

ОБЩИЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖУЩИХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И СПОСОБЫ ИХ ЗАКРЕПЛЕНИЯ НА СТАНКАХ

Режущий инструмент закрепляется на стандартных оправках, непосредственно на концах шпинделей станков или с использованием специального вспомогательного инструмента. Вспомогательный инструмент закрепляется, как правило, на станках с ЧПУ.

6.1. Крепление инструментов на оправках

Металло- и дереворежущий инструмент (фрезы, развертки, зенкеры и т. д.) закрепляется на оправках несколькими способами. ГОСТ 9472—83 устанавливает три типа крепления инструмента на оправках (табл. 6.1):

- на цилиндрической оправке и осевой шпонке (тип 1);
- на цилиндрической оправке и торцовой шпонке (тип 2);
- на конической оправке и торцовой шпонке (тип 3).

Оправки для инструмента. Конструкции и основные размеры оправок для фрез, разверток и зенкеров приведены в табл. 6.2—6.5.

6.2. Концы шпинделей и оправок

Концы шпинделей всех типов универсальных, сверлильных, расточных и фрезерных станков, в том числе с ЧПУ, с коническими посадочными поверхностями (кроме шпинделей с цанговым креплением инструмента) изготавливаются в восьми исполнениях по ГОСТ 24644—81*.

Исполнения 1—3 — с конусами Морзе и метрическими конусами (табл. 6.6 и 6.7); исполнение 4 — с внутренним и наружным конусами с конусностью 7 : 24 (табл. 6.8); исполнения 5—8 — с конусностью 7 : 24 (табл. 6.9).

Концы шпинделей для сверлильных станков также изготавливаются с наружным укороченным конусом Морзе В10, В12, В18 по ГОСТ 9953—82 (см. далее табл. 6.18).

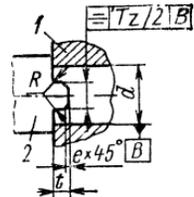
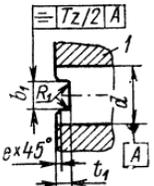
В табл. 6.10 приведены основные размеры шпонок для фрезерных станков. В табл. 6.11 — основные размеры концов шпинделей под цанги, в табл. 6.12 — гаек для концов шпинделей, в табл. 6.13, 6.14 — резьбовых концов шпинделей токарных и

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

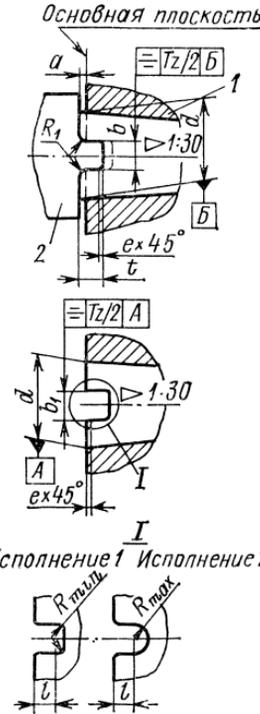
Тип 1	Размеры	<i>d</i> (поля допущ. ков Н7 или Н6, h6 или h5)														
		8	10	13	16	19	22	27	32	40	50	60	70	80	100	
	<i>b</i>								8	10	12	14	16	18	25	
	<i>i</i> (поле допуска h11)	2	3	4	5	6	7		7	8	8	9	10	11	14	
	<i>C</i> (номинальное значение)	6,7	8,2	11,2	13,2	15,6	17,6	22,0	27,0	34,5	44,5	54,0	63,5	73,0	91	
	<i>C</i> (предельное отклонение)	—0,1						—0,2								
	<i>C</i> ₁ (поле допуска H12)	8,9	11,5	14,6	17,7	21,1	24,1	29,8	34,8	43,5	53,5	64,2	75,0	85,5	107,0	
	<i>R</i> _{min}		0,3		0,4		0,7			0,9			1,1		1,5	2,0
	<i>R</i> _{max}		0,4		0,6		1,0			1,2			1,6		2,0	2,5
	<i>R</i> _{1 min}			0,08				0,16					0,25			0,40
	<i>R</i> _{1 max} (ε × 45°)			0,16				0,25					0,40			0,60
	<i>T</i> _{z/2}			0,07					0,09					0,12		

1 — инструмент; 2 — оправка; 3 — шпонка

Примечания: 1 Допускается радиус *R* заменить фаской, равной *R*_{min} × 45°. 2 Допускается вместо поля допуска h5 (для диаметра *d*) применять g5. 3. Предельные отклонения ширины *b* должны быть не более C11 — для отверстия Н9 или Р9, Н9 — для оправки короткой (консольной); Н11 или Р9, Н9 — для оправки длинной (двухопорной) и h9 или e7 — для шпонки. 4. Допускается изготавливать шпоночный паз по ширине *b* с полем допуска В12, по высоте *C*₁ — Н14 (для отрезных и пререзных фрез, а также для фрез толщиной менее 6 мм).

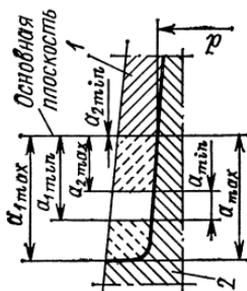
Тип 2	Размеры	d (поля допусков Н7 или Н6, н6 или н5)														
		5	8	10	13	16	19	22	27	32	40	50	60	70	80	100
 <p>Исполнение 1</p>  <p>Исполнение 2</p> <p>1 — инструмент; 2 — оправка</p>	b (h11)	3	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25			
	b_1 (H11)	3,3	5,4	6,4	8,4	10,4	12,4	14,4	16,4	18,4	20,5	22,5	25,5	25,5		
	b (h11)	2,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,6	6,3	7,0	8,0	9,0	10,0	11,2	12,5	14,0	
	t_1 (H13)	2,5	4,0	4,5	5,0	5,6	6,3	7,0	8,0	9,0	10,0	11,2	12,5	14,0	16,0	
	R_{\min}	0,2	0,3	0,4			0,6			0,7			0,9			1,12
	R_{\max}	0,3	0,4	0,5			0,6			0,8			1,0			1,6
	$R_1 \min$	0,4		0,6		0,7		0,9		1,2		1,5		2,0		2,5
	$R_1 \max$	0,6		0,8		1,0		1,2		1,6		2,0		2,5		3,0
	e_{\min}	0,3	0,4	0,5			0,6			0,8			1,0		1,2	1,6
	e_{\max}	0,4	0,5	0,6			0,8			1,0			1,3		1,5	1,9

Примечания: 1. Допускается радиус R_1 заменять фаской, равной $R_1 \min \times 45^\circ$. 2. Допускается вместо поля допуска н5 (для диаметра d) применять г5.

Тип 3	Размеры	<i>d</i>														
		8	10	13	16	19	22	27	32	40	50	60	70	80	100	
 <p>Основная плоскость</p> <p>$\equiv T_z/2 B$</p> <p>$\equiv T_z/2 A$</p> <p>Исполнение 1 Исполнение 2</p> <p>1 — инструмент; 2 — оправка</p>	d_{\min}	0,3			0,4			0,5			0,6			0,8		
	d_{\max}	1,2		1,4		1,7			2,2			2,7			3,2	
	b (H12)	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	25		
	b_1 (H13)	3,3	4,3	5,4	6,4	7,4	8,4	10,4	12,4	14,4	16,4	18,4	20,5	25,5		
	l (H13)	3,7	4,8	5,6	7,0	7,6	8,3	9,3	10,0	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5		
	i (H12)	3,5	4,6		6,7	7,7	8,8	9,8	11,0	12,0	17,0	14,0	15,0	16,0		
	e_{\min}	0,3		0,4		0,5		0,6		0,8		1,0		1,2		
	e_{\max}	0,5		0,6		0,7		0,8		1,0		1,3		1,5		
	R_{\min}	0,6			0,8		1,0		1,2		1,6		2,0		2,5	
	R_{\max}	1,65	2,15		2,70		3,20	3,70	4,20	5,20	6,20	7,20	8,20	9,20	10,25	12,75
	$R_1 \max$	0,3		0,4		0,5		0,6		0,8		1,0		1,2		
	$T_z/2$	0,06						0,08						0,10		

Размеры	d									
	8; 10	13; 16	19; 22; 27	32; 40; 50	60; 70; 80	100				
a_{\min}	0,3		0,4	0,5	0,6	0,8				
a_{\max}	1,2	1,4	1,7	2,2	2,7	3,2				
$a_1 \min$	0,8	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2				
$a_1 \max$	1,2	1,4	1,7	2,2	2,7	3,2				
$a_2 \min$			0							
$a_2 \max$	0,50	0,60	0,70	0,90	1,17	1,38				

Схема расположения полей допусков конического отверстия и оправки для крепления инструмента по 3-му типу



1 — инструмент; 2 — оправка

шлифовальных (с наружным базирующим конусом) станков. Основные размеры концов шпинделей с конусами Морзе приведены в табл. 6.15.

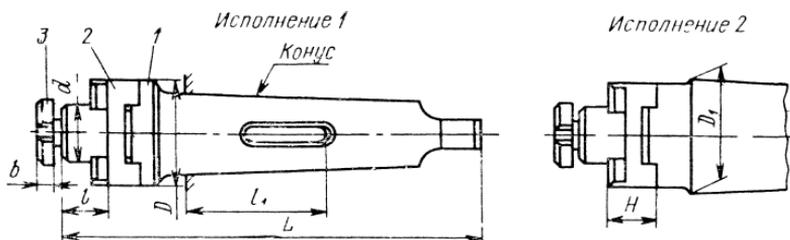
Концы оправок с конусами Морзе и метрическими для сверлильных и расточных станков изготавливаются в трех исполнениях, для фрезерных станков — в одном исполнении (табл. 6.16). Основные размеры концов оправок конусностью 7:24 для сверлильных, расточных и фрезерных станков приведены в табл. 6.17.

6.3. Конструктивные элементы режущих и вспомогательных инструментов

Режущие и вспомогательные инструменты характеризуются общими конструктивными элементами в виде наружных и внутренних конусов, центровых отверстий, квадратов, лысок и др. Все эти элементы стандартизованы. В табл. 6.18—6.25 приведены основные размеры конусов, их центровых отверстий и требования к точности изготовления отдельных элементов формы конических поверхностей и углов конуса.

Основные размеры квадратов, квадратных отверстий и хвостовиков инструментов с лыской приведены в табл. 6.26—6.27.

6.2. Основные размеры оправок с торцевой шпонкой и коническим хвостовиком с лапкой для торцовых фрез* (ГОСТ 13041—83), мм



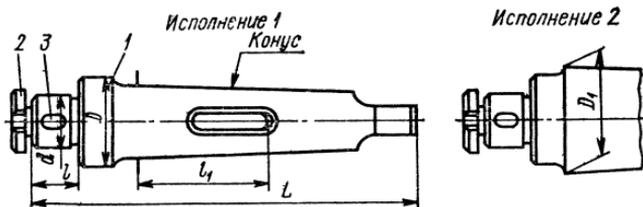
1 — корпус; 2 — поводок (ГОСТ 13038—83); 3 — винт

Исполнение	Обозначение конуса	d	D	L	l	l_1	D_1	Поводок ($d \times H$)	Винт (номинальный диаметр \times высота головки винта b)
1	Морзе № 4	22	40	165	18	58,5 (60)	—	22 \times 18	M10 \times 7
		27	50	175	20	58,5 (60)		27 \times 22	M12 \times 8
		32	60	190	22; 26; 32	58,5 (60)		32 \times 36; 32 \times 32	M16 \times 9
		40	70	200	26; 32	58,5 (60)		40 \times 36; 40 \times 30	M20 \times 10
1	Морзе № 5	27	50	210	20	63,5 (75)	—	27 \times 22	M12 \times 8
		32	60	225	22; 26; 32	63,5 (75)		32 \times 36; 32 \times 32; 32 \times 26	M16 \times 9
		40	70	235	26; 32	63,5 (75)		40 \times 36; 40 \times 30	M20 \times 10
		50	90	245	28; 32	63,5 (75)		50 \times 42; 50 \times 38	M24 \times 10 ($P = 60$)
2	Морзе № 6	32	60	290	22; 26; 32	57 (85)	63,8	32 \times 36; 32 \times 32; 32 \times 26	M16 \times 9
		40	70	300	26; 32	57 (85)		40 \times 36; 40 \times 30	M20 \times 10
1		50	90	310	28; 32	57 (85)	80,4	50 \times 42; 50 \times 38	M24 \times 10 ($P = 60$)
2	Метрический 80	32	60	300	22; 26; 32	64 (100)	—	32 \times 36; 32 \times 32; 32 \times 26	M16 \times 9
		40	70	310	26; 32	64 (100)		40 \times 36; 40 \times 30	M20 \times 10
1		50	90	320	28; 32	64 (100)	—	50 \times 42; 50 \times 38	M24 \times 10 ($P = 60$)

Примечание. В скобках (графа l_1) даны размеры для станков, выпущенных до 1974 г.

* Для расточных станков.

6.3. Основные размеры оправок с продольной шпонкой и коническим хвостовиком с лапкой для торцовых фрез * (ГОСТ 13042—83), мм



1 — корпус; 2 — винт (ГОСТ 13039—83); 3 — шпонка (ГОСТ 22360—77)

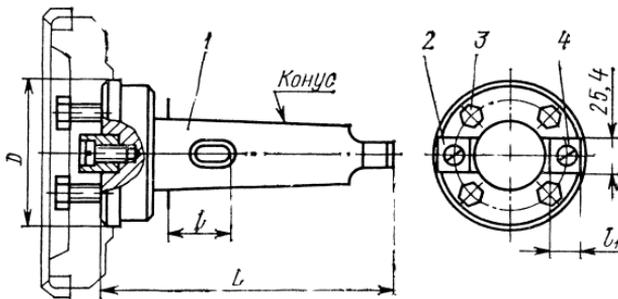
Исполнение	Обозначение корпуса	d	D	L	l	l ₁	D ₁	Шпонка	Винт (номинальный диаметр резьбы × высота головки винта b)		
1	Морзе № 4	16	36	160	16	58,5 (60)	—	4×4×10	M8×6		
				175	28			4×4×22			
				22	160			18	6×6×14	M10×7	
					180			36	6×6×32		
		27	40	170	22			7×7×16	M12×8		
				190	45			7×7×40			
				32	46			170	26	8×7×20	M16×9
								210	60	8×7×56	
2	Морзе № 5	16	36	190	16	63,5 (75)	44,7	4×4×10	M8×6		
				210	18			6×6×14			
				22	40			200	22	6×6×32	M10×7
								220	45	7×7×16	
		27	40	210	26			7×7×40	M12×8		
				240	60			8×7×20			
				32	46			210	28	8×7×56	M16×9
								240	60	10×8×22	
40	56	210	28	10×8×56	M20×10						
		240	60	10×8×56							
		2	Морзе № 6	27	40	260	22	57 (85)	63,8	7×7×16	M12×8
						280	45			7×7×40	
32	46					260	26			8×7×20	M16×9
						300	60			8×7×56	
40	56			270	28	10×8×22	M20×10				
				300	60	10×8×56					

Исполнение	Обозначение конуса	d	D	L	l	l_1	D_1	Шпонка	Винт (номинальный диаметр резьбы \times высота головки винта)
2	Метрический 80	32	46	280	26	64 (100)	80,4	8×7×20	M16×9
				310	60			8×7×56	
		40	56	280	28			10×8×22	M20×10
				310	60			10×8×56	

Примечание. В скобках даны размеры для станков, выпущенных до 1974 г.

* Для расточных станков.

6.4. Основные размеры оправок с торцевой шпонкой и крепежными болтами для торцовых фрез * (ГОСТ 13043—83), мм



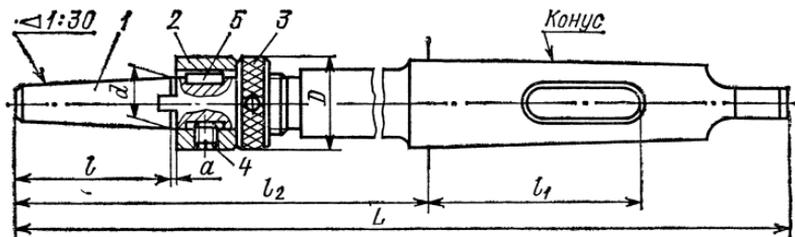
1 — корпус; 2 — шпонка; 3 — болт (ГОСТ 7805 —70*);
4 — винт (ГОСТ 1491—80*)

Обозначение конуса	D	L	l	Шпонка l_1	Болт	Винт
Морзе № 6	128,57	270	57 (85)	26	M16×55.66.05—8g	В M10—8g×30.66.05
Метрический 80			280			
Метрический 100		320	70 (112)			
Метрический 120	221,44	330	76 (130)	46	M20×60.66.05—8g	
		375	76 (130)			

Примечание. В скобках даны размеры для станков, выпущенных до 1974 г.

* Для расточных станков.

6.5. Основные размеры оправок для насадных разверток и зенкеров *
(ГОСТ 13044—85), мм



1 — корпус; 2 — поводок; 3 — гайка; 4 — винт (ГОСТ 1477—75);
5 — шпонка (ГОСТ 23360—78)

Обозначение конуса	d	D	L	l	l ₁	l ₂	a	Гайка	Винт	Шпонка
Морзе № 3	13	23	250	28; 40	55,5 (55)	156,0	1,6	M16 × 1,5	M6 × 8.56.05	3 × 3 × 10
	16	28	280	30; 45		186,0		M20 × 1,5		4 × 4 × 12
Морзе № 4	19	34	300	34; 50	58,5 (60)	182,5	2,0	M22 × 1,5	M6 × 10.56.05	5 × 5 × 14
	22	38	320	38; 58		202,5		M27 × 1,5		6 × 6 × 16
	27	45	350	56; 65		232,5		M30 × 1,5 **		
Морзе № 5	32	55	380	60; 75	63,5 (75)	230,5	2,5	M36 × 1,5 **	M8 × 12.56.05	8 × 7 × 20
	40	65	400	65; 85		250,5		M45 × 1,5 **		10 × 8 × 22
Морзе № 6	50	80	450	65; 95	57 (85)	240,9	3,2	M56 × 2 **	M8 × 14.56.05	12 × 8 × 32
	60	90		75				M64 × 2 **		14 × 9 × 36
Метрический 80	50	80	420	65; 95	64 (100)	230,0	3,2	M56 × 2 **	M8 × 20.56.05	12 × 8 × 32
	60	90		75		M64 × 2 **		14 × 9 × 36		
	80	120		100		M85 × 2 **		18 × 11 × 50		

Примечания. 1. Оправки применяются на сверлильных и расточных станках. 2. В скобках даны размеры для станков, выпущенных до 1974 г.

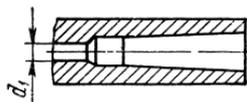
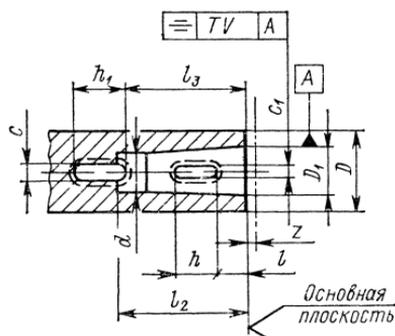
* Для сверлильных и расточных станков.

** Гайки, изготовленные по ГОСТ 13040—67*.

6.6. Основные размеры концов шпинделей с конусами Морзе и метрическими конусами *

Исполнение 1
(при установке хвостовика
инструмента с лапкой)

Исполнение 2
(при установке хвостовика
инструмента с резьбовым отверстием)



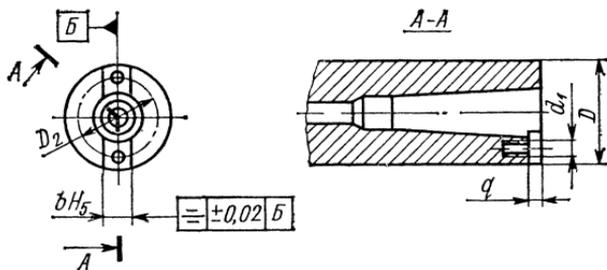
Размеры, мм		Обозначение конуса									
		Морзе					Метрический				
		3	4	5	6	80	100	120	160		
D	1-й ряд	45	60	80	100	125	125	160	200	250	320
	2-й ряд	50	65	90	110	—	—	—	—	220	—
l		28,5					30,0				40,0
c ₁	Номинальное значение	8,3	13,0	16,3		19,0	26,0	32,0	38,0		
	Предельное отклонение	+0,50 +0,28		+0,56 +0,29		+0,63 +0,30		+0,70 +0,31			
h		36,5	39,5	44,5	38,5	44,0	52,0	60,0	76,0		
V		0,2					0,3				0,4

Примечания: 1. Размер D по первому ряду является предпочтительным. 2. Размеры D₁, d, d₁, l₂, l₃, c, h₁ и z — по СТ СЭВ 147—75.

* Для сверлильных и расточных станков.

6.7. Основные размеры концов шпинделей с метрическим конусом и торцевой шпонкой, мм

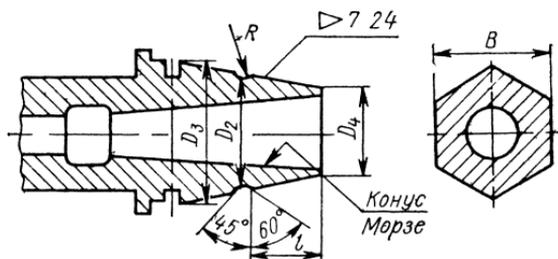
Исполнение 3



Обозначение конуса	D	D_2 , не менее	d_1 , не менее	g , не менее	b (поле допуска Н5)
Метрический 120	220	180	M10	40	40
Метрический 160	320				

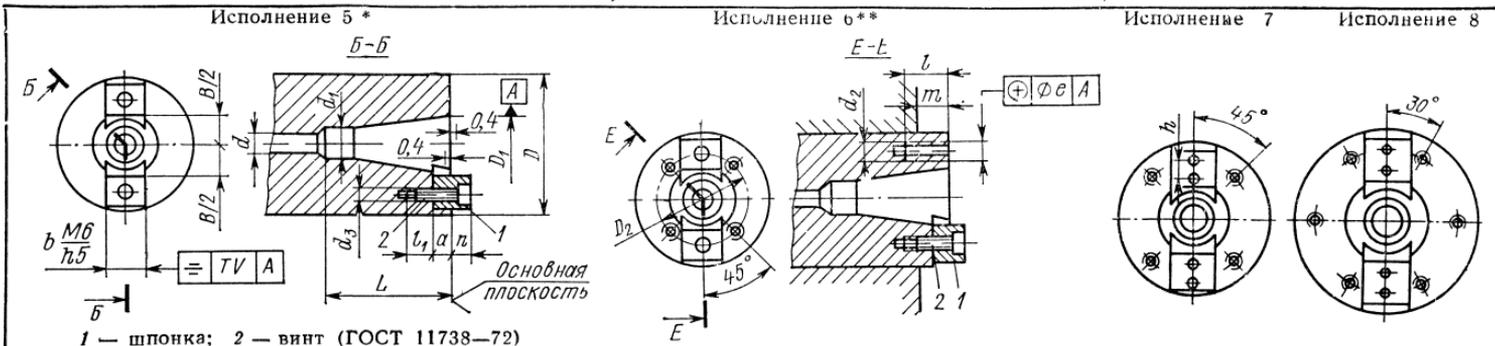
6.8. Основные размеры концов шпинделей с внутренним конусом Морзе и наружным конусом 7 : 24, мм

Исполнение 4



Конус Морзе	D_4	D_2	D_3	B	l (предельное отклонение +0,1)	R
2	31,84	32,8	42	36	18	1,5
3	48,33	50,0	60	50	20	

6.9. Основные размеры конусов шпинделей конусностью 7 : 24, мм



D			4-й ряд (h5)	Обозначение конуса	D ₂ (поле до- пуска I _S 12)	d ₁ , не менее	d ₁ (поле до- пуска H12)	d ₂	d ₃	L, не менее	l, не менее	l ₁	a	m, не менее	n	B/2, не менее	Паз (M6) Шпонка (поз. 1)	Винт (поз. 2)	h	V	e		
Для станков		1-й ряд																				2-й ряд	3-й ряд
сверлиль- ных, рас- точных	фре- зер- ных																						
—	50	70	69,832	30	54,0	17	17,4	M10	M6	73	16	9	8,0	12,5	8,0	16,5	15,9	M6 × 16	—	0,03	0,15		
—	65	90	88,882	40	66,7		25,3	M12		100	20		13	9,5		18,0						9,5	30,0
80	90	100	101,600	45	80,0	21	32,4	M16	M10	140	25	18	12,5	19,0	12,5	36,0	25,4	M10 × 30	—	0,04	0,2		
100	—	125	128,570	50	101,6	27	39,6			178	30		25,0	48,0		61,0							
125	110	150	152,400	55	120,6	35	50,4	M20	M12	220	36	24	20,0	50,0	20,0	90,0	32,0	M12 × 45	30	0,25			
160	—	200	221,440	60	177,8		60,2			220											30	38,0	61,0
200	—	220	221,440	60	177,8	42	92,9	M24	M12	315	36	24	20,0	50,0	20,0	90,0	32,0	M12 × 45	30	0,25			
250	—	335	335,0	70	265,0		92,9	92,9	M24	M12	315	36	24	20,0	50,0	20,0	90,0	32,0	M12 × 45	30	0,25		
320	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

Примечания: 1. Для сверлильных и расточных станков (1-й и 2-й ряды) значения d_3 не регламентируются. 2. Значения D_2 приведены для фрезерных станков (3-й ряд). Для сверлильных и расточных станков — из конструктивных соображений как для исполнения 3. 3. Резьбовые отверстия d_2 для станков с ЧПУ допускается не применять. 4. Допускается концы шпинделей изготавливать с размером D по 4-му ряду (по согласованию с потребителем). 5. На рисунках 1 — шпонка; 2 — винт (ГОСТ 11738—84).

* С конусами от 30 до 70 — для сверлильных и расточных станков, с конусами 30, 40, 45 и 50 — для фрезерных станков.

** С конусами 50 и 55 — для расточных и фрезерных станков.

6.10. Основные размеры шпонок для фрезерных станков, мм

Конус конца шпинделя	b (h5)	l , не более	l_1	H	H_1	H_2	d	d_1	a_1			
30	15,9	17	6	16	7	12	1					
40		20										
45	19,0	—	8	—	19	9	14					
50	25,4	26	10	25	11	17	1,5					
55										46	12,0	22
60												
70	32,0	68	19,0	12	30	40	13	20				

Примечания: 1. Размеры a_1 и H_2 допускаются увеличивать на одно и то же значение для станков с ЧПУ. 2. В пределах габарита (значение D по табл. 6.9) размер l допускается увеличивать. 3. Твердость 36—40 HRC₃.

6.11. Основные размеры концов шпинделей под цанги, мм

Наибольший диаметр сверла, закрепляемого в цанге	d (предельное отклонение — 0,1)	d_1 (поле допуска по 6g)	d_2	d_3 (поле допуска по H6)	d_4	d_5	d_6 (поле допуска по H7)
3	9	M12×1,25	6,2	6	6,5	5	M4
6	15	M22×1,5	10,2	10	10,5	9	M8
10	18	M30×1,5	14,2	14	14,5	13	M12

Наибольший диаметр сверла, закрепляемого в цанге	l	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	s (предельное отклонение — 0,2)
3	32	12	8	2	6	7	8	10
6	50	20	12	3	10	10	10	17
10	60	26	15	3	12	15	12	22

6.12. Основные размеры гаек для концов шпинделей под цанги, мм

Наибольший диаметр сверла, закрепляемого в цанге	d (поле допуска по Н7)	d_1	d_2	d_3	d_1 , не менее	H	l	l_1	s (поле допуска по h12)	c
3	M12×1,25	6	12,5	18	21,1	10	6	8	19	0,6
6	M22×1,5	11	22,5	25	31,2	14	8	11	27	1,0
10	M30×1,5	15	30,5	34	40,3	20	12	16	36	1,0

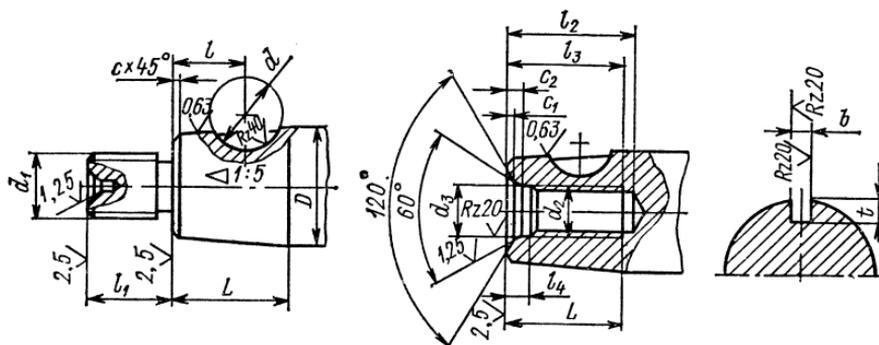
6.13. Основные размеры резьбовых концов шпинделей токарных станков (ГОСТ 18868—71*), мм

d	d_1 (поле допуска по Н7)	d_2 (поле допуска по Н12)	L	l	c
M20×2,5	21	30	20	7	1,6
M27×3	28	38	26	10	1,6
M33×3,5	35	45	32	11	2
M39×4	40	50	35	14	2
M45×4,5	48	60	40	15	2
M52×5	55	70	45	17	2
M60×5,5	62	78	50	19	2

Примечания: 1. Резьба — по СТ СЭВ 182—73, поле допуска 6g — по ГОСТ 16093—81. 2. Канавка для выхода шлифовального круга по ГОСТ 8820—69*; допускается взамен канавки выполнять переходный радиус 1,5 мм. 3. Для делительных универсальных головок отклонение размера d_1 — по h6.

6.14. Основные размеры концов шлифовальных шпинделей с наружным базировочным конусом (ГОСТ 2323—76*), мм

Тип 1

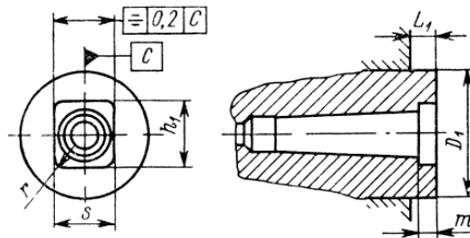


D	d	d ₁	d ₂	d ₃	L		l	l ₁
					Тип 1	Тип 2		
10	—	M6	M5	5,5	10		—	10
12		M8	M6	6,5	12			12
16		M10	M8	8,5	16			18
20		M12			20			
25	16	M16	M10	10,5	25	16	24	
32	19		M12	12,5	32	20		
40	22	M24	M16	17,0	40	25	36	
50	25				50	32		
65	28	M36×3	M24	25,0	65	40	50	
80	32				80	50		
100	38	M48×3	—	—	100	—	65	60
125					125	—	80	

D	l_2	l_3	l_4	t (поле допуска по Н10)	b (поле допуска по Р9)	c	c_1	c_2
10	14	12	3,0	—	—	0,2	0,15	1,0
12	17	3,5	0,3			1,2		
16	24	22	4,5			0,6	0,2	2,0
20								
25	35	32	6,0	5,5	3	1,0	0,6	4,0
32				6,0	4		0,8	
40	45	42	8,0	7,2	5	1,6	1,0	5,0
50				7,8	6			
65	65	62	11,0	8,8	6	1,6	1,6	6,5
80				10,5	8			
100	—	—	—	—	10	2,0	—	—
125								

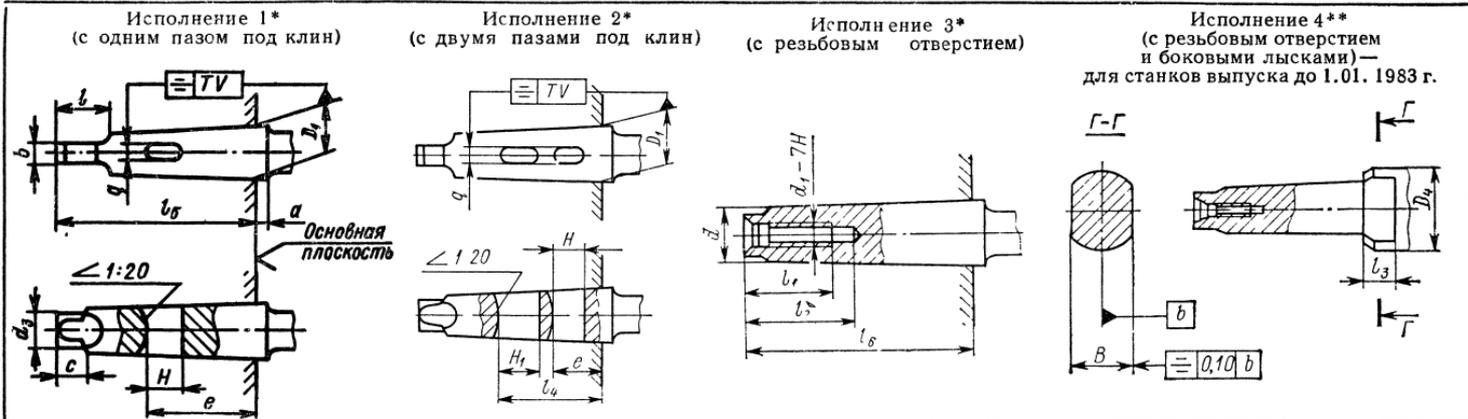
Примечания. 1. Концы шлифовальных шпинделей с наружным базировочным конусом применяют для посадки фланцев шлифовального инструмента. 2. При балансировочном механизме, встроенном в шпиндель, допускается применять шлифовальные шпиндели с концами, отличающимися от установленных в данном стандарте. 3. Резьба — по СТ СЭВ 182—75; допуск на наружную резьбу 6g, на внутреннюю — 6H (ГОСТ 16093—81). 4. Размеры центровых отверстий для концов с наружной резьбой — форма В или R (ГОСТ 14034—74 *). 5. Допускается уменьшение не более чем в 2 раза длины фасок c_1 и c_2 центрального отверстия с углом 60°. 6. Направление резьбы должно быть противоположным направлению вращения шпинделя. 7. Сегментные шпонки по ГОСТ 24071—80 *. Допускается крепить фланцы на шпинделе без шпонки. 8. Допускается размер L увеличить в 1,25 раза.

6.15. Основные размеры концов шпинделей с конусами Морзе [конус по ГОСТ 25557—82 (СТ СЭВ 147—75), мм



Обозначение конуса	D_1 (поле допуска по h9)	m	S (поле допуска по Н12)	h_1 (наименьший)	r	L_1 , не менее
3	50; 60	10	24	42	6	10
4	70; 80	12	32	47	8	12

6.16. Основные размеры оправок с конусами Морзе и метрическими конусами, мм



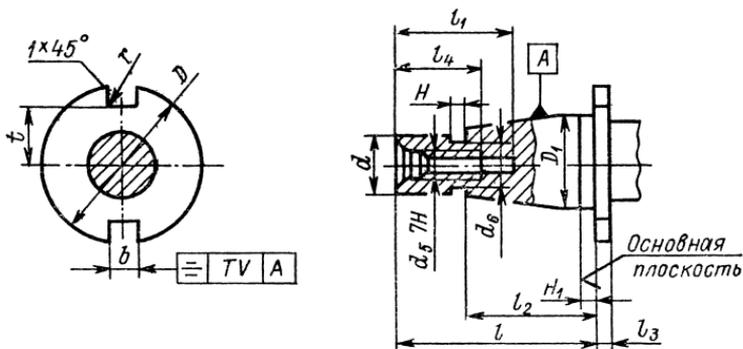
Обозначение конуса	D	B (b12)	H		H ₁	g			l		l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	d ₁	v		
			1-й ряд	2-й ряд		1-й ряд	2-й ряд	Предельные отклонения	1-й ряд	2-й ряд								
Морзе	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	15	10	—	M5	0,2		
	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	20						
	2	24	19	—	—	—	—	—	—	—	24	34			M10			
	3	40	24	33,5	30	—	8,3	6,6	+0,50	55,5	55	28			36		12	M12
	4	46	32	36,5	35	—	—	8,2	+0,28	58,5	60	32			40		15	M16
	5	—	—	41,5	40	—	—	13,0	+0,56	63,5	75	40			50		—	M20
Метрический	6	—	35,5	—	47	16,3	16,2	+0,29	57,0	85	50	62	—	114,1	M24	0,3		
	80	—	43,0	45	54	19,0	19,3	+0,63	64,0	100	65	80	—	128,0	M30			
	100	—	51,0	52	61	26,0	26,3	+0,30	70,0	112	80	96	—	155,0	M36; трап. 30×6, кл. 3 лев.			
	120	—	59,0	60	68	32,0	32,3	+0,70	76,0	130	—	—	—	160,0				
	140 ***	—	—	—	68	—	38,0	—	+0,31	—	144	96	125	—	—			
	160	—	—	75,0	—	82	—	—	—	98,0	—	100	116	—	207,0		M48 трап. 30×6 кл. 3 лев.	
200 ***	—	—	—	86	—	—	56,3	+0,80 +0,34	—	196	—	—	—	—	—			

Примечания: 1. Размеры H, g и l 1-го ряда — для станков, выпущенных с 1974 г., 2-го ряда — до 1974 г. 2. Размеры D₁, d, d₃, e, l₅, l₆, b и c — по СТ СЭВ 147—75. 3. Твердость 48—56 HRC₃.

* Для сверлильных и расточных станков. ** Для фрезерных станков. *** Для станков, выпущенных до 1974 г.

6.17. Основные размеры концов оправок конусностью 7 : 24, мм

Исполнение 5 *



Обозначение конуса	D	d (all)	d ₆	d _e	H	H ₁ (предельные отклонения ±0.4)	l	l ₁
30	50	17,4	M12	16,5	3	1,6	70	50
40	63	25,3	M16	24	5		95	70
45	80	32,4	M20	30	6	3,2	110	
50	100	39,6	M24	38	8		130	
55	130	50,4		48	9		168	
60	160	60,2	M30	58	10		210	110
70	250	92,9	M36	90	14	4,0	300	160

Обозначение конуса	l ₂	l ₃	l ₄ , не менее	f (предельное отклонение - 0,5)	r, не более	b (H12)	v
30	50	8	24	16,2	—	16,1	0,06
40	67	10	30	22,5	1		
45	86		38	29,0			
50	105	12	45	35,3	2	25,7	0,1
55	130			45,0			
60	165		56	60,0			
70	256		16	70			

Примечания: 1. Допускается увеличение размера D до значений D (табл. 6.9, исполнение 5—8). 2. Размеры концов оправок и технические требования на их изготовление для станков с ЧПУ с конусами 30—50 — по ГОСТ 25827—83. 3. Допускается применять концы оправок и для обычных станков. 4. Поверхностная твердость конической части 51—57 HRC₀. 5. Размер D₁ — по ГОСТ 15945—71.

* Для сверлильных, расточных и фрезерных станков.

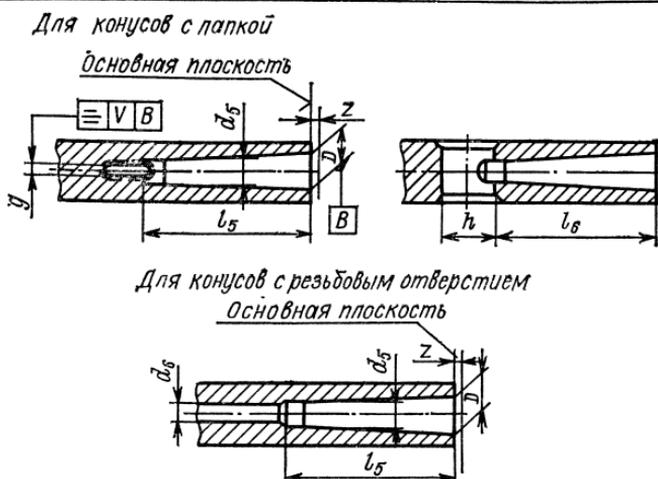
6.18. Основные размеры конусов инструментов укороченных, мм

Конус Морзе	Обозначение конуса	Конусность	Угол конуса 2α	D	D_1	d	d_1	l_1	l_2	a , не более	b	c
0	B7	$1 : 19,212 = 0,05205$	$2^\circ 58' 54''$	7,067	7,2	6,5	6,8	11,0	14,0	3,0		0,5
1	B10	$1 : 20,047 = 0,04988$	$2^\circ 51' 26''$	10,094	10,3	9,4	9,8	14,5	18,0	3,5		1,0
	B12			12,065	12,02	11,1	11,5	18,5	22,0			
2	B16	$1 : 20,020 = 0,04955$	$2^\circ 51' 41''$	15,733	16,0	14,5	15,0	24,0	29,0	5,0	4,0	1,5
	B18			17,789	18,0	16,2	16,8	32,0	37,0			
3	B22	$1 : 19,922 = 0,05020$	$2^\circ 52' 32''$	21,793	22,0	19,8	20,5	10,5	45,5	4,5		
	B24			23,825	24,1	21,3	20,0	50,5	55,5			
4	B32	$1 : 19,254 = 0,05194$	$2^\circ 58' 31''$	31,267	31,6	28,6	—	51,0	57,5	6,5		2,0
5	B45	$1 : 19,002 = 0,05263$	$3^\circ 53''$	44,399	44,7	41,0	—	64,5	71,0	—		

6.19. Размеры центрального отверстия конуса укороченного, мм

Обозначение конуса	d_2	d_3	d_4	L
B12	M6	8,0	8,5	16
B18	M10	12,5	13,2	24
B24	M12	15,0	17,0	28
B32	M16	20,0	22,0	32
B45	M20	26,0	30,0	40

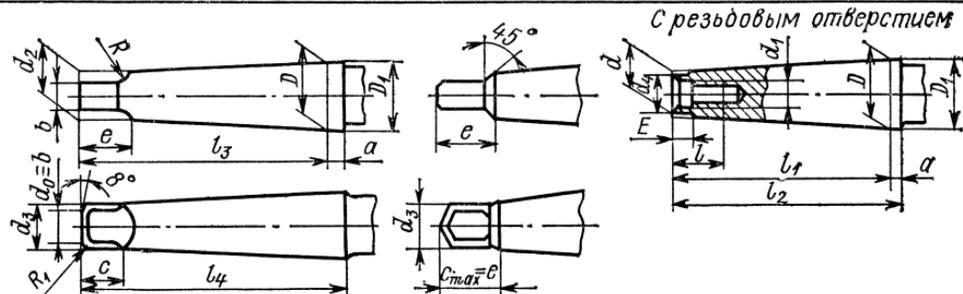
6.20. Основные размеры внутренних инструментальных конусов Морзе и метрических (ГОСТ 25557—82), мм



Тип конуса	Обозначение конуса	Конусность	D	d_b	d_s	l_b	l_s	g	h	z^*	
Метрический	4	1 : 20 = 0,05	4	3	—	25	21	2,2	8	0,5	
	6		6	4,6		34	29	3,2	12		
Морзе	0	1 : 19,212 = 0,05205	9,045	6,7	—	52	49	3,9	15	1,5	
	1	1 : 20,047 = 0,04988	12,065	9,7		7,0	56	52	5,2		19
	2	1 : 20,020 = 0,04995	17,780	14,9		11,5	67	62	6,3		22
	3	1 : 19,922 = 0,05020	23,825	20,2		14,0	84	78	7,9		27
	4	1 : 19,254 = 0,05194	31,267	26,5		18,0	107	98	11,9		32
	5	1 : 19,002 = 0,05263	44,399	38,2		23,0	135	125	15,9		38
6	1 : 19,180 = 0,05214	63,348	54,6	27,0	188	177	19,0	47			
Метрический	80	1 : 20 = 0,05	80,0	71,5	33,0	202	186	26,0	52	2	
	100		100,0	90,0	39,0	240	220	32,0	60		
	120		120,0	108,5		276	254	38,0	70		
	160		160,0	145,5	52,0	350	321	50,0	90	3	
	200		200,0	182,5		424	388	62,0	110		

* Максимальное допускаемое отклонение положения основной плоскости, в которой находится диаметр D , от ее теоретического положения.

6.21. Основные размеры наружных инструментальных конусов Морзе и метрических [ГОСТ 25557—82 (СТ СЭВ 147—75)], мм



Наружный конус

Тип конуса	Обозначение конуса	Конусность	D	Наружный конус																	
				a	D ₁	d	d ₁	d ₂	d _{3max}	d _{4max}	l _{1max}	l _{2max}	l _{3max}	l _{4max}	b	c	e _{max}	l _{min}	R _{max}	R ₁	f _{max}
Метрический	4	1 : 20 = 0,05	4	2	4,1	2,9	—	—	—	2,5	23	25	—	—	—	—	—	—	—	—	2
	6		6	3	6,2	4,4	—	—	—	4	32	35	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Морзе	0	$1 : 19,212 = 0,05205$	9,045	3	9,2	6,4	—	6,1	6	6	50	53	56,5	59,5	3,9	6,5	10,5	—	4	1	4
	1	$1 : 20,047 = 0,04988$	12,065	3,5	12,2	9,4	M6	9	8,7	9	53,5	57	62	65,5	5,2	8,5	13,5	16	5	1,2	5
	2	$1 : 20,020 = 0,04995$	17,780	5	18	14,6	M10	14	13,5	14	64	69	75	80	6,3	10	16	24	6	1,6	
	3	$1 : 19,922 = 0,05020$	23,825		24,1	19,8	M12	19,1	18,5	19	81	86	94	99	7,9	13	20	28	7	2	7
	4	$1 : 19,254 = 0,05194$	31,267	6,5	31,6	25,9	M16	25,2	24,5	25	102,5	109	117,5	124	11,9	16	24	32	8	2,5	9
	5	$1 : 19,002 = 0,05263$	44,399		44,7	37,6	M20	36,5	35,7	35,7	129,5	136	149,5	156	15,9	19	29	40	10	3	10
	6	$1 : 19,180 = 0,05214$	63,348	8	63,8	53,9	M24	52,4	51	51	182	190	210	218	19	27	40	50	13	4	16
Метрический	80	1 : 20 = 0,05	80	8	80,4	70,2	M30	69	67	67	196	204	220	228	26	24	48	65	24	5	24
	100		100	10	100,5	88,4	M36	87	85	85	232	242	260	270	32	28	58	80	30	30	
	120		120	12	120,6	106,6		105	102	102	268	280	300	312	38	32	68		36	6	36
	160		160	16	160,8	143	M48	141	138	138	340	356	380	396	50	40	88	100	48	8	48
	200		200	20	201	179,4		177	174	174	412	432	460	480	62	48	108		60	10	60

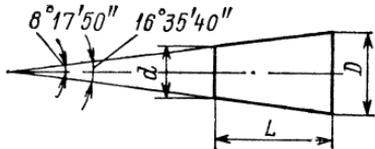
Примечания: 1. Размеры D₁, d и d₂ — теоретические и зависят от диаметра D и номинальных размеров a, l₁ и l₂. 2. Диаметр d₃ может по длине превышать размер c при условии, что c_{max} = e.

6.22. Предельные отклонения угла конуса и формы конических поверхностей (ГОСТ 2848—75*)

Тип конуса	Обозначение конуса	Длина измерения угла конуса L, мм	Предельные отклонения угла конуса, мкм, на длине конуса					Предельные отклонения формы конуса, мкм									
								Отклонение от прямолинейности образующей					Отклонение от круглости				
			Степень точности														
			AT4	AT5	AT6	AT7	AT8	AT4	AT5	AT6	AT7	AT8	AT4	AT5	AT6	AT7	AT8
Метрический	4	25	—	—	8	12	20	—	—	1,6	2,5	4	—	—	4	6	10
	6	35	—	—	10	16	25	—	—	2,0	3,0	5	—	—	4	6	10
Морзе	0	49	—	—	—	—	—	1,0	1,6	2,5	4,0	6	—	—	—	—	—
	1	52	4	6	10	16	25	—	—	—	—	—	2,0	3	5	8	12
	2	64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	79	5	8	12	20	30	1,2	2,0	3,0	5,0	8	—	—	—	—	—
	4	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,5	4	6	10	16
	5	126	6	10	16	25	40	1,6	2,5	4,0	6,0	10	—	—	—	—	—
	6	174	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Метрический	80	180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	100	212	8	12	20	30	50	2,0	3,0	5,0	8,0	12	3,0	5	8	12	20
	120	244	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	160	308	10	16	25	40	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Укороченный	200	372	12	20	30	50	80	2,5	4,0	6,0	10,0	16	4,0	6,0	10	16	25
	B7	14	—	—	—	—	—	—	—	1,2	2,0	3	—	—	—	—	—
	B10	18	—	—	6	10	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B12	22	—	—	—	—	—	—	—	1,6	2,5	4	—	—	3	5	8
	B16	29	—	—	8	12	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B18	37	—	—	—	—	—	—	—	2,0	3,0	5	—	—	—	—	—
	B22	45,5	—	—	10	16	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B24	55,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B32	57,5	—	—	12	20	30	—	—	2,5	4,0	6	—	—	4	6	10	
B45	71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
B45	71	—	—	—	—	—	—	—	8,0	5,0	8	—	—	—	—	—	

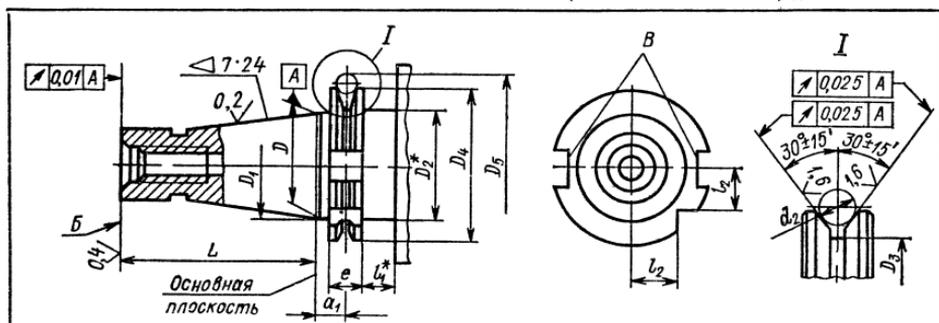
Примечания. 1 Отклонение угла конуса от номинального размера располагать в «плюс» — для наружных, в «минус» — для внутренних конусов. 2. ГОСТ 2848 — 75* предусматривает также для наружных конусов степени точности AT4 и AT5; допуски распространяются на конусы инструментов по СТ СЭВ 147—75, СТ СЭВ 148—75 и ГОСТ 9953—82

6.23. Основные размеры конусов шпинделей и оправок с конусностью 7 : 24 (ГОСТ 15945—82), мм



Обозначение конуса	D	d	L (справочный)
10	15,87	9,5	21,8
15	19,05	11,2	26,9
25	25,40	13,8	39,8
30	31,75	17,4	49,2
35	38,1	21,4	57,2
40	44,45	25,3	65,6
45	57,15	32,4	84,8
50	69,85	39,6	103,7
55	88,90	50,5	131,6
60	107,95	60,2	163,7
65	133,35	75,0	200,0
70	165,10	92,9	247,5
75	203,20	114,3	304,8

6.24. Основные размеры хвостовиков инструментов с конусом 7 : 24 для станков с ЧПУ [ГОСТ 25827—83 (СТ СЭВ 1858—79)], мм



Обозначение конуса	D (расчетный)	D_1	D_2^* , не более	D_3 (поле допуска h12)	D_4 ($\pm 0,15$)	D_5 (поле допуска h8)	d_2 (поле допуска j5)	L (поле допуска h11)	l_1^* , не менее	l_2 (-0,3)	a_1^{***} ($\pm 0,1$)
30	31,75	31,9	44	46	50	55,07	4	68,4	8	15,5	5,6
40**	44,45	44,6	55	58	63	69,34	5	93,4	10	18,5	6,6
45	57,15	57,3	68	74	80	87,61	6	106,8	13	24,0	9,2
50**	69,85	70,0	85	94	100	107,61		126,8	16	30,0	

Примечание Неуказанные размеры соответствуют размерам концов оправок сверлильных, расточных и фрезерных станков (табл. 6 17, исполнение 5). Размеры и форма центрального отверстия приведены в табл. 6.25.

* Размеры D_2 и l_1 определяют свободное пространство для захвата инструмента манипулятором

** Хвостовики предпочтительного применения.

*** Допуск $\pm 0,1$ мм размера a_1 относится к номинальному размеру D , который является расчетным.

6.25. Основные размеры и форма центрowego отверстия для конусов с конусностью 7 : 24, мм

Обозначение конуса	d_1 (поле допуска по Н9)	d_2 , не более	d_3 , не менее	l_5	l_6	l_7	e
30	13	14,2	15,6	6	1,4	0,4	0,2
40	17	18,5	20,5	8	1,9	0,6	0,4
45	21	23,0	27,0	10	2,8	1,1	0,6
50	25	27,0	31,0	11			
55					60	31	34,0
60	70	50	53,0	57,0			

Примечание. Допускается в пределах размера l_5 на диаметре d_1 выполнять канавки для выхода шлифовального круга.

6.26. Основные размеры квадратов, диаметров хвостовиков и квадратных отверстий для инструментов [ГОСТ 9523—84 (СТ СЭВ 150—75)], мм

Квадраты и диаметры хвостовиков

Для малых размеров хвостовиков

Квадратные отверстия

a	l	d			D_{\min}	D_{\max}
		свыше	до	рекомендуемый		
2,50	5	3,0	3,35	3,15	3,44	—
2,80	5	3,35	3,75	3,55	3,85	—
3,15	6	3,75	4,25	4,0	4,35	—
3,55	6	4,25	4,75	4,5	4,87	—
4,0	7	4,75	5,3	5,0	5,42	—
4,5	7	5,30	6,0	5,6	6,12	—
5,0	8	6,0	6,7	6,3	6,85	—
5,6	8	6,7	7,5	7,1	7,65	—
6,3	9	7,5	8,5	8,0	8,65	—
7,1	10	8,5	8,0	9,0	9,65	—
8,0	11	9,5	10,6	10,75	10,78	—
9,0	12	10,6	11,8	11,2	11,98	—
10,0	13	11,8	13,2	12,5	13,38	—
11,2	14	13,2	15,0	14,0	15,18	—
12,5	16	15,0	17,0	16,0	17,18	—
14,0	18	17,0	19,0	18,0	19,21	—
16,0	20	19,0	21,2	20,0	21,41	—

a	l	d			D min	D max
		свыше	до	рекомендуе- мый		
18,0	22	21,2	23,6	22,4	23,81	—
20,0	24	23,6	26,5	25,0	26,71	21,25
22,4	26	26,5	30,0	28,0	30,21	23,5
25,0	28	30,0	33,5	31,5	33,75	26,5
28,0	31	33,5	37,5	35,5	37,75	30,0
31,5	34	37,5	42,5	40,0	42,75	33,5
35,5	38	42,5	47,5	45,0	47,75	37,5
40,0	42	47,5	53,0	50,0	53,3	42,5
45,0	46	53,0	60,0	56,0	60,3	47,5
50,0	51	60,0	67,0	63,0	67,3	53,0
56,0	56	67,0	75,0	71,0	75,3	60,0
63,0	62	75,0	85,0	80,0	85,35	67,0
71,0	68	85,0	95,0	90,0	95,35	75,0
80,0	75	95,0	106,0	100,0	106,35	85,0

Примечание. Поле допуска размера a (квадрат): для хвостовика — h12 (включая погрешность формы), h11 (рекомендуемый допуск на изготовление); для отверстия — D11. Поле допусков размера d — h9, f8 или h11.

6.27. Основные размеры хвостовиков инструментов с лыской [ГОСТ 9523—84 (СТ СЭВ 150—75)], мм

$d \leq 3,55$ мм				$d > 3,55$ мм		
d			a (поле до- пуска h11)	n (поле до- пуска h16)	b (поле до- пуска H16)	c
свыше	до	средний				
1,90	2,12	2,0	1,80	3	6	—
2,12	2,36	2,24	2,0			
2,36	2,65	2,50	2,24			
2,65	3,0	2,80	2,50			
3,0	3,35	3,15	2,80			
3,35	3,75	3,55	3,15			

d			a (поле до- пуска h11)	n (поле до- пуска h16)	b (поле до- пуска H16)	c
свыше	до	средний				
3,75	4,25	4,0	3,15	5	6	—
4,25	4,75	4,50	3,35			
4,75	5,30	5,0	4,0			
5,30	6,0	5,60	4,50		8	
6,0	6,70	6,30	5,0			
6,70	7,50	7,10	5,60			
7,50	8,50	8,0	6,30	7	10	0,5
8,50	9,50	9,0	7,10			
9,50	10,60	10,0	8,0			
10,60	11,80	11,20	9,0			
11,80	13,20	12,50	10,0	9	12	1,0
13,20	15,0	14,0	11,20			
15,0	17,0	16,0	12,50			
17,0	19,0	18,0	14,0			
19,0	21,20	20,0	16,0			
21,20	23,60	22,40	18,0	11	16	1,5
23,60	26,50	25,0	20,0			
26,50	30,0	28,0	22,40			
30,0	33,50	31,50	25,0	14		
33,50	37,50	35,50	28,0			
37,50	42,50	40,0	31,50			

6.28. Размеры центровых отверстий с углом конуса 60°, мм

Форма А		Форма В		Форма Т				
D	d	d ₁	d ₂	d ₃ (поле допуска Н14)	l, не менее	l ₁	l ₂ (поле допуска Н12)	l ₃ , не менее
2,0	(0,5)	1,06	—	—	0,8	0,48	—	—
2,5	(0,63)	1,32	—	—	0,9	0,60	—	—
3	(0,8)	1,70	2,50	—	1,1	0,78	1,02	—
4	1,0	2,12	3,15	—	1,3	0,97	1,27	—
5	(1,25)	2,65	4,00	—	1,6	1,21	1,60	—
6	1,6	3,35	5,0	—	2,0	1,52	1,99	—
10	2,0	4,25	6,30	7	2,5	1,95	2,54	0,6
14	2,5	5,30	8,0	9	3,1	2,42	3,20	0,8
20	3,15	6,70	10,0	12	3,9	3,07	4,03	0,9
30	4	8,50	12,50	16	5,0	3,90	5,06	1,2
40	(5)	10,60	16,0	20	6,3	4,85	6,41	1,6
60	6,3	13,20	18,0	25	8,0	5,98	7,36	1,8
80	(8)	17,0	22,40	32	10,1	7,79	9,35	2,0
100	10	21,20	28,0	36	12,8	9,70	11,66	2,5
120	12	25,40	33,0	—	14,6	11,60	13,80	—
160	16	33,90	42,50	—	19,2	15,50	18,00	—
240	20	42,40	51,60	—	25,0	19,40	22,00	—
360	25	53,00	63,30	—	32,0	24,00	27,00	—

Примечания: 1. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется. 2. Размеры D рекомендуемые. 3. Для l₁, равного 0,48; 0,60; 0,78 и 0,97 предельные отклонения Н11, для остальных значений l₁— Н12.

6.29. Размеры центровых отверстий с углом конуса 75°, мм

Форма С		Форма Е				
D	d	d ₁	d ₂	l, не менее	l ₁ (поле допуска по Н17)	l ₂ (поле допуска по Н17)
120	8	23,3	30,2	10	10	12,0
180	12	36,6	45,4	15	16	18,5
260	20	60,0	70,3	22	26	29,0
360	30	91,4	105,0	32	40	44,0
500	40	120,0	137,0	43	52	57,0
800	50	150,0	170,0	52	65	71,0
1200	63	186,0	213,7	65	80	88,0

Примечание. Размер D рекомендуемые.

6.30. Размеры центровых отверстий с дугообразной образующей, мм

Форма R	D	d	d ₁	l, не менее	Радиус r	
					наимень- ший	наиболь- ший
					2	(0,5)
2,5	(0,63)	1,50	1,5	1,60	2,0	
3	(0,8)	1,70	1,9	2,0	2,50	
4	1,0	2,12	2,3	2,50	3,15	
5	(1,25)	2,65	2,8	3,15	4,0	
6	1,6	3,35	3,5	4,0	5,0	
10	2,0	4,25	4,4	5,0	6,30	
14	2,5	5,30	5,5	6,30	8,0	
20	3,15	6,70	7,0	8,0	10,0	
30	4,0	8,50	8,9	10,0	12,50	
40	(5,0)	10,60	11,2	12,50	16,0	
60	6,3	13,20	14,0	16,0	20,0	
80	(8,0)	17,0	17,9	20,0	25,0	
100	10,0	21,20	22,5	25,0	31,50	

Примечания: 1. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется 2 Размеры D рекомендуемые

6.31. Размеры центровых отверстий с метрической резьбой, мм

D для формы		d	d ₁ (поле допуска по H14)	d ₂	d ₃	l ₁ , не бо- лее	l ₂ (поле допуска по H12)	l ₃ , не бо- лее	l ₄ , не бо- лее	l ₅ (поле допуска по H12)	α, °
F	H										
8	—	M3	3,2	5,0	—	2,8	1,56	—	—	—	60
10	16	M4	4,3	6,5	8,2	3,5	1,90	4,0	2,4		
12,5	20	M5	5,3	8,0	11,4	4,5	2,30	5,5	3,3		
16	25	M6	6,4	10,0	13,3	5,5	3,0	6,5	4,0		
20	32	M8	8,4	12,5	16,0	7,0	3,50	8,0	4,5		
25	40	M10	11,0	15,6	19,8	9,0	4,0	10,2	5,2		
32	50	M12	13,0	18,0	22,0	10,0	4,30	11,2	5,5		
40	63	M16	17,0	22,8	28,7	11,0	5,0	12,5	6,5		
63	80	M20	21,0	28,0	33,0	12,5	6,0	14,0	7,5		
100	100	M24	25,0	36,0	43,0	14,0	9,50	16,0	11,5		
160	160	M30	31,0	44,8	51,8	18,0	12,0	20,0	14,0		
250	250	M36	37,5	53,0	60,0	20,0	13,50	22,0	15,5		
400	400	M42	43,5	59,7	70,5	22,0	14,00	25,0	17,0		
630	630	M48	49,5	74,0	88,0	24,0	16,0	28,0	20,0	75	
900	900	M56	58,0	85,6	99,5	27,0	18,0	31,0	22,0		

D для формы		d	d ₁ (поле допуска по Н14)	d ₂	d ₃	l, не более	l ₁ (поле допуска по Н12)	l ₂ , не более	l ₃ (поле допуска по Н12)	α, °
F	H									
Св. 1200	M64	66,0	95,0	112,5	29,0	19,0	34,0	24,0	75	
	M72×6	74,0	104,7	122,0	31,0	20,0	36,0	25,0		
	M80×6	82,0	115,7	133,0	34,0	22,0	39,0	27,0		
	M100×6	102,0	140,0	160,0	36,0	24,0	42,0	30,0		

Примечания: 1 Размеры D рекомендуемые. 2 Формы F и H не должны применяться для режущего и вспомогательного инструментов с коническими хвостовиками и конусностью 1 : 10, 1 : 7, 7 : 24, конусами метрическими и Морзе.

6.32. Размеры центровых отверстий с метрической резьбой, мм

Форма Р																					
Обозначение конуса				d	d ₁ (поле допуска по Н14)	d ₂	d ₃	L, не менее	l	l ₁	l ₂ , не менее										
Метрический	Морзе	СТ СЭВ 147—75	ГОСТ 9953—67																		
—	1	B12	—	—	M6	6,4	8,0	8,5	16	3,5	1,53	—									
	2	B18			M10	10,5	12,5	13,2	24	4,5	1,90										
	3	B24			30	M12	13,0	15,0	17,0	28	6,0		2,30	0,6							
	4	B32			40	M16	17,0	20,0	22,0	32	8,0		3,2	—							
	5	B45	80	45	M20	21,0	26,0	30,0	40	10,0	5,50	1,1									
	6		90																		
80	—	—	—	50; 55	M24	25,0	31,0	36,0	50	11,0	6,60	1,4									
													100	60	M30	31,0	38,0	45,0	65	14,0	8,00
													(110)								
													120								
													140								
													160	65	M36	37,0	45,0	52,0	80	15,0	9,00
120																					
160	70	M48	50,0	60,0	68,0	100	18,0	11,00	2,3												
200																					

6.33. Формы центровых отверстий и области их применения

Форма	Область применения
А	В тех случаях, когда после обработки необходимость в центровых отверстиях отпадает и когда сохранность центровых отверстий в процессе их эксплуатации гарантируется соответствующей термообработкой
В	В тех случаях, когда центровые отверстия являются базой для многократного использования или сохраняются в готовых изделиях
Т	Для оправок и калибров-пробок
С	Для крупных валов (то же, что и для формы А)
Е	Для крупных валов (то же, что и для формы В)
Р	При необходимости повышенной точности обработки
Ф; Н	Для монтажных работ, транспортирования, хранения и термообработки деталей в вертикальном положении
Р	Для различных конусов инструмента

6.34. Данные для выбора центровых отверстий в зависимости от массы изделий (заготовок)

Форма центровых отверстий	d , мм	Масса изделия, кг, не более	Форма центровых отверстий	d , мм	Масса изделия, кг, не более
А, В, Т	2	50	А, В, Т	20	8 000
	2,5	80		25	20 000
	3,15	90	С, Е	8	1 500
	4	100		12	3 000
	5	200		20	9 000
	6,3	360		30	20 000
	8	500		40	35 000
	10	800		50	80 000
	12	1500		63	120 000
	16	2500			

6.35. Размеры клиньев к инструменту с коническим хвостовиком (ГОСТ 3025—78), мм

Тип конуса	Обозначение конуса	L	l	l_1	h	d	b	c	r
Морзе	0	90	18	8	14	3	3,5	0,5	1,5
	1; 2	120	26	12	17		5,0		2,0
	3	160	38	15	21	7,0			
	4					10,0			

Тип конуса	Обозначение конуса	L	l	l_1	h	d	b	c	r
Морзе	5; 6	200	50	20	29	10	15,0	1,0	4,0
Метри- ческий	80	265	70	25	38		22,0		5,0
	100; 120	340	90	30	48		30,0	1,5	7,0
	160	450	120	35	60				
	200	560	150	40	72		15	40,0	8,0
Примечание. Твердость на длине l 42—52 HRC ₃									

Формы центровых отверстий, размеры, области применения и данные для их выбора приведены в табл. 6.28—6.34. Основные размеры клиньев к инструменту с коническим хвостовиком — в табл. 6.35.

6.4. Вспомогательный инструмент для станков с ЧПУ и ГПС

Станки с ЧПУ и ГПС должны быть оснащены вспомогательным инструментом, обеспечивающим обработку деталей с учетом области рационального применения оборудования. Эта область определяется основными характеристиками каждой конкретной модели: типом станка, его назначением, мощностью, классом точности, размерами рабочего пространства, конструкцией хвостовика инструмента, взаимодействующей с механизмами смены и крепления. Тип обрабатываемых деталей (тела вращения, плоские, коробчатые и т. п.), распределение обрабатываемых поверхностей по видам, размерам и точности обработки и перечисленные характеристики взаимосвязаны.

Для выполнения своей функции вспомогательный инструмент снабжается присоединительными поверхностями, которые соответствуют, с одной стороны, крепежным элементам станков, а с другой — адекватны всем многообразным типам и типоразмерам присоединительных поверхностей режущего инструмента. Типаж присоединительных поверхностей вспомогательного инструмента, необходимых для крепления режущего инструмента, только на одном обрабатываемом центре составляет до 200 типоразмеров. В связи с этим при креплении концевого режущего инструмента рекомендуется использовать взаимозаменяемые универсальные конструкции типа переходных патронов и втулок, устанавливаем

мых в шпинделе станка. В качестве сменных применяют переходные цельные и разрезные втулки (цанги), в которых непосредственно закрепляется режущий инструмент.

Дальнейшая унификация типов вспомогательного инструмента осуществляется путем использования принципов агрегатирования и взаимозаменяемости агрегатов между различными моделями и видами станков с ЧПУ.

Быстрое развитие станков с ЧПУ требует преимущественного выбора такого вспомогательного инструмента, освоение которого в централизованном производстве связано с наименьшими затратами. Это в частности инструмент, конструктивно разделенный на рациональное число составных частей по принципу агрегатирования. Такие конструкции позволяют увеличить объем выпуска однотипной продукции, расширить использование совершенных технологических процессов и форм организации инструментального производства и, в конечном счете, снизить себестоимость инструмента.

Критериями выбора вспомогательного инструмента являются универсальность, жесткость, точность, быстросменность, переналаживаемость и др. Они определяются исходя из основного критерия — эффективности эксплуатации станков с ЧПУ. При выборе вспомогательного инструмента следует отдавать предпочтительные конструкции со стандартными элементами, регламентированными ГОСТами, стандартами СЭВ или ИСО, обеспечивающими простоту конструкций и снижение стоимости освоения производства инструмента.

Разнообразие типов станков приводит к многообразию способов установки и смены инструмента. В связи с этим разрабатываются системы инструмента для станков с ЧПУ, которые можно характеризовать как наборы унифицированного вспомогательного и специального режущего инструмента, обеспечивающие закрепление всего стандартного режущего инструмента с качеством, необходимым для полной реализации технологических возможностей станков с ЧПУ.

К системе инструмента предъявляются следующие требования: номенклатура и стоимость вспомогательного и специального режущего инструмента, входящего в систему, должны быть сведены к экономически обоснованному минимуму; элементы системы должны обеспечивать крепление режущего инструмента с требуемыми точностью, жесткостью и виброустойчивостью; элементы, входящие в систему, должны обеспечивать при необходимости регулирование положения режущих кромок инструмента относительно координат системы СПИД; элементы системы инструмента должны быть удобными в обслуживании и технологичными в изготовлении.

Системы инструмента предназначены для компоновки специальных функциональных единиц — инструментальных блоков (комбинаций режущего и вспомогательного инструментов), каждый

из которых служит для выполнения конкретного технологического перехода.

На основе данных о детали и присоединительных поверхностях стандартного режущего инструмента выбирают вспомогательный и специальный режущий инструмент, образующий систему инструмента.

На основе типизации инструмента ограничивают номенклатуру присоединительных поверхностей, длин и диаметров режущего инструмента, унифицируют способ регулирования положения режущих кромок и т. д. Наиболее существенной является унификация хвостовиков инструмента, при помощи которых он закрепляется на станке.

На станках с ЧПУ, производимых странами — членами СЭВ и большинством западноевропейских фирм для обработки призматических (корпусных) деталей, крепление инструмента в шпинделе осуществляется в основном с помощью конусов 7 : 24. Как правило, применяются конусы 40 и 50 по ГОСТ 15945—82.

Основными способами крепления инструмента на токарных станках с ЧПУ с револьверными головками являются:

1) центрирование по цилиндрическому хвостовику, крепление прижимными винтами в лыску хвостовика;

2) центрирование по цилиндрическому хвостовику, крепление рифленным клином за рифления по лыске цилиндрического хвостовика;

3) базирование по направляющим в виде призм с креплением прижимными планками;

4) непосредственное крепление режущего инструмента в револьверной головке;

5) базирование по конусу, крепление с помощью зажимных устройств;

6) базирование по зубчатому венцу, крепление винтами.

Системы инструмента могут быть построены в соответствии с назначением инструмента для различных групп станков (рис. 6.1).

Для станков с ЧПУ с ручной сменой инструмента разрабатываются быстродействующие патроны, позволяющие уменьшить время простоя оборудования и затраты на подготовку инструмента к работе.

Быстродействующие переходные патроны на станках с ЧПУ применяются для закрепления и раскрепления режущего инструмента без смены инструментального блока в шпинделе станка при замене изношенного инструмента или смене инструмента. Свойство быстродействия необходимо также для облегчения труда наладчиков при подготовке инструмента. Быстродействующие переходные патроны становятся основой унификации всех элементов инструментальных систем, создаваемых на их базе. В таких патронах быстросменно крепятся разнообразные вспомогательные инструменты, имеющие одинаковые по конструкции хвостовики и пред-

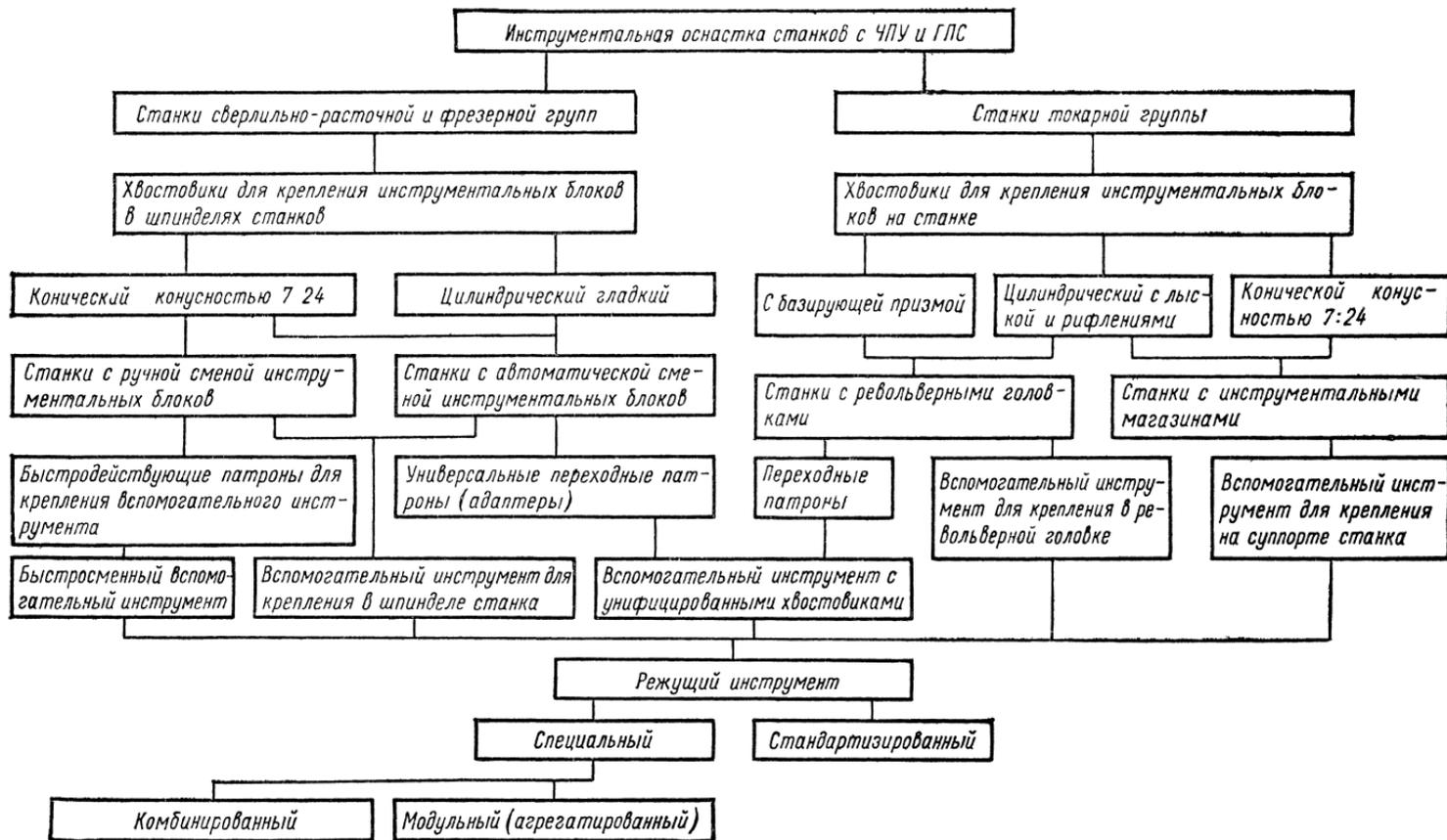


Рис. 6.1. Общая классификация систем инструмента для станков с ЧПУ и ГПС

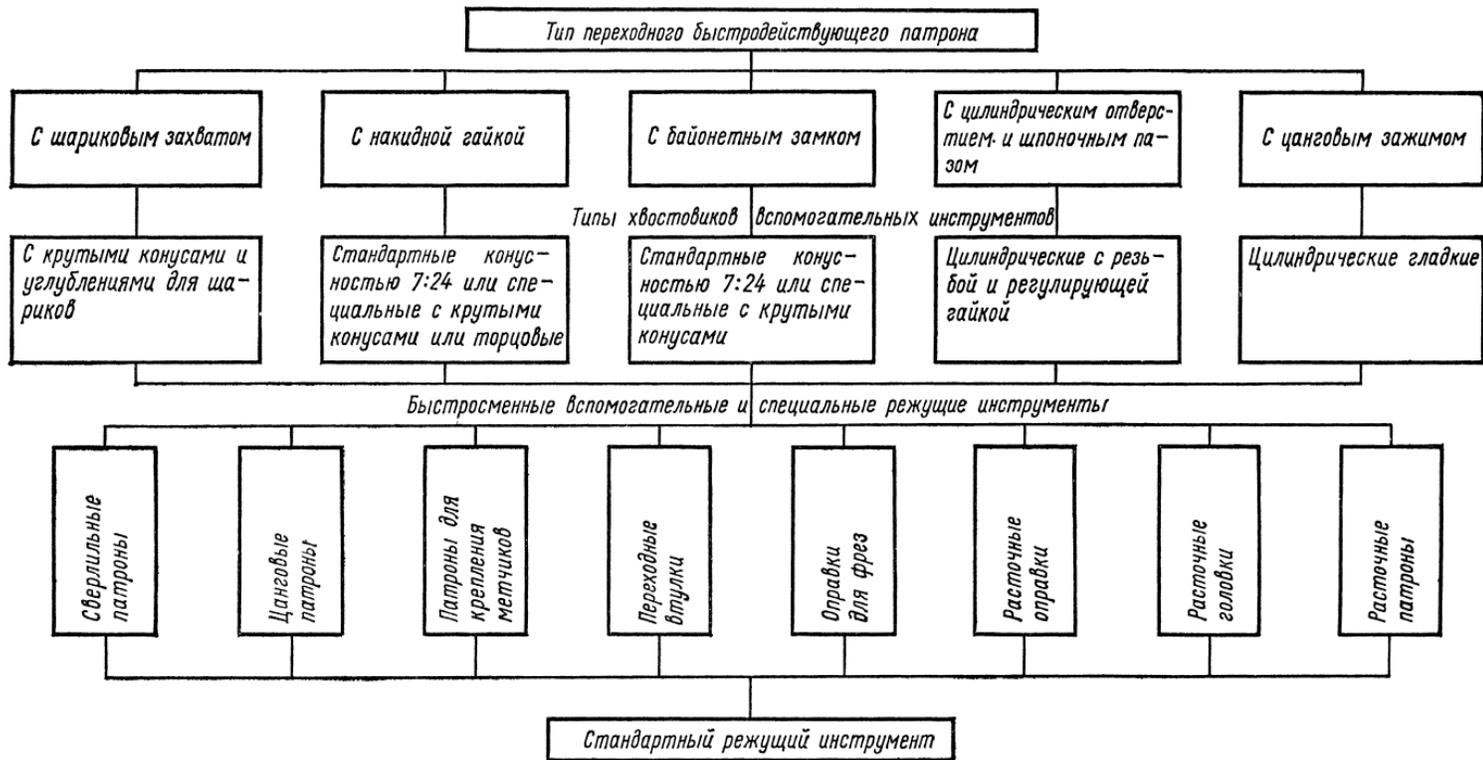


Рис. 6.2. Классификация систем инструмента для станков с ЧПУ с ручной сменой инструмента

назначенные для крепления режущего инструмента. Сами же переходные патроны имеют различные хвостовики, что позволяет устанавливать их в гнездах шпинделей самых различных конструкций.

Классификация систем инструмента для станков с ЧПУ с ручной сменой инструмента (РСИ) по видам переходных быстродействующих патронов и хвостовиков вспомогательных инструмен-

тов, закрепляемых в этих патронах, приведена на рис. 6.2.

Систематизация специально комбинированного и модульного инструмента привела к широкому использованию принципа сборности, когда замене подлежат режущие пластины, резовые вставки, кассеты и головки, удлинители, переходники и державки с хвостовиками для закрепления на станке (рис. 6.3). Взаимозаменяемость вставок, кассет и головок для различных типов режущих инструментов позволяет создавать их гаммы по видам и размерам и объединять большие группы инструмента в системы.

В совокупности с набором удлинителей, переходников и державок системы инструмента позволяют удовлетворять потребность в специализированном инструменте и сводят к

минимуму долю индивидуальных заказов, что позволяет получить экономию на разработке конструкций и изготовлении инструмента.

Для составления различных типов инструмента используют определенное число модулей, которые после сборки представляют собой взаимосвязанный механизм, обладающий достаточной результирующей жесткостью и точностью. Этот метод позволяет создавать специальный инструмент с наименьшими затратами.

Преимущества модульного инструмента по сравнению с цельным следующие:

возможность создания инструмента, наиболее подходящего для каждой обрабатываемой детали и конкретного станка с помощью входящих в систему стандартных элементов;

при обработке двух различных типов деталей суммарная стоимость элементов системы меньше стоимости специальных цельных режущих и вспомогательных инструментов; экономическая эффек-

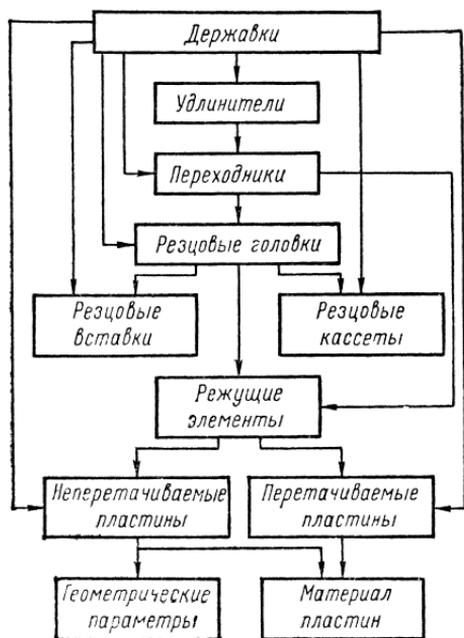
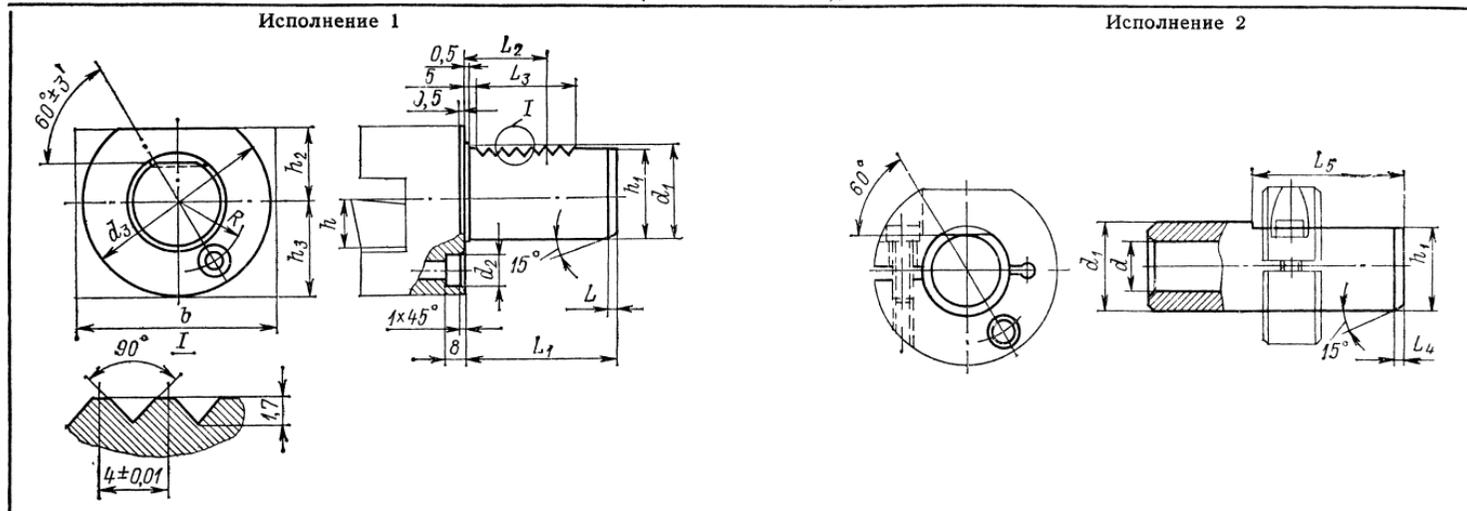


Рис. 6.3. Схема компоновки сборного инструмента

6.36. Основные и присоединительные размеры резцедержателей с цилиндрическим хвостовиком для токарных станков с ЧПУ (ГОСТ 24600—81), мм



Высота реза h	Диаметр d^* отверстия для инструмента	d_1 (предельные отклонения по H6)	d_2 (предельные отклонения по H8)	d_3	h_1 (предельные отклонения $\pm 0,05$)	h_2^{**} (наименьшая)	h_3^{***}	R (предельные отклонения 0,02)	b^{***}	L_1	l_2 (предельные отклонения — 0,25 — 0,35)	l_3	l_4 (наибольшая)	l_5^{***}
16	16	30	14	68	27	28,0	35,0	25	70	55	30	48	2	50
20	20	40		83	36	32,5	42,5	32	85	63				3
25	25	50	16	98	45	32,0	50,0	37	100	78	36	56	3	75
32	32	60		123	55	42,5	62,5	48	125	94				44
40	40	80	20	158	72	55,0	80,0	65	160	124	60	80	4	110

* Допускается применение отверстий с d , равным 28, 36 и 48 мм. ** Допускается увеличение h_2 до $0,5 d_3$. *** Размеры для справок.

тивность системы модулей возрастает с увеличением номенклатуры обрабатываемых деталей, наибольший эффект достигается на производстве, использующем станки с разными системами крепления инструмента;

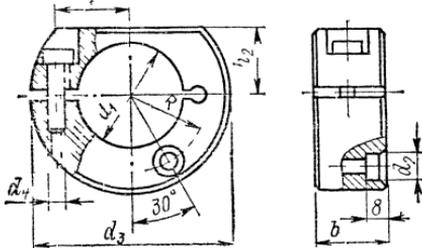
модули системы могут быть закодированы, коды введены в память ЭВМ, с помощью которой подбираются оптимальные комбинации инструментов при подготовке производства.

Соединение модулей типа удлинителей, переходников и резцовых головок по торцовым поверхностям обеспечивает наибольшую жесткость по сравнению с другими способами. Жесткость стыка при соединении по торцу остается почти постоянной под действием осевых и радиальных сил после длительного и тяжелого резания, когда инструмент нагревается, а также при возникновении вибраций.

Вспомогательный инструмент для токарных станков с ЧПУ и ГПС. Вспомогательный инструмент токарных станков должен удовлетворять следующим основным требованиям: иметь достаточную жесткость, высокую точность и стабильность базирования и крепления режущего инструмента; позволять выполнять все технологические операции, предусмотренные технической характеристикой станка; легко и быстро устанавливаться и сниматься; иметь межразмерную унификацию; обеспечивать настройку инструмента вне станка.

Вспомогательный инструмент токарных станков с ЧПУ должен обеспечивать крепление режущего инструмента в широкой но-

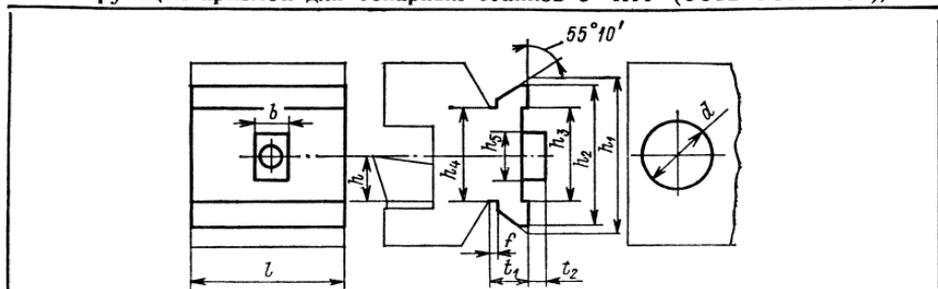
6.37. Основные и присоединительные размеры, регулировочных колец (ОСТ2 У16-2—78), мм



d_1 (предельные отклонения по Н7)	d_2 (предельные отклонения по Н7)	d_3	d_4	a	h_2^* (наименьший)	R (предельные отклонения $\pm 0,027$)	b
30	14	68	M8	23	28,0	25	18
40		83		28	32,5	32	
50	16	98	M10	36	35,0	37	22
60		123		42	42,5	48	
80	20	158	M12	52	55,0	65	25

* Допускается увеличение h_2 до $0,5d_3$.

6.38. Основные и присоединительные размеры резцедержателей с базирующей призмой для токарных станков с ЧПУ (ОСТ2 У16-1—78), мм



Высота реза h	Диаметр отверстия для инструмента d^*	h_1 (предельное отклонение $-0,1$)	h_2 (наибольшее)	h_3	h_4 (наибольшее)	h_5 (наибольшее)	t_1	t_2 (предельное отклонение $-0,2$)	b (поле допуска по h_5)	f	l (наименьшее)
16	25	56	32	32	39	20	13	5	16	3	65
20	40	72	68	42	53	25	15	6	20	5	85
25	50	90	85	50	71	30	17		25		8
32	60	115	110	65	95	45	19			108	
40		140	135	80	115	60	23			118	

* Допускается применение отверстий с d , равным 28, 36 и 48 мм.

менклатуре: резцы, сверла (с коническими и цилиндрическими хвостовиками), зенкеры, развертки, метчики и плашки. На токарных станках с ЧПУ с револьверными головками крепление режущего инструмента производится либо непосредственно в револьверную головку, либо с помощью резцедержателей с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 24900—81 (табл. 6.36, 6.37) или базирующей призмой по ОСТ2 У16-1—78 (табл. 6.38).

Типовой резцедержатель с цилиндрическим хвостовиком и перпендикулярным открытым пазом под резцы различных типов приведен на рис. 6.4. Для установки резца на высоте центров служит подкладка 2. Крепление резца осуществляется с помощью винтов 5 и прижимной планки 3. Подача СОЖ в зону резания производится через имеющийся в корпусе 1 канал, образованный пересекающимися отверстиями и заканчивающийся шариком 4, позволяющим регулировать направление подачи СОЖ. Для облегчения настройки положения вершин резцов на заданные координаты в корпусе размещены два регулировочных винта 6, расположенные под углом 45° друг к другу.

Резцедержатель с базирующей призмой и открытым пазом под резцы приведен на рис. 6.5. Принципы закрепления инструмента, подвода и подачи СОЖ, регулирования положения резцов такие

же, как и для резцедержателей с цилиндрическим хвостовиком. Отличительной особенностью резцедержателей с базирующей призмой является то, что в них можно закреплять как правые, так и левые резцы. Резцедержатели обеспечивают крепление резцов с площадью сечения державок от 16×16 до 40×40 мм.

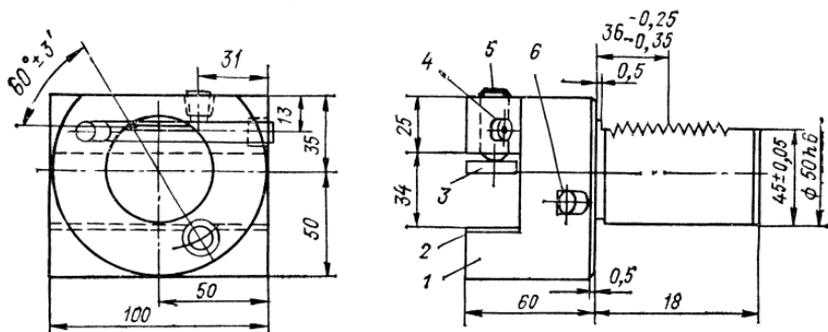


Рис. 6.4. Резцедержатель с цилиндрическим хвостовиком и перпендикулярным открытым пазом

На базе унифицированных конструкций разработана система вспомогательного инструмента для токарных станков с ЧПУ, которая включает две подсистемы.

Подсистема вспомогательного инструмента с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 24900—81 (рис. 6.6) предназначена для станков с ЧПУ моделей 1720ПФ3, 1П740Ф30, 1П756ДФ3, КТ141П, 1П732РФ3, 1740РФ3 и других моделей.

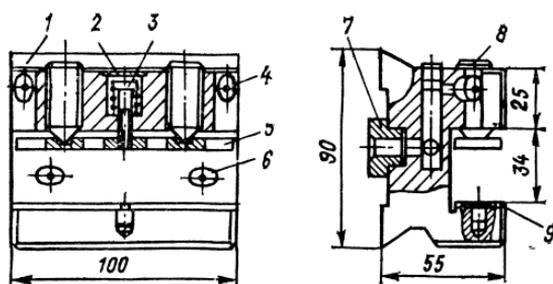


Рис. 6.5. Резцедержатель с базирующей призмой и открытым пазом:

1 — корпус; 2 — уплотнительная шайба; 3 — винт крепления прижимной планки; 4 — шарик подвода СОЖ; 5 — планка прижимная; 6 — регулировочный винт; 7 — базирующий сухарь; 8 — винт; 9 — подкладка

Резцедержатели 1—9 позволяют закреплять широкую номенклатуру резцов с площадью сечения от 16×16 до 40×40 мм. Для обработки наружных поверхностей можно использовать резцедержатели 1, 2, 4, 7—9, внутренних поверхностей, выточек, расточек — резцедержатели 3 и 5. Контурное наружное точение рекомендуется производить инструментом, закрепленным в резцедержателе 9. Резцедержатель с перпендикулярным открытым пазом 6 — двусторонний, предназначен для закрепления отрезных резцов. Остальные резцедержатели 1—5, 7—9 имеют два исполнения (левое и правое) и применяются в зависимости от расположения револьверной головки и направления вращения шпинделя.

Во всех резцедержателях подвод СОЖ осуществляется от револьверной головки к вершине реза. На их поверхностях отсутствуют какие-либо выступающие элементы, на которые может навиваться стружка. Втулка 10 позволяет закреплять режущий инструмент или переходные элементы круглого сечения с диаметром от 16 до 40 мм. Перспективным является применение на токарных станках сверл 11 со сменными режущими пластинами.

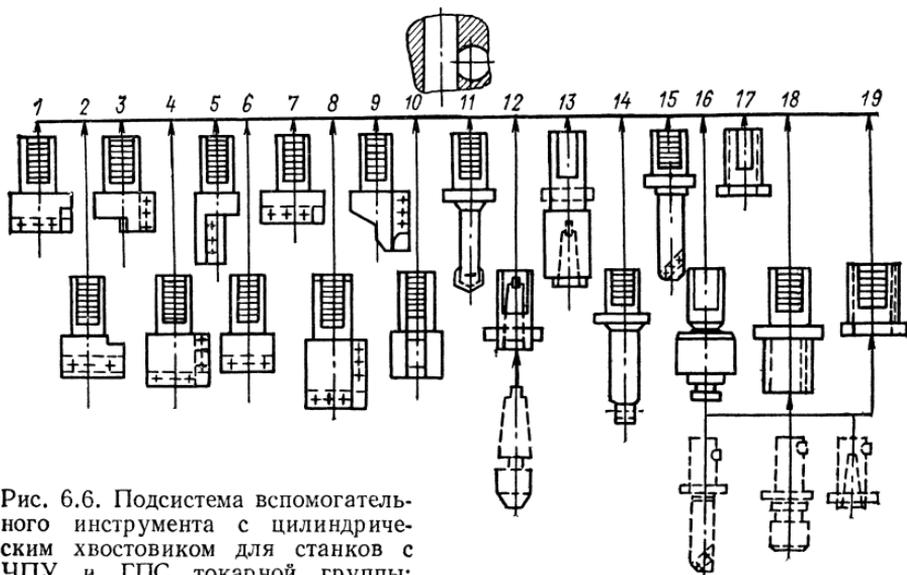


Рис. 6.6. Подсистема вспомогательного инструмента с цилиндрическим хвостовиком для станков с ЧПУ и ГПС токарной группы:

1—9 — резцедержатели (1 — с перпендикулярным открытым пазом; 2 — с перпендикулярным закрытым пазом; 3 — с параллельным открытым пазом; 4 — с перпендикулярным и параллельным открытыми пазами; 5 — с осевым открытым пазом; 6 — с перпендикулярным открытым пазом; 7 — несимметричный с перпендикулярным пазом; 8 — с перпендикулярным и параллельным открытыми пазами, удлиненный; 9 — с параллельным открытым пазом, удлиненный); 10 — втулка переходная; 11 — сверло; 12 — втулка переходная с конусом Морзе; 13 — то же; 14 — борштанга расточная с перпендикулярным пазом; 15 — то же с наклонным пазом; 16 — патрон для метчиков; 17 — втулка переходная разжимная; 18 — то же со шпоночным пазом; 19 — то же укороченная

Для крепления режущего инструмента с конусом Морзе рекомендуются переходные жесткие втулки 12 и патроны с самоустанавливающейся втулкой 13.

Растачивать отверстия в деталях можно резцами, закрепляемыми в резцедержателях, либо с помощью расточных борштанг 14, 15 с диаметром оправок от 25 до 60 мм и глубиной расточки от 70 до 250 мм. Нарезать резьбы небольшого диаметра в отверстиях можно с помощью патронов для метчиков 16, позволяющих закреплять метчики с диаметром резьбы от 6 до 27 мм. При установке в патроне специальной вставки можно нарезать резьбу плашками.

Втулка переходная разжимная 17 служит для закрепления инструмента круглого сечения диаметром от 8 до 32 мм. Втулки переходные со шпоночным пазом 18 и 19 имеют диаметр отверстий 36 и 48 мм. В них может быть установлена оснастка агрегат-

ных станков, на которых используется инструмент с указанным диаметром.

На токарных станках с ЧПУ, имеющих две револьверные головки (с непосредственным закреплением в пазах инструмента и креплением через вспомогательный инструмент), применение такого инструмента позволяет уменьшить номенклатуру вспомогательного инструмента примерно в 2 раза.

Производство указанных типов вспомогательного инструмента с цилиндрическим хвостовиком осваивается Николаевским

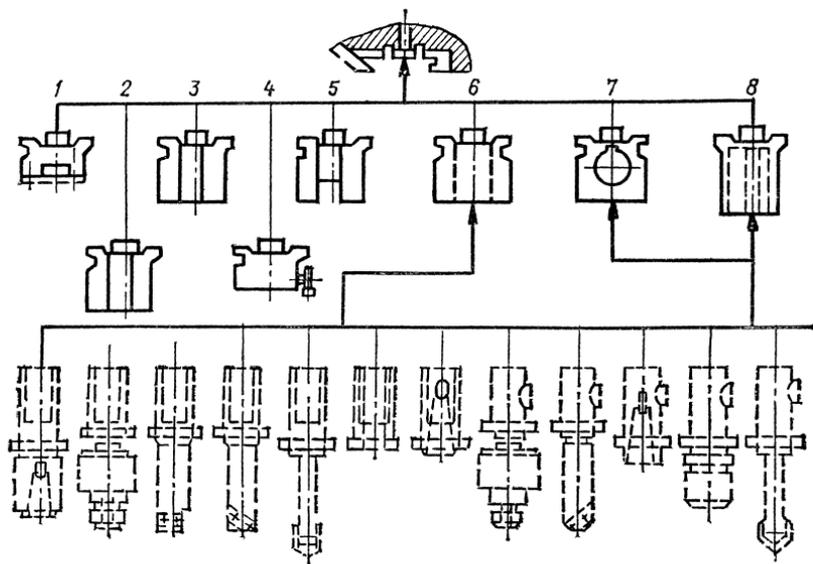


Рис. 6.7. Подсистема вспомогательного инструмента с базирующей призмой для станков с ЧПУ токарной группы

опытным заводом технологической оснастки и Хмельницким инструментальным заводом.

Подсистема вспомогательного инструмента с базирующей призмой по ОСТ2 У16-1—78 (рис. 6.7) предназначена для станков с ЧПУ моделей 1П756МФ3, 1А734Ф3, 1А751Ф3, СМ710Ф3, 16К30Ф3 и др. Позволяет закреплять на станке инструмент из предыдущей подсистемы (рис. 6.6), что в ряде случаев расширяет технические возможности станков, а также способствует сокращению номенклатуры вспомогательного инструмента.

Резцедержатель 1 с открытым или закрытым продольным пазом отличается высокой точностью и позволяет полностью использовать мощность станка на черновых режимах. В нем может быть закреплен инструмент с площадью сечения от 16×16 до 40×40 мм. В случае, если необходимо повысить жесткость резцедержателя, его паз выполняют закрытым. Резцедержатель — двусторонний, может быть использован при любом положении револьверной

головки и любом вращении шпинделя. С обеих сторон имеется подвод СОЖ на режущую кромку установленного в нем резца. Для предварительной настройки режущего инструмента вне станков имеются регулировочные винты.

Резцедержатель 2 с открытым перпендикулярным пазом изготавливают в двух исполнениях: правом и левом. Отличается высокой жесткостью и позволяет вынести режущий инструмент за пределы револьверной головки, что улучшает технологические возможности станка.

Более универсален двусторонний резцедержатель 3, который позволяет закрепить и вести обработку двумя режущими инструментами. В подсистему входит распределитель СОЖ 4.

Наибольшей универсальностью обладает трехсторонний резцедержатель 5. Вместе с тем жесткость его меньше жесткости резцедержателей с открытым и закрытым пазом.

Держатель 6 предназначен для крепления вспомогательного инструмента с цилиндрическим хвостовиком (диаметром от 30 до 60 мм) со смещенными отверстиями, перпендикулярными к базовой поверхности.

Держатели 7, 8 для крепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком и отверстием, параллельным (7) и перпендикулярным (8) к базовой поверхности, имеют два исполнения: для крепления инструмента диаметром 30, 40, 50, 60 мм и вспомогательного инструмента диаметром 36 и 48 мм и шпонкой. Резцедержатели с базирующей призмой выпускаются Калининским заводом штампов им. 1 Мая. Для автоматической смены большого числа инструмента на токарных станках с ЧПУ разработаны системы модульного токарного инструмента. Малогабаритные резцовые вставки для установки в державочной части снабжаются специальными базовыми поверхностями. Резцовые вставки находятся в инструментальных магазинах большой емкости, что обеспечивает замену инструмента по мере его затупления, без вмешательства оператора. С помощью робота резцовые вставки извлекаются из магазина и перемещаются к державочным частям, располагающимся в револьверной головке станка. Система блочного инструмента «Block Tool System» (BTS) разработана фирмой «Сандвик Коромант» (*Sandvik Coromant*, Швеция). Режущий инструмент в этой системе выполняется в виде резцовых вставок для наружного и внутреннего точения, сверл с МНП. Резцовые вставки имеют прямоугольную присоединительную часть с вертикальными плоскими направляющими и двумя вертикальными V-образными канавками для захвата манипулятором (рис. 6.8) Боковые плоские направляющие могут слегка разжиматься. Для этого пре-

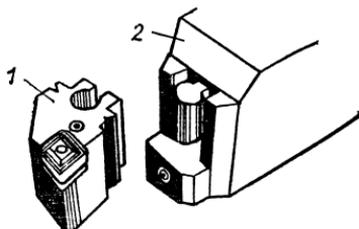


Рис. 6.8. Крепление резцовых вставок системы BTS:
1 — вставка; 2 — державка

дусмотрен паз, прорезанный в цилиндрическом отверстии. Вставки одинакового назначения изготавливаются с точностью координат вершины МНП x и y от базовых плоских направляющих $\pm 0,25$ мм. Способы закрепления МНП во вставках зависят от вида МНП и унифицированы со стандартными (для этой фирмы) резцами с МНП.

Для хранения и подачи резовых вставок разработаны вращающиеся инструментальные магазины барабанного типа. На наружной поверхности многогранного барабана устанавливаются быстросменяемые секции, в которые вертикально друг за другом закладываются резовые вставки одного типоразмера. В мага-

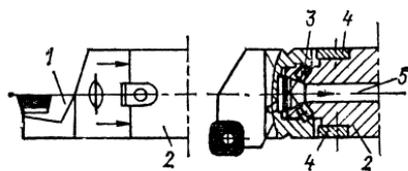


Рис. 6.9. Крепление резовых головок в системе «Multiflex»

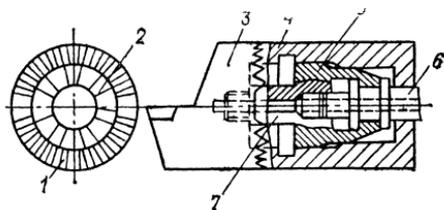


Рис. 6.10. Крепление резовых головок в системе «Hertel—FTS»

зинах может находиться от 60 до 240 резовых вставок. На станке одновременно можно использовать до 24 резовых вставок различных типов с разной геометрией. Вертикальные секции рассчитаны на 5 и 10 вставок. Однако обычно того числа единиц инструмента, которое может быть установлено в двух револьверных головках токарного станка с ЧПУ, достаточно для обработки всех поверхностей самой сложной детали типа вала или фланца. На станке осуществляются подрезка торцов, сверление, черновое точение, растачивание, контурное черновое точение, окончательная контурная обработка, прорезка канавок, нарезание резьбы и отрезка.

При автоматической смене резовых вставок из магазина производится автоматическое измерение координат вершины блока после каждой смены инструмента с помощью датчиков касания. Точность позиционирования и повторяемость положения вершины одного инструмента при многократных заменах составляет по оси $x \pm 2$ мкм, по оси $y \pm 3$ мкм.

В системе «Multiflex» фирмы «Видиа Крупп» (*Widia Krupp*, ФРГ) сменные головки имеют цилиндрические и торцовые базовые поверхности (рис. 6.9). На конце державки 2 — цилиндрическая цапфа, входящая в отверстие в корпусе сменной головки 1. В отверстии державки размещена центральная тяга 5, контактирующая с четырьмя расположенными наклонно к оси тяги штифтами 3. При перемещении тяги штифты взаимодействуют с кольцевой выточкой в отверстии головки и закрепляют ее на цапфе державки, подтягивая головку в осевом направлении до упора

в торец. Цилиндрическая папфа входит в отверстие головки на длину, равную $2/3$ его диаметра, и воспринимает радиальную составляющую силы резания. Крутящий момент воспринимают две шпонки 4, закрепленные на державке и входящие в пазы на торце сменной головки. Шпонки служат также для индексации право- и леворезущих сменных головок при повороте их на 180° .

Точность установки сменных головок «Multiflex» в направлении оси $x \pm 3$ мкм, оси $y \pm 6$ мкм.

Аналогично вышеописанной системе BTS, головки системы «Multiflex» хранятся в инструментальном магазине и автоматически подаются для замены затупленного инструмента.

Фирма «Хертель» (*Hertel*, ФРГ) разработала инструментальную систему «Hertel—FTS», состоящую из малогабаритных инструментальных головок и державочной части любого исполнения, зависящего от конструкции станка. Соединение головок с державочной частью осуществляется зацеплением двух плоских зубчатых полумуфт 1, получаемых способом холодного выдавливания (рис. 6.10). Затяжка головок 3 в осером направлении производится с помощью тяги 6 в цанговом патроне, размещенном в державочной части 4 (или в револьверной головке станка). Головки крепятся цанговым зажимом без зазоров и с большой осевой силой. Зажимная цанга 5 состоит из нескольких металлических элементов, залитых в резине 2. Благодаря этому она раскрывается достаточно широко и при смене инструмента не требуется точного позиционирования для направления хвостовика 7 головок. Осевое перемещение тяги в державочной части может осуществляться вручную или с помощью электродвигателя с контролируемым моментом. В системе использован один способ базирования и закрепления головок как для внутренней, так и наружной обработки, правых и левых инструментов, неподвижного и вращающегося инструмента, нормально стоящего и перевернутого реза.

Головки выпускаются трех размеров с диаметром полумуфт 80, 60 и 40 мм. Инструментальные головки и державки инструмента снабжены каналами для подвода СОЖ непосредственно в зону резания. Для захвата грейфером робота головки имеют две пары V-образных канавок, расположенных под углом 90° друг к другу. Это позволяет при замене перемещать инструмент вверх, вперед и в сторону в зависимости от особенностей станка.

Система включает в себя инструментальный магазин, состоящий из отдельных дисков диаметром 360×100 мм с 12 позициями для размещения головок диаметром 40 и 60 мм. Эти диски можно собирать в барабанный магазин произвольных размеров.

В гибкой производственной системе, для которой предназначена система «Hertel—FTS», свободный выбор инструмента для выполнения определенного перехода требует системы кодирования головок: кодирования места в барабанах для быстрого нахождения нужной головки и идентифицирующего кода для гарантии, что предусмотренный инструмент также будет заменен новым. Для

кодирования на нижней поверхности каждой головки предусмотрена микропроцессорная схема. Это позволяет вводить в код фактические отклонения вершины инструмента от номинальных размеров и вести учет времени работы инструмента.

Вспомогательный инструмент для станков с ЧПУ сверлильно-расточной и фрезерной групп и ГПС. Специализированные станки с ЧПУ (сверлильные, фрезерные, горизонтально-расточные, координатно-расточные), «обрабатывающие центры» и ГПС на их базе комплектуются соответствующей инструментальной оснасткой. В связи с разнообразием способов крепления инструмента и технологических процессов обработки на один станок в среднем требуется 20—30 специальных конструкций режущего и вспомогательного инструмента. Разработана система вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ этих групп, обладающих большой универсальностью.

На рис. 6.11 приведена схема компоновки инструментальных блоков из набора элементов.

В набор включены оправки для насадных фрез (1, 2, 3), предназначенные для крепления торцовых, трехсторонних, цилиндрических и других фрез, с торцовыми или продольными шпонками. Цанговые патроны (4, 6) являются основным средством крепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком: стандартных сверл, зенкеров, разверток и фрез диаметром до 20 мм и специальных фрез диаметром 20—40 мм. Преимуществом цанговых патронов является возможность короткого закрепления сверл. Для крепления специальных концевых фрез предназначены втулки 5 с боковым прижимом винтами. Нерегулируемые переходные втулки 7, 8 предназначены для инструмента с конусом Морзе № 2—5.

В системе предусмотрена широкая номенклатура расточных оправок и головок для чистовой и черновой обработки. Включены конструкции оправок 11, 12 для чистовой обработки отверстий диаметром 45—350 мм. Оправки могут быть с прямыми и наклонными гнездами под резцовые расточные вставки с микрометрической регулировкой. В однолезвийных оправках 10 для черного растачивания отверстий диаметром от 55 до 180 мм предусмотрено использование стандартных расточных державочных резцов. Для предварительной обработки отверстий диаметром от 80 до 250 мм предусмотрены двухзубые расточные головки 14, оснащенные неперетачиваемыми твердосплавными пластинами. Пластины устанавливаются с углом в плане ϕ , равным 75 и 90°. Подрезку торцовых кольцевых поверхностей рекомендуется осуществлять расточными пластинами, закрепленными в специальных оправках 13, или универсальными расточными головками 15 с поперечным ходом каретки.

В качестве переходного патрона в наборе используют переходные державки 9 с наружным конусом 7 : 24, состоящие из корпуса с внутренним цилиндрическим отверстием диаметром 36

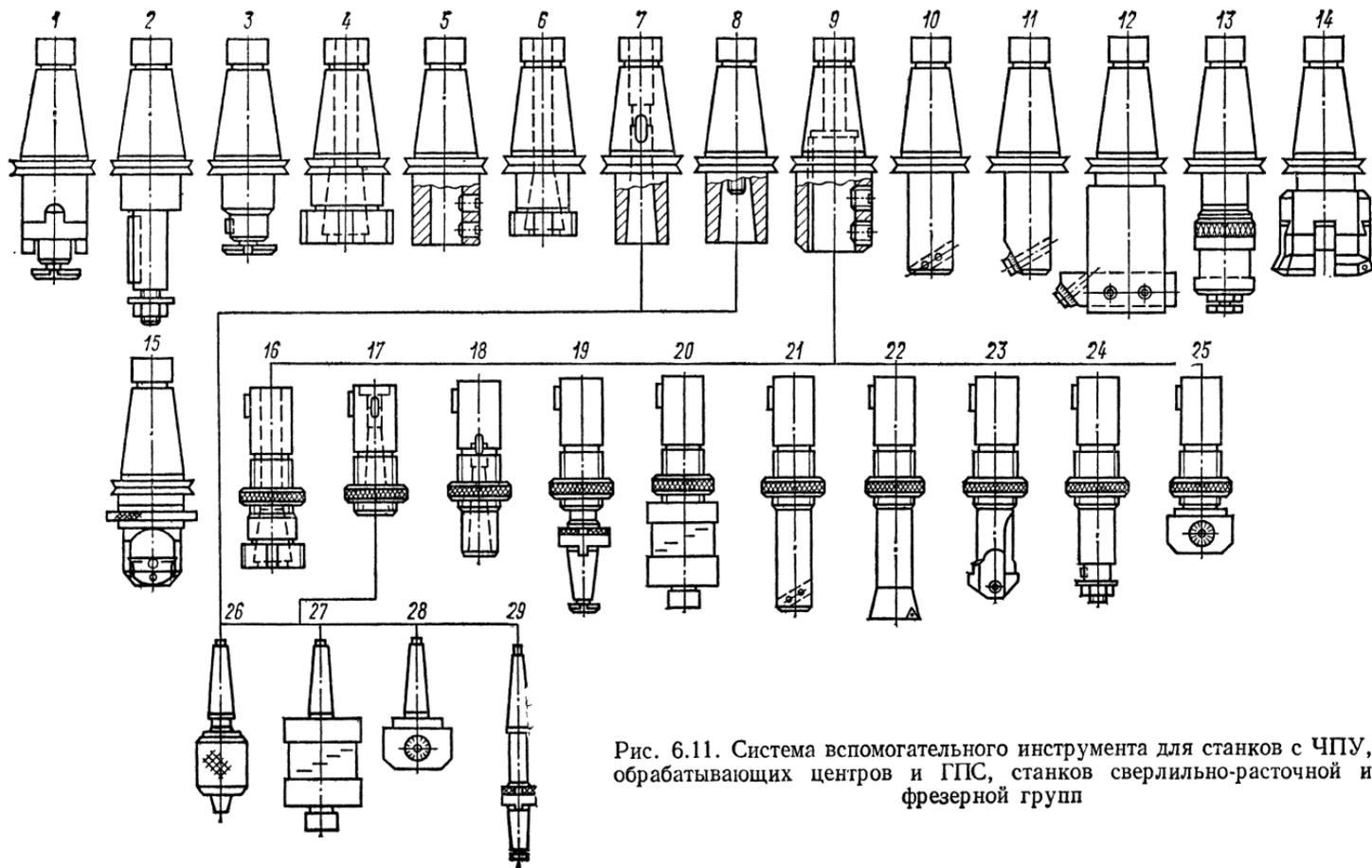


Рис. 6.11. Система вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ, обрабатывающих центров и ГПС, станков сверлильно-расточной и фрезерной групп

и 48 мм и винтов для фиксации положения закрепляемого хвостовика. Цилиндрическое отверстие имеет шпоночный паз для шпонки цилиндрического хвостовика. В державках закрепляются переходные цилиндрические втулки 17, 18, цанговые патроны 16, оправки для насадных зенкеров и разверток 19, патроны для метчиков 20, оправки расточные 21, головки расточные 22, оправки 23 для перовых сверл и 24 — для насадных фрез, расточные патроны 25. С учетом применяемости инструмента с конусом Морзе в систему включены сверлильные патроны 26, патроны для метчиков 27, расточные патроны 28 и оправки для насадных разверток 29.

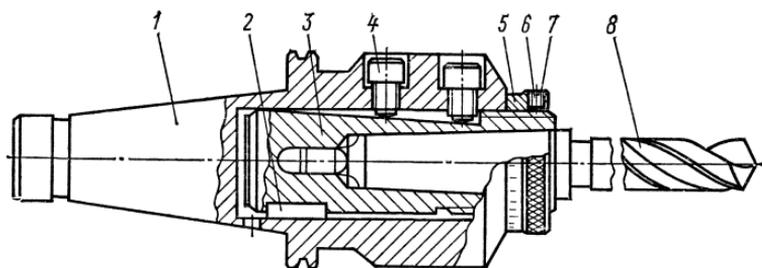


Рис. 6.12. Сборный переходный патрон для крепления инструмента с коническим хвостовиком

Для сборки вспомогательного инструмента используется цилиндрическое соединение по ГОСТ 13876—76*.

Преимуществами выбранного направления агрегатирования вспомогательного инструмента являются: 1) универсальность вспомогательного инструмента и его взаимозаменяемость в различных по конструкции станках, включая токарные станки с ЧПУ, агрегатные станки и автоматические линии для массового и крупносерийного производства; 2) снижение стоимости инструмента при изготовлении за счет уменьшения номенклатуры и соответствующего повышения серийности выпуска инструмента с конусом 7 : 24; 3) рациональное использование металла при изготовлении инструмента ступенчатой формы (например, расточных оправок малого диаметра); 4) снижение расходов на инструмент за счет сокращения его количества на участках из станков с ЧПУ; 5) возможность предварительной наладки осевых размеров инструмента.

Для крепления инструмента с конусами Морзе используют патрон, показанный на рис. 6.12. Корпус 1 патрона с конусом 7 : 24 имеет внутреннее цилиндрическое отверстие диаметром 36 и 48 мм со шпоночным пазом. Допуски на внутреннюю цилиндрическую поверхность: на диаметр — по 6-му качеству, на цилиндричность — не более 0,01 мм. Биение отверстия относительно оси хвостовика не должно превышать 0,02 мм. В корпусе находится регулируемая втулка 3, в которой размещен инструмент 8. Регу-

лирование вылета инструмента осуществляется за счет вращения регулировочной гайки 5 по наружной трапецеидальной резьбе втулки 3. Образующаяся при этом резьбовая пара обеспечивает осевое перемещение инструмента, который не имеет вращения из-за шпонки 2. После достижения требуемой величины вылета гайка фиксируется на втулке с помощью винта 6 и прокладки 7, а сама втулка в корпусе — винтами 4. Для предотвращения вытягивания втулки из корпуса патрона на ее поверхности сделан косой срез. Разработаны цилиндрические втулки с наружным диаметром 36 и 48 мм, с внутренним конусом Морзе № 1—4.

В качестве основного средства для крепления стандартного инструмента с цилиндрическим хвостовиком диаметром 5—25 мм рекомендуются цанговые патроны. Цанговый патрон (рис. 6.13) обеспечивает осевое регулирование вылета инструмента в широких пределах за счет надежного крепления в цанге 1 с малым углом наружной конической поверхности ($11^{\circ} 25' 16''$) и установки упора 5.

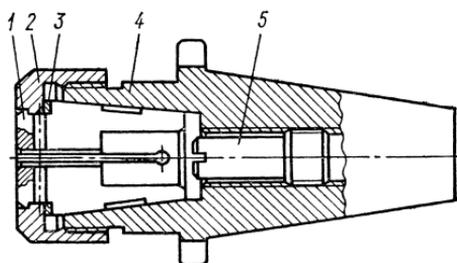


Рис. 6.13. Цанговый патрон для крепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком

В корпусе 4 патрона размещается разрезная цанга 1, которая имеет 8 прорезей с двух сторон и устанавливается в зажимающе-раскрепляющей гайке 2. Гайка 2 имеет на внутренней поверхности кольцевой выступ, который входит в кольцевую канавку цанги. Это обеспечивает при завинчивании гайки 2 перемещение цанги вдоль оси по направлению к конусу корпуса 4. Промежуточное кольцо 3 позволяет снизить потери силы затяжки на трение торца гайки о торец цанги. При отвинчивании гайки цанга перемещается в обратном направлении, освобождая инструмент от закрепления. Для крепления режущего инструмента на тяжелых станках с ЧПУ применяют вспомогательный инструмент с хвостовиками по ГОСТ 24644—81* и конусами 55 и 60.

Резьбонарезные патроны (рис. 6.14) предназначены для нарезания резьбы метчиками в сквозных и глухих отверстиях. Патрон состоит из корпуса 4, сменного хвостовика 7, предохранительной шариковой муфты 5, выдвижного метчикодержателя 3, быстросменных метчиковых вставок 2. Крутящий момент регулируется гайкой 6. Метчикодержатель возвращается в исходное положение после нарезания резьбы и выхода метчика из нарезанного отверстия пружиной 8. Нарезание резьбы происходит самозатягиванием метчика за счет выдвижения метчикодержателя. На обычном оборудовании допускается нарезание резьбы за счет выдвижения шпинделя станка. Замена метчиковой вставки производится нажатием на замковую втулку 1 до совмещения оси канавки втулки с осью шарика 9.

Для крепления концевых фрез на станках с ЧПУ зарубежных моделей (рис. 6.15) применяют патроны Autolock фирмы «Кларксон» (Clarkson, Англия). Концевые фрезы 5 с наружной резьбой на хвостовике ввинчиваются в цангу 4, которая установлена в гайке 3. Перед работой фрезу ввинчивают в цангу до упорного

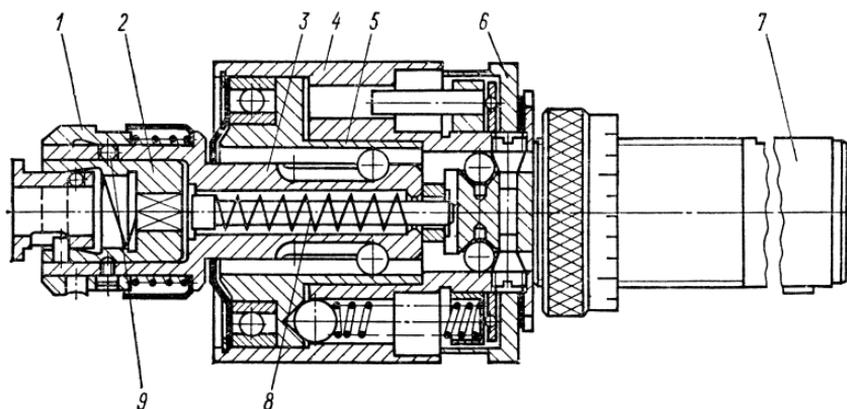


Рис. 6.14. Патрон резьбонарезной регулируемый

центра 2, а затем зажимают гайкой, которая вворачивается в корпус 1. Если в процессе фрезерования усилие резания проворачивает фрезу, то она, ввинчиваясь в цангу, заставляет последнюю выдвинуться вперед и еще сильнее зажать фрезу.

Для крепления разверток с коническим хвостовиком на многооперационных станках в ГДР фирмой «Шмалькальда» (Schmalcalda, ГДР) разработан «плавающий» патрон (рис. 6.16). В корпусе 1 с конусом 7:24 установлена цилиндрическая втулка 4 с внутренним конусом Морзе. Крутящий момент на втулку передается через штифт 3 и качающийся сухарь 2. Осевое перемещение втулки ограничено запорным резьбовым кольцом 6. «Плавание» втулки осуществляется за счет деформации четырех колец 5 из резины, установленных попарно на концах втулки.

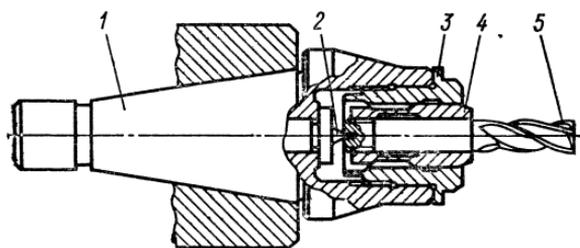


Рис. 6.15. Патрон Autolock фирмы «Кларксон»

Крутящий момент на втулку передается через штифт 3 и качающийся сухарь 2. Осевое перемещение втулки ограничено запорным резьбовым кольцом 6. «Плавание» втулки осуществляется за счет деформации четырех колец 5 из резины, установленных попарно на концах втулки.

На практике применяется патрон для зажима инструмента с цилиндрическими хвостовиками с помощью резинометаллических цанг. Цанга представляет собой резиновую отливку, армированную тремя и более стальными зажимными пластинами. Благодаря специальной технологии изготовления и особому составу синтетической резины соединение пластин и отливки не

нарушается при нагружении и не разрушается под действием СОЖ и масел.

Резинометаллические цанги в основном применяются для крепления сверл. Они обеспечивают более высокую точность и надежность крепления, чем сверлильные патроны, и почти не уступают им в широте диапазона зажима. На рис. 6.17 представ-

лен сверлильный патрон с этим видом цанг. Цанга 3 размещается в коническом отверстии корпуса 5 с хвостовиком, необходимым для крепления на станке.

Для крепления инструмента ключом 9 вращается гайка 7 с зубчатым винтом, которая соединена с корпусом

однорядной передачей из шариков 1, предохраняемых от выпадения винтом 8. При вращении гайки по резьбе стакана 6 последний перемещается в осевом направлении по шпонке 2 и внутренним торцом нажимает на цангу, которая сжимается и закрепляет инструмент. Для большей прочности в стальных пластинах предусмотрены отверстия 4, через которые образуются перемычки, соединяющие резиновый корпус в одно целое.

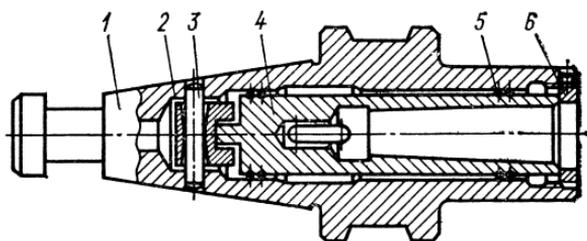


Рис. 6.16. Патрон для крепления разверток фирмы «Шмалькальда»

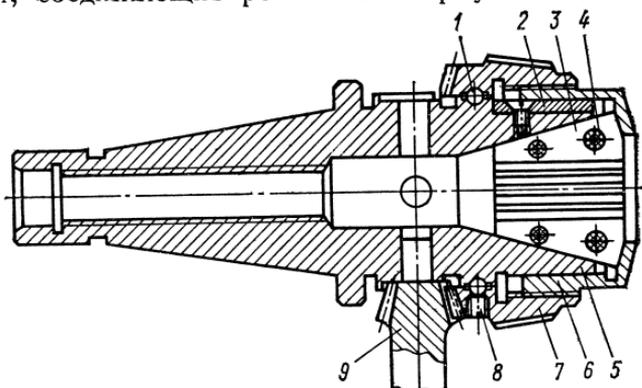


Рис. 6.17. Патрон для крепления инструмента с помощью резинометаллических цанг

Резинометаллические цанги обеспечивают возможность зажима инструментов разных диаметров. Так, цанга (см. рис. 6.17) с размерами $D \times L$, равными 12×10 ; $16 \times 12,5$ и 30×16 , зажимает инструмент диаметром 1,8—2,8; 2,8—7 и 7—13 мм.

Расчет точности и жесткости вспомогательного инструмента. Важнейшим требованием к вспомогательному инструменту являются достаточные точность и жесткость, от которых зависит качество обработки деталей.

приведением перекосов осей к векторному виду в плоскости замыкающего звена (биения режущей части) через передаточные отношения:

$$\bar{e}_{\Sigma}(x) = \frac{1}{k_{\Sigma}(x)} \sqrt{A_i^2 k_i^2 e_i^2 + \sum_i^{n_x-1} A_{x_i}^2 k_{x_i}^2 e_i^2}, \quad (6.1)$$

где $\bar{e}_{\Sigma}(x)$ — половина допускаемого биения режущей части как замыкающего звена; $k_{\Sigma}(x)$ — коэффициент относительного рассеивания замыкающего звена; $A_i k_i e_i$ — принятое за скалярную величину наибольшее произведение одной из векторных величин e_i на свое передаточное отношение A_i и коэффициент относительного рассеивания k_i ; k_x — приведенный коэффициент относительного рассеивания, одинаковый для всех звеньев с векторными ошибками.

Коэффициент k_{Σ} рассчитывают по формуле

$$k_{\Sigma} = 1 + \frac{0,55}{\sum_{i=1}^n \bar{e}_i} \left(\sqrt{\sum_{i=1}^n k_i^2 \bar{e}_i^2} - \sqrt{\sum_{i=1}^n \bar{e}_i^2} \right). \quad (6.2)$$

Для каждого звена необходимо определить характеристики распределения производственного допуска при обработке соединительных поверхностей вспомогательного инструмента k_i . Для деталей, обрабатываемых шлифованием и контролируемых с помощью универсальных средств измерения, значения коэффициентов k_i приведены в табл. 6.39. Зависимость биения инструмента от точности изготовления конусов приведена в табл. 6.40.

Значения перекоса e оси инструмента на вылете 100 мм в зависимости от точности изготовления цилиндрических соединений приведены ниже:

Квалитет точности (СТ СЭВ 144—75)	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
Перекося e , мм	1,0	1,6	3,2	4,3	6,0	12,0

Пример. Расчет биения $2e$ оправки, закрепленной в цанговом патроне (рис. 6.18). Биение конического отверстия шпинделя станка с ЧПУ класса точности Н у торца — 0,008 мм, на вылете 300 мм — 0,010 мм, т. е. допустимый перекося — 0,001 мм на 300 мм длины.

Погрешность изготовления конических поверхностей с конусностью 7 : 24 принимаем по АТ7 (ГОСТ 19860—74), что соответствует максимальной разнице углов внутреннего и наружного конусов 16" и значению перекося в коническом соединении 0,0025 мм на вылете 100 мм (см. табл. 6.40). Максимальное биение конического отверстия корпуса цангового патрона относительно оси конуса хвостовика не более 0,010 мм.

Погрешность изготовления конических поверхностей цанги и корпуса цангового патрона с конусностью 1 : 5 принимаем по степени точности АТ7. Максимальное биение цилиндрического отверстия цанги относительно наружного конуса цанги не более 0,010 мм.

В табл. 6.41 приведены данные для расчета биения инструмента в цанговом патроне.

6.39. Значения коэффициента k_i

Способ получения поверхности	Вид поверхности	k_i
Наружное шлифование в центрах	Конус Морзе	1,15
	» 7 : 24	1,51
	» 1 : 5	1,37
	Цилиндрическая	1,09
Внутреннее шлифование	Конус Морзе	1,17
	» 7 : 24	1,17
	» 1 : 15	1,21
	Цилиндрическая	1,09
Бесцентровое шлифование	Конус Морзе	1,03

6.40. Значения биения $2e$ инструмента на вылете 100 мм в зависимости от точности изготовления конусов, мкм

Конусность	Степень точности конусов							
	AT3	AT4	AT5	AT6	AT7	AT8	AT9	AT10
7 : 24	1	1,2	1,3	2,6	5,0	12,0	—	—
1 : 20 (конус Морзе)	—	—	9,5	10,5	15,0	18,0	20,0	24,5
1 : 5	—	—	8,0	9,0	10,0	12,0	13,0	17,0

По формуле (6.2) и данным табл. 6.42 определяем значение $k_{\Sigma(x)} = 1,04$. В качестве скалярной величины принимаем биение оси конического отверстия в корпусе цапгового патрона, далее по формуле (6.1)

$$\bar{e}_{\Sigma(x)} = \frac{1}{1,04} \sqrt{(1 \cdot 1,14 \cdot 5)^2 + (1 \cdot 0,63 \cdot 1,1)^2 + (4 \cdot 1 \cdot 1,17)^2 + (2,5 \cdot 1,51 \cdot 1,4)^2 + \dots + (6 \cdot 1,37 \cdot 0,6)^2 + (5 \cdot 1,09 \cdot 1)^2} = 11,2 \text{ мкм.}$$

Биение $2\bar{e}$ цапгового патрона составляет 0,022 мм на вылете 50 мм от торца патрона.

Производственные погрешности, вызываемые деформацией вспомогательного инструмента, составляют 60 % и более суммарной погрешности обработки. Вспомогательный инструмент как элемент системы СПИД испытывает деформацию двух видов: 1) деформацию тела своих деталей (изгиб, скручивание); 2) деформацию поверхностных слоев этих деталей, которыми они контактируют в местах соединения. Деформациям 1-го вида противостоит объемная жесткость, а 2-го — контактная жесткость. Это два принципиально различных вида жесткости, методы определений которых также различны.

Объемная жесткость (податливость) с достаточной для практики степенью точности определяется по установленным в курсе сопротивления материалов зависимостям, исходя из действия составляющих сил резания, геометрических размеров и свойств материалов, из которых изготовлен вспомогательный инструмент.

Контактная жесткость (податливость) в стыках также определяет деформации в местах приложения сил резания. Контактная деформация зависит от многих факторов: численного значения и вида нагружения, величины и распределения давлений, значений зазоров, точности обработки и размеров сопрягаемых поверхностей. Наклон в стыках деталей вспомогательного инструмента вызывает существенные перемещения в точке приложения силы (в ряде случаев даже большие, чем прогиб самих режущих инструментов на свободной длине). Упругое контактное перемещение вспомогательного инструмента и закрепленного в нем режущего инструмента под действием силы P , приложенной на некотором удалении от конца стыка, может быть рассчитано по формуле

$$y = \theta l, \quad (6.3)$$

где θ — угол поворота в стыке, мкм/мм.

6.41. Данные для расчета биения инструмента, закрепленного в цанговом патроне

Биение	Ошибка	e_i	k_i	A_i
Шпинделя от перекоса осей	Угловая	$\frac{1 \text{ мкм}}{300 \text{ мм}}$	1,1	0,63
Конического отверстия	Векторная	4 мкм	1,17	1
Корпуса цангового патрона от перекоса при установке конуса с конусностью 7 : 24	Угловая	$\frac{2,5 \text{ мкм}}{100 \text{ мм}}$	1,51	1,4
Оси конического отверстия в корпусе цангового патрона относительно оси конического хвостовика с конусностью 7 : 24	Векторная	5 мкм	1,14	1
Оси цанги от перекоса при установке в корпусе конусностью 1 : 5	Угловая	$\frac{0,6 \text{ мкм}}{100 \text{ мм}}$	1,37	0,6
Оси цилиндрического отверстия в цанге относительно оси наружной конической поверхности цанги	Векторная	5 мкм	1,09	1

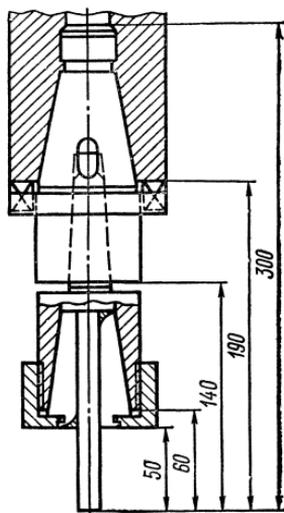


Рис. 6.18. Цанговый патрон для крепления концевых фрез

6.42. Значение угла поворота θ_1/M в конусах 7 : 24, 1/(кН·м)

Обозначение кону а	Точность изготовления			
	А15	АТ6	АТ7	АТ8
40	0,00121	0,00133	0,00142	0,00191
50	0,00020	0,00027	0,00035	—

6.43. Значения угла поворота θ_2/M в цилиндрических соединениях с односторонним натягом (с бксковым зажимом винтами), 1/(кН·м)

Диаметр соединения, мм	Зазор в соединении, мм	Направление внешней силы, нагружающей соединение	
		в направлении силы затяжки винтов	перпендикулярно к силе затяжки винтов
36	0,014	0,0032	0,0060
	0,037	0,0041	0,0079
48	0,014	0,0010	0,0014
	0,026	0,0012	0,0032
	0,048	0,0016	0,0062

6.44. Значения угла поворота θ_3/M в конусах Морзе, 1/(кН·м)

Обозначение конуса	Исполнение	Точность изготовления		
		АТ7	АТ8	АТ9
N1	С лапкой	0,2012	0,2097	0,2110
N2	С резьбой	0,0433	0,0436	0,0642
	С лапкой	0,0447	0,0476	0,0499
N3	С резьбой	0,0118	0,0124	0,0136
	С лапкой	0,0124	0,0141	0,0157
N4	С резьбой	0,0034	0,0038	0,0046
	С лапкой	0,0046	0,0052	0,0055
N5	С резьбой	—	0,00080	—
N6	» »	—	0,00027	—

6.45. Значения угла поворота θ_4/M в цанговом зажиме, $1/(\text{кН}\cdot\text{м})$

Диапазон диаметров закрепляемых хвостовиков, мм	Диаметр хвостовика, мм	θ_4 — для стыка цанга — корпус патрона	θ_4 — для стыков хвостовик инструмента — цанга — корпус патрона
5—20	6	0,0019	0,0103
	10		0,0056
	12		0,0047
	16		0,0040
	20		0,0038
20—40	20	0,0010	0,0029
	40		0,0026

Данные о податливости различных видов соединений (углах поворота, отнесенных к нагружающему моменту $M = Pl$) приведены в табл. 6.42—6.45.

Перемещение δ_B инструмента в точке приложения нагружающей силы P может быть определено по формуле

$$\delta_B = P \sum_{i=1}^n \left[\frac{\left(\sum_{i=1}^n l_i \right)^3}{3EJ_i} + 10^{-3} \frac{\theta_i}{M} \left(\sum_{i=1}^n l_i \right)^2 \right], \quad (6.4)$$

где P — нагружающая сила (например, сила резания), Н; l_i — длина i -го элемента вспомогательного инструмента, мм; J_i — осевой момент сечения i -го элемента, мм^4 , $J_i = 0,05d_i^4$ (d_i — диаметр i -го сечения, мм); n — число элементов; E — модуль продольной упругости, $E = 2,1 \cdot 10^2$ ГПа; θ_i/M — угол поворота (податливость) i -го соединения, $1/(\text{кН}\cdot\text{м})$.