующие обозначения: A — исполнительный размер элемента матрицы, оформляющего наружный контур детали; B — исполнительный размер элемента матрицы, оформляющего отверстие или наружный выступ; H — высота матрицы, зависящая от толщины заусенца; L — расстояние между осями стержней, оформляющих отверстия; A_{\max} , H_{\max} — максимально допустимые размеры элементов матрицы; B_{\min} — минимальный размер элемента матрицы; L_0 — номинальное межцентровое расстояние; K — расчетная линейная усадка пластического материала, %; Δ — допуск на размер

детали; δ — допуск на размер пресс-формы (для межосевых расстояний в 5 раз меньше допуска на размер детали); C — допускаемая толщина технологического заусенца.

Исходными данными для расчета исполнительных размеров пресс-форм для металлокерамических изделий являются следующие величины: размеры готового изделия (D — поперечный размер, d — размер отверстия);

допуски на размеры готового изделия ($ВП$ — верхнее предельное отклонение, $НП$ — нижнее предельное отклонение);

упругие последствия по линейным размерам после прессования (α_n — в процентах; l_n — в абсолютной величине);

усадка (или рост) по линейным размерам при спекании (β — в процентах; ε — в абсолютной величине);

припуск (положительный или отрицательный) на калибрование линейных размеров ($П_k$);

упругие последствия по линейным размерам после калибрования или допрессовки (α_k — в процентах; l_k — в абсолютных единицах).

Если величины упругих последствий и усадки (или роста) заданы в процентах, то пересчет абсолютных значений ведется по таким формулам:

$$l_n = \frac{\alpha_n A}{100}; \quad l_k = \frac{\alpha_k A}{100}; \quad \varepsilon = \frac{\beta A}{100},$$

где A — размер изделия, мм, для которого заданы α_n , α_k , β .

Номинальный размер полости матрицы равен

$$D_m = D + НП - l_n \pm \varepsilon \pm П_k - l_k,$$

где знак «+» применяют при положительном припуске на калибрование и при усадке размеров при спекании.

Причем при положительном припуске на калибрование изделие обжимается стенками матрицы, а если калибруют отверстие — стержнем; при отрицательном припуске изделие помещается в калибрующую полость с некоторым зазором и обжимается по высоте пуансонами.

Припуск на износ матрицы равен

$$\Delta D = ВП - НП - A_m,$$

где A_m — действительный допуск отверстия матрицы при ее изготовлении в абсолютном значении.

Номинальный размер рабочей части стержня

$$d_{ст} = d + ВП \pm l_n \pm \varepsilon \pm П_k \pm l_k,$$

а припуск на износ стержня

$$\Delta d = ВП - НП - A_{ст},$$

где $A_{ст}$ — действительный допуск стержня при его изготовлении в абсолютном значении.

Шероховатость поверхности деталей пресс-форм зависит от их служебного назначения. Поверхности формирующих деталей пресс-форм, соприкасающиеся с пресс-материалом, изготавливают с параметрами шероховатости $Ra = 0,16 \dots 0,04$ мкм. Направление штриха на формирующих деталях после полирования должно быть параллельно течению или движению материала прессуемой детали. Для предотвращения прилипания и схватывания пресс-материала рекомендуется формирующие поверхности хромировать (толщина покрытия $0,01 - 0,015$ мкм) и дважды полировать — до и после покрытия.

Рабочие поверхности деталей пресс-форм для металлокерамических изделий изготавливают индивидуальной подгонкой. Для снижения сил трения, возникающих при прессовании порошка и выталкивания спрессованных изделий, а также для предотвращения попадания частиц порошка между трущимися поверхностями рабочие поверхности формирующих деталей изготавливают с параметрами шероховатости от $Ra = 0,04$ мкм до $Rz = 0,05$ мкм.

Формирующие детали пресс-форм можно изготавливать двумя способами: методом взаимной подгонки и методом взаимозаменяемости.

Метод взаимной подгонки рекомендуется для обработки начисто деталей сложной формы. При этом методе сначала полностью изготавливают детали наиболее подверженные деформации при термической обработке, например, матрицы, а затем по ней подгоняют пуансоны. Детали со сложной формой поверхности, шлифование которой невозможно, обрабатывают окончательно по форме и размерам до термической обработки, после которой выполняют только доводку и полирование. При этом используют стали с минимальной деформацией, величину которой учитывают при обработке, и применяют изотермическую или ступенчатую закалку.

Детали, форма которых допускает применение шлифования, изготавливают, как правило, методом взаимозаменяемости.

Метод взаимозаменяемости рекомендуется для обработки деталей, форма которых допускает применение шлифования, например, матриц, показанных на рис. 7.7.

Обработка составных матриц с вертикальной плоскостью разъема ведется с использованием специальных технологических способов, облегчающих совмещение рабочего профиля половинок матрицы. После обработки плоскости разъема обе половинки матрицы соединяют с помощью контрольных штифтов и фиксируют с помощью технологических колец (рис. 7.8, а) или с помощью сварки (рис. 7.8, б). Рабочий профиль матрицы обрабатывают в собранном виде. Сначала обрабатывают внутреннюю поверхность, а затем, принимая ее за базу, обрабатывают наружную поверхность.

Прямоугольные матрицы с вертикальной плоскостью разъема также рекомендуется обрабатывать в собранном виде. После шлифования наружных поверхностей растачивают крепежные отверстия и обе поло-

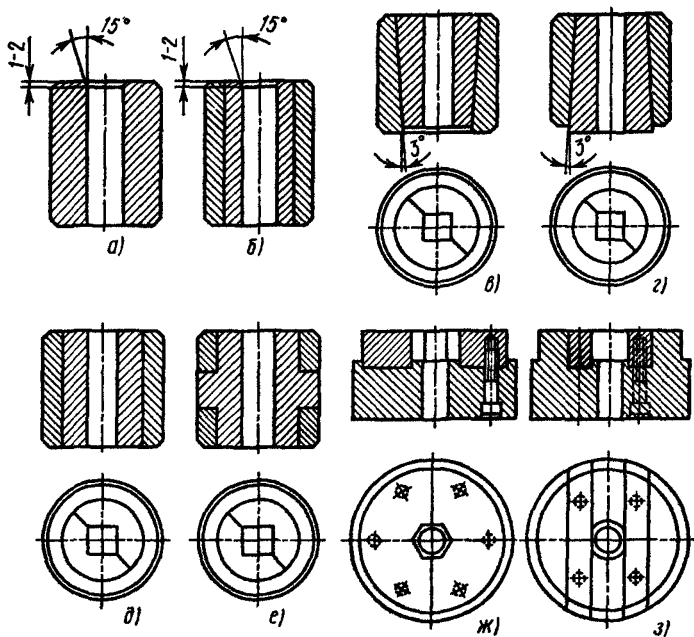


Рис. 7.7. Матрицы:

а — сплошная, *б* — составная цельная, *в*, *г* — разрезные съемные, *д*, *е* — разрезные несъемные, *ж*, *з* — сборные

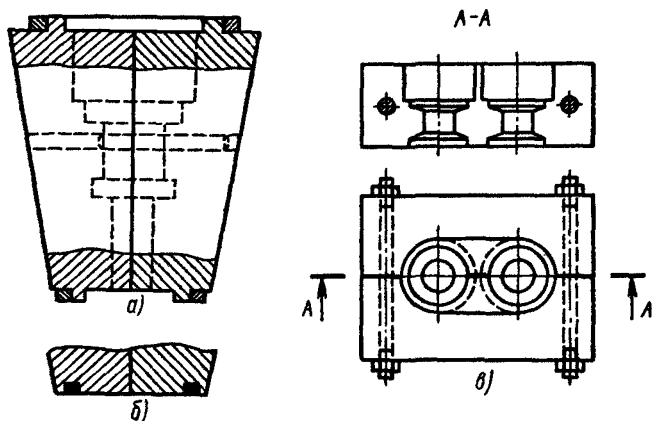


Рис. 7.8. Соединение половинок матрицы с вертикальной плоскостью разреза:

а — с помощью технологических колец, *б* — сваркой, *в* — болтами

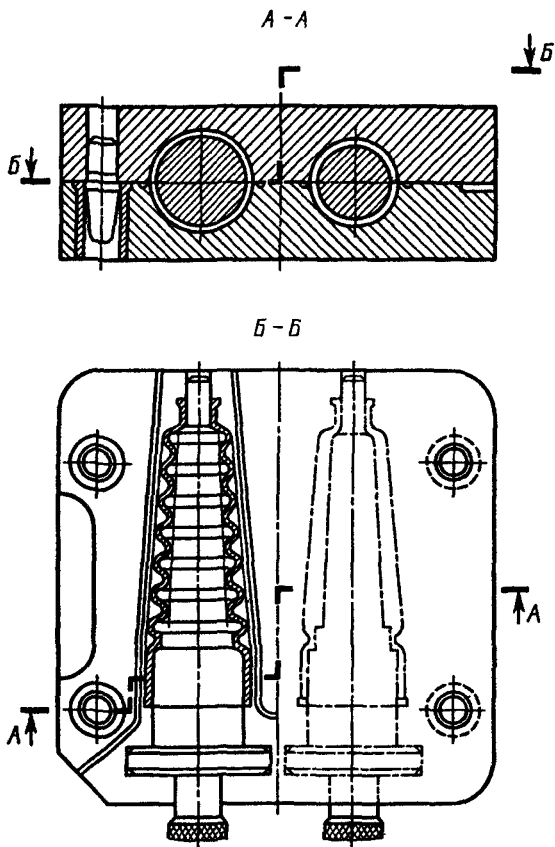


Рис. 7.9. Схема пресс-формы с горизонтальной плоскостью разъема

винки соединяют с помощью болтов (рис. 7.8, в), а затем обрабатывают рабочий профиль на расточных или токарных станках в зависимости от его формы. После обработки рабочего профиля и загрузочной камеры матрицу разбирают и обрабатывают наружные поверхности, подгоняя их по размерам обоймы.

Матрицы с горизонтальной плоскостью разъема (рис. 7.9) обрабатывают в такой последовательности: обработка начерно фасонной внутренней поверхности; обработка плоскости разъема и наружных поверхностей обеих половинок; расточка направляющих отверстий, которые используют в дальнейшем в качестве базы при установке матрицы в приспособление; сборка матрицы; обработка внутренних формирующих поверхностей предварительная; разборка матрицы; термическая обра-

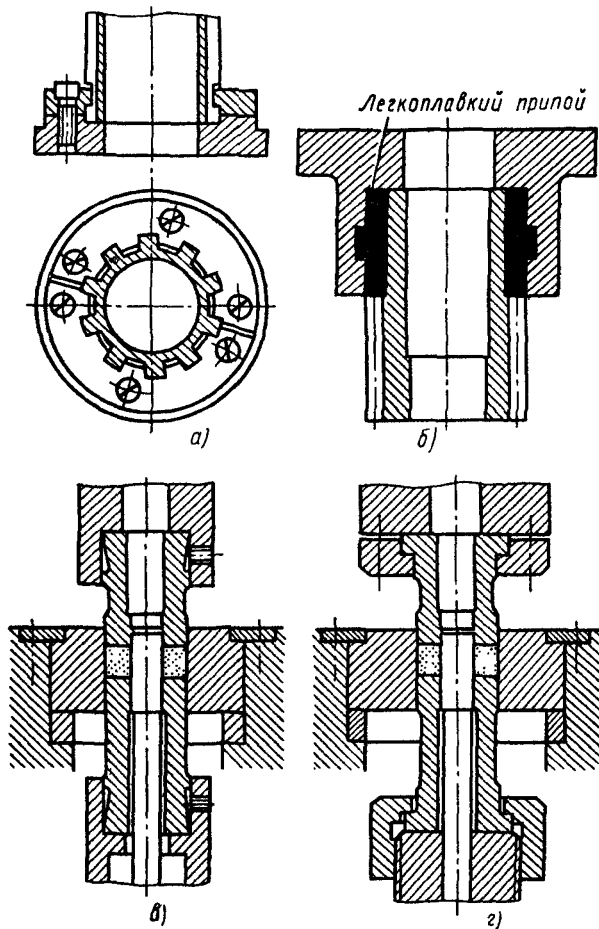


Рис. 7.10. Способы крепления пуансонов:

а — посредством разъемного кольца, б — с помощью легкоплавкого припоя, в — посредством установочных винтов и центрирования по переходной посадке, з — с помощью зажимной гайки или фланца

ботка; окончательная обработка направляющих отверстий; шлифование плоскостей разъема и наружных поверхностей; сборка и окончательная обработка формирующих поверхностей; хромирование и полирование рабочих поверхностей.

Пуансоны в основном подвергаются действию сжимающей нагрузки. Длинные пуансоны из-за неточности изготовления и перекосов движущихся частей пресса могут испытывать действие изгибающих нагрузок,

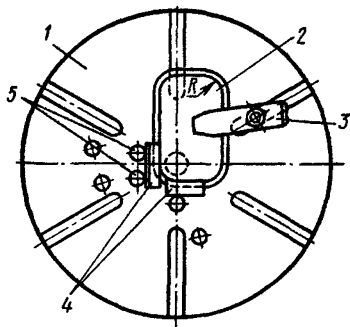


Рис. 7.11. Установка заготовки на круглом столе

есть обработку ее вести по матрице. Заготовку пуансона при этом подгоняют по разгрузочной камере обоймы матрицы. На пуансоне через матрицу размечают формующую полость и затем обрабатывают по разметке. Окончательная подгонка пуансона к матрице выполняется также в собранном виде через матрицу. При обработке необходимо предусматривать увеличение длины заготовки для размещения центральных отверстий и для выхода шлифовального круга. Удлиненную часть пуансона после окончания обработки отрезают шлифовальным кругом.

Наружные поверхности пуансона, имеющие радиусные участки, можно шлифовать на плоскошлифовальном станке с помощью круглого поворотного стола (рис. 7.11). Пуансон 2 на планшайбу 1 устанавливают так, чтобы ось вращения планшайбы совпадала с центром дуги радиуса закругления R . Такая установка может быть произведена с помощью угольника или установочных пальцев 5, между поверхностями которых и базовыми поверхностями пуансона прокладывают мерные плитки 4. Обрабатываемый пуансон закрепляют прижимными планками 3.

Овальные пуансоны можно шлифовать в универсальном копирувальном приспособлении (рис. 7.12), включающем: 1 — копируемые полудиски, 2 — корпус, 3 — направляющие колонки, 4 и 9 — винты зажимные, 5 — направляющие щечки, 6 — клинья, 7 — сжимающие цанги, 8 — пуансон, 10 — планка, 11 — концевые меры, 12 — упорный угольник. Приспособление устанавливают на столе плоскошлифовального станка. В качестве копира используют два полудиска 1, прикрепленные к составному корпусу 2. Между половинками корпуса 2 устанавливают мерные плитки 11 размером, равным межцентровому расстоянию. При шлифовании радиусов закругления полудиски 1 вручную прижимают и поворачивают относительно упора 12.

При изготовлении фасонных пресс-форм, в особенности многоместных, возникает необходимость растачивания фасонных отверстий

поэтому пуансоны необходимо делать как можно короче. Их проектируют таким образом, чтобы шлифовать и подгонять только их рабочую часть, длина которой определяется из условия обеспечения центрирования пуансонов в матрице и по стержню. Способы крепления пуансонов к подвижным частям пресс-формы приведены на рис. 7.10.

При обработке пуансонов пресс-форм прямого прессования, когда формующая полость пуансона по размерам и форме является как бы продолжением матрицы, рекоменду-

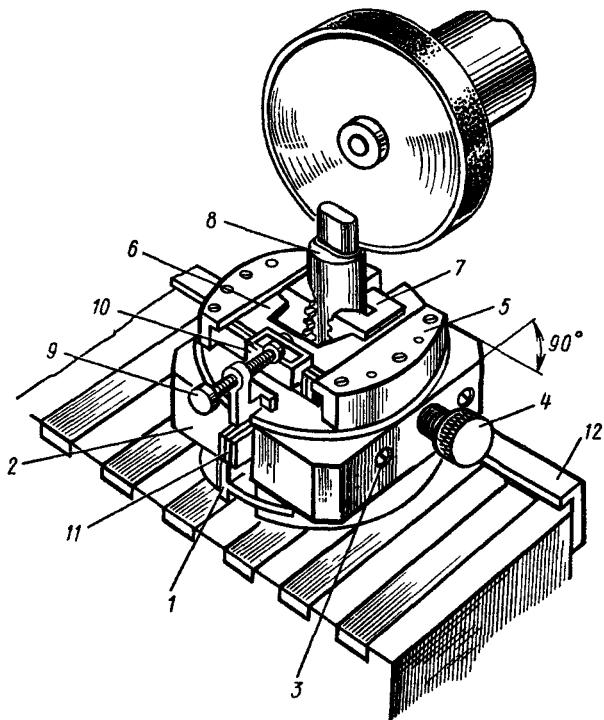


Рис. 7.12. Универсальное приспособление для шлифования сферических пуансонов

с точным положением их друг относительно друга. На рис. 7.13 приведены приемы обработки фасонных отверстий фасонными зенкерами и фасонными резцами. Обработку за один проход зенкерами используют при диаметре отверстий до 40 мм. При диаметре свыше 40 мм при обработке сложных профилей обработку отверстия расчленяют на несколько переходов, а при диаметре свыше 60 мм рекомендуется использовать фасонные резцы.

Окончательную обработку формирующих поверхностей деталей прессформ производят на специальных шлифовально-копировальных станках. На рис. 7.14 показана схема станка для шлифования с опорной плитой. Деталь 5 шлифуют лентой 2, которая опирается на опорную плиту 1. Деталь при этом устанавливают на столе 6 и шлифуют в зоне между ведущим диском 3 и натяжным роликом 4. При этом способе можно шлифовать большую поверхность.

При обработке закруглений используют станки для шлифования свободной лентой (рис. 7.15, а). Деталь 1 прижимают к ленте 2 в зоне

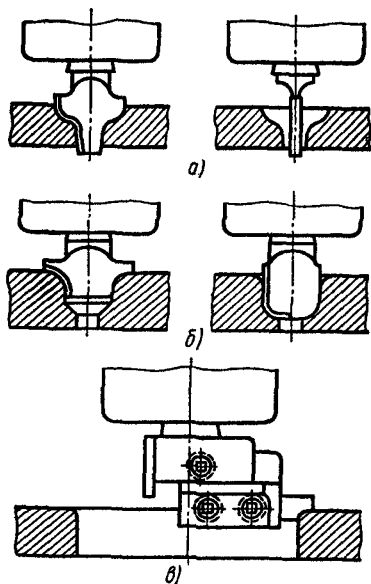


Рис. 7.13. Приемы обработки фасонного отверстия:

а — двухзубыми фасонными зенкерами за один проход, *б* — фасонными зенкерами за два прохода, *в* — фасонными резцами

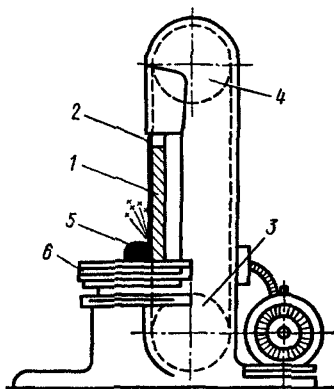


Рис. 7.14. Схема станка с опорной плитой

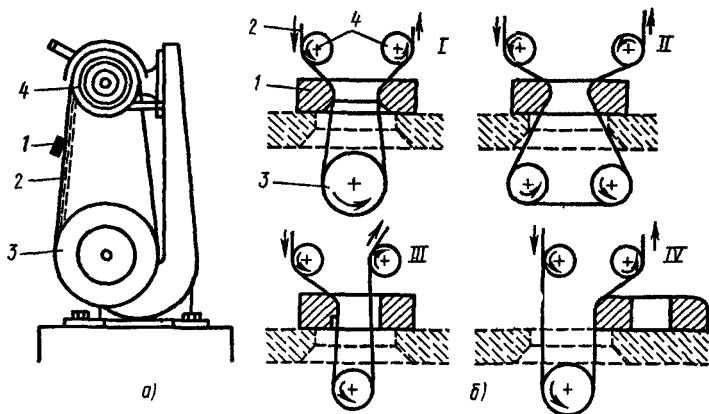


Рис. 7.15. Схемы шлифования матриц свободной лентой:
а — схема станка, *б* — схемы шлифования

между ведущим диском 3 и роликом 4. Опорный элемент для ленты отсутствует. Шлифование и полирование свободной абразивной лентой применяются при обработке криволинейных поверхностей, деталей неправильной формы, профильных отверстий. Для отделки профильного отверстия в детали 1, установленной на столе (рис. 7.15, б), ведущий диск 3 приводит в движение абразивную ленту 2, которая поддерживается направляющими роликами 4, расположенными на телескопической стойке. Выдвижной конец стойки может поворачиваться в своем гнезде для установки под различными углами в зависимости от положения обрабатываемой поверхности (см. позиции I — IV).

8. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

8.1. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Термическую обработку разделяют на предварительную, основную и упрочняющую (поверхностную химико-термическую).

Предварительная термическая обработка состоит в отжиге заготовок, получивших неудовлетворительную структуру в результате сварки,ковки, штамповки, прокатки. Твердость заготовок после отжига не должна превышать твердость металла в состоянии поставки.

Сварные заготовки и детали после штамповки подвергаются отжигу в конвейерных (при массовом производстве), шахтных или камерных печах с электрическим нагревом, а при циклическом отжиге — в соляных ваннах с электрическим нагревом.

При отжиге в конвейерных печах время нагрева рассчитывается в зависимости от толщины заготовки. Так, заготовки из углеродистой стали должны нагреваться в течение 1,0 мин/мм толщины, из легированной стали — 1,5 мин/мм, из быстрорежущей стали или высокохромистой стали — 2,0 мин/мм. Печи отжига должны иметь защитную атмосферу для предохранения заготовок от обезуглероживания. При отсутствии таких печей заготовки при отжиге засыпают чугунной стружкой (заготовки из быстрорежущих и высокохромистых сталей) или отработанным карбюризатором (заготовки из углеродистых и легированных сталей).

Высокий отпуск применяют перед окончательной обработкой для снятия внутренних напряжений после механической обработки или проката.

Нормализация служит для некоторого повышения твердости и частичного устранения цементитной сетки на границах зерен (в целях улучшения обрабатываемости металла).

Улучшение используют взамен нормализации для улучшения об-

8.1. Режимы основной термической обработки

Сталь	Закалка			Отпуск*	
	$t_a, ^\circ\text{C}$	Среда	HRC ₂	$t, ^\circ\text{C}$	HRC ₂
У8, У8А	760—780	Вода	64—66	150—160	62—64
				200—220	58—60
У10, У10А			65—67	150—160	63—64
				200—250	59—60
У12, У12А			65—67	150—160	63—64
				200—250	59—60
8ХФ	810—820	Масло	59—60	200—220	58—59
	830—860		64—66		61—63
11ХФ	810—820		63—66	150—170	63—66
	840—860		62—64		
ХВЧ	830—850		64—66	140—170	63—68
	820—840		66—68		
Х	840—860	Масло	63—64	130—150	63—66
				170—210	59—61
9ХС	63—64		180—250	59—63	
ХВГ	830—850		63—64	150—200	63—64
				200—300	59—63
Х12	950—980		64—66	180—200	61—63
		320—350		58—59	
Х12БМ	1000—1030	64—66	180—200	61—63	
			350—400	58—59	
Х12Ф1	1030—1050	Масло Селитра	63—65	180—200	61—63
				400—420	58—59

Сталь	Закалка			Отпуск*	
	$t_a, ^\circ\text{C}$	Среда	HRC ₂	$t, ^\circ\text{C}$	HRC ₂
9Х5ВФ	950—1000	Масло	59—61	280—300	58—59
				400—420	56—57
8Х4В3М3Ф2	1155—1175	Масло	61—63	550—560	61—62
7ХГ2ВМ	850—860		62—63	140—160	60—61
				200	58—59
5Х6В3МФС	1050—1070		Селитра	61—63	540—560
		Масло	480—500		
8Х3	850—880	Масло	55—57	480—550	42—47
5ХНМ	840—860		56—58	500—550	39—42
				400—480	43—47
5ХНВ			56—58	530—550	39—42
				400—520	43—47
5ХГМ	820—850		50—52	480—540	39—42
				410—440	43—47
4Х5В2ФС	1030—1050		54—57	560—580	48—50
4Х5МФС	1000—1020		51—53	530—560	48—50
4Х3ВМФ	1040—1060		53—55	560—580	48—50
3Х3М3Ф	1030—1060		48—51	580—600	48—49
4Х2В5МФ	1050—1080		48—51	630—660	43—47
3Х2В8Ф	1130—1150		50—53	640—660	43—47
4Х2В2МФС	1080—1100		57—59	650—670	43—47
4ХС	860—900	47—49	240—270	53—55	
4ХВ2С	860—900	53—55	200—250	54—59	
			430—470	46—51	

Сталь	Закалка			Отпуск*	
	$t_a, ^\circ\text{C}$	Среда	HRC ₂	$t, ^\circ\text{C}$	HRC ₂
6XB2C	860—900		57—59	200—250	54—59
				430—470	46—51
6XBГ	850—900		57—59	200—250	54—57
				450—480	45—48
P18	1270—1290	Масло Расплавленные соли или щелочи	—	560—570	63—66
P9	1210—1240		—	550—570	63—65
P6M5	1200—1230		—	540—560	64—66
P9K5	1210—1240		—	560—580	64—67
P6M5K5	1210—1240		—	540—560	65—67

* Среда — воздух.

работываемости резанием. Оно обеспечивает получение более равномерной твердости и устранения цементитной сетки.

Основная термическая обработка включает закалку и последующий отпуск (табл. 8.1). Она обеспечивает получение требуемых свойств по прочности, твердости, теплостойкости инструмента.

Условно можно выделить два вида основной термической обработки инструментальных сталей: закалка с низким отпуском и закалка с последующим высоким отпуском. Первый вид применяют при термической обработке инструментальных углеродистых и легированных сталей с достаточно высоким содержанием углерода (У7—У13, 9ХС, 11ХФ, 13Х, В2Ф, ХВГ, Х12Ф, Х12М, 5ХНМ и др.), а второй вид — при обработке быстрорежущих и штамповых сталей (4ХЗВМФ, 3ХЗМЗФ и др.).

Нагрев инструмента при закалке ведут в соляных или свинцовых ваннах, электро- или газовых печах с защитной атмосферой, в вакуумных печах, токами высокой частоты.

Нагревают инструмент в соляных ваннах ступенчато, что необходимо для обеспечения равномерного прогрева заготовок по сечению, снижения внутренних напряжений и деформации.

Для инструментов из углеродистых и низколегированных сталей применяют двухступенчатый нагрев (подогрев до 500 °С, окончательный нагрев до 900 °С). Для инструмента из высоколегированных сталей — трехступенчатый нагрев (первый подогрев до 300—500 °С, второй до 840—860 °С, окончательный нагрев до 950—1100 °С).

Для инструмента из быстрорежущей стали (насадной инструмент диаметром менее 100 мм и концевой диаметром менее 80 мм) — трехступенчатый нагрев (первый подогрев до 300—500 °С, второй до 1050—1100 °С, окончательный нагрев до 1130—1300 °С).

Для инструмента из быстрорежущей стали (насадной инструмент диаметром более 100 мм и концевой диаметром более 80 мм) — четырехступенчатый нагрев (первый подогрев до 300—500 °С, второй до 840—860 °С, третий до 1050—1100 °С, окончательный нагрев до 1130—1300 °С).

Подогрев до 300—500 °С проводят в шахтных печах, средой нагрева является воздух или продукты горения газа; второй, третий и четвертый нагревы — в соляных электродных ваннах.

Охлаждение инструментов после нагрева под закалку и выдержки (аустенизации) происходит в жидкой среде.

Инструмент из быстрорежущих и высокохромистых сталей проходит ступенчатое охлаждение в горячих средах с температурой 400—550 °С (обычная ступенчатая закалка) или 610—650 °С (высокоступенчатая закалка). Время выдержки при охлаждении инструмента из быстрорежущей стали принимается равным времени аустенизации, дальнейшее охлаждение до комнатной температуры осуществляется на воздухе.

При охлаждении инструмента с одновременной его правкой в качестве охлаждающей среды используются смеси солей с рабочей температурой 200—300 °С или масло, нагретое до температуры 150 °С.

Охлаждение инструмента из высокохромистых сталей проводится с выдержкой, равной времени аустенизации или 0,25—0,5 этого времени.

Весь инструмент из низколегированных сталей и инструмент из углеродистых сталей диаметром менее 10 мм должен также проходить ступенчатую закалку с охлаждением в горячих средах с температурой 160—180 °С. Время выдержки в этих средах должно быть равно времени выдержки при аустенизации. Инструмент из углеродистых сталей диаметром более 10 мм охлаждается в водных растворах солей или щелочей.

Инструмент из быстрорежущих сталей подвергается двух- или трехкратному отпуску. Обычно отпуск проводят при температурах 550—570 °С с выдержкой в течение 1 ч. Однако довольно распространен и сокращенный отпуск при более высоких температурах и уменьшенной выдержке. Охлаждение после каждого нагрева — до комнатной температуры. Отпуск инструмента из других инструментальных сталей — однократный.

Упрочняющая и дополнительная обработка включает одну или несколько операций из следующего перечня.

Цианирование представляет собой процесс химико-термической обработки, при котором поверхностный слой насыщается углеродом и азотом. Перед цианированием инструмент должен быть закален и отпущен, его поверхность должна быть очищена от солей, оксидов продуктов

травления, грязи и масла. Не допускается наличие прижогов на поверхностях обезуглероженного слоя. Очищают инструмент перед цианированием путем его промывки в 1—2 %-ном растворе соды при температуре 70—80 °С. Наиболее распространенным является процесс жидкостного цианирования, которое осуществляется в расплаве, содержащем 45—50 % NaCl, остальное — кальцинированная сода Na_2CO_3 . Температура расплава 550—560 °С. Время выдержки инструмента в расплаве зависит от глубины цианированного слоя. Так, при глубине слоя 10—15 мкм выдержка равна 8—24 мин в зависимости от габаритов и формы инструмента, а при глубине слоя 20—30 мкм — 10—25 мин.

Для снижения хрупкости, улучшения внешнего вида цианированных инструментов их подвергают воронению в расплаве соли 4С—312, содержащем 40—46 % KNO_2 и 60—54 % NaNO_3 при температуре 400—450 °С (для сварного инструмента) или 450—480 °С (для цельного инструмента). Время выдержки 30 мин.

Азотирование — разновидность химико-термической обработки, применяемая для предотвращения налипания пресуемого материала и повышения износостойкости формирующих элементов.

При азотировании происходит насыщение поверхностного слоя инструмента азотом и углеродом.

Низкотемпературное азотирование ведут при температуре 560—580 °С в расплаве соли NaCN (KCN), а также в расплаве солей 70 % KCNO и 30 % K_2CO_3 или 55 % CO (NH_2)₂ и 45 % K_2CO_3 . Время выдержки 5—30 мин.

Газовое азотирование проводят при температуре 520—540 °С при степени диссоциации аммиака 25—30 % или 540—580 °С при степени диссоциации 35—40 %. Продолжительность процесса 0,5—2 ч для инструмента из быстрорежущих сталей и 8—12 ч — из штамповых. Кроме того, возможно насыщение поверхностного слоя азотом и углеродом при температуре 560—580 °С в смеси аммиака и науглероживающего газа. Продолжительность 1—2 ч.

Сульфацианирование заключается в насыщении поверхностного слоя инструментов из быстрорежущих сталей углеродом, азотом, серой. Процесс тот же, что и при цианировании, но в состав добавляется 2 % K_2S или 25 % Na_2SO_4 и 5 % $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Обработка перегретым паром используется для повышения стойкости и улучшения внешнего вида инструмента из быстрорежущих сталей. Температура пара 550—570 °С, давление 0,02—0,03 МПа. Нагрев предварительный до 300—400 °С и выдержка 1 ч. Охлаждение в масле.

Дополнительный отпуск применяется для снятия напряжений и улучшения товарного вида инструмента (особенно шлифованного). Проводится в шахтных электропечах с циркулирующей атмосферой. Температура 275 °С, выдержка 1 ч, охлаждение в масле. Инструмент после отпуска имеет золотистый цвет.

Стабилизирующий отпуск ведут в соляных ваннах, содержащих 85 % KNO_3 и 15 % $NaOH$. Его цель — стабилизация размеров прецизионного инструмента после шлифования и заточки. Температура ванн 500 °С, время выдержки 1 ч, охлаждение на воздухе.

В табл. 8.2 приведены способы очистки инструментов.

8.2. Рекомендуемые способы очистки инструментов

Способ	Наименование переходов	Состав среды*	Режим обработки	
			Температура, °С	Продолжительность, мин
Промывка	Промывка	$NaOH(15) + Na_2SiO_2(0,3)$ или эмульгатор ОП-7, ОП-10 + H_2O (остальное)	70—80	5—10
	Пассивирование	$NaNO_3(1 - 1,5) + Na_2CO_3(0,3 - 0,35) + H_2O$ (остальное)	70—80	2—3
Обезжиривание	Выварка	$NaOH(8 - 10) + Na_3PO_4(1,5 - 2) + Na_2SiO_3(0,2 - 0,5) + H_2O$ (остальное)	80—100	20—30
	Промывка	H_2O	70—80	2—3
	Пассивирование	$NaNO_3(1 - 1,5) + Na_2CO_3(0,3 - 0,35) + H_2O$ (остальное)	70—80	2—3
Химическая очистка	Выварка	H_2O	90—100	20—30
	Промывка	H_2O	15—20	2—5
	Травление	$HCl(15 - 20) + H_2O$ (остальное)	30—40	10—20
	Промывка	H_2O	15—20	2—3
	Нейтрализация	$Na_2CO_3(2) + H_2O$ (остальное)	60—70	3—5
	Пассивирование	$H_2O + NaNO_3(1 - 1,5) + Na_2CO_3(0,3 - 0,35) + H_2O$ (остальное)	70—80	2—3

Способ	Наименование переходов	Состав среды*	Режим обработки	
			Температура, °С	Продолжительность, мин
Гидроабразивная очистка	Гидроочистка	Кварцевый песок или электрокорунд 400 г/л + $\text{NaNO}_3(1) + \text{Na}_2\text{CO}_3(1,5) + \text{H}_2\text{O}$ (остальное)	Давление 50—60 МПа	15—30
	Промывка	H_2O	15—20	2—3
	Пассивирование	$\text{H}_2\text{O} + \text{NaNO}_3(1 - 1,5) + \text{Na}_2\text{CO}_3(0,3 - 0,35) + \text{H}_2\text{O}$ (остальное)	70—80	2—3

* В скобках указано процентное содержание компонентов

8.2. ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ И УПРОЧНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ

Износостойкие покрытия наносятся на поверхности инструментов, контактирующие при резании со стружкой и обрабатываемой поверхностью. Покрытия могут быть однослойные и многослойные, включающие следующие химические соединения: карбид вольфрама (WC); карбид титана (TiC), нитрид титана (TiN); оксид алюминия (Al_2O_3); нитрид циркония (ZrN); нитрид молибдена (MoN); оксид хрома (CrO); карбонитрид титана (TiCN). Известно несколько способов нанесения покрытий.

Газофазный способ основан на конденсации газообразных соединений титана с образованием твердых осадков карбидов титана на покрываемой поверхности. Толщина слоя, насыщенного карбидом титана, составляет на поверхности 3—10 мкм. Для нанесения покрытий используют специальные установки, в которых на поверхность помещенной в камеру детали осаждаются из газовой фазы карбиды титана. Процесс происходит при высокой температуре (до 1000 °С), поэтому покрытию подлежат изделия, не теряющие своих свойств при этой температуре, например, твердосплавные пластины.

Способ катодного напыления основан на нанесении тонких пленок карбидов, нитридов, оксидов металлов на поверхность изделия в вакууме. Процесс заключается в следующем: под действием напряжения, возникающего между анодом (изделием) и катодом (металлом-испарителем), металл с катода испаряется, образуя ионное поле.

При прокатке через камеру азота или другого газа, содержащего азот, ионы испарившегося металла (молибдена, титана), взаимодействуя с ионами азота, образуют нитриды, которые осаждаются на поверхности изделия, создавая тонкую пленку (2—12 мкм). Изделие нагревается до температуры 300—600 °С. При наличии нескольких испарителей из различных металлов можно чередовать их работу, нанося различные слои покрытия (многослойные покрытия) различной толщины. Известны различные комбинации покрытий: TiC + TiN; TiC + TiN + Al₂O₃ и др., у которых первые слои обеспечивают повышенное сцепление покрытия с поверхностью изделия, а наружные слои обладают высокой абразивной стойкостью.

Реактивное электронно-лучевое плазменное осаждение основано на том, что образующийся с помощью вакуумной дуги плазменный поток металла ориентируется в направлении изделия с последующей конденсацией на нем ионов и нейтральных атомов, которые одновременно вступают в плазмохимическую реакцию с реактивным газом.

Твердые сплавы группы ВК с целью повышения прочности, ударной вязкости, твердости и износостойкости подвергают термической обработке, заключающейся в закалке спеченных твердосплавных заготовок или в отжиге их при температуре 600—1250 °С в течение нескольких часов.

В процессе закалки твердого сплава с содержанием кобальта до 15 % заготовки нагревают до температуры 1150—1200 °С, а затем охлаждают в масле, нагретом до 40 °С. После закалки повышается твердость твердого сплава на 6—12 % и коэрцитивная сила (табл. 8.3). Значения коэрцитивной силы определяются при намагничивании до технического насыщения изделия в постоянном магнитном поле, величина которого должна быть 5—10 тыс. эрстед, и размагничивании по величине остаточного магнитного поля.

8.3. Коэрцитивная сила твердосплавных изделий после закалки

Сплав	Объем изделия, мм ³	Коэрцитивная сила H_c , Э		Сплав	Объем изделия, мм ³	Коэрцитивная сила H_c , Э	
		Исходная	После закалки			Исходная	После закалки
ВК6	200	135	148	ВК15	200	100	109
	400	135	147		400	98	106
	1000	130	138		1000	94	98
					25000	90	94
ВК8	200	117	130				
	400	118	127				
	1000	120	129				

8.3. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Измерительные инструменты подвергают отжигу, нормализации, улучшению, закалке, отпуску, старению и обработке холодом. Нагрев измерительных инструментов необходимо проводить в термических печах с защитной атмосферой или в соляных ваннах, что уменьшает вероятность появления окалины и обезуглероживания рабочих поверхностей.

Термообработка лекальных угольников производится отдельно для основания и линейки.

При термообработке оснований в их пазы забивают клинья. Затем основания устанавливают в специальные приспособления пазами вверх и погружают в соляную ванну до паза. Там выдерживают при температуре 770—790 °С в течение 15 мин. Охлаждают основания в воде поштучно. Отпуск оснований ведут в селитровой ванне при температуре 300 °С в течение 30 мин. Основания после термообработки подвергают старению при температуре 120 °С в течение 12 ч.

Термообработка линейек лекальных угольников заключается в следующем: закалка токами высокой частоты; охлаждение в масле, нагретом до 70—150 °С; отпуск при температуре 200—250 °С в течение 2—5 ч с охлаждением на воздухе; старение при температуре 120 °С в течение 12 ч.

Скобы и шаблоны, изготовленные из низкоуглеродистой стали, подвергают цементации на глубину 0,3—1 мм в зависимости от размеров инструмента. Нагрев на закалку скоб и шаблонов проводится в камерных печах или соляных ваннах до температуры 780—800 °С. Нагрев в соляных ваннах позволяет вести закалку лишь рабочих измерительных поверхностей, регулируя глубину погружения изделия в ванну. Отпуск инструментов происходит при температуре 150—180 °С в течение 2—3 ч.

Скобы и шаблоны сложной формы из высокоуглеродистых и легированных сталей закалывают при нагреве в расплавленной соли путем двух- или трехкратного погружения участков с измерительными поверхностями и последующем охлаждении в горячем масле или в расплавленной соли. Это уменьшает деформацию и коробление рабочих поверхностей изделий.

Заготовки калибров перед механической обработкой отжигают, а перед окончательной механической обработкой подвергают улучшению, т. е. закалке с последующим высоким отпуском.

Калибры из стали марки ХГ нагревают в соляных ваннах. После выдержки при температуре 820—850 °С их охлаждают до 200—150 °С.

Измерительные инструменты для сохранения размеров в течение длительного времени рекомендуется обрабатывать холодом. Обработка

холодом способствует более полному превращению аустенита (который снижает твердость, ухудшает магнитность и приводит к изменению размеров деталей в процессе эксплуатации) в мартенсит.

Обработка холодом состоит в том, что изделие погружают в среду, имеющую температуру ниже 0 °С. Наиболее часто используют температуру среды — 80 °С, при которой происходит почти полное превращение аустенита в мартенсит.

При обработке холодом необходимо учитывать способность остаточного аустенита стабилизироваться при комнатной температуре, что требует определенного разрыва между закалкой и обработкой холодом. Так, для сталей, не склонных к стабилизации остаточного аустенита, выдержка по времени между закалкой и обработкой холодом может быть до 3 ч.

Обработка холодом не уменьшает внутренних напряжений, поэтому после нее необходим отпуск и старение.

8.4. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ, ПРЕСС-ФОРМ И ШТАМПОВ

Термическая обработка деталей приспособлений, пресс-форм и штампов проводится с целью получения заданных техническими условиями твердости, предела прочности и ударной вязкости. Режимы термической обработки не должны вызывать чрезмерного коробления, трещин, окисления и обезуглероживания рабочих поверхностей деталей. Технология термической обработки во многом зависит от материала, формы и размеров деталей.

Детали небольших размеров и простой геометрической формы, без резких переходов сечений поступают на окончательную термическую обработку с размерами и допусками, указанными в чертеже, так как при их термической обработке обычно не наблюдается коробления.

Детали инструментов сложной формы поступают на окончательную термическую обработку с припусками, предназначенными для выполнения чистовых операций механической обработки (шлифовки, доводки). Если же детали сложной формы имеют окончательные (чистовые) размеры, то технологический процесс их изготовления имеет следующую схему: черновая механическая обработка с оставлением небольших припусков (до 1—2 мм на сторону) для исправления возможного коробления при нагреве, отжиг для уменьшения остаточных напряжений, чистовая механическая обработка, окончательная термическая обработка, зачистка (доводка).

Крупные детали инструментов можно изготавливать по одной из двух схем. По первой схеме, наиболее часто встречающейся на практике, термическую обработку проводят после полной механической обработки, включая рабочие поверхности. После термической обработки рабочие

8.4. Режимы термической обработки штамповых сталей

Сталь	Закалка		Отпуск	
	Температура, °C	HRC,	Температура, °C	HRC,
5ХНТ	830—850	54—59	475—485*	42—46
			485—510**	40—44
5ХНМ 5ХНВ	830—850	55—59	520—540*	42—46
			530—550**	40—44
			560—580***	37—41
5ХНС	850—870	56—60	500—520*	42—46
			510—530**	40—44
			520—540***	37—41
5ХГМ	820—840	54—59	490—520*	41—44
			530—560**	37—49
5ХНСВ	850—870	56—60	520—540*	42—46
			530—550**	40—44
			550—570***	37—41
3Х2В8	1050—1100	50—53	600—620	43—49
4ХВ2С	870—900	53—60	240—270	54—56
			420—450	47—49
4Х5В2ФС	1060—1080	53—55	570—600	46—51
4Х5В4ФСМ	1060—1070	55—57	600—620	46—51
3Х2В8Ф	1120—1140	55—57	600—610	51—53
			640—650	46—48
4Х3В2ФМ2	1090—1110	55—57	610—620	51—53
			650—660	46—48

- * Для мелких штампов
 ** Для средних штампов.
 *** Для крупных штампов.

поверхности деталей инструментов зачищают и доводят до требуемых размеров и параметров шероховатости. Иногда шлифуют базовые поверхности деталей инструментов.

По второй схеме детали подвергают черновой (предварительной) механической обработке, затем закаливают и отпускают. Чистовую обработку рабочих и базовых поверхностей деталей выполняют шлифованием, а при твердости до 35...38 HRC₃ — с помощью лезвийного инструмента.

Режимы термической обработки для наиболее распространенных марок инструментальных сталей приведены в табл. 8.1. При изготовлении деталей из штамповых сталей режимы термообработки приведены в табл. 8.4.

Термическая обработка цанг, мембран и пружин должна обеспечивать механические свойства, приведенные в табл. 8.5.

Цанги должны соответствовать следующим техническим условиям, достигаемым выбором материала и термической обработкой.

Передняя часть цанги, зажимное отверстие и наружные конусы должны быть износостойкими и иметь твердость в пределах 59...63 HRC₃.

Переходная часть от рабочей части к хвостовику должна работать, как пружина, и возвращать рабочую часть в исходное положение, быть жесткой и иметь твердость в пределах 41...46 HRC₃; твердость хвостовой направляющей части должна быть 46...51 HRC₃.

Для цанг с резьбой для облегчения процесса ее нарезания после термической обработки допускается снижение твердости резьбовой части до 37...40 HRC₃. Для стали 65Г рекомендуется следующий процесс термической обработки: закалка с нагревом цанг в вертикальном положении до 790—810 °С, выдержка 40—45 мин, охлаждение в масле при 40—60 °С, отпуск хвостовой части в селитровой ванне 400—430 °С в течение 3—5 мин. Пружинящая часть выдерживается минимальное время, а резьбовая часть — максимальное для получения твердости 37...40 HRC₃. Отпуск всей цанги проводится в печи при температуре 180—200 °С.

Пресс-формы для увеличения износостойкости и коррозионной стойкости подвергаются цианированию и покрываются хромом или никелем. Газовое цианирование ведут при температуре 560—580 °С в среде, состоящей из 25—35 % аммиака и 65—75 % угарного газа. Для стали 3Х2В2 рекомендуется следующий технологический процесс: до механической обработки закалка при температуре 1080 °С с последующим двойным отпуском при температуре 700—720 °С; после механической обработки низкотемпературное цианирование при температуре 560 °С и выдержке 6 и 8 ч для достижения твердости поверхностного слоя 61...63 HRC₃, а для меньшей твердости — цианирование при температуре 580 °С.

Азотирование рекомендуется применять для сталей, плохо под-

8.5. Механические свойства материалов после термообработки

Материал	Марка	Предел прочности на растяжение σ_B , МПа	Предел прочности на кручение τ , МПа	Относительное удлинение δ , %
Углеродистые стали	65	1000	800	9
	70	1050	850	8
	75	1000	900	7
	85	1150	1000	6
Рояльная проволока	—	2000—3000	1200—1800	2—3
Холоднокатаная пружинная проволока	H	1000—1800	600—1000	2—3
	П	1200—2200	700—1300	2—3
	B	1400—2800	800—1600	2—3
Марганцовистые стали	65Г	700	400	8
	55ГС	650	350	10
Хромованадиевая сталь	50ХФА	1300	1100	10
Кремнистые стали	55С2	1300	1200	6
	60С2А			5
	70С3А	1800	1600	5
Хромомарганцовистые стали	50ХГ	1300	1100	5
	50ХГА	1300	1200	6
	60С2Н2А	1800	1600	5
Хромокремневанадиевая сталь	60С2ХФА	1900	170	5
Вольфрамокремниевая сталь	65С2ВА			
Коррозионно-стойкая сталь	40Х13	1100	800	12

дающихся хромированию, например Х12. Перед азотированием детали полируют.

Пресс-формы для пластмасс подвергают химическому хромированию или никелированию. Для получения глянцевой поверхности формирующие детали пресс-форм тщательно полируют. По техническим условиям требуется равномерное отложение хрома и никеля. После покрытия никелем пресс-формы термически обрабатывают при температуре 380—400 °С в течение 1 ч. Нагревать пресс-формы необходимо медленно для предотвращения растрескивания и расслаивания покрытия.

С целью повышения долговечности деталей литейных форм и штампов, работающих при высокой температуре (до 800 °С) и в агрессивных средах, используют плазменное напыление поверхностей деталей. В качестве материала покрытий используют вольфрам, молибден, ниобий, карбиды, бориды и др. В последнее время применяют напыление самофлюсующими твердыми сплавами на основе Ni — Cr — В — Si, которые для перевода напыленного слоя в монокристаллическое состояние и создания металлической связи его с материалом основы подвергаются оплавлению, т. е. нагреву до температуры 1030...1080 °С. При напылении поток плазмообразующего газа, не содержащего кислорода, позволяет предохранять поверхность изделия от окисления и получать тугоплавкие, теплостойкие многослойные покрытия. Поверхность заготовки нагревается до температуры не выше 200 °С, что исключает коробление деталей. Толщина покрытия колеблется от 0,02 мм до 15 мм и более.

Прочность сцепления покрытия с основанием зависит во многом от способа подготовки напыляемой поверхности. В табл. 8.6 приведены данные по прочности сцепления слоя покрытия и основания в зависимости от метода подготовки поверхности стального вала.

Для получения требуемых размерной точности и параметров шероховатости покрытие из напыленного металла может быть обработано на металлорежущих станках. Толщина оставшегося после обработки слоя покрытия и припуски на обработку приведены в табл. 8.7.

Обточка производится резцами с пластинами из сверхтвердых синтетических материалов (композит 01). Шлифование напыленного слоя ведется в такой последовательности: предварительное шлифование алмазными кругами на металлической связке с зернистостью 200/160, обеспечивающее шероховатость $Ra = 0,16...0,3$ мкм; чистовое шлифование алмазными кругами на органических связках зернистостью 28/20...125/100, обеспечивающее шероховатость $Ra = 0,04...0,02$ мкм; полирование алмазными лентами или эластичными брусками, обеспечивающее шероховатость $Ra = 0,03...0,015$ мкм.

Для чистовой обработки ручьев штампов получают распространение дробеструйная, гидроабразивная и комбинированная обработки, производящиеся на установках эжекторного типа. Дробеструйную

8.6. Прочность сцепления слоя покрытия и основания

Метод подготовки поверхности	Прочность сцепления при направлении, МПа	
	тангенциальном	осевом
Пескоструйная очистка	62	34,5
Насечка зубилом с последующей пескоструйной очисткой	74	82
Обдувка стальной дробью	71	104
Нарезание рваной резьбы	96	180
Нарезание круглой резьбы с прикаткой вершин	212	144
Электроискровая обработка	—	96

8.7. Припуски на обработку и минимальная толщина покрытия после механической обработки, мм

Диаметр вала, мм	Обточка без последующего шлифования	Обточка и последующее шлифование		Шлифование без предварительной обточки	Минимальная толщина покрытия
		на обточку	на шлифование		
До 25	0,50	0,50	0,15	0,35...0,40	0,60
25...50	0,60	0,60	0,15	0,40...0,45	0,60...0,65
50...75	0,65	0,65	0,15	0,45...0,50	0,65...0,70
75...100	0,75	0,75	0,20	0,50...0,57	0,75...0,80
100...125	0,80	0,80	0,20	0,57...0,65	0,80...0,85
125...150	0,90	0,90	0,20	0,65...0,72	0,85...0,90
Св. 150	1,00	1,00	0,20	0,80...0,85	0,95...1,00

обработку применяют для повышения стойкости штампов вследствие дробеструйного наклепа на поверхности детали при воздействии на нее потока металлической дроби. При этом повышается твердость поверхности, образуются остаточные напряжения сжатия и поверхности ручья приобретает осповидная микрогеометрия. Дробеструйная обработка штамповых сталей дробью размером 0,8...1,2 мм обеспечивает шероховатость поверхности $Ra = 1,6...2,5$ мкм. При дробеструйной обработке устраняются направленные следы предшествующей обработки и изменяется микрорельеф поверхности: поверхность покрывается сферическими лунками; на границах лунок образуются острые изогнутые вершины.

Гидроабразивная обработка штампов после дробеструйного наклепа скругляет острые вершины неровностей поверхности, что устраняет залипание заготовки в штампе. В результате комбинированной обработки образуется осповидный рельеф поверхности с $Ra = 0,8...1,0$ мкм.

Микрорельеф оказывает существенное влияние на контактные явления, происходящие при штамповке. На микрорельефе, получением при комбинированной обработке, температура контакта при штамповке на 80...100 °С ниже, чем при полированных поверхностях штампов, снижается коэффициент трения на 30...50 % без смазки и на 100 % при применении смазки. Этот эффект объясняется повышенным термическим сопротивлением поверхности с микрорельефом, заполнением микрорельефа смазкой и снижением фактического контакта металлических поверхностей, что приводит к повышению стойкости штампов в 1,5...2 раза.

Повышение износостойкости поверхностей деталей приспособлений и штампов достигается также образованием на них регулярных рельефов. Регулярные рельефы образуются проточкой круговых и винтовых канавок, фрезерованием канавок сложной формы с помощью копирных устройств, накатыванием профильным роликом, вибрационным накатыванием, травлением после вибрационного накатывания. Наибольший эффект достигается при образовании регулярного микрорельефа вибрационным накатыванием. Вибрационное накатывание производится на универсальном оборудовании специальными виброголовками, оснащенными шариками или алмазными наконечниками. Элементы головок, несущие шарiki или наконечники, подпружинены, что позволяет при сообщении головке колебательного движения образовывать на обрабатываемой поверхности регулярные рельефы различной формы и размеров. Форма и размеры рельефов зависят от скоростей перемещения обрабатываемой поверхности в продольном и поперечном направлениях и от частот колебаний виброголовки. Рекомендуемые режимы обработки при образовании рельефов на валах: скорость вращения заготовки 10...50 м/мин; продольная подача 0,05...6 мм/об; частота колебаний виброголовки

20...70 1/с, амплитуда колебаний 0,2...15 мм. Большое влияние на интенсивность износа вибронакатанной поверхности оказывают глубина канавки h_k и высота наплывов h_n , которые определяются величиной усилия вдавливания деформирующего элемента в обрабатываемую поверхность P , диаметром обрабатываемой поверхности d_z , радиусом сферы деформирующего элемента $d_{ш}$, пластичностью обрабатываемого материала. Экспериментально выявленные значения h_k и h_n для различных деталей технологической оснастки приведены в табл. 8.8.

8.8. Глубина выдавливаемых канавок и высота наплывов, образующихся при вибронакатывании

Наименование детали	d_z , мм	Материал детали	$d_{ш}$, мм	P , Н	h_k , мкм	h_n , мкм
1	2	3	4	5	6	7
Направляющие колонки штампов	40	Сталь X12	1,2	196	2,7	1,1
		Сталь ШХ15			2,75	1,2
Втулки направляющих колонок	40	Сталь X12	1,2	196	1,9	0,53
		Сталь ШХ15				
Калибр-пробки	35	Сталь У12А	1,2	245	3,1	1,27
	27				3,1	1,32
	23				3,2	1,7
	6	Сталь У10А	1,5	245	2,5	1,4

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Белкин И. М. Средства линейно-угловых измерений. М., 1987.

Владимиров В. М. Справочник молодого слесаря по штампам и пресс-формам. М., 1979.

Космачев И. Г. В помощь рабочему-инструментальщику. Л., 1981.

Малевский Н. П., Мещеряков Р. К., Полтавец О. Ф. Слесарь-инструментальщик. М., 1987.

Палей М. М. Технология производства приспособлений, пресс-форм и штампов. М., 1971.

Справочник инструментальщика/И. А. Ординарцев, Г. В. Филиппов, А. Н. Шевченко и др. Л., 1985.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1. Конструкция, изготовление и ремонт режущих инструментов	4
1.1. Материалы, применяемые для изготовления режущих инструментов	4
1.2. Пластины, применяемые для изготовления режущих инструментов	11
1.3. Классификация и конструкция режущих инструментов	30
1.4. Виды работ по изготовлению и настройке режущих инструментов	48
2. Конструкция, изготовление и ремонт калибров и шаблонов	57
2.1. Конструкция калибров и шаблонов	57
2.2. Исполнительные размеры и технические требования калибров и шаблонов	64
2.3. Изготовление и ремонт калибров и шаблонов	70
3. Контрольно-измерительные инструменты, конструкция, изготовление и ремонт	74
3.1. Классификация универсальных измерительных инструментов	74
3.2. Проверка и ремонт контрольно-измерительных инструментов	81
4. Конструкция, изготовление и ремонт приспособлений	89
4.1. Типовые узлы и элементы приспособлений	89
4.2. Стандартные детали и узлы универсально-сборных приспособлений и переналаживаемой оснастки	103
4.3. Классификация приспособлений	113
4.4. Изготовление и ремонт приспособлений	119
5. Конструкция, изготовление и ремонт штампов	126
5.1. Типовые узлы и элементы конструкций штампов	126
5.2. Классификация штампов	137
5.3. Расчет исполнительных размеров матриц и пуансонов	144
5.4. Изготовление и ремонт штампов	147
6. Конструкция, изготовление и ремонт форм для литья	154
6.1. Типовые узлы и элементы конструкций форм для литья	154
6.2. Изготовление и ремонт форм для литья	163
7. Конструкция, изготовление и ремонт пресс-форм	166
7.1. Типовые узлы и элементы конструкций пресс-форм	166
7.2. Изготовление и ремонт пресс-форм	178
8. Термическая обработка	189
8.1. Термическая обработка режущих инструментов	189
8.2. Износостойкие покрытия и упрочнение инструментов	196
8.3. Термическая обработка измерительных инструментов	198
8.4. Термическая обработка деталей приспособлений, пресс-форм и штампов	199
Список рекомендуемой литературы	207