

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ РАСЧЕТА, КОНСТРУИРОВАНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНСТРУМЕНТОВ

Общие конструктивные признаки инструментов являются основой их классификации по ОКП и приведены в гл. 3.

При расчете и конструировании инструмента рассматриваются также вопросы, общие для отдельных видов инструментов (а в ряде случаев и для всех видов):

некоторые технологические решения, такие, например, как профилирование инструмента 2-го порядка;

контроль качества, в том числе размерно-геометрических параметров инструментов и средств оснащения, используемых при этом; оценка экономической эффективности от внедрения инструмента;

рациональная их эксплуатация.

7.1. Размеры и точность изготовления инструментов

Размеры и точность изготовления стандартизованных инструментов определяются стандартами на конкретные виды инструментов и размерными рядами нормальных чисел [75], регламентирующих размеры всех видов инструментов (табл. 7.1).

Размеры и точность инструментов специальных конструкций определяются требованиями к изделиям, подлежащим обработке. При отсутствии особых условий размеры и точность изготовления специальных инструментов целесообразно приближать к стандартизованным (для использования опыта его изготовления, оснастки, контрольных калибров, пробок и т. д.).

Для удобства все концевые инструменты в зависимости от диаметра группируются в размерные ряды со следующими интервалами значений (СТ СЭВ. 145—75), мм.

Основные интервалы: до 3; 3—6; 6—10; 10—18; 18—30; 30—50; 50—80; 80—120; 120—180; 180—250; 250—315; 315—400; 400—500 и т. д.

Промежуточные интервалы: 10—14; 14—18; 18—24; 24—30; 30—40; 40—50; 50—65; 65—80; 80—100; 100—120; 120—140 и т. д.

Допускаемые отклонения по диаметру назначаются на каждый интервал по среднему геометрическому значению диаметра, равному $D_{инг} = \sqrt{D_{мин}D_{мах}}$.

Значения допусков зависят от качества. Для наиболее часто применяемых в инструментальном производстве качеств допуски на линейные размеры составляют: IT5—7*i*; IT6—10*i*; IT7—16*i*; IT8—25*i*; IT9—40*i*; IT10—64*i*; IT11—100*i*; IT12—160*i*; IT13—250*i*; IT14—400*i*; IT15—600*i*; IT16—1000*i*; IT17—1600*i*; IT18—2500*i*. Значение *i*, мкм, для каждого интервала для цилиндрических изделий определяется по формуле $i = 0,45 \sqrt[3]{D_{\text{инт}}} + 0,001D_{\text{инт}}$.

Для других линейных размеров вместо *D* в формулы подставляют соответствующий размер (например, длину *L*).

Значения полей допусков диаметров для некоторых видов инструментов, рекомендуемые ИСО (точные инструменты), приведены в табл. 7.2.

7.1. Ряды нормальных чисел

R40	R20	R10	R5	R40	R20	R10	R5	R40	R20	R10	R5
Знаменатель				Знаменатель				Знаменатель			
1,06	1,12	1,26	1,58	1,06	1,12	1,26	1,58	1,06	1,12	1,26	1,58
1,0	1,0	1,0	1,0	2,5	2,5	2,5	2,5	6,3	6,3	6,3	6,3
1,06				2,65				6,7			
1,12				2,8	7,1						
1,18				3	7,5						
1,25	1,25	1,25	1,25	3,15	3,15	3,15	2,5	8,0	8,0	8,0	6,3
1,32				3,35				8,5			
1,4				3,55	9,0						
1,5				3,75	9,5						
1,6	1,6	1,6	1,6	4,0	4,0	4,0	4,0	10,0	10,0	10,0	10,0
1,7				4,25				10,6			
1,8				4,5	11,2						
1,9				4,75	11,8						
2	2	2	2	5,0	5,0	5,0	4,0	12,5	12,5	12,5	10,0
2,12				5,3				13,2			
2,24				5,6	14,0						
2,36				6,0	15,0						

R40	R20	R10	R5	R40	R20	R10	R5	R40	R20	R10	R5
Знаменатель				Знаменатель				Знаменатель			
1,06	1,12	1,26	1,58	1,06	1,12	1,26	1,58	1,06	1,12	1,26	1,58
16,0	16,0	16,0	16,0	63	63	63	63	250	250	250	250
17,0				67				265			
18,0				18,0	71			71	280		
19,0	75	300									
20,0	20,0	20,0	20,0	80	80	80	80	315	315	315	315
21,2				85				335			
22,4				22,4	90			90	355		
23,6	95	375									
25,0	25,0	25,0	25,0	100	100	100	100	400	400	400	400
26,5				106				425			
28,0				28,0	112			112	450		
30,0	118	475									
31,5	31,5	31,5	31,5	125	125	125	125	500	500	500	500
33,5				132				530			
35,5				35,5	140			140	560		
37,5	150	600									
40,0	40,0	40,0	40,0	160	160	160	160	630	630	630	630
42,5				170				670			
45,0				45,0	180			180	710		
47,5	190	750									
50,0	50,0	50,0	50,0	200	200	200	200	800	800	800	800
53,0				212				850			
56,0				56,0	224			224	900		
60,0	236	950									

Примечания: 1. Знаменатель геометрической прогрессии вычисляют по формуле $R\sqrt[10]{10}$, где R — 5; 10; 20; 40, а номер ряда обозначается $R5$; $R10$; $R20$; $R40$ соответственно. 2. При выборе размеров предпочтение отдается рядам с более крупной градацией (ряд $R5$ следует предпочитать ряду $R10$ и т. д.).

7.2. Значения полей допусков, мкм, для различных видов инструментов, диаметров их рабочей части и хвостовиков

Квалитет	Диапазон диаметров, мм								Поверхность инструмента	
	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	Рабочая часть	Хвостовик
e8	-14 -28	-20 -38	-25 -47	-32 -59	-40 -73	-50 -89	-60 -106	-72 -126	Шпоночные фрезы	—
f9	—	—	—	-16 -59	-20 -72	-25 -87	-30 -104	-36 -123		—
h7	0 -10	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	—	Концевые и шпоночные фрезы
h6	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22		—
h8	0 -14	0 -18	0 -22	0 -27	0 -33	0 -39	0 -46	0 -54	Спиральные сверла, зенковки, зенкера	Сверла с пластинами из твердых сплавов
h9	0 -25	0 -30	0 -36	0 -43	0 -52	0 -62	0 -74	0 -87		Зенкера
h12	0 -100	0 -120	0 -150	0 -180	0 -210	0 -250	0 -300	0 -350	—	Метчики средние и черновые
h10	0 -40	0 -48	0 -58	0 -70	0 -84	0 -100	0 -120	0 -140		Концевые фрезы
k11	—	—	+90 0	+110 0	+130 0	+160 0	—	—	Развертки	—

7.2. Общие конструктивные элементы режущих инструментов

Конструктивные элементы инструментов с неразъемным соединением рабочей части и корпуса (державки). К этой группе относятся резцы, концевые инструменты, а также насадные инструменты и ножи сборного инструмента, оснащаемые пластинами.

Форма рабочей части определяется видом инструмента. Размеры рабочей части размерного инструмента зависят от размера обрабатываемого изделия, запаса на переточки, направления инструмента во время работы, надежности крепления рабочей части.

Рабочая часть выполняется из инструментальных, корпус (державка) — из конструкционных материалов (см. гл. 4). Соединение рабочей части и корпуса осуществляется сваркой, пайкой, склеиванием, зачеканкой, запрессовкой.

Сварка выполняется встык, без дополнительных конструктивных элементов. Технологические требования к свариваемым участкам приведены в гл. 15. Сварной шов должен иметь прочность не менее 0,9 прочности корпуса и быть удален от режущей части на расстояние, обеспечивающее достаточный запас на переточки.

Пайка выполняется с использованием дополнительных конструктивных элементов в целях повышения надежности соединения. Формы стыков рабочей части корпуса (хвостовика) приведены на рис. 7.1. Расстояние от стыка до режущей части (длина рабочей части) должно обеспечить запас на переточку инструмента и исключить отпаивание во время резания и связанного с ним на-

грева рабочей части. Формы гнезд под пластинки, обеспечивающие надежность соединения пайкой, приведены в гл. 8. Технология пайки рассмотрена в гл. 15.

Клеевое соединение осуществляется с использованием тех же дополнительных конструктивных элементов, что и при пайке,

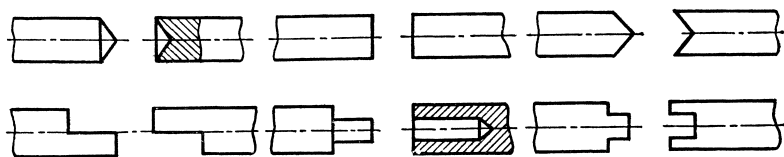


Рис. 7.1. Форма стыков рабочей и хвостовой частей концевой инструмента

и элементов, исключающих нагружение стыка растягивающими и сдвигающими нагрузками. Расчет стыка на сдвигающие нагрузки определяется по формуле $[\tau_B] \geq P_{сдв}/Fk$, где $[\tau_B]$ — предел

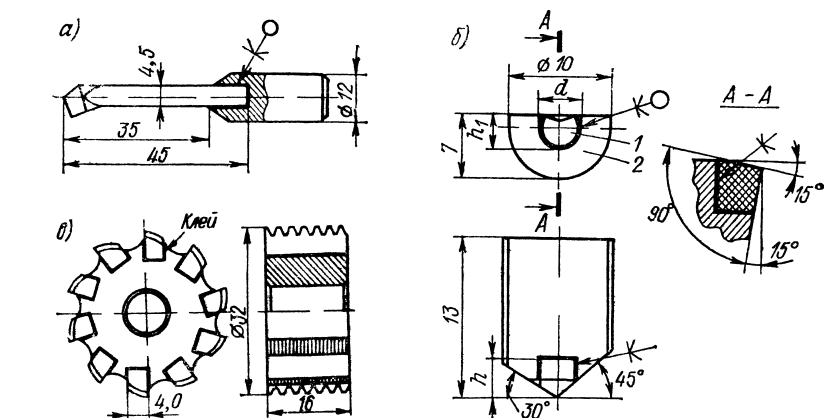


Рис. 7.2. Образцы инструментов с вклеенными режущими элементами: а — расточной резец с вклеенной твердосплавной рабочей частью; б — резовая вставка с вклеенным поликристаллом из сверхтвердых синтетических материалов; в — червячная

фреза с вклеенными твердосплавными пластинами; г — метчик с вклеенными пластинами из быстрорежущих сталей

прочности клея на сдвиг, МПа; $P_{сдв}$ — сдвигающая нагрузка, Н; F — площадь стыка, мм²; k — коэффициент запаса прочности, $k = k_0 k_N k_{нкМ}$ (k_0 — коэффициент, учитывающий способ отверждения клеевого стыка, в термостате $k_0 = 1,1$, на воздухе $k_0 =$

$= 1,2$; k_k — конструктивный коэффициент, при открытом стыке $k_k = 1$, при полуоткрытом $k_k = 1,1$ и при закрытом $k_k = 1,2$; k_n — коэффициент характера нагрузки, при статической нагрузке $k_n = 1,8$, при динамической $k_n = 8$; k_m — коэффициент, учитывающий влияние материалов склеиваемой пары, при склеивании минералокерамики с корпусом из стали $k_m = 1$, твердых сплавов с корпусом из стали $k_m = 1,4$.

Различные виды инструментов и формы их клееных стыков приведены на рис. 7.2, характеристики клеев и технология склеивания — в гл. 15.

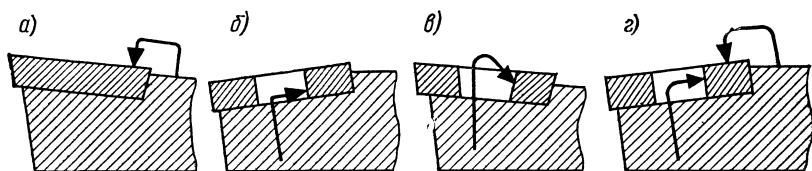


Рис. 7.3. Схемы механического крепления режущих пластин: а — прижимом; б — винтом; в — штифтом; г — штифтом и прижимом

Зачеканка и завальцовка находят ограниченное применение, заменяются пайкой или склеиванием.

Размеры крепежных частей корпусов инструментов приведены в соответствующих главах на конкретные виды инструментов и в гл. 5.

Общие конструктивные элементы инструментов с механическим креплением рабочей части. В зависимости от вида и формы рабочей части получили распространение механическое крепление готовых неперетачиваемых многогранных пластин, стружколомов, опорных пластин и механическое крепление рабочей части в многозубом режущем инструменте, оснащенной пластинами, вставками с неразъемным креплением к державкам.

В первом случае качество инструмента определяется качеством изготовления гнезд под пластины, точностью пластин, надежностью их крепления, удобством и быстротой замены затупившейся кромки новой, во втором случае — зависит от качества изготовления режущих элементов и корпусов (в конструкциях, предусматривающих регулировку и настройку ножей без обработки в сборе), а также от качества заточки и переточки собранного инструмента в инструментах, не предусматривающих настройку и регулировку режущих элементов.

Основные схемы механического крепления пластин в соответствии с классификацией ИСО приведены на рис. 7.3, а—г; конструктивные разновидности узлов крепления — на рис. 7.4. Форма и размеры режущих пластин под механическое крепление приведены в гл. 4; форма и размеры опорных пластин и стружколомов — в табл. 7.3 и 7.4.

Схемы крепления рабочей части инструмента, оснащенного пластинами, вставками с неразъемным креплением к державкам (ножам), аналогичны схемам крепления изделий общемашино-

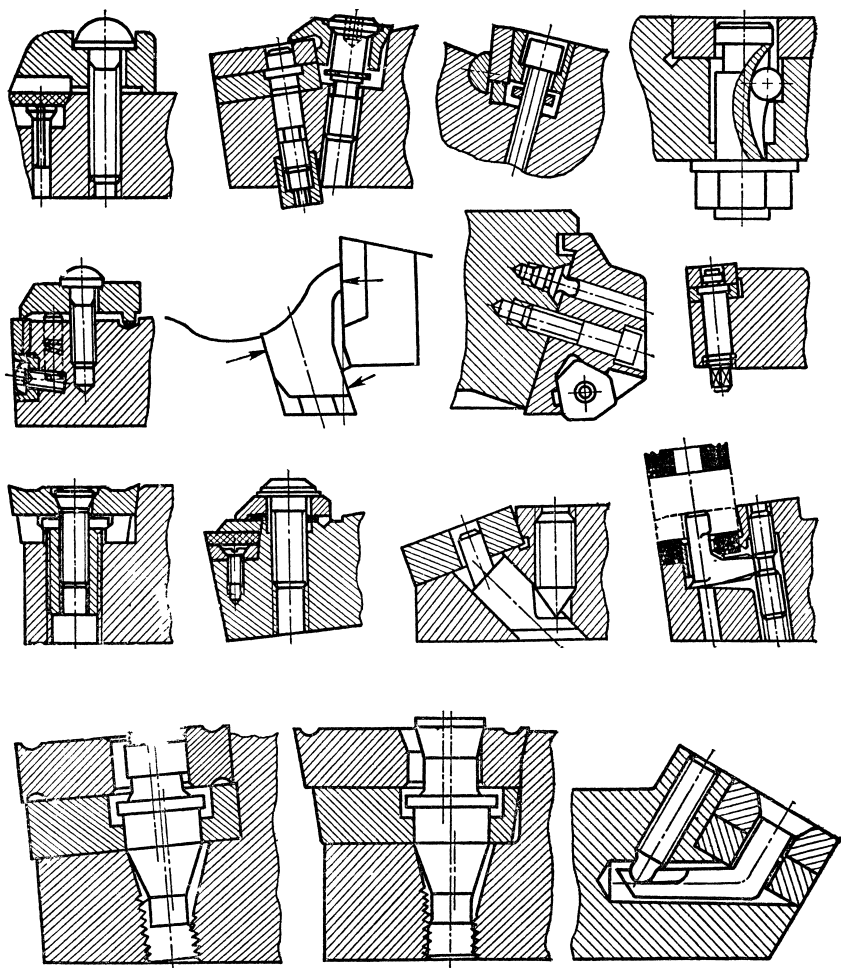


Рис. 7.4. Некоторые конструкции узлов механического крепления многогранных пластин, применяемых отечественными предприятиями и различными зарубежными фирмами

строительного применения и включают клиновое крепление, крепление винтами, с помощью рифлений (осевых или радиально направленных).

7.3. Размеры опорных твердосплавных пластин
(ГОСТ 19073—80—ГОСТ 19083—80, ГОСТ 24254—80), мм

Обозначение пластины	d_0	d_1	r	d_2	Эскиз
701 (OTN)—1103 701 (OTN)—1603 701 (OTN)—1604 701 (OTN)—2204 701 (OTN)—2704	6,1 9,3 9,3 12,5 15,6	2,26 3,81 3,81 5,16 6,35	0,8 1,2 0,8 1,2 1,6	4,1 9,3 9,3 8,0 9,2	
703 (OTP)—1102 703 (OTP)—1603 703 (OTP)—1604 703 (OTP)—2204	4,9 7,5 8,1 10,6	2,26 3,81 3,81 5,16	0,8 0,8 0,8 1,6	4,1 6,5 6,5 8,0	
711 (OWN)—0603 711 (OWN)—0604 711 (OWN)—0804 711 (OWN)—1004 711 (OWN)—1006 711 (OWN)—1206	9,3 9,3 12,5 15,6 15,6 18,8	3,81 3,81 5,16 6,35 6,35 7,93	0,8 0,8 0,8 1,2 1,2 1,2	6,5 6,5 8,0 9,2 9,2 11,1	
721 (OSN)—0903 721 (OSN)—1203 721 (OSN)—1204 721 (OSN)—1404 721 (OSN)—1504 721 (OSN)—1904 721 (OSN)—1906 721 (OSN)—2506	9,3 12,5 12,5 13,8 15,6 18,8 18,8 25,2	3,81 5,16 5,16 5,16 6,35 7,93 7,93 9,12	0,8 1,2 1,2 1,6 1,6 1,6 2,5 2,5	6,5 8,0 8,0 8,0 9,2 11,1 11,1 13,1	
723 (OSP)—0903 723 (OSP)—1203 723 (OSP)—1504 723 (OSP)—1904 723 (OSP)—1203-1 723 (OSP)—1204 723 (OSP)—2506	8,1 11,3 13,8 17,0 10,6 11,3 22,6	3,81 5,16 6,35 7,93 5,16 5,16 9,12	0,8 0,8 1,2 0,8 0,8 0,8 2,0	6,5 8,0 9,2 11,1 8,0 8,0 13,1	
731 (OCN)—0803 731 (OCN)—0903 731 (OCN)—1204 731 (OCN)—1604 731 (OCN)—1904	7,7 9,3 12,5 15,6 18,8	3,18 3,81 5,16 6,35 7,93	0,4 0,4 1,2 1,6 1,6	5,5 6,5 8,0 9,2 11,1	

Обозначение пластины	d_1	d_2	r	d_2	Эскиз
741 (OKN)—1704 741 (OKN)—1904	13,8× ×9,8 15,8× ×9,8	3,81	1,0	6,5	
751 (OPN)—0603 751 (OPN)—0903 751 (OPN)—1104 751 (OPN)—1304 751 (OPN)—1306 751 (OPN)—1604	9,3 12,5 15,6 18,8 18,8 22,0	3,81 5,16 6,35 7,93 7,93 7,93	1,2 1,2 1,6 2,0 2,0 1,2	6,5 8,0 9,2 11,1 11,1 11,1	
761 (OHN)—0904 761 (OHN)—1104 761 (OHN)—1106 761 (OHN)—1204	15,6 18,8 18,8 22,0	6,35 7,93 7,93 7,93	1,6 2,0 2,0 1,2	9,2 11,1 11,1 11,1	
771 (ORN)—0903 771 (ORN)—1203 771 (ORN)—1504 771 (ORN)—1904 771 (ORN)—2204 771 (ORN)—2506	9,3 12,5 15,6 18,8 22,2 25,2	3,81 5,16 6,35 7,93 7,93 9,12	—	6,5 8,0 9,2 9,2 9,2 11,1	
781 (ODN)—1503 781 (ODN)—1904	11,6 14,6	5,16 6,35	0,8 1,2	8,0 9,2	

Примечание. Пластины формы 741 (OKN) могут быть правыми или левыми (к обозначению добавляется L или R соответственно)

**7.4. Размеры стружколомов твердосплавных
(ГОСТ 19084—80, ГОСТ 19085—80*), мм**

Обозначение стружколома	<i>L</i>	<i>B</i>	<i>S</i>	Эскиз	
90—1110 90—1115	8,53 7,96	8,8 8,2	1,58		
90—1614 90—1620 90—1628	12,84 12,26 11,49	13,8 13,2 12,3	2,38		
90—2213 90—2225 90—2248	17,68 16,51 14,23	19,4 18,1 15,4			
90—2725 90—2748	21,27 18,99	23,6 20,9			
91—0916 91—0920 91—0930	7,90 7,40 6,40	9,4			1,58
91—1216 91—1226 91—1240	11,10 10,10 8,70	12,6		2,38	
91—1526 91—1540	13,3 11,9	15,8			
91—1926 91—1936 91—1945	16,50 16,50 14,30	18,9			
91—2548	25,3	25,4	3,97		

7.3. Профилирование производящих инструментов для обработки винтовых стружечных канавок

При профилировании инструментов решают две задачи: прямую — при заданном профиле поперечного сечения изделия определяют профиль производящего инструмента и обратную — при заданном профиле производящего инструмента рассчитывают профиль изделия. Схемы взаимной установки обрабатываемого изделия и производящего инструмента при прямой и обратной задачах приведены на рис. 7.5, а, б.

Исходный профиль при решении прямой задачи задается масивом значений r_i , δ_i , ξ_i точек профиля поперечного сечения в пло-

скости, перпендикулярной к оси заготовки $S-S$ или $T-T$. Параметры установки m, ϵ, ψ .

Профиль производящего инструмента определяется в системе координат x_{ni}, y_{ni}, z_{ni} и пересчитывается в удобные для оперирования величины R_{ni}, Z_{ni} . Последовательность расчета приведена ниже.

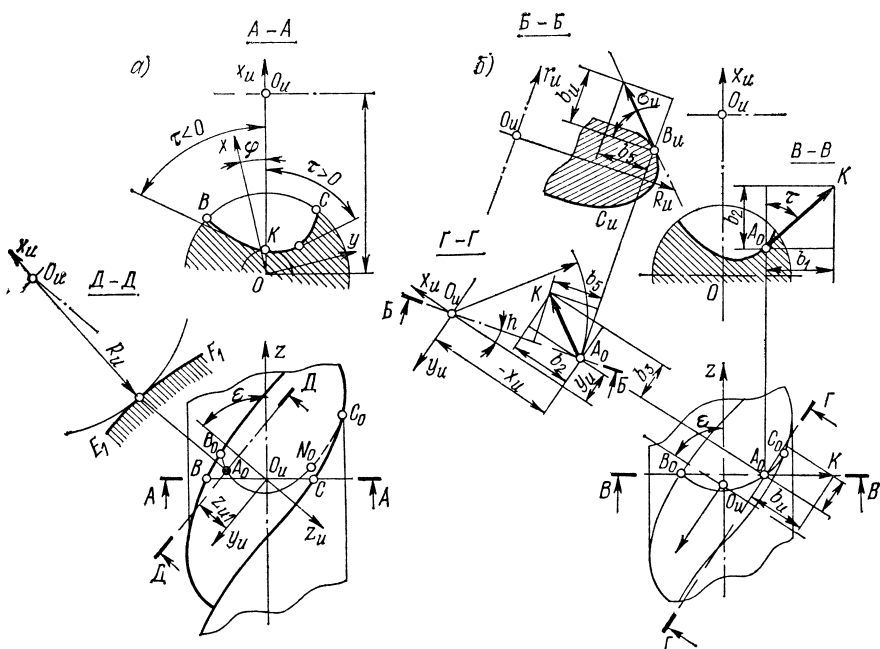


Рис. 7.5. Схемы взаимного расположения обрабатываемой заготовки и производящего инструмента

Прямая задача. Дано: $p; m; \epsilon; \psi; r_i; \delta_i; \xi_i; \tau_i$.

Определить: $R_{ni}; Z_{ni}\sigma_{ni}$ ($r_n = p \operatorname{ctg} \epsilon$; $k_1 = \frac{m + r_n}{p^2}$; $k_2 = \frac{mr_n}{p^2}$ — постоянные величины):

$$1) u_i = r_i \cos \xi_i; \quad 2) v_i = r_i \sin \xi_i; \quad 3) n_{1i} = r_i u_i; \quad 4) n_{2i} = k_2 + \frac{u_i^2}{p^2};$$

$$5) n_{3i} = \psi - \frac{u_i v_i}{p^2} - \delta_i - \xi_i; \quad 6) \frac{n_{1i} \cos \tau_i - m_i}{\sin \tau_i} - n_{3i} - \tau_i = 0;$$

$$7) \mu_i = \tau_i - \xi_i; \quad 8) \varphi_1 = \mu_i + \varphi - \delta_i; \quad 9) x_{ni} = z_i \cos \mu_i - m;$$

$$10) y_{ni} = -r_i \cos \epsilon \sin \mu_i - p \varphi_2 \sin \epsilon;$$

$$11) z_{ni} = r_i \sin \mu_i \sin \epsilon - p \varphi_1 \cos \epsilon; \quad 12) R_{ni} = \sqrt{x_{ni}^2 + y_{ni}^2};$$

$$13) \operatorname{ctg} \sigma_{ni} = \frac{x_{ni} \operatorname{ctg} \tau_i - y_{ni} \cos \epsilon}{R_{ni} \sin \epsilon}.$$

Обратная задача. Дано: p ; m ; ϵ ; ψ ; R_{ni} ; z_{ni} ; σ_{ni} . Определить r_i ; σ_i ; ξ_i каждой точки поперечного сечения канавок ($r_{ni} = p \operatorname{ctg} \epsilon$; $c_1 = p + m \operatorname{ctg} \epsilon$; $c_2 = m - r_{ni}$ — постоянные величины):

$$1) l_i = \operatorname{ctg} \sigma_{ni} + \frac{z_{ni}}{R_{ni}};$$

$$2) \left(l_i^2 + \frac{c_1^2}{R_{ni}^2} \right) x_{ni}^2 + 2l_i c_2 \operatorname{ctg} \sigma_{ni} x_{ni} + c_2^2 \operatorname{ctg}^2 \sigma_{ni} - c_1^2 = 0;$$

$$3) J_{ni} = \pm \sqrt{R_{ni}^2 - x_{ni}^2}; \quad 4) \operatorname{tg} \mu_i = \frac{z_{ni} \sin \epsilon + y_{ni} \cos \epsilon}{x_{ni} + m};$$

$$5) \varphi_i = \frac{-y_{ni} \sin \epsilon - z_{ni} \cos \epsilon}{p}; \quad 6) \operatorname{ctg} \tau_i = \frac{R_{ni} \operatorname{ctg} \sigma_{ni} \sin \epsilon + y_{ni} \cos \epsilon}{x_{ni}};$$

$$7) r_i = \frac{x_{ni} + m}{\cos \mu_i}; \quad 8) \delta_i = \mu_i - \psi - \varphi_i; \quad \xi = \tau_i - \mu_i.$$

При решении уравнений возможно получение нескольких корней; в этом случае выбираются значения, обеспечивающие наиболее близкое приближение к профилю производящего инструмента, которые проверяются решением обратной задачи.

Примеры рассчитанных с помощью ЭВМ профилей производящего инструмента для некоторых видов режущего инструмента приведены в гл. 15.

7.4. Контроль качества изготовления инструментов

Для контроля качества инструмента используют как стандартные (табл. 7.5), так и специальные средства контроля (табл. 7.6). Кроме средств измерения, представители каждой партии инструмента должны подвергаться испытаниям в работе на работоспособность, средний и установленный периоды стойкости (наработку до отказа, установленную безотказную наработку), что является комплексным показателем качества изготовления инструментов. Режимы и методы испытаний зависят от вида инструмента и могут назначаться с учетом рекомендаций методики лабораторных испытаний инструментов, разработанной ВНИИинструмент, и требований стандартов и технических условий на конкретные виды инструмента.

В гл. 15 приведены некоторые дополнительные методы и устройства контроля качества изготовления инструмента.

7.5. Контрольно-измерительные средства общего назначения

Наименование, стандарт или ТУ	Контролируемые параметры диапазон размеров
<p>Калибры гладкие нерегулируемые. Предельные, проходные «ПР» и непроходные «НЕ». Квалитет точности 5, ТУ по ГОСТ 2015—84:</p>	<p>Диаметр отверстий, валов от 1 до 360 мм</p>
<p>Пробки одно- и двусторонние со вставками модели 500 (ГОСТ 14807—69*, ГОСТ 809—71*)</p>	<p>Диаметр 1—6 мм</p>
<p>То же (ГОСТ 14810—69*, ГОСТ 14812—69*, ГОСТ 14813—69*)</p>	<p>Диаметр 6—75 мм</p>
<p>Пробки с насадками модели 500 (ГОСТ 14815—69*, ГОСТ 14816—69*)</p>	<p>Диаметр 75—100 мм</p>
<p>Пробки неполные модели 500 (ГОСТ 14822—69*, ГОСТ 14823—69*, ГОСТ 14824—69*, ГОСТ 14825—69*)</p>	<p>Диаметр 75—360 мм</p>
<p>Пробки со вставками из твердого сплава модели 350 (ГОСТ 16778—71*, ГОСТ 16779—71*, ГОСТ 16780—71*)</p>	<p>Диаметр 1—50 мм</p>
<p>Калибры для конусов инструментов (пробки и втулки) модели 520 (ГОСТ 2849—77)</p>	<p>Конусы метрические 4 и 6; конусы Морзе 0—6, конусы Морзе укороченные G^a—5^b</p>
<p>Скобы листовые односторонние (ГОСТ 18361—73*, ГОСТ 18362—73*, ГОСТ 18363—73*, ГОСТ 18364—73*)</p>	<p>Диаметр валов 3—260 мм</p>
<p>То же, но с пластинками из твердого сплава. Класс точности 2 и ниже (ГОСТ 16775—71*, ГОСТ 16776—71*, ГОСТ 16777—71*)</p>	<p>Диаметр 3—160 мм</p>
<p>Скобы листовые двусторонние</p>	<p>Диаметр 3—10 мм</p>
<p>Калибры гладкие регулируемые (скобы гладкие регулируемые, тип 1); классы точности 3—9 (ГОСТ 2216—84)</p>	<p>Диаметр 1—340 мм (с разбивкой на диапазоны 5—15 мм)</p>
<p>Калибры резьбовые нерегулируемые для контроля метрической резьбы модели 600 (ГОСТ 2016—68). Поля допусков — по ГОСТ 16093—81. Пробки с резьбовыми вставками проходными «ПР» и непроходными «НЕ»; кольца резьбовые</p>	<p>Резьба M1×0,25—M100×1,5</p>
<p>Пробки резьбовые нерегулируемые для контроля метрических резьб модели 600 (ГОСТ 2016—68*)</p>	<p>Резьба M105×6—M300×3</p>

Наименование, стандарт или ИУ	Контролируемые параметры, диапазон размеров
Кольца резьбовые нерегулируемые для контроля метрических резьб модели 600 (ГОСТ 2016—68*)	Резьба М1—М300
Пробки резьбовые из твердого сплава для контроля метрических резьб модели 770	Резьба М6×1—М50×1,5
Калибры для контроля трапецидальной резьбы; пробки и кольца модели 620	Однозаходная резьба 10×2—300×12
Калибры резьбовые для контроля трубной цилиндрической резьбы. Исполнения: пробки с ручкой и вставками с конусным хвостовиком, кольца (ГОСТ 2016—68*)	Размер 1/8"—4" (28, 11 ниток на длине 25,4 мм)
Калибры резьбовые (пробки и кольца) для контроля трубной конической резьбы (ГОСТ 7157—79)	Размер 1/8"—6" (28—11 ниток на длине 25,4 мм)
Калибры резьбовые (пробки и кольца) для конической дюймовой резьбы с углом профиля 60° (ГОСТ 6485—69)	Размер 1/16"—2" (27—11 1/2 ниток на длине 25,4 мм)
Меры длины концевые плоскопараллельные (ГОСТ 9038—83*)	Наборы № 1—21; размеры 0,5—1000 мм
То же из твердого сплава (ГОСТ 13581—68)	Наборы № 1—8; размеры 0,5—100 мм
Меры угловые призматические (ГОСТ 2875—75*)	Наборы № 1—3, 6, 8; размеры углов 10—100°
Плиты поверочные и разметочные (ГОСТ 10905—75*)	Размеры (мм): 250×250, 400×400, 630×400, 1000×630, 1600×1000
Призмы поверочные и разметочные; класс точности 0; 1; 2 (ГОСТ 5641—82*):	Размеры (мм): 35×40×30; 60×60×50; 105×100×80; 150×100×100
Тип 1	Размеры (мм): 60×100×90; 80×150×135; 100×200×180
Тип 2	—
Линейки поверочные лекальные типов ЛЧ, ЛТ, ЛД, ШП, ЩО, ШМ, УТ (ГОСТ 8026—75*)	—
Угольники лекальные, слесарные, поверочные типов УЛ, УЛП, УП, УШ (ГОСТ 3749—77*)	—
Штангенциркули (ГОСТ 166—80*) типов:	Пределы измерений, мм:
ШЦ-1 — с линейкой для измерения глубин	0—125; 0—160; 0—400; 250—630
ШЦ-2 — для измерений и разметки	320—1000
ШЦ-3 — с односторонними губками	500—1600; 800—2000; 1500—3000; 2000—4000
Штангенрейсмасы модели ШР (ГОСТ 164—80*)	6 типоразмеров ШР-250—ШР-2500

Наименование, стандарт или ТУ	Контролируемые параметры диапазон размеров
Штангенциркули — угломеры (ТУ 2-034-273—70)	Пределы измерений: 0—150 мм; 0—90°; габаритные размеры, мм: 260×106×80
Микрометры гладкие, типа МК: МК0—25; МК25—50, МК50—75, МК75—100, МК100—125, МК125—150, МК150—175, МК175—200, МК200—225, МК225—250, МК250—275, МК275—300, МК300—400, МК400—500, МК500—600 (ГОСТ 6507—78*)	Цена деления нониусного барабана —0,01 мм; классы точности 0 (по- грешность показаний ±0,002 мм) и 1 (погрешность ±0,004 мм) — для МК0—25 и МК75—100
Микрометры с плоскими вставками типа МВП и вставками для измерения метрических и дюймовых резьб типа МВМ (ГОСТ 4380—78)	Пределы измерений: 0—25 мм; ша- гов резьб 0,4—6 мм
Микрометры листовые типа МЛ; микрометр трубный типа МТ (ГОСТ 6507—78*)	Пределы измерений, мм: МЛ — 0—10 и 0—25; МТ — 0—25
Головки микрометрические моде- ли 101	Перемещение микровинта до 25 мм
Глубиномеры микрометрические ти- па ГМ (ГОСТ 7470—78*)	Пределы измерений, мм: ГМ100 — 0—100; ГМ150 — 0—150
Нутромеры микрометрические ти- пов НМ, НМИ; 6 типоразмеров (ГОСТ 10—75*)	Пределы измерений 0—6000 мм
Микрометры настольные типа МГ (ГОСТ 11195—74)	Пределы измерений 0—20 мм
Микрометры настольные типа МН: МН-1 с малым, МН-2 — с нормаль- ным измерительным усилием (ГОСТ 10388—81)	Пределы измерений 0—10 мм
Стойки универсальные типа 15СТ для закрепления гладких и рычаж- ных микрометров, скоб и т. п. (ТУ 2-034-623—69)	Диапазон толщин закрепляемых скоб 4—16 мм
Опоры для микрометров и скоб индикаторных типа ОМС	Наибольшая толщина закрепляе- мых скоб 16 мм
Наборы радиусных шаблонов №№ 1—3 (ГОСТ 4126—82)	Измеряемый радиус набора (мм): № 1 — 1—6, № 2 — 8—25 и № 3 — 7—25
Наборы резьбовых шаблонов: № 1 — метрические резьбы, № 2 — дюймовые резьбы (М55°) (ГОСТ 519—77*)	Шаг резьбы: набор М60° — 0,4— 6 мм; М55° — 28—4 ¹ / ₂ шагов на дли- не 25,4 мм
Наборы щупов (ГОСТ 882—75*)	Толщина щупов набора (мм): № 1 — 0,02—0,1 (9 шт.); № 2 — 0,02—0,35 (17 шт.); № 3 — 0,55 — 1,0 (10 шт.); № 4 — 0,1—1,0 (10 шт.)
Проволочки и ролики для измере- ния среднего диаметра резьбы, мо- дели 530, класса точности 0 и 1 (ГОСТ 2475—62*)	Диаметр проволочек и роликов — 0,118—26,231 мм

Наименование, стандарт или ТУ	Контролируемые параметры, диапазон размеров
Измерительные металлические линейки модели 188 (ГОСТ 427—75*)	Длина шкал до 150, 300, 500, 1000 мм; цена деления шкалы 1 мм, предельная погрешность нанесения шкалы $\pm 0,1 - \pm 0,2$ мм
Устройства для проверки симметричности шпоночных пазов типа ШП (ТУ 2-034-640—69)	Диаметр валов 8—300, ширина пазов 2—70 мм; погрешность показаний $\pm 0,05$ мм
Головки измерительные пружинные (микрораторы) типов ИГП, ИГПУ, ИГ ПР, 11609, 11509, 11409, 11309; измерения относительные (ГОСТ 6933—81)	Вариации показаний — 0,03—0,25 мкм; цена деления шкалы $0,1 \div \div 10,0$ мкм
Головки измерительные, пружинно-оптические (оптикаторы) типа П; измерения относительные (ГОСТ 10593—74*Е)	Вариации показаний — 0,033—0,3 мкм; цена деления шкалы 0,1—1,0 мкм
Головки измерительные пружинные, малогабаритные (микаторы) типов ИПМ, ИПМУ; измерения относительные (ГОСТ 712—82)	Измерительное усилие уменьшенное (50 гс) или нормальное (100—150 гс); цена деления шкалы 0,2—2 мкм
Головки измерительные рычажно-пружинные (микаторы) модели 10301 для контроля отклонений формы и относительных измерений (ГОСТ 14711—69*)	Вариации показаний — 0,1—0,6 мкм; цена деления шкалы 0,2—2,0 мкм
Головки измерительные рычажно-зубчатые типа ИГ; измерения относительные (ГОСТ 18833—73*)	Вариации показаний (мкм): 0,2 (ИГ) или 0,4 (2ИГ); цена деления шкалы (мкм): 1,0 (ИГ) или 2,0 (2ИГ); габаритные размеры $60 \times \times 95 \times 20$ мм
Индикаторы многооборотные типа МИГ; измерения абсолютные и относительные (ТУ 2-034-259—69)	Вариации показаний (мкм): 0,5 (1МИГ) или 1,0 (2МИГ); цена деления шкалы (мкм): 1,0 (1МИГ) или 2,0 (2МИГ); пределы измерения (мм): 2,0 (1МИГ) или 3,0 (2МИГ); габаритные размеры $70 \times 106 \times 20$ мм
Индикаторы многооборотные модели 05205; измерения абсолютные и относительные	Вариации показаний не более 1 мкм; цена деления шкалы 2 мкм; пределы измерения 0—5 мм; габаритные размеры (мм) $132 \times 82 \times 22$
Индикаторы рычажно-зубчатые, типа ИРБ; измерения абсолютные и относительные (ГОСТ 5584—75*)	Погрешность показаний 5—10 мкм; цена деления шкалы 0,01 мм; пределы измерения 0—0,8 мм; габаритные размеры (мм) $82 \times 29 \times 24$

Наименование, стандарт или ТУ	Контролируемые параметры диапазон размеров
<p>Индикаторы часового типа типов ИЧ-2; ИЧ-5; ИЧ-10 (ГОСТ 577—68*) и ИЧ-25, ИЧ-50 (ТУ 2-034-611—74); измерения абсолютные и относительные</p>	<p>Пределы измерений 2—50 мм (цифры после букв «ИЧ»); цена деления шкалы — 0,01 мм; габаритные размеры (мм): 75×42×21,7 (ИЧ-2); 108×56×24 (ИЧ-5, ИЧ-10); 195××84×51 (ИЧ-25, ИЧ-50)</p>
<p>Индикаторы часового типа (тип ИТ); измерения абсолютные и относительные; измерительный стержень перпендикулярен к шкале (ГОСТ 577—68*)</p>	<p>Пределы измерения 0—2 мм; цена деления шкалы 0,01 мм; габаритные размеры (мм) 63×42×44,4</p>
<p>Микрометры рычажные типа МР; измерения абсолютные и относительные (ГОСТ 4381—80)</p>	<p>Погрешность отсчета ± 1 мкм; пределы измерений (мм): 0—25 (МР-25); 25—50 (МР-50); 50—75 (МР-75); 75—100 (МР-100); цена деления отсчетного устройства 2 мкм</p>
<p>Микрометры рычажные типа МРИ; измерения абсолютные и относительные (ГОСТ 4381—80*)</p>	<p>Цена деления шкалы отсчетного устройства 0,002—0,01 мм; пределы измерений (мм): 100—125; 125—150; 150—200; 200—250; 250—300; 300—400; 400—500; 500—600; 600—700; 700—800; 800—900; 900—1000</p>
<p>Скобы рычажные типа СР и скобы индикаторные типа СИ (оснащены индикатором часового типа и переставной пяткой); измерения относительные (ГОСТ 11098—75*)</p>	<p>Пределы измерений (мм): тип СР — 0—25; 25—50; 50—75; 75—100; 100—125; 125—150 (цена деления шкалы 0,002 мм); тип СИ — 0—50; 50—100; 100—200; 200—300; 300—400; 400—500; 500—600; 600—700; 700—850; 850—1000</p>
<p>Нутромеры моделей 103, 104, 105, 109; измерения относительные (ГОСТ 9244—75*)</p>	<p>Погрешность показаний 0,003—0,005 мм; пределы измерений (мм) 3—6; 6—10; 10—18; 18—50; цена деления отсчетного устройства (мкм) 0,001; 0,002</p>
<p>Нутромеры индикаторные моделей 126; 128; 137; измерения относительные (ГОСТ 868—82*)</p>	<p>Погрешность показаний 0,012—0,015 мм; пределы измерений (мм): 6—10; 10—18; 18—50; цена деления отсчетного устройства 0,01 мм</p>
<p>Угломеры с нониусом типа УН, модель 127 (ГОСТ 5376—66)</p>	<p>Погрешность показаний $\pm 2'$; пределы измерения углов, : наружных 0—180; внутренних 40—180</p>
<p>Угломеры с нониусом типа УМ (1УМ; 2УМ; 4УМ) (ГОСТ 5378—66*)</p>	<p>Погрешность показаний (± 2—± 15)'; пределы измерения наружных углов 0—180°</p>

7.5. Общие вопросы эксплуатации режущих инструментов

Инструмент должен эксплуатироваться на станках соответствующих для них норм точности и жесткости. Режимы резания устанавливаются в соответствии со стандартами, техническими условиями или общемашиностроительными нормативами режимов резания на инструмент. В зависимости от условий эксплуатации они должны корректироваться. При отсутствии рекомендаций режимы назначают в следующем порядке.

Для инструментов из инструментальных сталей, твердых сплавов, минералокерамики в первую очередь определяют глубину резания в зависимости от припуска, мощности оборудования, прочности инструмента, затем подачу (в зависимости от требований к качеству обработанной поверхности, мощности оборудования, жесткости системы СПИД). Далее в зависимости от глубины резания, подачи и требуемой стойкости инструмента назначают скорость резания.

Для инструментов из сверхтвердых синтетических материалов в первую очередь назначают скорость резания, обычно ограничиваемую возможностями оборудования, затем подачу и глубину резания.

При установке инструмента на станок следует обеспечивать наибольшую жесткость системы СПИД за счет сокращения его вылета, увеличения диаметра опорного торца (за исключением инструмента, который должен самоустанавливаться в процессе резания).

При значительной стоимости оборудования стоимость 1 мин его эксплуатации (или простоя, связанного с заменой затупившегося инструмента новым) чрезвычайно велика, поэтому целесообразно ограничить стойкость инструмента возможно меньшими значениями. Например, фирма «Клингельнберг» (*Klingelberg*, ФРГ) использует режимы фрезерования червячными фрезами, при которых гарантированная стойкость червячной фрезы принимается равной времени обработки одного комплекта зубчатых колес при одной его установке.

Стойкость стандартного инструмента, соответствующие режимы обработки, критерии затупления приведены в соответствующих главах по конкретным инструментам. Кроме стойкости, определяемой затуплением инструмента, в практике металлообработки встречается стойкость, определяемая технологическими критериями — потерей точности обрабатываемых изделий (для размерного инструмента), ухудшением качества обработанной поверхности сверх допускаемых значений (для чистовых инструментов). В существующих временных нормативах режимов резания, разработанных ГСПКТБ «Оргприминструмент» и относящихся к конкретным видам инструментов, приведены те и другие критерии потери работоспособности инструментов. В нормативах режимов резания, разработанных для различных отраслей металлообработки, также

7.6. Контрольно-измерительные средства специального назначения

Тип, модель	Диапазон измерений	Цена деления	Контролируемый параметр
<i>Приборы для контроля общих параметров инструментов</i>			
Приборы КО-17, КО-18, КО-19, КО-20 (ТУ 2-035-145—83) Прибор 5077М	Конус Морзе №№ 1—4; степень точности АТ6, АТ7 и АТ8 по ГОСТ 2848—75*	0,001 мм	Отклонение от прямолинейности образующих конусов Морзе
Прибор К1-14 (ТУ 2-035-147—83)	Конус Морзе №№ 1—6; степень точности АТ7 и АТ8	0,001 мм	Отклонение от круглости хвостовиков с конусом Морзе
Прибор 3366М	Конус Морзе №№ 1—5; степень точности АТ7 и АТ8	—	Радиальное и торцовое биения относительно поверхности конусного хвостовика
Прибор КР-516	Конус Морзе №№ 1—6	0,001 мм — шкалы конусности; 0,0005 мм — шкалы непрямолинейности	Контроль конусности и отклонения от прямолинейности образующей конусов
Приборы КО-21; КО-22; КО-23; КО-24 (ТУ 2-035-152—84) Прибор К33-4 (ТУ 2-035-135И—82)	Конус Морзе №№ 1—4 степень точности АТ6, АТ7 и АТ8	0,001 мм	Контроль конусности хвостовиков инструментов
Прибор КР-516	Фрезы концевые и шпоночные диаметром 2—20 мм с цилиндрическим хвостовиком и с конусом Морзе № 1—3, ручные и машинно-ручные метчики М14—М20	1°	Передние и задние углы концевого инструмента (концевых фрез, шпоночных фрез и метчиков)
Микрометры (ТУ 2-034-770—83)	Конус Морзе № 0—6	0,01 мм	Контроль конусности и отклонения от прямолинейности образующих хвостовиков
Прибор КЛО-17 (ТУ 2-034-605—79)	Зенкеры, концевые фрезы и другие инструменты диаметром 5—105 мм (через 20 мм)	0,01 мм	Контроль наружного диаметра режущих инструментов
<i>Приборы для контроля инструмента для обработки отверстий</i>			
Прибор КЛО-17 (ТУ 2-034-605—79)	Сверла с цилиндрическим и коническим хвостовиками диаметром 6—20 мм	0,01 мм линейной шкалы; 30' — угловой шкалы	Измерение угла при вершине и осевого биения главных режущих кромок сверл

Прибор К10-6	Сверла с цилиндрическим и коническим хвостовиками диаметром 15—50 мм	1°	Угол наклона винтовых канавок сверл
Приборы К10-11, К10-12, К10-13, К10-14 (ТУ 2-034-608—79)	Сверла с цилиндрическим и коническим хвостовиками диаметром 3—50 мм	0,01 мм	Измерение симметричности сердцевины профиля канавок сверл
Приборы К10-5, К10-5-01 (ТУ 2-035-136И—82)	Сверла с цилиндрическим хвостовиком диаметром 2—10 мм	1° — угловой шкалы; 0,05 мм — линейной шкалы	Геометрические параметры при заточке мелких сверл
Прибор БВ-7312	Сверла с конусами №№ 40, 50	0,002 мм	Отклонение от прямолинейности образующей
Автомат контрольно-сортiroвочный КА-52М	Сверла с цилиндрическим хвостовиком диаметром 5,5—12,5 мм	—	100 %-ный контроль диаметра и обратной конусности сверл с цилиндрическим хвостовиком
Система измерительная БВ-4100	Сверла диаметром 2,5 и 20 мм	0,001 мм	Контроль диаметра при шлифовке сверл
Прибор К10-21	Сверла с коническим хвостовиком диаметром 20—50 мм	0,01 мм — линейной шкалы; 30' — угловой шкалы	Угол при вершине и осевое биение главных режущих кромок сверл
Приборы К10-15, К10-16	Сверла с цилиндрическим хвостовиком диаметром 30—20 мм, с коническим конусом Морзе №№ 1—3	0,01 мм	Радиальное биение сверл с цилиндрическим и коническим хвостовиками
Прибор КР-154	Сверла с цилиндрическим хвостовиком диаметром 5—12,5 мм	—	Диаметр и обратная конусность сверл
Прибор БВ-4100	Развертки диаметром 5—40 мм	0,001 мм	Наружный диаметр разверток
Приборы К23-2, К23-3	Развертки диаметром 3—40 мм	0,0002 мм	Диаметр и конусность разверток с конусностью 1 : 50

Приборы для контроля резцов и фрез общего назначения

Прибор К33-7 (ТУ 2-035-134И—81)	Фрезы с цилиндрическим и коническим хвостовиками диаметром 2—50 мм	1°	Передний и задний углы фрез концевых и шпоночных
Прибор 2УРИ (ТУ 2-037-617—79)	Фрезы, протяжки и другие инструменты	1°	Передние и задние углы многозубых инструментов с числом зубьев не менее 3

Тип, модель	Диапазон измерений	Цена деления	Контролируемый параметр
Прибор БВ-4257 управляющий к плоскошлифовальному станку модели ЗК227А	Фрезы насадные диаметром 40—130 мм	0,001 мм	Измерение внутренних отверстий
Прибор БВ-4066 управляющий к плоскошлифовальному станку модели ЗП722	То же	0,002 мм	Измерение толщины изделий
Прибор К30-3	Отрезные фрезы диаметром 63—250 мм	1°	Углы в плане переходных кромок фрез
Прибор К30-4	Отрезные фрезы диаметром 63—250 мм	1°	Задние углы на переходных режущих кромках
Прибор БВ-5049	Фрезы диаметром 450, 530 и 620 мм	0,001 мм	Геометрические параметры блочных резцов
Прибор ПКР ТУ 2-034-625—76)	Стандартные резцы: ширина 10—40; высота 16—50 и длина до 300 мм	1°	Углы призматических резцов для токарных работ
Прибор К32-1	Стандартные торцовые и дисковые фрезы диаметром 100—250 мм	30'	Задний угол и угол наклона зубьев фрез
<i>Приборы для контроля резьбонарезного инструмента</i>			
Прибор 2РМ (ТУ 2-034-672—77)	Метчики с наружным диаметром резьбы М3—М20	0,002 мм	Средний диаметр резьбы трехканавочных метчиков
Прибор РМ (ТУ 2-034-631—80)	Метчики с наружным диаметром резьбы М3—М33	0,01 мм	Средний диаметр резьбы трех- и пятиканавочных метчиков
Приборы К60-6; К60-6-01 (ТУ 2-034-604—79)	Инструмент с наружным диаметром 10—52 мм и длиной 70—360 мм	30'	Передний угол метчиков и разверток
Прибор ПКП-2	Круглые плашки с наружным диаметром резьбы 10—52 мм	1°	Передний угол на наружном диаметре резьбы круглых плашек
Прибор К64-5	То же	2°	Угол заборного конуса круглых плашек
Прибор ПКП-4	Круглые плашки М5—М39	0,01 мм	Величина затылования круглых плашек

Прибор ПКП-3	Круглые плашки М6—М18	0,02 мм	Наибольший диаметр заборного конуса круглых плашек на торце Смещение гнезд и толщины круглых плашек
Прибор К64-4	Круглые плашки М3—М48	0,01 мм	

Приборы для контроля зуборезного инструмента и протяжек

Прибор БВ-5080 (ГОСТ 17336—80)	Модуль 0,2—1,5 мм; диаметр 20—100 мм	—	Контроль мелко модульных червячных фрез Профиль фрез для нарезания зубчатых передач Новикова
Прибор БВ-5091	Модуль 10—20 мм	—	
Прибор БВ-5056	Червячные фрезы, шеверы, долбяки, зубчатые колеса, модуль 1—12 мм; диаметр делительной окружности 20—400 мм	0,001 мм	Радиальное биение, накопленной погрешности «k» шагов, шага по колесу и отклонения шага
Машина измерительная с программным управлением для контроля окружных шагов и радиального биения дисковых шеверов и долбяков (модель 4392М)	Диаметр делительной окружности 20—400 мм; модуль 1,75—10 мм	0,001 мм	Радиальное биение, отклонение шагов и накопленной погрешности шага по обоим профилям (одновременно 7 параметров)
Прибор БВ-5010 (ходомер)	Диаметры делительной окружности 40—400 мм; модуль 2—10 мм	0,001 мм	Отклонения направления зуба и окружных шагов
Прибор БВ-5065	Диаметр 450, 530 и 620 мм	0,001 мм	Профиль резцов круговых протяжек
Прибор 4415	Шлицевые протяжки диаметром 10—100 мм; расстояние между центрами 500—1500 мм	0,002 мм	Погрешность наружного диаметра, отклонение от параллельности относительно оси и окружного шага

Приборы для настройки режущих инструментов для работы на станках с ЧПУ

Прибор для размерной настройки режущего инструмента вне станка модели БВ-2010 (ТУ 2-034-502—72)	Установка по двум координатам по проектору с увеличением 30х, установка по оси z по индикатору; габаритные размеры 875×975×900 мм	0,001 мм — отсчетных устройств; погрешность установки 0,005 мм	Положение режущей кромки по трем координатам в блоках к станкам с ЧПУ
---	---	--	---

Тип, модель	Диапазон измерений	Цена деления	Контролируемый параметр
<p>Прибор для размерной настройки режущего инструмента вне станка модели БВ-2011М</p>	<p>Установка по двум координатам с использованием микроскопа, а по оси z — по индикатору; габаритные размеры $705 \times 725 \times 550$ мм</p>	<p>0,01 мм — отсчетных устройств; погрешность установки 0,035 мм</p>	<p>Положение режущей кромки по трем координатам в блоках к станкам с ЧПУ</p>
<p>Прибор для размерной настройки режущего инструмента вне станка модели БВ-2012М</p>	<p>Установка по двум координатам по проектору, а по оси z — по индикатору</p>	<p>0,01 мм — отсчетных устройств; погрешность установки 0,07 в продольном и 0,05 мм в поперечном направлениях</p>	<p>То же</p>
<p>Прибор для размерной настройки режущего инструмента вне станка модели БВ-2013</p>	<p>Настройка сверл и фрез для станков с ЧПУ по линейкам, нониусам и индикаторам. Диаметр инструмента 0—300 мм, вылет — 70—400 мм; габаритные размеры $740 \times 440 \times 1530$ мм</p>	<p>Погрешность установки: по диаметру 0,02, по вылету — 0,05 мм</p>	<p>»</p>
<p>Прибор для размерной настройки режущего инструмента модели БВ-2015</p>	<p>Настройка инструмента расточной группы — по шкалам и микроскопам; диаметр инструмента 0—300 мм, вылет 70—400 мм габаритные размеры $740 \times 440 \times 1530$ мм</p>	<p>Погрешность установки: по диаметру — 0,008, по вылету — 0,05 мм</p>	<p>»</p>

приведены характерные значения критериев затупления и стойкости.

При выборе режимов обработки различных материалов в расчетных формулах, приводимых ниже, следует учитывать коэффициенты обрабатываемости материалов (см. гл. 2).

В последнее время получили распространение инструменты с износостойкими покрытиями (одно- или многослойными), позволяющими повысить тепло- и износостойкость инструмента, снизить силы резания (за счет снижения коэффициента трения). При уменьшении сил резания уменьшается усадка стружки и ее толщина, что должно быть учтено при разработке конструкций инструмента или используемых при обработке средств стружкодробления. К этим средствам относятся форма передней грани инструментов, например многогранных режущих пластин (разновидностей этих форм в стандартах и каталогах фирм свыше 80), выполненных в виде выступов и впадин разной формы и на различном расстоянии от режущей кромки и обеспечивающих дробление стружки в широких пределах условий обработки (подачи, глубины резания); экраны; накладные стружколомы стандартные (см. табл. 7.4) или специальной формы; кинематические средства дробления.

При назначении режимов обработки следует учитывать наличие или отсутствие подвода СОС в зону резания, а также принимать меры для обеспечения требований производственной санитарии на рабочих местах за счет создания эффективных средств отвода паров и эмульсии. При использовании инструмента, оснащенного инструментальными материалами, плохо сопротивляющимися тепловым ударам (твердыми сплавами, минералокерамикой, СТМ), работать следует без охлаждения или применять способы охлаждения, исключающие или уменьшающие тепловые удары (скачкообразное изменение температуры при резании и холостых пробеге).

Инструмент, оснащенный хрупкими инструментальными материалами (твердым сплавом, минералокерамикой, СТМ) должен эксплуатироваться в условиях, исключающих возможность травмирования рабочего при поломках и выкрашиваниях; при установке и снятии его со станка не следует применять молотки и т. п. При работе инструментом на высоких и сверхвысоких скоростях резания (минералокерамика, СТМ) должна быть обеспечена надежная защита зоны обслуживания от стружки.

Заточка и переточка твердосплавных инструментов должны осуществляться в условиях, гарантирующих соблюдение санитарных норм (в частности, массовое содержание в воздухе кобальта, входящего в состав твердых сплавов, не должно превышать $0,1 \text{ мг/м}^3$, что обеспечивается заточкой с охлаждением). При напайке и отпайке пластин с серебряным припоем содержание в воздухе окиси кадмия и окиси цинка не должно превышать $0,05 \text{ мг/м}^3$.

Переточка инструмента должна осуществляться на полуавтоматическом или автоматическом оборудовании. Ручная переточка недопустима. Режимы переточки наиболее распространенных видов инструмента приведены в гл. 15.

7.6. Расчет экономической эффективности режущих инструментов

Расчеты экономической эффективности проводятся на следующих этапах:

при подготовке создания новых инструментов (ожидаемый экономический эффект);

по окончании разработки нормативно-технической документации (гарантированный экономический эффект);

после внедрения (фактический экономический эффект).

Ожидаемый экономический эффект служит основанием для принятия решения о целесообразности создания нового инструмента. На основе *гарантированного экономического эффекта*, определяемого по годовому объему производства, принимается решение о целесообразности производства и внедрения нового инструмента. По *фактическому экономическому эффекту* оценивается окончательная эффективность новых инструментов.

Ожидаемый и гарантируемый экономические эффекты отражают потенциальные возможности нового инструмента. Исходными данными для их расчета на единицу инструмента являются: для ожидаемого эффекта — проектные, нормативные и плановые показатели, а также экспериментальные оценки, справочные данные; для гарантированного эффекта — отчетные данные по трудовым и материальным затратам на изготовление, а также результаты испытаний и эксплуатации опытных образцов.

Фактический экономический эффект рассчитывают на основании отчетных данных.

Годовой экономический эффект представляет собой суммарную экономию всех производственных ресурсов (живого труда, материалов, капитальных вложений), которую получает народное хозяйство в результате производства и использования новых инструментов.

Экономический эффект от внедрения нового режущего инструмента может быть получен за счет повышения работоспособности инструмента, повышения производительности оборудования и труда рабочих, связанных с применением этого инструмента; улучшения качества обработки деталей (точности и шероховатости поверхности) и, как следствие, повышения их надежности и долговечности; снижения себестоимости и удельных капитальных вложений на единицу продукции.

Учитывая, что все виды инструмента имеют срок службы менее одного года, годовой экономический эффект от внедрения нового инструмента определяют по формуле

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 A_2.$$

Здесь \mathcal{E}_1 — экономический эффект от внедрения единицы нового инструмента, руб.; A_2 — годовой выпуск (объем внедрения) нового инструмента, шт.,

$$\mathcal{E}_1 = (C_1 + E_n K_1) a - (C_2 + E_n K_2) + (I_1 a - I_2) + \Delta \mathcal{E}_1,$$

где C_1, C_2, K_1, K_2 — себестоимости и удельные капитальные вложения по базовому и новому инструментам соответственно, руб.; a — коэффициент эквивалентности нового инструмента по отношению к базовому по работоспособности на весь срок службы (до полного износа) в сравниваемых условиях работы; E_n — нормативный коэффициент капитальных вложений, $E_n = 0,15$; I_1, I_2 — затраты (издержки) потребителя при использовании им одного базового и одного нового инструмента соответственно до их полного износа без учета стоимости самих инструментов, руб.; $\Delta \mathcal{E}_1$ — дополнительный эффект, получаемый за счет улучшения качества деталей, обработанных новым инструментом, руб.

Расчет эффективности нового инструмента по себестоимости и капитальным вложениям достаточно сложен и условен, особенно при сопоставлении инструментов, изготовленных на разных предприятиях с различными условиями производства.

Более рационально и точно можно рассчитать эффект через цену на базовое и новое изделие:

$$\mathcal{E}_1 = (C_1 a - C_2) + (I_1 a - I_2) + \Delta \mathcal{E}_1,$$

где C_1 и C_2 — цены базового и нового инструментов соответственно.

При различных условиях эксплуатации инструмента могут существенно различаться обрабатываемые материалы, виды станков, режимы работы и т. п., что обуславливает различие коэффициентов эквивалентности a и значений величин I_1, I_2 и $\Delta \mathcal{E}_1$.

Если число расчетных случаев ограничено, то различие условий эксплуатации учитывается по формуле

$$\mathcal{E} = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{1i} A_{2i},$$

где \mathcal{E}_{1i} — экономический эффект от единицы нового инструмента в i -х условиях; A_{2i} — число инструментов, применяемых в этих же i -х условиях; n — число расчетных случаев.

Коэффициент эквивалентности нового инструмента по отношению к базовому показывает, какое число инструментов базовой конструкции эквивалентно по работоспособности одному новому инструменту до их полного износа

$$a = B_2/B_1,$$

где B_1 и B_2 — число деталей или других единиц измерения продукции, обрабатываемых соответственно базовым и новым инструментами до их полного износа;

$$B_i = \frac{\tau_i}{t_{\text{осн } i}},$$

где τ_i — полный период стойкости инструмента (до полного его износа), мин; $t_{\text{осн } i}$ — основное (технологическое или машинное) время, мин.

Тогда

$$a = (\tau_2/\tau_1)(t_{\text{осн } 1}/t_{\text{осн } 2}).$$

Так как значение $t_{\text{осн } i}$ при прочих равных условиях обратно пропорционально производительности инструмента, то при расчете на обезличенную деталь удобнее (вне связи с конкретными деталями) использовать формулу

$$a = (\tau_2/\tau_1) \prod_{i=1}^n (P_2/P_1),$$

где P_1 и P_2 — нормативные или рекомендуемые на конкретный инструмент характеристики режимов резания (скорости и глубины резания, подачи); n — число характеристик производительности базового и нового инструментов.

Полный период стойкости инструмента рассчитывают по формуле

$$\tau = T_{\text{ср}} n_{\text{п. с}},$$

где $T_{\text{ср}}$ — средний период стойкости инструмента до переточки или смены режущей кромки; $n_{\text{п. с}}$ — расчетное число периодов стойкости инструмента до полного его износа.

Для перетачиваемого инструмента $n_{\text{п. с}} = k_{\text{пер}} + 1$, где $k_{\text{пер}}$ — число возможных переточек инструмента до полного его износа, определяемое по ГОСТу или ТУ, фактическим данным заводов-потребителей, типовым нормам или расчетным путем.

Для инструментов с многогранными неперетачиваемыми пластинами

$$n_{\text{п. с}} = \Phi_{\text{кр}} n_{\text{кр}} n_{\text{пл}},$$

где $\Phi_{\text{кр}}$ — коэффициент использования режущих кромок пластин, учитывающий возможные сколы и повреждения неработавших кромок сходящей стружкой, определяется по НТД или по результатам сравнительных испытаний; $n_{\text{кр}}$ — число рабочих кромок на одной пластине; $n_{\text{пл}}$ — число пластин (или комплектов пластин для многолезвийного инструмента) на весь срок службы корпуса инструмента.

По данным ВНИИинструмент $\Phi_{\text{кр}}$ составляет: 0,7 — для ромбических и трехгранных пластин, 0,75 — для квадратных, 0,8 — для пятигранных и шестигранных и 0,85 — для круглых пластин.

Если инструмент выпускается не для конкретного потребителя и статистические характеристики обработки деталей в различных сферах потребления отсутствуют, то расчет годового экономического эффекта допускается проводить из условий преимущественной сферы потребления с учетом понижения коэффициента эквивалентности нового инструмента для остальных сфер потребления. В этом

случае значение \mathcal{E}_1 рассчитывают при среднем значении коэффициента эквивалентности нового инструмента a_{cp}

$$a_{cp} = a_{пр} \eta + \beta a_{пр} (1 - \eta),$$

где $a_{пр}$ — коэффициент эквивалентности нового инструмента в преимущественной сфере потребления; $\eta = A_{пр}/A_2$ — доля инструмента, применяемого в преимущественной сфере потребления, определяется экспертным путем ($A_{пр}$ — число новых инструментов, применяемых в течение года в преимущественной сфере потребления, шт.); β — понижающий коэффициент, определяется экспертным путем.

Применительно к режущему инструменту издержки потребителя разделяются на две группы: 1) затраты, связанные с работой станочного оборудования, 2) затраты на эксплуатацию самого инструмента (переточку, восстановление, установку, регулировку и т. п.).

Затраты, связанные с работой оборудования — это приведенные затраты на 1 мин работы станка (стоимость 1 станко-мин — $S_{см}$, руб./мин), рассчитывают по формуле

$$S_{см} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i + E_n K}{\Phi_p 60},$$

где S_i — годовые эксплуатационные (текущие) издержки по i -й статье затрат, руб.; K — капитальные затраты, учитывающие оптовую цену станка, стоимость транспортировки, монтажа, производственных площадей и служебных помещений, руб.; Φ_p — расчетный годовой фонд времени оборудования; n — число учитываемых статей затрат.

Издержки потребителя за весь срок службы инструмента с учетом как первой ($S_{м1}$), так и второй ($S_{м2}$) групп затрат:

для базового инструмента (если в качестве базы сравнения принимаются два или более инструментов, то соответствующие затраты суммируются)

$$I_1 = S_{см1} \tau_1 + k_{пер1} S_{пер1} + k_{вос1} S_{вос1} + k_{зам1} S_{зам1};$$

для нового инструмента

$$I_2 = S_{см2} \tau_2 + k_{пер2} S_{пер2} + k_{вос2} S_{вос2} + k_{зам2} S_{зам2} + \frac{E_n k_{доп}}{A_2'},$$

где $k_{пер}$, $k_{вос}$, $k_{зам}$ — суммарные числа переточек, восстановления и замены затупившегося инструмента на станке, значения их определяются по фактическим или расчетным данным; $S_{пер}$, $S_{вос}$, $S_{зам}$ — стоимости соответствующих операций, руб.; $k_{доп}$ — дополнительные капитальные затраты потребителя, не учтенные в стоимости 1 станко-мин. (оплата хозяйственных работ, приобретение новых приспособлений и т. п.), руб.; A_2' — число новых инструментов, используемых потребителем в течение года, шт.

7.7. Время замены концевой инструмента и подналадки станка

Инструмент	Время замены, мин				Время подналадки $t_{нал}$, мин
	При наличии кондукторной плиты		Без кондукторной плиты		
	Патрон быстрозменный	Стопорный винт	Патрон быстрозменный	Стопорный винт	
Сверла, метчики, зенкеры и развертки	1,0—1,5	2,0—2,5	0,2—0,3	1,0—1,5	0—1,0
Цевковка (зенкер торцовый)	2,0	3,0	—	3,6	0,5
Фреза торцовая	—	—	—	4,0	2,0
Фреза дисковая с консольным креплением	—	—	—	5,0	3,0
Фреза дисковая с передней опорой	—	—	—	10,0	5,0

Стоимости переточки, восстановления и замены затупившегося инструмента определяются конкретными условиями его эксплуатации, при этом стоимость замены затупившегося инструмента на новый в общем случае рассчитывают по формуле

$$S_{зам} = S_{п.о} + S_{п.н},$$

где $S_{п.о}$ — стоимость простоев оборудования, связанных с заменой инструмента и подналадкой станка на размер после установления нового инструмента, руб.; $S_{п.н}$ — стоимость предварительной настройки инструмента на размер вне станка в специальном приспособлении (для автоматических линий и станков с ЧПУ), руб.

Стоимость простоя оборудования в течение одной замены определяют по формуле

$$S_{п.о} = S_{см}^* (t_{зам} + t_{нал}),$$

где $S_{см}^* \approx S_{см}$ — стоимость простоя оборудования в единицу времени, ее значение может быть принято равным стоимости его работы (стоимости 1 станко-мин), руб./мин; $t_{зам}$ и $t_{нал}$ — время замены инструмента и подналадки станка для попадания в размер, мин (табл. 7.7).

Время замены неперетачиваемых пластин 0,5—0,75 мин, резцов и резцовых вставок 1,0—2,0 мин, резцовых блоков 2 мин; время подналадки резцов и резцовых вставок не превышает 3 мин.

Стоимость предварительной настройки инструмента на размер вне станка определяется зависимостью

$$S_{п.н} = S_{п.м} t_{настр},$$

где $S_{п.м}$ — приведенные затраты, связанные с работой приспособления для настройки и наладки (аналог стоимости 1 станко-мин), руб./мин; $t_{настр}$ — время предварительной настройки инструмента, мин.

Средние значения $S_{п.м}$ и диапазон изменения $t_{настр}$ (в зависимости от точности настройки и типа приспособления) приведены в табл. 7.8. При расчете $S_{п.м}$ принимают гарантийный срок службы приспособления — 3 года, разряд оператора (повременщика) — V.

Стоимость одной переточки инструмента определяют по формуле

$$S_{пер} = S_{см} t_{пер},$$

где $S_{см}$ — стоимость 1 станко-мин заточного станка, руб./мин; $t_{пер}$ — расчетное или нормативное время одной переточки, мин.

Если внедрение нового инструмента не предусматривает изменения стоимости оборудования, режимов обработки и существенного изменения затрат на переточку и замену инструмента, то формула для расчета экономического эффекта принимает вид

$$\Delta_1 = (C_1 a - C_2) + \Delta \Delta_1 - \frac{E_n k_{доп}}{A_2}.$$

Дополнительный экономический эффект ($\Delta \Delta_1$) от внедрения новых инструментов, обеспечивающих

повышенную точность или качество обрабатываемых деталей, определяется в двух вариантах:

1) повышение точности деталей могло быть получено при базовом варианте инструмента;

2) повышение точности деталей невозможно при базовом варианте.

По 1-му варианту эффект определяется с учетом дополнительных издержек (эксплуатационных затрат) потребителя на отделочные (доводочные) операции другими инструментами. А 2-й вариант в свою очередь имеет два случая, связанных с тем, установлены или не установлены оптовые цены на изделия старого и нового качества. При этом

$$\Delta \Delta_1 = (C_{д2} - C_{д1}) \alpha B_2$$

или $\Delta \Delta_1 = (k_d - 1) C_d \alpha B_2$, где $C_{д1}$ и $C_{д2}$ — оптовые цены на детали (подшипники, шестерни, некоторые виды инструмента), изготовленные базовым и новым инструментами, руб.; C_d — неизменяемая цена или себестоимость детали, руб.; k_d — коэффициент долговечности, определяемый отношением сроков службы

7.8. Затраты, связанные с настройкой инструмента вне станка, и время настройки

Стоимость приспособления и время настройки	Затраты (руб./мин) и время (мин) для станков	
	с ЧПУ	автоматических линий
Стоимость приспособления, руб.:		
до 1 000	0,027	0,020
от 1 000 до 3 000	0,034	0,027
» 3 000 » 5 000	0,039	0,032
» 5 000 » 10 000	0,054	0,047
Время настройки, мин	2—10	1—5

7.9. Исходные данные для расчета

Параметр	Базовый вариант	Новый вариант	Примечание
Годовой объем производства фрез A_2 , шт.	300	300	—
Себестоимость одной фрезы по изменяющимся статьям затрат C , руб.	1047,7	1594,03	По данным завода-изготовителя
В том числе:			
стоимость материала	900,76	1477,8	
зарплата	19,29	18,3	
накладные расходы	127,65	97,93	
Режимы обработки:			Выбираются по нормативно-технической документации
скорость резания v , м/мин	800	600	
число оборотов n , об/мин	1600	1200	
подача на зуб s_z , мм/зуб	0,05	0,08	
минутная подача s_m , мм/мин	1910	1719	
глубина резания t , мм	2,5	5	
длина обрабатываемой детали L , мм	500	500	
Модель станка	ИР-800МФ4		По результатам испытаний на заводах-потребителях
Средняя стойкость одной грани $T_{ср}$, мин	100	100	
Число используемых кромок $n_{кр}$	8—10	8—10	
Число периодов стойкости до полного износа $n_{п.с}$	31,5	31,5	
Стойкость фрез до полного износа τ , мин	3150	3150	
Затраты, связанные с работой оборудования, без учета стоимости фрезы $s_{см}$, руб./мин	0,065	0,065	
Число перестановок комплектов пластин $k_{пер}$	27	27	
Стоимость перестановки комплекта пластин $S_{пер}$, руб.	0,015	0,018	По данным заводов-потребителей
Число деталей, обрабатываемых фрезой до полного ее износа n , шт.	6015	10 830	
Затраты потребителей при работе фрезами $I = s_{см}\tau + s_{пер}k_{пер}$, руб.	205,16	205,24	
Коэффициент эквивалентности $a = n_2/n_1$	1	1,8	

изделий, обработанных базовым и новым инструментами (сроки службы изделий при этом должны быть зафиксированы в соответствующей НТД); α — доля нового инструмента в достижении более высокого качества изделий (значения k_d и α должны согласовываться с основным потребителем готовой продукции); B_2 — число изделий, обрабатываемых одним новым инструментом до полного его износа.

Пример расчета экономического эффекта от использования фрез двухступенчатых с механическим креплением пластин из

композита 05. Эти фрезы применяют при фрезеровании деталей из чугунов различной твердости с глубиной резания до 5 мм.

Расчет произведем для фрез диаметром 160 мм торцовых насадных двухступенчатых с механическим креплением пластин из композита 05 с четырьмя комплектами запасных пластин. За базу для сравнения приняты фрезы диаметром 160 мм одноступенчатые с механическим креплением пластин из композита 05.

Экономия от применения в народном хозяйстве

$$\mathcal{E} = [(C_1 + E_n K_1) a - (C_2 + E_n K_2) + (I_1 a - I_2)] A_2.$$

В связи с тем, что фрезы новой и базовой конструкций изготавливаются на имеющемся оборудовании без дополнительных капитальных вложений, экономическую эффективность можно определить по формуле

$$\mathcal{E} = [(C_1 a - C_2) + (I_1 a - I_2)] A_2.$$

Исходные данные для расчета годового экономического эффекта от внедрения фрез приведены в табл. 7.9.

Подставляя исходные данные в формулу, получим

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= (1047,7 \cdot 1,8 - 1594,03) + (205,16 \cdot 1,8 - 205,24) 300 = \\ &= 136\,763,4 \text{ руб.} \end{aligned}$$

7.7. Общие принципы построения инструментального обеспечения станков с ЧПУ, автоматических линий, обрабатывающих центров

Развитие автоматизированного гибкого производства предъявляет особые требования к инструментальному обеспечению в части гибкости, надежности в эксплуатации, ограниченности номенклатуры компонентов, малогабаритности и т. д.

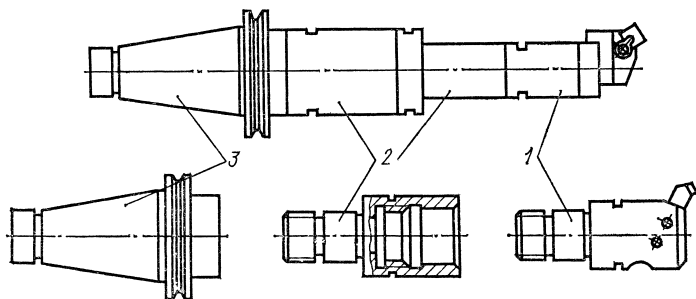


Рис. 7.6. Система модульного расточного инструмента фирм SIP, DIXI

Эти требования выполняются за счет создания специальных повышенной точности и жесткости, а также комбинированных видов инструментов, в том числе с автоматическим регулированием положения режущих кромок, с малыми габаритными размерами крепежных участков, сводящих к минимуму длину перемещений ин-

струментов при их замене, а также за счет создания как режущего, так и мерительного инструмента агрегатированного модульного типа.

Агрегатирование обычно осуществляется на трех уровнях: 1-й — переходные элементы, один конец которых закрепляется в шпинделе станка, а на втором конце закрепляется инструмент 2-го (промежуточного) уровня (к ним относятся удлинители, переходные элементы и т. п.), 3-й уровень — это обычный или специальный режущий (мерительный) инструмент. В качестве примера на рис. 7.6 приведены системы модульного расточного (измерительного) инструмента «СО» фирм SIP, DIXI (Швейцария).

Система состоит из расточных головок 1, удлинителей 2 и хвостовых частей (переходников) 3, предназначенных для установки в шпиндель станка.

Система может быть выполнена на одном уровне (режущий инструмент вставляется непосредственно в шпиндель станка), на двух уровнях (режущий инструмент закрепляется в шпинделе станка через хвостовую часть) или на трех уровнях (при использовании хвостовиков и удлинителей).

Создание модульного инструмента требует повышения точности исполнения инструментов каждого уровня, применения новых схем базирования.

Точность исполнения конусов 7 : 24 станков с ЧПУ должна быть не ниже АТ4, точность исполнения конусов Морзе не ниже АТ7, точность изготовления укороченных конусов должна обеспечить прилегание не менее 80 % поверхности сопрягаемых участков.

К новым схемам базирования концевой инструмента следует отнести фланцевое крепление с базированием по центрирующему пояску крепежной части инструмента и отверстия шпинделя (переходника). Схема отличается повышенной жесткостью крепления за счет развитого фланца и точного исполнения прилегаемых участков, быстросменностью, связанной с малым осевым перемещением при смене инструмента, повышенной точностью базирования.

Фланцевая схема крепления применяется как для режущего (сверла, в том числе с механическим креплением режущих пластин, фрезы, комбинированные инструменты), так и для вспомогательного инструмента.