

СПРАВОЧНИК

МОЛОДОГО

ФРЕЗЕРОВЩИКА

ТРУДРЕЗЕРВИЗДАТ—1958

С. Ш. ФРЕНКЕЛЬ

СПРАВОЧНИК
МОЛОДОГО
ФРЕЗЕРОВЩИКА

ВСЕСОЮЗНОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТРУДРЕЗЕРВИЗДАТ
МОСКВА 1958

Справочник фрезеровщика содержит основные сведения по технологии фрезерного дела, фрезерным станкам, инструментам и приспособлениям, применяемым при фрезеровании металла. В книге также даются справочные сведения о скоростных режимах фрезерования и методах повышения производительности труда на основе передовой техники.

Справочник предназначен для учащихся ремесленных и технических училищ и для молодых рабочих-фрезеровщиков промышленных предприятий.

Все критические замечания и пожелания об улучшении книги просим направлять по адресу: Москва, Центр, Хохловский пер., 7, Трудрезервиздат,

Глава I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Таблица 1

Латинский алфавит

Печатные буквы	Рукописные буквы	Название буквы	Печатные буквы	Рукописные буквы	Название буквы
Aa	<i>Aa</i>	а	Nn	<i>Nn</i>	эн
Bb	<i>Bb</i>	бэ	Oo	<i>Oo</i>	о
Cc	<i>Cc</i>	цэ	Pp	<i>Pp</i>	пэ
Dd	<i>Dd</i>	дэ	Qq	<i>Qq</i>	ку
Ee	<i>Ee</i>	э	Rr	<i>Rr</i>	эр
Ff	<i>Ff</i>	эф	Ss	<i>Ss</i>	эс
Gg	<i>Gg</i>	же	Tt	<i>Tt</i>	тэ
Hh	<i>Hh</i>	аш	Uu	<i>Uu</i>	у
Ii	<i>Ii</i>	и	Vv	<i>Vv</i>	вэ
Jj	<i>Jj</i>	иот	Ww	<i>Ww</i>	дубль вэ
Kk	<i>Kk</i>	ка	Xx	<i>Xx</i>	икс
Ll	<i>Ll</i>	эль	Yy	<i>Yy</i>	игрек
Mm	<i>Mm</i>	эм	Zz	<i>Zz</i>	зет

Таблица 2

Греческий алфавит

Буква	Название буквы	Буква	Название буквы	Буква	Название буквы
Α α	альфа	Ι ι	иота	Ρ ρ	ро
Β β	бетта	Κ κ	каппа	Σ σ	сигма
Γ γ	гамма	Λ λ	ламбда	Τ τ	тау
Δ δ	дельта	Μ μ	ми	Υ υ	ипсилон
Ε ε	эпсилон	Ν ν	ни	Φ φ	фи
Ζ ζ	дзета	Ξ ξ	кси	Χ χ	хи
Η η	эта	Ο ο	омикрон	Ψ ψ	пси
Θ θ	тэта	Π π	пи	Ω ω	омега

Таблица 3

Римская нумерация

I	1	XI	11	XL	40
II	2	XII	12	L	50
III	3	XIII	13	LX	60
IV	4	XIV	14	LXX	70
V	5	XV	15	LXXX	80
VI	6	XVI	16	LXC	90
VII	7	XVII	17	C	100
VIII	8	XVIII	18	D	500
IX	9	XIX	19	M	1000
X	10	XX	20	—	

Число, состоящее больше чем из одной тысячи, отделяется знаком *m*, ставящимся между тысячами.

Примеры: *CV*—105; *CXLVI*—146; *DCCXXXIX*—739; *MDCCCXLII*—1842; *DCILmCDLXIX*—649419.

Система мер и единиц

Дольность и кратность единиц в метрической системе обозначаются приставками:

Мега	—	1 000 000	единиц
Мира	—	10 000	»
Кило	—	1 000	»
Гекто	—	100	»

Дека	— 10	единиц
Деци	— 0,1	единицы
Сант	— 0,01	»
Милли	— 0,001	»
Микро	— 0,000001	»

Таблица 4

Принятые сокращения

Знак	Обозначен	Знак	Обозначение
<i>м</i>	метр	°С	градус по стоградусной шкале (Цельсия)
<i>мм</i>	миллиметр	град. (°)	градус ($\frac{1}{360}$ часть окружности); минута ($\frac{1}{60}$ часть градуса)
<i>мк</i>	микрон	<i>кг/мм</i>	килограмм на миллиметр
<i>т</i>	тонна	<i>кг/мм²</i>	килограмм на миллиметр
<i>кг</i>	килограмм		в квадрате
<i>г</i>	грамм	<i>кг/м</i>	килограммометр
мин.	минута	<i>м/мин</i>	метр в минуту
сек.	секунда	<i>квт</i>	киловатт
об.	оборот	<i>л. с.</i>	лошадиная сила
об/мин	оборотов в минуту	<i>л</i>	литр

Меры длины

Метрические

1 метр (*м*) = 10 дециметрам (*дм*) = 100 сантиметрам = 1000 миллиметрам.

1 дециметр (*дм*) = 10 сантиметрам (*см*).

1 сантиметр (*см*) = 10 миллиметрам (*мм*).

1 миллиметр (*мм*) = 1000 микронам (*мк*).

Старые русские

1 сажень = 3 аршинам = 84 дюймам = 2,134 метра.

1 русская миля = 7 верстам = 3500 саженьям = 7,466 километра.

Английские

1 ярд = 36 дюймам (") = 0,9144 метра.

1 миля = 1,6093 километра.

Таблица 5

Перевод дюймов в миллиметры

Дюймы	Миллиметры	Дюймы	Миллиметры	Дюймы	Миллиметры	Дюймы	Миллиметры
$1/64$	0,397	$1/2$	12,700	$1 1/4$	31,75	$2 1/2$	63,50
$1/32$	0,794	$9/16$	14,287	$1 3/8$	34,92	$2 3/4$	69,85
$1/16$	1,587	$5/8$	15,875	$1 1/2$	38,10	3	76,20
$1/8$	3,175	$3/4$	19,050	$1 5/8$	41,27	$3 1/2$	88,90
$3/16$	4,762	$7/8$	22,225	$1 3/4$	44,45	4	101,60
$5/16$	7,937	1	25,400	$1 7/8$	47,62	5	127,00
$3/8$	9,525	$1 1/16$	26,99	2	50,80	6	152,40
$7/16$	11,112	$1 1/8$	28,57	$2 1/4$	57,15	10	254,00

Меры площади

1 кв. метр (m^2) = 10 000 кв. см (cm^2) = 1 000 000 кв. мм (mm^2).

1 гектар ($га$) = 10 000 кв. м (m^2).

1 кв. км ($км^2$) = 100 гектарам ($га$).

Меры объема

1 литр ($л$) = 0,001 куб. метра (m^3) = 1 куб. дециметр ($дм^3$).

Литр есть объем 1 кг воды при температуре $4^\circ C$.

Меры веса

1 килограмм ($кг$) = 1000 граммам ($г$).

1 грамм ($г$) = 1000 миллиграммам ($мг$).

1 тонна ($т$) = 10 центнерам ($ц$) = 1000 кг.

Старые русские

1 пуд=16,381 кг; 1 золотник=4,266 г.

Работа, мощность, скорость

1 килограмметр (кгм) = 0,00234 килокалории (ккал) = 9,8 килоджоуля (кдж).

1 лошадиная сила (л. с.) = 75 кгм/сек = 735,5 ватта (вт).

1 джоуль (дж) = 10 000 000 эргам (э) = 0,102 кгм.

1 ватт (вт) = 1 дж/сек.

1 киловатт (квт) = 1000 вт = 1,36 л. с.

1 км/час = 0,2778 м/сек = 27,78 см/сек.

Перевод лошадиных сил в киловатты

Лошадиные силы л. с.	Киловатты квт	Лошадиные силы л. с.	Киловатты квт	Лошадиные силы л. с.	Киловатты квт
0,05	0,037	1	0,74	8	5,88
0,10	0,074	2	1,47	9	6,61
0,20	0,147	3	2,21	10	7,36
0,25	0,184	4	2,94	11	8,09
0,50	0,368	5	3,68	12	8,83
0,75	0,552	6	4,41	15	11,03
0,90	0,661	7	5,15	18	14,71

Перевод киловатт в лошадиные силы

Киловатты квт	Лошадиные силы л. с.	Киловатты квт	Лошадиные силы л. с.	Киловатты квт	Лошадиные силы л. с.
0,05	0,068	1	1,36	8	10,87
0,10	0,136	2	2,72	9	12,23
0,20	0,272	3	4,08	10	13,59
0,25	0,340	4	5,44	11	14,95
0,50	0,679	5	6,79	12	16,31
0,75	1,019	6	8,15	15	20,38
0,90	1,223	7	9,51	18	24,46

Глава II

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО МАТЕМАТИКЕ




Таблица 6

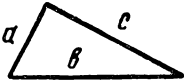
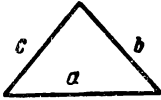

1. Математические обозначения

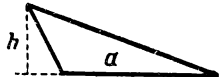
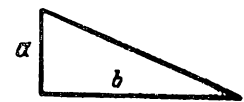

$=$	Равно		Пропорционально
\neq	Не равно	Δ	Приращение
\equiv	Тождественно	$\%$	Процент
\approx	Подобно	\perp	Перпендикулярно
\sim	Приближенно	\parallel	Параллельно
\cong	Приближенно равно	$\#$	Равно и парал- лельно
$>$	Больше	$<$	Острый угол
$<$	Меньше	\angle	Прямой угол
\geq	Больше или равно	\sphericalangle	Тупой угол
\leq	Меньше или равно	\frown	Дуга
\nlessgtr	Не больше		Минута
\ngtrlessgtr	Не меньше		Секунда, дюйм
$\text{\textcircled{A}}$			Градус



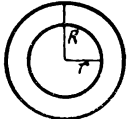
2. Формулы для вычисления площадей, поверхностей и объемов тел

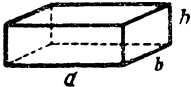
Таблица 7


Название формулы	Формула		Эскиз
Периметр прямоугольника	$p = 2(a + b)$	p — периметр a и b — стороны	
Площадь прямоугольника	$S = a \cdot b$	S — площадь a и b — стороны	
Периметр квадрата	$p = 4a$	p — периметр a — сторона	
Площадь квадрата	$S = a^2$	S — площадь a — сторона	
Площадь квадрата (по диагоналям)	$S = \frac{d^2}{2}$	S — площадь d — диагональ	
Площадь параллелограмма	$S = a \cdot h$	S — площадь a — основание h — высота	

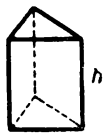
Название формул	Формула		Эск
Периметр разностороннего треугольника	$p = a + b + c$	p — периметр a, b, c — стороны	
Периметр равнобедренного треугольника	$p = a + 2b$	p — периметр ($a + b + c$) a — основание b — боковая сторона	
Периметр равностороннего треугольника	$p = 3a$	p — периметр a — сторона	

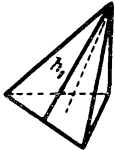
Название формулы	Формула		Эскиз
Площадь косоугольного треугольника	$S = \frac{a \cdot h}{2}$	S — площадь a — основание h — высота	
Площадь прямоугольного треугольника	$S = \frac{a \cdot b}{2}$	S — площадь a и b — катеты	
Площадь ромба	$S = a \cdot h$	S — площадь a — основание h — высота	
Площадь ромба (по диагоналям)	$S = \frac{d_1 \cdot d_2}{2}$	S — площадь d_1 и d_2 — диагонали	


Название формулы	Формула		Эскиз
Площадь круга (в зависимости от радиуса)	$S = \pi \cdot R^2$	S —площадь R —радиус	
Площадь круга (в зависимости от диаметра)	$S = \frac{\pi D^2}{4}$	S —площадь D —диаметр	
Площадь сектора (в зависимости от радиуса)	$S = \frac{\pi \cdot R^2 \cdot \alpha}{360}$	S —площадь R —радиус α —величина дуги в градусной мере	
Площадь кругового кольца (в зависимости от радиуса)	$S = \pi (R^2 - r^2) = \pi (R + r)(R - r)$	S —площадь R —радиус внешней окружности r —радиус внутренней окружности	

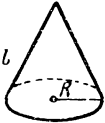
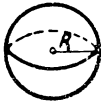
Название формулы	Формула		Эскиз
Боковая поверхность прямоугольного параллелепипеда	$S_{бок} = p \cdot h$	$S_{бок}$ — боковая поверхность p — периметр основания h — высота	
Полная поверхность прямоугольного параллелепипеда	$P = p \cdot h + 2ab$	P — полная поверхность p — периметр основания h — высота a и b — стороны основания	
Объем прямоугольного параллелепипеда	$V = abc$	V — объем a, b, c — измерения параллелепипеда	

Название форму.	Формула		Эскиз
Боковая поверхность куба	$S_{бок} = 4a^2$	$S_{бок}$ —боковая поверхность a —ребро куба	
Полная поверхность куба	$P = 6a^2$	P —полная поверхность a —ребро куба	
Объем куба	$V = a^3$	V —объем a —ребро куба	

Название формулы	Формул		Эскиз
Боковая поверхность прямой призмы	$S_{бок} = p \cdot h$	$S_{бок}$ —боковая поверхность p —периметр основания h —высота	
Полная поверхность прямой призмы	$P = p \cdot h + 2S$	P —полная поверхность p —периметр основания h —высота S —площадь основания	
Объем прямой призмы	$V = S \cdot h$	V —объем S —площадь основания h —высота	

Название формулы	Формула		Эскиз
Боковая поверхность правильной пирамиды	$S_{бок} = \frac{p \cdot h_1}{2}$	$S_{бок}$ —боковая поверхность p —периметр основания h_1 —апофема (высота боковой грани)	
Полная поверхность правильной пирамиды	$P = \frac{p \cdot h_1}{2} + S$	P —полная поверхность p —периметр основания h_1 —апофема S —площадь основания	
Объем правильной пирамиды	$V = \frac{S \cdot h}{3}$	V —объем S —площадь основания h —высота	

Название формулы	Формула		Эскиз
Боковая поверхность цилиндра	$S_{бок} = 2\pi R \cdot h$	$S_{бок}$ — боковая поверхность R — радиус основания h — высота	
Полная поверхность цилиндра	$P = 2\pi R (h + R)$	P — полная поверхность R — радиус основания h — высота	
Объем цилиндра	$V = \pi R^2 h$	V — объем R — радиус основания h — высота	

Название формулы	Формула		Эскиз
Боковая поверхность конуса	$S_{бок} = \pi R l$	$S_{бок}$ —боковая поверхность R —радиус основания l —образующая	
Полная поверхность конуса	$P = \pi R (l + R)$	P —полная поверхность R —радиус основания l —образующая	
Угол развертки конуса	$\alpha = \frac{360 \cdot R}{l}$	α —величина угла в градусной мере R —радиус основания l —образующая	
Объем конуса	$V = \frac{\pi R^2 h}{3}$	V —объем R —радиус основания h —высота	
Поверхность шара	$P = 4 \pi R^2$	P —полная поверхность R —радиус шара	
Объем шара	$V = \frac{4 \pi R^3}{3}$	V —объем R —радиус шара	

3. Сведения по тригонометрии

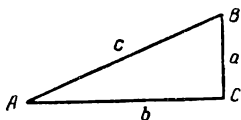


Рис. 1

Синусом угла прямоугольного треугольника называется отношение катета, противолежащего этому углу, к гипотенузе.

$$\sin A = \frac{a}{c} \quad a = c \cdot \sin A; \quad c = \frac{a}{\sin A}.$$

Косинусом угла прямоугольного треугольника называется отношение катета, прилежащего к этому углу, к гипотенузе.

$$\cos A = \frac{b}{c} \quad b = c \cdot \cos A; \quad c = \frac{b}{\cos A}.$$

Тангенсом угла прямоугольного треугольника называется отношение катета, противолежащего этому углу, к катету прилежащему.

$$\operatorname{tg} A = \frac{a}{b} \quad a = b \cdot \operatorname{tg} A; \quad b = \frac{a}{\operatorname{tg} A}$$

Котангенсом угла прямоугольного треугольника называется отношение катета, прилежащего к этому углу, к катету противолежащему.

$$\operatorname{ctg} A = \frac{b}{a} \quad b = a \cdot \operatorname{ctg} A; \quad a = \frac{b}{\operatorname{ctg} A}.$$

Котангенс — обратная величина тангенса:

$$\operatorname{ctg} A = \frac{1}{\operatorname{tg} A}.$$

Синус — обратная величина косинусу:

$$\sin A = \frac{1}{\cos A}$$

Таблица 8

Тригонометрические функции важнейших углов

Угол в град.	Тангенс	Синус	Косинус
0	0,000	0,000	1,000
30	0,577	0,500	0,866
45	1,000	0,707	0,707
60	1,732	0,866	0,500
90	(бесконечность)	1,000	0,000

4. Понятие о винтовой линии

Винтовой линией называется линия, которую образует на прямом круговом цилиндре прямая AB , если накрутить на цилиндр треугольник BAC .

Шагом винтовой линии s называется расстояние между двумя точками, расположенными на одной образующей цилиндра. Шаг винтовой линии равен стороне BC прямоугольного треугольника ABC .

Углом наклона винтовой линии β называется угол, образованный винтовой линией и осью цилиндра.

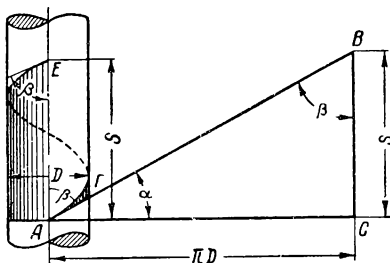


Рис. 2

Углом подъема винтовой линии α называется угол, образованный винтовой линией и основанием цилиндра $\alpha = (90^\circ - \beta)$.

Зависимость между элементами винтовой линии

$$S = \pi D \operatorname{tg} \alpha;$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{\pi D}$$

$$D = \frac{S}{\pi \operatorname{tg} \alpha}$$

$$\alpha = (90^\circ - \beta);$$

$$\beta = (90^\circ - \alpha).$$

5. Передаточное отношение

Передаточное отношение — отношение угловых скоростей ведущего ω_1 и ведомого ω_2 звеньев механизма.

В большинстве случаев передаточное отношение постоянно и выражается передаточным числом i .

Ведущим зубчатым колесом называется такое, которое получает вращение от привода (от какого-либо двигателя).

Ведомым зубчатым колесом называется такое, которое передает полученное вращение валу.

Передаточным числом простой зубчатой передачи называется отношение угловой скорости (числа оборотов) ведущего зубчатого колеса к угловой скорости ведомого зубчатого колеса. Так как в зубчатой передаче скорость и число оборотов зависят от числа зубьев, то

$$i = \frac{z_1}{z_2}$$

где i — передаточное число;

z_1 — число зубьев ведущего зубчатого колеса;

z_2 — число зубьев ведомого зубчатого колеса.

Передаточное число может быть больше или меньше единицы.

Ускоренная передача получается при передаточном отношении больше единицы. Замедленная передача получается при передаточном отношении меньше единицы.

Передаточным числом сложной зубчатой передачи называется отношение числа зубьев ведущих зубчатых колес к числу зубьев ведомых зубчатых колес. Может быть определено как произведение передаточных чисел всех пар зубчатых колес, входящих в систему передачи.

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \text{ и т. д.} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6} \text{ и т. д.}$$

Передаточное отношение может быть выражено через отношение числа оборотов ведущего колеса к числу оборотов ведомого колеса:

$$i = \frac{n_{\text{ведущее}}}{n_{\text{ведомое}}}, \text{ откуда } n_{\text{ведомое}} = n_{\text{ведущее}} \cdot i.$$

Число оборотов ведомого вала равно произведению числа оборотов ведущего вала на передаточное отношение.

Число оборотов последнего вала m в кинематической цепи равно произведению числа оборотов первого ведущего вала на передаточное отношение всей цепи:

$$n_m = n_1 \cdot i = n_1 \cdot i_1 \cdot i_m = n_1 \cdot \frac{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5 \cdot \dots \cdot z_{m-1}}{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6 \cdot \dots \cdot z_m}$$

6. Общепотребительные таблицы и сведения

Таблица 9

Некоторые часто встречающиеся постоянные

Величина		lg n	Величина		lg n
π	3,14159	0,49715	e	2,71828	0,43429
2π	6,28319	0,79818	e^2	7,38906	0,86859
3π	9,42478	0,97427	\sqrt{e}	1,64872	0,21715
4π	12,56637	1,09921	$\sqrt[3]{e}$	1,39561	0,14476
6π	18,84956	1,27530	$1:e$	0,36788	1,56571
$4\pi:3$	4,18879	0,62209	$1:e^2$	0,13533	1,13141
$\pi:2$	1,57080	0,19612	$\sqrt{1:e}$	0,60653	1,78285
$\pi:3$	1,04720	0,02003	$\sqrt[3]{1:e}$	0,71653	1,85524
$\pi:4$	0,78540	1,89509	$\lg e$	0,43429	1,63778
$\pi:6$	0,52360	1,71900	$\ln 10$	2,30259	0,36222
$\pi:180$	0,01745	2,24188	$\ln \pi$	1,14473	0,05870
$2:\pi$	0,63662	1,80388	g	9,81	0,99167
$180:\pi$	57,29578	1,75812	$2g$	19,62	1,29270
$1:\pi$	0,31831	1,50825	g^2	96,236	1,98334
$1:2\pi$	0,15916	1,20282	\sqrt{g}	3,13207	0,49583
$1:3\pi$	0,10610	1,02573	$\sqrt{2g}$	4,42944	0,64635
$1:4\pi$	0,07958	2,90079	$2!$	2	0,30103
π^2	9,86960	0,99430	$3!$	6	0,77815
$2\pi^2$	19,73921	1,29533	$4!$	24	1,38021
$\sqrt{\pi}$	1,77245	0,24857	$5!$	120	2,07918
$\sqrt[3]{\pi}$	1,46459	0,16572	$6!$	720	2,85733
$1:\pi^2$	0,10132	1,00570	$7!$	5040	3,70243
$1:\sqrt{\pi}$	0,56419	1,75143	$8!$	40320	4,60552
$\sqrt{2\pi}$	2,50663	0,39909	$9!$	362880	5,55976
$\sqrt{\pi:2}$	1,25331	0,09806	$10!$	3628800	6,55976
$\sqrt{2:\pi}$	0,79788	1,90194	$12!$	479001600	8,68034

Таблица 10

Квадраты, кубы, квадратные и кубические корни
целых чисел от 1 до 119

			\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
1	1	1	1,000	1,000
2	4	8	1,414	1,260
3	9	27	1,732	1,442
4	16	64	2,000	1,587
5	25	125	2,236	1,710
6	36	216	2,450	1,817
7	49	343	2,646	1,913
8	64	512	2,828	2,000
9	81	729	3,000	2,080
10	100	1000	3,162	2,154
11	121	1331	3,317	2,224
12	144	1728	3,464	2,289
13	169	2197	3,606	2,351
14	196	2744	3,742	2,410
15	225	3375	3,873	2,466
16	256	4096	4,000	2,520
17	289	4913	4,123	2,571
18	324	5832	4,243	2,621
19	361	6859	4,359	2,668
20	400	8000	4,472	2,714
21	441	9261	4,583	2,759
22	484	10 648	4,690	2,802
23	529	12 167	4,796	2,844
24	576	13 824	4,899	2,885
25	625	15 625	5,000	2,924
26	676	17 576	5,099	2,963
27	729	19 683	5,196	3,000
28	784	21 952	5,292	3,037
29	841	24 389	5,385	3,072

Продолжение табл. 10

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
30	900	27 000	5,477	3,107
31	961	29 791	5,568	3,141
32	1024	32 768	5,657	3,175
33	1089	35 937	5,745	3,208
34	1156	39 304	5,831	3,240
35	1225	42 875	5,916	3,271
36	1296	46 656	6,000	3,302
37	1369	50 653	6,083	3,332
38	1444	54 872	6,164	3,362
39	1521	59 319	6,245	3,391
40	1600	64 000	6,325	3,420
41	1681	68 921	6,403	3,448
42	1764	74 088	6,481	3,476
43	1849	79 507	6,557	3,503
44	1936	85 184	6,633	3,530
45	2025	91 125	6,708	3,557
46	2116	97 336	6,782	3,583
47	2209	103 823	6,856	3,609
48	2304	110 592	6,928	3,634
49	2401	117 649	7,000	3,659
50	2500	125 000	7,071	3,684
51	2601	132 651	7,141	3,708
52	2704	140 608	7,211	3,733
53	2809	148 877	7,280	3,756
54	2916	157 464	7,349	3,780
55	3025	166 375	7,416	3,803
56	3136	175 616	7,483	3,826
57	3249	185 193	7,550	3,849
58	3364	195 112	7,616	3,871
59	3481	205 379	7,681	3,893

Продолжение табл. 10

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
60	3600	216 000	7,746	3,915
61	3721	226 981	7,810	3,937
62	3844	238 328	7,874	3,958
63	3969	250 047	7,937	3,979
64	4096	262 144	8,000	4,000
65	4225	274 625	8,062	4,021
66	4356	287 496	8,124	4,041
67	4489	300 763	8,185	4,062
68	4624	314 432	8,246	4,082
69	4761	328 509	8,307	4,102
70	4900	343 000	8,367	4,121
71	5041	357 910	8,426	4,141
72	5184	373 248	8,485	4,160
73	5329	389 017	8,544	4,179
74	5476	405 224	8,602	4,198
75	5625	421 875	8,660	4,217
76	5776	438 976	8,718	4,236
77	5929	456 533	8,775	4,254
78	6084	474 552	8,832	4,273
79	6241	493 039	8,888	4,291
80	6400	512 000	8,944	4,309
81	6561	531 441	9,000	4,327
82	6724	551 368	9,055	4,345
83	6889	571 787	9,110	4,362
84	7056	592 704	9,165	4,380
85	7225	614 125	9,220	4,397
86	7396	636 056	9,274	4,414
87	7569	658 503	9,327	4,431
88	7744	681 472	9,381	4,448
89	7921	704 969	9,434	4,465

Продолжение табл. 10

n	n^2	n^3	\sqrt{n}	$\sqrt[3]{n}$
90	8100	729 000	9,487	4,481
91	8281	753 571	9,539	4,498
92	8464	778 688	9,592	4,514
93	8649	804 357	9,644	4,531
94	8836	830 584	9,695	4,547
95	9025	857 375	9,747	4,563
96	9216	884 736	9,798	4,579
97	9409	912 673	9,849	4,595
98	9604	941 192	9,900	4,610
99	9801	970 299	9,950	4,626
100	10 000	1 000 000	10,000	4,642
101	1020	103 030	10,050	4,657
102	1040	106 120	10,099	4,672
103	1060	109 272	10,149	4,687
104	1081	112 286	10,198	4,703
105	1102	115 762	10,247	4,717
106	1123	119 101	10,295	4,732
107	1145	122 504	10,344	4,747
108	1166	125 971	10,392	4,762
109	1188	129 503	10,440	4,777
110	1210	133 100	10,488	4,791
111	1232	136 763	10,536	4,806
112	1254	140 492	10,583	4,820
113	1277	144 289	10,630	4,834
114	1299	148 154	10,677	4,849
115	1322	152 087	10,724	4,863
116	1345	156 089	10,770	4,877
117	1369	160 161	10,816	4,891
118	1392	164 303	10,863	4,905
119	1416	168 516	10,909	4,918

Таблица тригонометрических функций углов от 0 до 90° (по Брадису)

Тангенсы

A	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		1'	2'	3'
0°	0,0000	0017	0035	0052	0070	0087	0105	0122	0140	0157	0,0000	90°			
1°	0,0175	0192	0209	0227	0244	0262	0279	0297	0314	0332	0,0175	89°	3	6	9
2°	0,0349	0367	0384	0402	0419	0437	0454	0472	0489	0507	0,0349	88°	3	6	9
3°	0,0524	0542	0559	0577	0594	0612	0629	0647	0664	0682	0,0524	87°	3	6	9
4°	0,0699	0717	0734	0752	0769	0787	0805	0822	0840	0857	0,0699	86°	3	6	9
5°	0,0875	0892	0910	0928	0945	0963	0981	0998	1016	1033	0,0875	85°	3	6	9
6°	0,1051	1069	1086	1104	1122	1139	1157	1175	1192	1210	0,1051	84°	3	6	9
7°	0,1228	1246	1263	1281	1299	1317	1334	1352	1370	1388	0,1228	83°	3	6	9
8°	0,1405	1423	1441	1459	1477	1495	1512	1530	1548	1566	0,1405	82°	3	6	9
9°	0,1584	1602	1620	1638	1655	1673	1691	1709	1727	1745	0,1584	81°	3	6	9
10°	0,1763	1781	1799	1817	1835	1853	1871	1890	1908	1926	0,1763	80°	3	6	9
11°	0,1944	1962	1980	1998	2016	2035	2053	2071	2089	2107	0,1944	79°	3	6	9
12°	0,2126	2144	2162	2180	2199	2217	2235	2254	2272	2290	0,2126	78°	3	6	9
13°	0,2309	2327	2345	2364	2382	2401	2419	2438	2456	2475	0,2309	77°	3	6	9
14°	0,2493	2512	2530	2549	2568	2586	2605	2623	2642	2661	0,2493	76°	3	6	9
	60'	54'	48'	42'	36'	30'	24'	18'	12'	6'	0'	A	1'	2'	3'

Котангенсы

Тангенсы															
A	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		1'	2'	3'
15°	0,2679	2698	2717	2736	2754	2773	2792	2311	2830	2849	0,2867	74°	3	6	9
16°	0,2867	2886	2905	2924	2943	2962	2981	3000	3019	3038	0,3057	73°	3	6	9
17°	0,3057	3076	3096	3115	3134	3153	3172	3191	3211	3230	0,3249	72°	3	6	10
18°	0,3249	3269	3288	3307	3327	3346	3366	3385	3404	3424	0,3443	71°	3	6	10
19°	0,3443	3463	3482	3502	3522	3541	3561	3581	3600	3620	0,3640	70°	3	7	10
20°	0,3640	3659	3679	3699	3719	3739	3759	3779	3799	3819	0,3839	69°	3	7	10
21°	0,3839	3859	3879	3899	3919	3939	3959	3979	4000	4020	0,4040	68°	3	7	10
22°	0,4040	4061	4081	4101	4122	4142	4168	4188	4204	4224	0,4245	67°	3	7	10
23°	0,4245	4265	4286	4307	4327	4348	4369	4390	4411	4431	0,4452	66°	3	7	10
24°	0,4452	4473	4494	4515	4536	4557	4578	4599	4621	4642	0,4663	65°	4	7	11
25°	0,4663	4684	4706	4727	4748	4770	4791	4813	4834	4856	0,4877	64°	4	7	11
26°	0,4877	4899	4921	4942	4964	4986	5008	5029	5051	5073	0,5095	63°	4	7	11
27°	0,5095	5117	5139	5161	5184	5206	5228	5250	5272	5295	0,5317	62°	4	7	11
28°	0,5317	5340	5362	5384	5407	5430	5452	5475	5498	5520	0,5543	61°	4	8	11
29°	0,5543	5566	5589	5612	5635	5658	5681	5704	5727	5750	0,5774	60°	4	8	12
	60'	54'	48'	42'	36'	30'	24'	18'	12'	6'	0'	A	1'	2'	3'

Котангенсы

Тангенсы

A	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		1'	2'	3'
30°	0,5774	5797	5820	5844	5867	5890	5914	5938	5961	5965	0,6009	59°	4	8	12
31°	0,6009	6032	6056	6080	6104	6128	6152	6176	6200	6224	0,6249	58°	4	8	12
32°	0,6249	6273	6297	6322	6346	6371	6395	6420	6445	6469	0,6494	57°	4	8	12
33°	0,6494	6519	6544	6569	6594	6619	6644	6669	6694	6720	0,6745	56°	4	8	13
34°	0,6745	6771	6796	6822	6847	6873	6899	6924	6950	6976	0,7002	55°	4	9	13
35°	0,7002	7028	7054	7080	7107	7133	7159	7186	7212	7239	0,7265	54°	4	9	13
36°	0,7265	7292	7319	7346	7373	7400	7427	7454	7481	7508	0,7536	53°	5	9	14
37°	0,7536	7563	7590	7618	7646	7673	7701	7729	7757	7785	0,7813	52°	5	9	14
38°	0,7813	7841	7869	7898	7926	7954	7933	8012	8040	8069	0,8098	51°	5	9	14
39°	0,8098	8127	8156	8185	8214	8248	8273	8302	8332	8361	0,8391	50°	5	10	15
40°	0,8391	8421	8451	8481	8511	8541	8571	8601	8632	8662	0,8693	49°	5	10	15
41°	0,8693	8724	8754	8785	8816	8847	8878	8910	8941	8972	0,9004	48°	5	10	16
42°	0,9004	9036	9067	9099	9131	9163	9195	9228	9260	9298	0,9325	47°	6	11	16
43°	0,9325	9358	9391	9424	9457	9490	9523	9556	9590	9623	0,9657	46°	6	11	17
44°	0,9657	9691	9725	9759	9793	9827	9861	9896	9930	9965	1,0000	45°	6	11	17
	60'	54'	48'	42'	36'	30'	24'	18'	12'	6'	0'	A	1'	2'	3'

Котангенсы

Тангенсы

A	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		1'	2'	3'
45°	1,0000	0035	0070	0105	0141	0176	0212	0247	0283	0319	1,0355	44°	6	12	18
46°	1,0355	0392	0428	0464	0501	0538	0575	0612	0649	0686	1,0724	43°	6	12	18
47°	1,0724	0761	0799	0837	0875	0913	0951	0990	1028	1067	1,1106	42°	6	13	19
48°	1,1106	1145	1184	1224	1263	1303	1343	1383	1423	1463	1,1504	41°	7	13	20
49°	1,1504	1544	1585	1626	1667	1708	1750	1792	1833	1875	1,1918	40°	7	14	21
50°	1,1918	1960	2002	2045	2088	2131	2174	2218	2261	2305	1,2349	39°	7	14	22
51°	1,2349	2393	2437	2482	2527	2572	2617	2662	2708	2753	1,2799	38°	8	15	23
52°	1,2799	2846	2892	2938	2985	3032	3079	3127	3175	3222	1,3270	37°	8	16	24
53°	1,3270	3319	3367	3416	3465	3514	3564	3613	3663	3713	1,3764	36°	8	16	25
54°	1,3764	3814	3865	3916	3968	4019	4071	4124	4176	4229	1,4281	35°	9	17	26
55°	1,4281	4335	4388	4442	4496	4550	4605	4659	4715	4770	1,4826	34°	9	18	27
56°	1,4826	4882	4938	4994	5051	5108	5166	5224	5282	5340	1,5399	33°	10	19	29
57°	1,5399	5458	5517	5577	5637	5697	5757	5818	5880	5941	1,6003	32°	10	20	30
58°	1,6003	6066	6128	6191	6255	6319	6383	6447	6512	6577	1,6643	31°	11	21	32
59°	1,6643	6709	6775	6842	6909	6977	7045	7113	7182	7251	1,7321	30°	11	23	34
	60'	54'	48'	42'	36'	30'	24'	18'	12'	6'	0'	A	1'	2'	3'

Котангенсы

Тангенсы

A	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		1'	2'	3'
60°	1,732	1,739	1,746	1,753	1,760	1,767	1,775	1,782	1,789	1,797	1,804	29°	1	2	4
61°	1,804	1,811	1,819	1,827	1,834	1,842	1,849	1,857	1,865	1,873	1,881	28°	1	3	4
62°	1,881	1,889	1,897	1,905	1,913	1,921	1,929	1,937	1,946	1,954	1,963	27°	1	3	4
63°	1,963	1,971	1,980	1,988	1,997	2,006	2,014	2,023	2,032	2,041	2,050	26°	1	3	4
64°	2,050	2,059	2,069	2,078	2,087	2,097	2,106	2,116	2,125	2,135	2,145	25°	2	3	5
65°	2,145	2,154	2,164	2,174	2,184	2,194	2,204	2,215	2,225	2,236	2,246	24°	2	3	5
66°	2,246	2,257	2,267	2,278	2,289	2,300	2,311	2,322	2,333	2,344	2,356	23°	2	4	5
67°	2,356	2,367	2,379	2,391	2,402	2,414	2,426	2,438	2,450	2,463	2,475	22°	2	4	6
68°	2,475	2,488	2,500	2,513	2,526	2,539	2,552	2,565	2,578	2,592	2,605	21°	2	4	6
69°	2,605	2,619	2,633	2,646	2,660	2,675	2,689	2,703	2,718	2,733	2,747	20°	2	5	7
70°	2,747	2,762	2,778	2,793	2,808	2,824	2,840	2,856	2,872	2,888	2,904	19°	3	5	8
71°	2,904	2,921	2,937	2,954	2,971	2,989	3,006	3,024	3,042	3,060	3,078	18°	3	6	9
72°	3,078	3,096	3,115	3,133	3,152	3,172	3,191	3,211	3,230	3,251	3,271	17°	3	6	10
73°	3,271	3,291	3,312	3,333	3,354	3,376	3,398	3,420	3,442	3,465	3,487	16°	3	7	10
													4	7	11
	60'	54'	48'	42'	36'	30'	24'	18'	12'	6'	0'	A	1'	2'	3'

Котангенсы

Тангенсы

А	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		1'	2'	3'	
74°	3,487	3,511	3,534	3,558	3,582	3,606							15°	4	8	12
							3,630	3,655	3,681	3,706	3,732			4	8	13
75°	3,732	3,758	3,785	3,812	3,839	3,867							14°	4	9	13
							3,895	3,923	3,952	3,981	4,011			5	10	14
76°	4,011	4,041	4,071	4,102	4,134	4,165							13°	5	10	15
							4,198	4,230	4,264	4,297	4,331			6	11	17
77°	4,331	4,366	4,402	4,437	4,474	4,511							12°	6	12	18
							4,548	4,586	4,625	4,665	4,705			6	13	19
78°	4,705	4,745	4,787	4,829										7	14	21
					4,872	4,915	4,959	5,005						7	15	22
									5,050	5,097	5,145		11°	8	16	23
79°	5,145	5,193	5,242											8	16	24
				5,292	5,343									9	17	26
						5,396	5,449	5,503						9	18	27
									5,558	5,614	5,671		10°	9	19	28
80°	5,671	5,730	5,789											10	20	30
				5,850	5,912	5,976								11	21	32
							6,041	6,107						11	22	33
									6,174	6,243	6,314		9°	12	23	35
	60'	54'	48'	42'	36'	30'	24'	18'	12'	6'	0'	А	1'	2'	3'	

Котангенсы

Тангенсы

A	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	
81°00'	6,314	6,326	6,338	6,350	6,362	6,374	6,386	6,398	6,410	6,423	6,435	50'
10'	6,435	6,447	6,460	6,472	6,485	6,497	6,510	6,522	6,535	6,548	6,561	40'
20'	6,561	6,573	6,586	6,599	6,612	6,625	6,638	6,651	6,665	6,678	6,691	30'
30'	6,691	6,704	6,718	6,731	6,745	6,758	6,772	6,786	6,799	6,813	6,827	20'
40'	6,827	6,841	6,855	6,869	6,883	6,897	6,911	6,925	6,940	6,954	6,968	10'
50'	6,968	6,983	6,997	7,012	7,026	7,041	7,056	7,071	7,085	7,100	7,115	8°00'
82°00'	7,115	7,130	7,146	7,161	7,176	7,191	7,207	7,222	7,238	7,253	7,269	50'
10'	7,269	7,284	7,300	7,316	7,332	7,348	7,364	7,380	7,396	7,412	7,429	40'
20'	7,429	7,445	7,462	7,478	7,495	7,511	7,528	7,545	7,562	7,579	7,596	30'
30'	7,596	7,613	7,630	7,647	7,665	7,682	7,700	7,717	7,735	7,753	7,770	20'
40'	7,770	7,788	7,806	7,824	7,842	7,861	7,879	7,897	7,916	7,934	7,953	10'
50'	7,953	7,972	7,991	8,009	8,028	8,048	8,067	8,086	8,105	8,125	8,144	7°00'
83°00'	8,144	8,164	8,184	8,204	8,223	8,243	8,264	8,284	8,304	8,324	8,345	50'
10'	8,345	8,366	8,386	8,407	8,428	8,449	8,470	8,491	8,513	8,534	8,556	40'
20'	8,556	8,577	8,599	8,621	8,643	8,665	8,687	8,709	8,732	8,754	8,777	30'
30'	8,777	8,800	8,823	8,846	8,869	8,892	8,915	8,939	8,962	8,986	9,010	20'
40'	9,010	9,034	9,058	9,082	9,106	9,131	9,156	9,180	9,205	9,230	9,255	10'
50'	9,255	9,281	9,306	9,332	9,357	9,383	9,409	9,435	9,461	9,488	9,514	6°00'
	10'	9'	8'	7'	6'	5'	4'	3'	2'	1'	0'	A

Котангенсы

Тангенсы

A	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	
84°00'	9,514	9,541	9,568	9,595	9,622	9,649	9,677	9,704	9,732	9,760	9,788	50'
10'	9,788	9,816	9,845	9,873	9,902	9,931	9,960	9,989	10,02	10,05	10,08	40'
20'	10,08	10,11	10,14	10,17	10,20	10,23	10,26	10,29	10,32	10,35	10,39	30'
30'	10,39	10,42	10,45	10,48	10,51	10,55	10,58	10,61	10,64	10,68	10,71	20'
40'	10,71	10,75	10,78	10,81	10,85	10,88	10,92	10,95	10,99	11,02	11,06	10'
50'	11,06	11,10	11,13	11,17	11,20	11,24	11,28	11,32	11,35	11,39	11,43	5°00'
85°00'	11,43	11,47	11,51	11,55	11,59	11,62	11,66	11,70	11,74	11,79	11,83	50'
10'	11,83	11,87	11,91	11,95	11,99	12,03	12,08	12,12	12,16	12,21	12,25	40'
20'	12,25	12,29	12,34	12,38	12,43	12,47	12,52	12,57	12,61	12,66	12,71	30'
30'	12,71	12,75	12,80	12,85	12,90	12,95	13,00	13,05	13,10	13,15	13,20	20'
40'	13,20	13,25	13,30	13,35	13,40	13,46	13,51	13,56	13,62	13,67	13,73	10'
50'	13,73	13,78	13,84	13,89	13,95	14,01	14,07	14,12	14,18	14,24	14,30	4°00'
86°00'	14,30	14,36	14,42	14,48	14,54	14,61	14,67	14,73	14,80	14,86	14,92	50'
10'	14,92	14,99	15,06	15,12	15,19	15,26	15,33	15,39	15,46	15,53	15,60	40'
20'	15,60	15,68	15,75	15,82	15,89	15,97	16,04	16,12	16,20	16,27	16,35	30'
30'	16,35	16,43	16,51	16,59	16,67	16,75	16,83	16,92	17,00	17,08	17,17	20'
40'	17,17	17,26	17,34	17,43	17,52	17,61	17,70	17,79	17,89	17,98	18,07	10'
50'	18,07	18,17	18,27	18,37	18,46	18,56	18,67	18,77	18,87	18,98	19,08	3°00'
	10'	9'	8'	7'	6'	5'	4'	3'	2'	1'	0'	A

Котангенсы

Тангенсы

A	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	
87°00'	19,08	19,19	19,30	19,41	19,52	19,63	19,74	19,85	19,97	20,09	20,21	50'
10'	20,21	20,33	20,45	20,57	20,69	20,82	20,95	21,07	21,20	21,34	21,47	40'
20'	21,47	21,61	21,74	21,88	22,02	22,16	22,31	22,45	22,60	22,75	22,90	30'
30'	22,90	23,06	23,21	23,37	23,53	23,69	23,86	24,03	24,20	24,37	24,54	20'
40'	24,54	24,72	24,90	25,08	25,26	25,45	25,64	25,83	26,03	26,23	26,43	10'
50'	26,43	26,64	26,84	27,06	27,27	27,49	27,71	27,94	28,17	28,40	28,64	2°00'
88°00'	28,64	28,88	29,12	29,37	29,62	29,88	30,14	30,41	30,68	30,96	31,24	50'
10'	31,24	31,53	31,82	32,12	32,42	32,73	33,05	33,37	33,69	34,03	34,37	40'
20'	34,37	34,72	35,07	35,43	35,80	36,18	36,56	36,96	37,36	37,77	38,19	30'
30'	38,19	38,62	39,06	39,51	39,97	40,44	40,92	41,41	41,92	42,43	42,96	20'
40'	42,96	43,51	44,07	44,64	45,23	45,83	46,45	47,09	47,74	48,41	49,10	10'
50'	49,10	49,82	50,55	51,30	52,08	52,88	53,71	54,66	55,44	56,35	57,29	1°00'
89°00'	57,29	58,26	59,27	60,31	61,38	62,50	63,66	64,86	66,11	67,40	68,75	50'
10'	68,75	70,15	71,62	73,14	74,73	76,39	78,13	79,94	81,85	83,84	85,94	40'
20'	85,94	88,14	90,46	92,91	95,49	98,22	101,1	104,2	107,4	110,9	114,6	30'
30'	114,6	118,5	122,8	127,3	132,2	137,5	143,2	149,5	156,3	163,7	171,9	20'
40'	171,9	180,9	191,0	202,2	214,9	229,2	245,6	264,4	286,5	312,5	343,8	10'
50'	343,8	382,0	429,7	491,1	573,0	687,5	859,4	1146	1719	3438		0°00'
	10'	9'	8'	7'	6'	5'	4'	3'	2'	1'	0'	A

Котангенсы

Синусы

A	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		1'	2'	3'
0°	0,0000	0017	0035	0052	0070	0087	0105	0122	0140	0157	0,0000	90°			
1°	0,0175	0192	0209	0227	0244	0262	0279	0297	0314	0332	0,0175	89°	3	6	9
2°	0,0349	0366	0384	0401	0419	0436	0454	0471	0488	0506	0,0349	88°	3	6	9
3°	0,0523	0541	0558	0576	0593	0610	0628	0645	0663	0680	0,0523	87°	3	6	9
4°	0,0698	0715	0732	0750	0767	0785	0802	0819	0837	0854	0,0698	86°	3	6	9
											0,0872	85°	3	6	9
5°	0,0872	0889	0906	0924	0941	0958	0976	0993	1011	1028	0,1045	84°	3	6	9
6°	0,1045	1063	1080	1097	1115	1132	1149	1167	1184	1201	0,1219	83°	3	6	9
7°	0,1219	1236	1253	1271	1288	1305	1323	1340	1357	1374	0,1392	82°	3	6	9
8°	0,1392	1409	1426	1444	1461	1478	1495	1513	1530	1547	0,1564	81°	3	6	9
9°	0,1564	1582	1599	1616	1633	1650	1668	1685	1702	1719	0,1736	80°	3	6	9
10°	0,1736	1754	1771	1788	1805	1822	1840	1857	1874	1891	0,1908	79°	3	6	9
11°	0,1908	1925	1942	1959	1977	1994	2011	2028	2045	2062	0,2079	78°	3	6	9
12°	0,2079	2096	2113	2130	2147	2164	2181	2198	2215	2233	0,2250	77°	3	6	9
13°	0,2250	2267	2284	2300	2317	2334	2351	2368	2385	2402	0,2419	76°	3	6	8
14°	0,2419	2436	2453	2470	2487	2504	2521	2538	2554	2571	0,2588	75°	3	6	8
	60'	54'	48'	42'	36'	30'	24'	18'	12'	6'	0'	A	1'	2'	3'

Косинусы

Синусы

A	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		1'	2'	3'
15°	0,2588	2605	2622	2639	2656	2672	2689	2706	2723	2740	0,2756	74°	3	6	8
16°	0,2756	2773	2790	2807	2823	2840	2857	2874	2890	2907	0,2924	73°	3	6	8
17°	0,2924	2940	2957	2974	2990	3007	3024	3040	3057	3074	0,3090	72°	3	6	8
18°	0,3090	3107	3123	3140	3156	3173	3190	3206	3223	3239	0,3256	71°	3	6	8
19°	0,3256	3272	3289	3305	3322	3338	3355	3371	3387	3404	0,3420	70°	3	5	8
20°	0,3420	3437	3453	3469	3486	3502	3518	3535	3551	3567	0,3584	69°	3	5	8
21°	0,3584	3600	3616	3633	3649	3665	3681	3697	3714	3730	0,3746	68°	3	5	8
22°	0,3746	3762	3778	3795	3811	3827	3843	3859	3875	3891	0,3907	67°	3	5	8
23°	0,3907	3923	3939	3955	3971	3987	4003	4019	4035	4051	0,4067	66°	3	5	8
24°	0,4067	4083	4099	4115	4131	4147	4163	4179	4195	4210	0,4226	65°	3	5	8
25°	0,4226	4242	4258	4274	4289	4305	4321	4337	4352	4368	0,4384	64°	3	5	8
26°	0,4384	4399	4415	4431	4446	4462	4478	4493	4509	4524	0,4540	63°	3	5	8
27°	0,4540	4555	4571	4586	4602	4617	4633	4648	4664	4679	0,4695	62°	3	5	8
28°	0,4695	4710	4726	4741	4756	4772	4787	4802	4818	4833	0,4848	61°	3	5	8
29°	0,4848	4863	4879	4894	4909	4924	4939	4955	4970	4985	0,5000	60°	3	5	8
	60'	54'	48'	42'	36'	30'	24'	18'	12'	6'	0'	A	1'	2'	3'

Косинусы

Синусы

A	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		1'	2'	3'
30°	0,5000	5015	5030	5045	5060	5075	5090	5105	5120	5135	0,5150	59°	3	5	8
31°	0,5150	5165	5180	5195	5210	5225	5240	5255	5270	5284	0,5299	58°	2	5	7
32°	0,5299	5314	5329	5344	5358	5373	5388	5402	5417	5432	0,5446	57°	2	5	7
33°	0,5446	5461	5476	5490	5505	5519	5534	5548	5563	5577	0,5592	56°	2	5	7
34°	0,5592	5606	5621	5635	5650	5664	5678	5693	5707	5721	0,5736	55°	2	5	7
35°	0,5736	5750	5764	5779	5793	5807	5821	5835	5850	5864	0,5878	54°	2	5	7
36°	0,5878	5892	5906	5920	5934	5948	5962	5976	5990	6004	0,6018	53°	2	5	7
37°	0,6018	6032	6046	6060	6074	6088	6101	6115	6129	6143	0,6157	52°	2	5	7
38°	0,6157	6170	6184	6198	6211	6225	6239	6252	6266	6280	0,6293	51°	2	5	7
39°	0,6293	6307	6320	6334	6347	6361	6374	6388	6401	6414	0,6428	50°	2	4	7
40°	0,6428	6441	6455	6468	6481	6494	6508	6521	6534	6547	0,6561	49°	2	4	7
41°	0,6561	6574	6587	6600	6613	6626	6639	6652	6665	6678	0,6691	48°	2	4	7
42°	0,6691	6704	6717	6730	6743	6756	6769	6782	6794	6807	0,6820	47°	2	4	6
43°	0,6820	6833	6845	6858	6871	6884	6896	6909	6921	6934	0,6947	46°	2	4	6
44°	0,6947	6959	6972	6984	6997	7009	7022	7034	7046	7059	0,7071	45°	2	4	6
	60'	54'	48'	42'	36'	30'	24'	18'	12'	6'	0'	A	1'	2'	3'

Косинусы

Синусы

A	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		1'	2'	3'
45°	0,7071	7083	7096	7108	7120	7133	7145	7157	7169	7181	0,7193	44°	2	4	6
46°	0,7193	7206	7218	7230	7242	7254	7266	7278	7290	7302	0,7314	43°	2	4	6
47°	0,7314	7325	7337	7349	7361	7373	7385	7396	7408	7420	0,7431	42°	2	4	6
48°	0,7431	7443	7455	7466	7478	7490	7501	7513	7524	7536	0,7547	41°	2	4	6
49°	0,7547	7559	7570	7581	7593	7604	7615	7627	7638	7649	0,7660	40°	2	4	6
50°	0,7660	7672	7683	7694	7705	7716	7727	7738	7749	7760	0,7771	39°	2	4	6
51°	0,7771	7782	7793	7804	7815	7826	7837	7848	7859	7869	0,7880	38°	2	4	5
52°	0,7880	7891	7902	7912	7923	7934	7944	7955	7965	7976	0,7986	37°	2	4	5
53°	0,7986	7997	8007	8018	8028	8039	8049	8059	8070	8080	0,8090	36°	2	3	5
54°	0,8090	8100	8111	8121	8131	8141	8151	8161	8171	8181	0,8192	35°	2	3	5
55°	0,8192	8202	8211	8221	8231	8241	8251	8261	8271	8281	0,8290	34°	2	3	5
56°	0,8290	8300	8310	8320	8329	8339	8348	8358	8368	8377	0,8387	33°	2	3	5
57°	0,8387	8396	8406	8415	8425	8434	8443	8453	8462	8471	0,8480	32°	2	3	5
58°	0,8480	8490	8499	8508	8517	8526	8536	8545	8554	8563	0,8572	31°	2	3	5
59°	0,8572	8581	8590	8599	8607	8616	8625	8634	8643	8652	0,8660	30°	1	3	4
	60'	54'	48'	42'	36'	30'	24'	18'	12'	6'	0'	A	1'	2'	3'

Косинусы

Синусы

A	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		1'	2'	3'
60°	0,8660	8669	8678	8686	8695	8704	8712	8721	8729	8738	0,8746	29°	1	3	4
61°	0,8746	8755	8763	8771	8780	8788	8796	8805	8813	8821	0,8829	28°	1	3	4
62°	0,8829	8838	8846	8854	8862	8870	8878	8886	8894	8902	0,8910	27°	1	3	4
63°	0,8910	8918	8926	8934	8942	8949	8957	8965	8973	8980	0,8988	26°	1	3	4
64°	0,8988	8996	9003	9011	9018	9026	9033	9041	9048	9056	0,9063	25°	1	3	4
65°	0,9063	9070	9078	9085	9092	9100	9107	9114	9121	9128	0,9135	24°	1	2	4
66°	0,9135	9143	9150	9157	9164	9171	9178	9184	9191	9198	0,9205	23°	1	2	3
67°	0,9205	9212	9219	9225	9232	9239	9245	9252	9259	9265	0,9272	22°	1	2	3
68°	0,9272	9278	9285	9291	9298	9304	9311	9317	9323	9330	0,9336	21°	1	2	3
69°	0,9336	9342	9348	9354	9361	9367	9373	9379	9385	9391	0,9397	20°	1	2	3
70°	0,9397	9403	9409	9415	9421	9426	9432	9438	9444	9449	0,9455	19'	1	2	3
71°	0,9455	9461	9466	9472	9478	9483	9489	9494	9500	9505	0,9511	18'	1	2	3
72°	0,9511	9516	9521	9527	9532	9537	9542	9548	9553	9558	0,9563	17'	1	2	3
73°	0,9563	9568	9573	9578	9583	9588	9593	9598	9603	9608	0,9613	16'	1	2	2
74°	0,9613	9617	9622	9627	9632	9636	9641	9646	9650	9655	0,9659	15'	1	2	2
	60'	54'	48'	42'	36'	30'	24'	18'	12'	6'	0'	A	1'	2'	3'

Косинусы

Синусы

А	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		1'	2'	3'
75°	0,9659	9664	9668	9673	9677	9681	9686	9690	9694	9699	0,9703	14°	1	1	2
76°	0,9703	9704	9711	9715	9720	9724	9728	9732	9736	9740	0,9744	13°	1	1	2
77°	0,9744	9748	9751	9755	9759	9768	9767	9770	9774	9778	0,9781	12°	1	1	2
78°	0,9781	9785	9789	9792	9796	9799	9803	9806	9810	9813	0,9816	11°	1	1	2
79°	0,9816	9820	9823	9826	9829	9833	9836	9839	9842	9845	0,9848	10°	1	1	2
80°	0,9848	9851	9854	9857	9860	9863	9866	9869	9871	9874	0,9877	9°	0	1	1
81°	0,9877	9880	9882	9885	9888	9890	9893	9895	9898	9900	0,9903	8°	0	1	1
82°	0,9903	9905	9907	9910	9912	9914	9917	9919	9921	9923	0,9925	7°	0	1	1
83°	0,9925	9928	9930	9932	9934	9936	9938	9940	9942	9943	0,9945	6°	0	1	1
84°	0,9945	9947	9949	9951	9952	9954	9956	9957	9959	9960	0,9962	5°	0	1	1
85°	0,9962	9963	9965	9966	9968	9969	9971	9972	9973	9974	0,9976	4°	0	0	1
86°	0,9976	9977	9978	9979	9980	9981	9982	9983	9984	9985	0,9986	3°	0	0	0
87°	0,9986	9987	9988	9989	9990	9990	9991	9992	9993	9993	0,9994	2°	0	0	0
88°	0,9994	9995	9995	9996	9996	9997	9997	9997	9998	9998	0,9998	1°	0	0	0
89°	0,9998	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	1,0000	0°	0	0	0
90°	1,0000														
	60'	54'	48'	42'	36'	30'	24'	18'	12'	6'	0'	А	1'	2'	3'

Косинусы

Правила подсчета цифр

Текст по Брадису

I. При сложении и вычитании приближенных чисел в результате следует сохранить столько десятичных знаков, сколько их в приближенном данном с наименьшим числом десятичных знаков.

Примечание. Десятичными знаками числа называются те цифры, которые расположены справа от знака дробности.

II. При умножении и делении в результате следует сохранять столько значащих цифр, сколько их имеет приближенное данное с наименьшим числом значащих цифр.

Примечание. Значащими цифрами числа называются все его цифры, кроме нулей, расположенных левее первой, отличной от нуля его цифры.

III. При возведении в квадрат и куб в результате следует сохранять столько значащих цифр, сколько их имеет возводимое в степень приближенное число.

Примечание. Последняя цифра квадрата и особенно куба при этом менее надежна, чем последняя цифра основания.

IV. При извлечении квадратного и кубического корней в результате следует брать столько значащих цифр, сколько их имеет подкоренное (приближенное).

Примечание. Последняя цифра квадратного и особенно кубического корня при этом более надежна, чем последняя цифра подкоренного.

V. При вычислении промежуточных результатов следует брать одной цифрой более, чем рекомендуют предыдущие правила.

Примечание. В окончательном результате эта запасная цифра отбрасывается. Писать ее рекомендуется в уменьшенном размере.

VI. Если некоторые данные имеют больше десятичных знаков (при действиях I ступени) или больше значащих цифр (при действиях II и III ступеней), чем другие, то их предварительно следует округлить, сохраняя лишь одну лишнюю цифру.

VII. Если данные можно брать с произвольной точностью, то для получения результата с K цифрами данные следует брать с таким числом цифр, какое дает, согласно правилам I—IV, $K + 1$ цифру в результате.

Глава III

СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛАХ

А. ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Наиболее широко применяются в машиностроении железоуглеродистые сплавы — чугун и сталь, называемые черными металлами.

1. Чугун

Чугун — сплав железа с углеродом, содержащий углерода более 2%. Кроме основных элементов, в состав чугуна входят кремний, марганец, сера и фосфор, влияющие на структуру и механические свойства чугуна.

По составу и строению чугуны делятся на белый и серый. В белых чугунах почти весь углерод находится в форме карбида, вследствие чего этот чугун имеет большую твердость и плохо обрабатывается. В машиностроении чаще применяют серый чугун, обладающий хорошими литейными свойствами и хорошей обрабатываемостью (углерод в сером чугуне содержится в виде графита).

Отливки из белого чугуна подвергают отжигу на ковкий чугун, в результате чего снижается твердость и улучшается обрабатываемость. Для получения требуемой структуры и повышения качества отливок применяют модифицирование чугуна магнием, силикокальцием или ферросилицием.

Ниже, в табл. 12, 13, 14, приводятся некоторые механические свойства отливок из серого, высокопрочного и ковкого чугуна.

Таблица 12

Отливки из серого чугуна (по ГОСТ 1412—54)

Группы прочности	Марка	Предел прочности при растяжении в кг/мм ²		Предел прочности при изгибе в кг/мм ²		Стрела прогиба при расстоянии между опорами в мм		Предел прочности при сжатии в кг/мм ²	Твердость по Бринеллю H_B
		не менее		600	300				
Малой	СЧ 00*	—	—	—	—	—	—	—	—
	СЧ 12-28	12	28	6	2	50	143—229		
Средней	СЧ 15-32	15	32	8	2,5	65	163—229		
	СЧ 18-36	18	36	8	2,5	70	170—229		
	СЧ 21-40	21	40	9	3	75	170—241		
Повышенной	СЧ 24-44	24	44	9	9	85	170—241		
	СЧ 28-48	28	48	9	9	100	170—241		
	СЧ 32-52	32	52	9	9	110	187—255		
	СЧ 35-56	35	56	9	9	120	197—255		
	СЧ 38-60	38	60	9	9	130	207—269		

* Не испытаны

Таблица 13

Отливки из высокопрочного чугуна (по ГОСТ 7293—54)

Марка	Временное сопротивление разрыву в кг/мм ²	Условный предел текучести при растяжении в кг/мм ² не менее	Относительное удлинение в %	Ударная вязкость в кгм/см ²	Твердость по Бринеллю H_B
ВЧ45-0	45	36	—	—	187—255
ВЧ60-2	60	42	2,0	1,5	197—269
ВЧ40-10	40	30	10,0	3,0	156—197

Таблица 14

Отливки из ковкого чугуна

(по ГОСТ 1215—41)

Марка чугуна	Предел прочности при растяжении в кг/мм ²	Относительное удлинение на образце диаметром 16 мм в %	Твердость по Бринеллю НВ
КЧ 37-12	37	12	149
КЧ 35-10	35	10	149
КЧ 33-8	33	8	149
КЧ 30-6	30	6	163
КЧ 40-3	40	3	201
КЧ 35-4	35	4	201
КЧ 30-3	30	3	201

2. Сталь

Сталью называется железоуглеродистый сплав, содержащий углерода менее 2%. Сталь, в зависимости от химического состава, подразделяется на углеродистую, содержащую, кроме железа и углерода, кремний, марганец, фосфор и серу, попадающие в металл в процессе его получения, и легированную, в которую марганец, хром, кремний, вольфрам, ванадий и ряд других элементов специально вводят для изменения свойств стали.

В зависимости от назначения сталь делится на конструкционную, инструментальную и сталь с особыми свойствами (нержавеющая, жаропрочная, жаростойкая, магнитная и др.).

Ниже, в табл. 15, 16, 17, приводятся химический состав и механические свойства ряда конструкционных и инструментальных сталей.

Углеродистые стали горячекатанные обыкновенного качества
(по ГОСТ 380—50)

Таблица 15

Группа А				Группа Б					
Марка стали	Предел прочности при растяжении в кг/мм ²	Удлинение в %		Марка	Содержание в %		Марка	Содержание в %	
		δ ₁₀	δ ₅		углерода	марганца		углерода	марганца
Ст. 0	32—47	18	22	Сталь мартеновская			Сталь бессемеровская		
Ст. 1	32—40	28	33	МСт.0	До 0,23	—	—	—	—
				МСт.1	0,07—0,12	0,35—0,50	БСт. 0	До 0,14	—
Ст. 2	34—42	26	31	МСт.2	0,09—0,15	0,35—0,50	БСт. 3	0,12	0,25—0,55
Ст. 3	38—47	23	27	МСт.3	0,14—0,22	0,40—0,65	БСт. 4	0,12—0,20	0,35—0,55
Ст. 4	42—52	21—19	25—23	МСт.4	0,18—0,27	0,40—0,70	БСт. 5	0,17—0,30	0,50—0,80
Ст. 5	50—62	15—17	21—19	МСт.5	0,28—0,37	0,50—0,80	БСт. 6	0,26—0,40	0,60—0,90
Ст. 6	60—72	11—13	15—13	МСт.6	0,38—0,50	0,50—0,80			
Ст. 7	70—80	7	11—9	МСт.7	0,50—0,63	0,55—0,85			

Сталь качественная конструкционная
(по ГОСТ 1050—52)

Марка стали	Углерод	Марганец	Сера	Фосфор	Кремний	Хром	Прочие	Предел прочности при растяжении в кг/мм ²	Твердость по Бринеллю <i>H_B</i>
-------------	---------	----------	------	--------	---------	------	--------	--	--

I группа с нормальным содержанием марганца

10	0,07—0,15	0,35—0,65	Не более 0,045	Не более 0,040	0,17—0,37	—	—	32	137	
15	0,12—0,20		0,5 —0,8				—	—	35	143
20	0,17—0,25						—	—	40	156
25	0,22—0,30	0,5 —0,8				—	—	43	170	
30	0,27—0,35					—	—	48	179	
35	0,32—0,40					—	—	52	187	
40	0,37—0,45					—	—	57	217	
45	0,42—0,50					—	—	60	241	
50	0,47—0,55					—	—	63	247	
55	0,50—0,60					—	—	64	255	
60	0,55—0,65					—	—	65	255	
65	0,60—0,70					—	—	66	255	
70	0,65—0,75					—	—	67	260	

II группа с повышенным содержанием марганца

			He более 0,045	He более 0,040	0,17—0,37	—	—		
15Г	0,12—0,20	} 0,7—1,0			0,17—0,37	—	—	40	163
20Г	0,17—0,25							43	197
30Г	0,25—0,35							55	217
30Г2	0,25—0,35	1,4—1,3				—	—	60	241
35Г2	0,30—0,40	1,4—1,3				—	—	63	247
40Г	0,35—0,45	0,7—1,0				—	—	60	229
40Г2	0,35—0,45	1,4—1,3				—	—	67	255
45Г2	0,40—0,50	1,4—1,3				—	—	70	269
50Г	0,45—0,55	0,7—1,0				—	—	65	255
50Г2	0,45—0,55	1,4—1,3				—	—	75	269
60Г	0,55—0,65	0,7—1,0				—	—	70	269
65Г	0,60—0,70	0,9—1,2				—	—	75	269
70Г	0,65—0,75	0,9—1,2				—	—	80	269

Сталь легированная машиностроительная
(по ГОСТ 4543—57)

Марка стали	Углерод	Марганец	Сера	Фосфор	Кремний	Хром	Прочие металлы	Предел прочности при растяжении в кг/мм ²	Твердость по Бринеллю не более	Ударная вязкость в кг/см ²
15X	0,12—0,18	0,4—0,7	Не более 0,035	Не более 0,035	0,17—0,37	0,7 —1,00		75	179	8
20X	0,17—0,23	0,5—0,8	То же	То же	0,17—0,37	0,7 —1,0		80	179	6
30X	0,27—0,35	0,5—0,8			0,17—0,37	0,8 —1,0		90	187	7
35X	0,32—0,4	0,5—0,8			0,17—0,37	0,8 —1,0		95	197	7
40X	0,37—0,45	0,5—0,8			0,17—0,37	0,8 —1,0		100	207	6
45X	0,42—0,5	0,5—0,8			0,17—0,37	0,8 —1,0		105	217	5
15XФ	0,12—0,18	0,4—0,7			0,17—0,37	0,8 —1,1	Ванадий 0,1—0,2	80	187	8
40XН	0,37—0,45	0,5—0,8			0,17—0,37	0,45—0,75	Никель 1,0—1,4	100	207	7
50XН	0,47—0,55	0,5—0,8			0,17—0,37	0,45—0,75	Никель 1,0—1,4	100	207	5
12XН2	≤0,15	0,3—0,6			0,17—0,37	0,6 —0,9	Никель 1,5—1,9	85	207	9

Сталь высококачественная

12X2H4A	≤ 0,15	0,3—0,6	Не бо- лее 0,025	Не бо- лее 0,025	0,17—0,37	1,25—1,65	Никель 3,3—3,7	120	255	9
18X2H4BA	0,15—0,20	—	То же	То же	0,17—0,37	1,35—1,65	Вольфрам 0,8—1,2	120	269	11
38XMЮA	0,35—0,42	—			0,17—0,37	1,35—1,65	Молибден 0,15—0,25 Алюминий 0,7—1,1	100	229	9

Сталь инструментальная углеродистая
(по ГОСТ 1435—54)

У7	0,65—0,74	0,20—0,40	Не более 0,03	Не более 0,03	Не более 0,35				187	
У8	0,75—0,84	0,20—0,40	То же	То же	То же				187	
У8Г	0,80—0,90	0,35—0,60							187	
У9	0,85—0,94	0,15—0,35							192	
У10	0,95—0,04	0,15—0,30							197	

Продолжение табл. 18

Марк стал	Окраска	Марка стали	Окраска	Марка стали	Окраска
15Г до 40Г	Коричневая	15НМ	Синяя+розовая	У7	Белая+синяя
50Г до 70Г	Коричневая+зеленая	40ХН 38ХА	Синяя+зеленая Зеленая	У9А	Белая+красная

Определение состава стали. При отсутствии маркировки стали на металле марку стали определяют:

а) испытанием твердости на приборах типа Бринелля, Роквелла и др.;

б) химическим анализом;

в) практическими приемами: по искре, пробой на сваривание кузнечным способом, напильником, по следу удара и пробой на раздачу отверстия.

Наиболее простым, быстрым и при достаточной опытности рабочего правильным является ориентировочное определение сорта стали по искре.

На рис. 3 показаны характер и цвет искр различных сталей.

3. Термическая обработка металлов

Термической обработкой называется нагрев металлических сплавов до температуры, при которой происходит изменение их структуры, выдержка при этой температуре и последующее быстрое или медленное охлаждение, в результате чего качество сплава улучшается.

К термической обработке относятся: отжиг, нормализация, закалка, отпуск.

Термообработка может производиться и холодом.

Отжигом называется нагрев стали до температуры на 20—30° выше критической точки с продолжительной выдержкой при этой температуре и последующим медленным охлаждением.

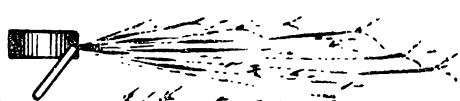



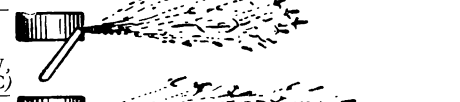

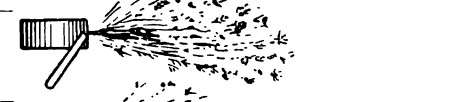
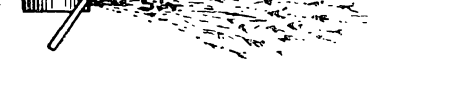

1 — мягкая углеродистая сталь (0,12% C)		Гладкие свет- лые линии
2 — углероди- стая сталь (0,5% C)		Маленькие светло-жел- тые искры
3 — углероди- стая сталь (0,9% C)		Светло-жел- тые искры и частично звездочки
4 — углероди- стая сталь (1,2% C)		Большой сноп звезд
5 — марганцо- вистая сталь (10—11% Mn)		Светло-жел- тые линии со звездами на концах
6 — быстро- режущая сталь (10% W, 4% Cr, 0,7% C)		Темно-красные прерывистые брызги
7 — вольфра- мовая сталь (1,3% W)		Темно-красные линии с искрами на концах
8 — кремни- стая сталь		Светло-жел- тые линии с искрами на концах
9 — хроми- стая сталь		Темно-корич- невые линии и желтые звездочки
10 — хромо- никелевая сталь (3—4% Ni и 1% Cr)		Темно-корич- невые линии и желтые искры

Рис. 3

В результате отжига снижается твердость, повышаются пластичность и вязкость, улучшается обрабатываемость, снимаются внутренние (остаточные) напряжения, устраняется неоднородность структуры, измельчается зерно.

Нормализация — нагрев стали до температуры на $30\text{--}50^\circ$ выше критической точки с последующим охлаждением на воздухе.

Закалка заключается в нагреве стали до температуры выше критической точки на $30\text{--}50^\circ$, выдержке при этой температуре и последующем быстром охлаждении.

В результате закалки повышаются твердость, предел прочности и снижаются удлинение и вязкость.

Отпуск — нагрев стали до температуры ниже критической точки, выдержка при этой температуре и последующее охлаждение.

После отпуска снижается твердость, повышается вязкость и металл освобождается от внутренних остаточных напряжений.

Отпуск применяется в сочетании с нормализацией или закалкой стали.

Температуру нагрева металла для термической обработки устанавливают с помощью приборов, а также по цветам каления и цветам побежалости (рис. 4 и 5).

Химико-термическая обработка. Химико-термическая обработка применяется для изменения химического состава и свойств поверхностных слоев металла. Виды обработки — цементация, азотирование, хромирование, цианирование и др.

Цементация — науглероживание стальных изделий для увеличения твердости поверхностного слоя, производимое при помощи нагревания в карбюризаторах.

Азотирование — насыщение поверхностного слоя изделия азотом с целью повышения твердости и коррозионной стойкости.

Цианирование — насыщение стальных изделий углеродом и азотом (слой $0,15\text{--}0,3$ мм) для повышения твердости поверхности и вязкости сердцевины. Изделия отличаются высоким сопротивлением износу и стойкостью против ударных нагрузок.

Хромирование — насыщение поверхностного слоя изделий хромом, обеспечивает повышенное сопротивление износу, повышает жаростойкость и коррозионную стойкость.

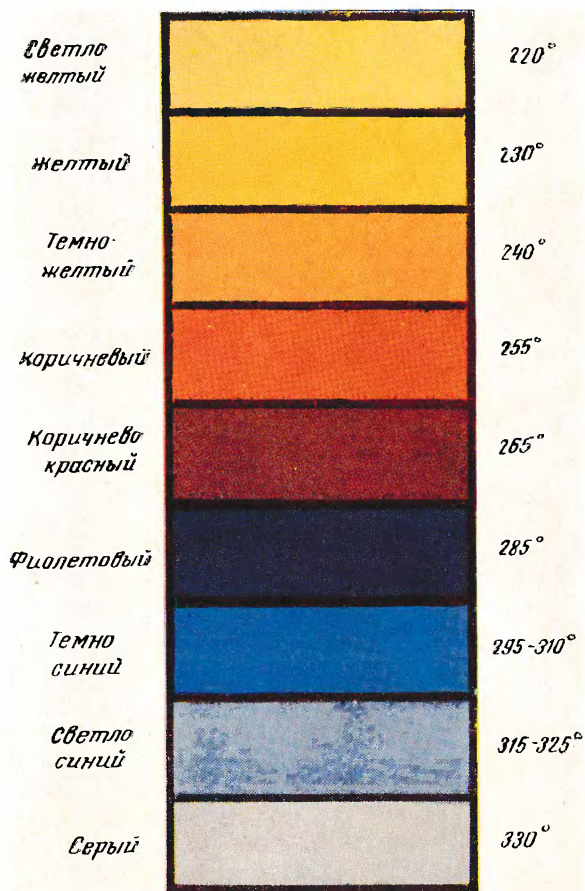


Рис. 4. Цвета побежалости

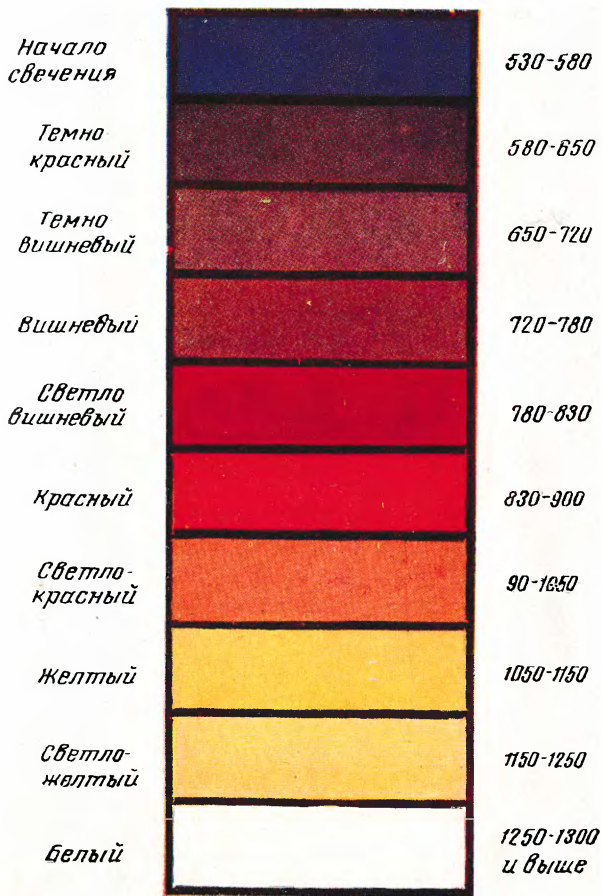


Рис. 5. Цвета калення

Б. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

К цветным металлам относятся: медь, алюминий, цинк, олово, свинец, а также сплавы на их основе.

Наиболее широко применяются в машиностроении сплавы на основе меди и сплавы на основе алюминия.

1. Медь и ее сплавы

Медь имеет температуру плавления 1083° , удельный вес 8,3—9,0, обладает высокой теплопроводностью, электропроводностью и устойчивостью против коррозии. Применяется как в чистом виде, так и в виде сплавов с другими металлами.

Л а т у н ь — медно-цинковый сплав, имеющий удельный вес 8,2—8,8 и температуру плавления $980\text{—}1050^{\circ}$. По технологическому признаку латуни разделяются на обрабатываемые давлением и литейные.

Латуни обозначаются буквой Л. Справа пишут буквенные обозначения элементов (кроме цинка), затем цифру, указывающую процент меди и проценты содержания специальных элементов.

Б р о н з а — медно-оловянистый сплав, имеющий удельный вес 8,2—8,7 и температуру плавления $900\text{—}1000^{\circ}$.

В зависимости от состава различают бронзы оловянистые и безоловянистые.

Применение оловянистых бронз из-за дефицитности олова ограничено. В машиностроении широко применяются бронзы безоловянистые (кремнистые, свинцовые, алюминиевые и др.), отличающиеся высокой пластичностью, антифрикционностью и коррозионной стойкостью.

Бронзы маркируют буквами Бр, справа пишут элементы, входящие в состав бронзы: О — олово, Ц — цинк, С — свинец, Ф — фосфор, Н — никель и т. д. Цифры указывают содержание элементов в процентах.

Медно-никелевые и никелевые сплавы жароустойчивы, коррозиестойчивы и обладают высоким удельным сопротивлением.

Основные марки технической меди
(по ГОСТ 859—41)

Марки	Медь не менее	Содержание не более										Всего примесей не более
		висмут	сурьма	мышьяк	железо	никель	свинец	олово	сера	кислород	цинк	
М0	99,95	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005	0,002	0,005	0,02	0,005	0,05
М1	99,90	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005	0,002	0,005	0,08	0,005	0,1
М2	99,70	0,002	0,005	0,01	0,05	0,2	0,01	0,05	0,01	0,1	—	0,3
М3	99,50	0,003	0,05	0,05	0,05	0,2	0,05	0,05	0,01	0,1	—	0,5
М4	99,00	0,005	0,2	0,2	0,1	—	0,3	—	0,02	0,15	—	1,0

Примечание. М0 — для проводников электрического тока и приготовления сплавов большой чистоты. М1 — для проводников электрического тока, проката и высококачественных бронз, не содержащих олова.

М2 — для высококачественных изделий (кроме проводников электрического тока) и медных сплавов.

М3 — для проката и медных сплавов обыкновенного качества.

М4 — для литейных бронз и неответственных сплавов.

Латуни, обрабатываемые давлением
(по ГОСТ 1019—47)

Наименование сплава	Марка латуни	Химический состав в %			Метод обработки	Примерное назначение
		медь	цинк	прочие		
Томпак	Л96	95—97	3—5	—	Волочение	Радиаторные трубки
Полутомпак	Л80	79—81	19—21	—	Прокат,	Листы, ленты, проволока
Латунь	Л62	60,5—63,5	36,5—39,5	—	Прессование, прокат, волочение	Полосы, листы, ленты, трубы, прутки, проволока
Латунь свинцовистая	ЛС59-1	57—60	38,1—42,2	Свинец 0,8—1,9	Резание, вырубная штамповка	Листы, полосы, ленты, прутки, полосы, трубы
Латунь железисто-марганцовистая	ЛЖМц 59-1-1	57—60	37,1—41,5	Железо 0,6—1,2 Марганец 0,5—0,8 Алюминий 0,1—0,2 Олово 0,3—0,7	Прессование, прокат, волочение	Полосы, прутки, проволока, листы
Латунь никелевая	ЛН65-5	64—67	26,5—31	Никель 5,0—6,5	Прессование, прокат, волочение	Трубки манометрические, проволока, листы, ленты

Латуни литейные
(по ГОСТ 1019—47)

Наименование сплава	Марка латуни	Химический состав в %			Примерное назначение
		медь	цинк	проч	
Латунь алюминиевая	ЛА67-2,5	66—68	29—32	Алюминий 2—3	Коррозионностойкие детали в морском и общем машиностроении Литая арматура, детали судов, шестерни
Латунь кремнистая	ЛК80-3Л	79—81	15—28,5	Кремний 2,5—4,5	
Латунь марганцовистосвинцовая	ЛМцС 58-2-2	57—60	35—40	Марганец 1,5—2,5 Свинец 1,5—2,5	Подшипники, втулки и другие антифрикционные детали
Латунь марганцовистоловянно-свинцовистая	ЛМцОС 58-2-2-2	56—60	32,5—39,5	Марганец 1,5—2,5 Олово 1,5—2,5 Свинец 0,5—2,5	Зубчатые колеса

Бронзы оловянистые
(по ГОСТ 613—50 и 5017—49)

Марки бронз	Химический состав в %			Назначение
	медь		прочие	
БрО10	89—91	9—11	—	Ответственные детали
БрОЦ10-2	85—89	9—11	Цинк 2—4	Ответственные детали
БрОЦ8-4	85—89	7—9	Цинк 4—6	Менее ответственные детали
БрОЦС-6-6-3	82—88	5—7	Цинк 5—7 Свинец 2—4	Мелкие детали, работающие на трение
БрОФ10-1	87,8— 90,2	9—11	Фосфор 0,8—1,2	Ответственные детали, работающие на износ
БрОС8-12	78—82	7—9	Свинец 11—13	Подшипники

Бронзы безоловянистые
 (по ГОСТ 493—54)

Обозначения марок	Химический состав в %							Примерное назначение
	алюминий	железо	марганец	никель	кремний	свинец	медь	
БрА5	4—6	—	—	—	—	—	Осгальное	Ленты, полосы
БрАЖ9-4	8—10	2—4	—	—	—	—	То же	Прутки, втулки, зубчатые колеса
БрАЖМц 10-3-1,5	9—11	2—4	1—2	—	—	—		Прутки, поковки, трубы и фасонное литье
БрКМц 3-1,5	—	—	1—1,5	—	275—3,5	—		Проволока, полосы, ленты, прутки
БрАМц 10-2	—	—	1,5—2,5	—	—	—		Фасонное литье
БрАЖС 7-1,5-1,5	6—8	1—1,5	—	—	—	1—1,5		Фасонное литье

Сплавы никелевые и медноникелевые
(по ГОСТ 492—52)

Наимен	Марка	Химический состав в % (медь, остальное)					Примерное назн
		никель +ко- бальт	железо	марга- нец	хром	прочие	
Мельхиор	МН19	18,0— 20,0	—	—	—	—	Инструмент, монеты, домашние изделия
Константан	МНМц 40,0-1,5	39,0— 41,0	—	1,0— 2,0	—	—	
Монель	НМЖМц 28-2,5-1,5	65,0— 70,0	2,0— 3,0	1,2— 1,8	—	—	Химическая аппара- тура, паровая арма- тура, морское оборудо- вание
Нейзильбер	МНЦ 15-20	13,5— 16,5	—	—	—	18—22 цинка	
Нихром	НЖХМц 16-15-1,5	62,5— 71,0	14,0— 18,0	1,0— 2,0	14,0— 16,0	—	Электрические печи и приборы

2. Алюминий и его сплавы

Алюминий имеет температуру плавления 568°, удельный вес 2,6. Обладает высокой электропроводностью, хорошей пластичностью и коррозионной стойкостью.

Таблица 25

Алюминий первичный в чушках (по ГОСТ 3549—55)

Марки алюминия	Алюминий не менее	Химический состав в %					Примерное назначение
		железо	кремний	железо + кремний	медь	всего примесей	
A00	99,7	0,16	0,16	0,3	0,01	0,3	Химическая аппаратура, фольга, электрические конденсаторы
A1	99,5	0,3	0,3	0,45	0,015	0,5	Проводники тока, посуда специального назначения
A2	99,0	0,50	0,50	0,90	0,02	1,0	Полуфабрикаты, посуда и сплавы
A3	98,0	1,1	1,0	1,8	0,05	2,0	Изделия широкого потребления и сплавы

Сплавы на основе алюминия характеризуются хорошей обрабатываемостью, высокими механическими и литейными свойствами.

Алюминиевые сплавы подразделяются на две основные группы — деформируемые и литейные.

Сплавы алюминиевые деформируемые
(по ГОСТ 4784—49)

Таблица 25

Наименование	Марка	Химический состав в %						Механические свойства			Примеры назначения
		медь	марганец	магний	кремний	железо	алюминий	закаленный			
								сопротив- ление раз- рыву в кг/мм ²	относи- тельное удлинение в %	твердость по Бри- неллю	
Дуралюми- ний	Д1	3,8— 4,8	0,4— 0,8	0,4— 0,8	До 0,7	До 0,7	Остальное	38—44	12—20	95—105	Прутки, листы, трубы, проволока То же
Дуралюми- ний	Д7	3,0— 4,0	0,25— 0,5	0,25— 0,5	0,8	„ 0,8		32—37	15—20	—	
Дуралюми- ний	Д16	3,8— 4,9	0,3— 0,9	1,2— 1,8	„ 0,5	„ 0,5		43	18	105	
Алюминие- во-мар- ганцевый	АМу	—	1,0— 1,6	До 0,05	„ 0,6	„ 0,7		Не более 17	20 при $e=5d$	30—50	Для закле- почной проволоки
Авиаль	АВ	0,2— 0,6	0,15— 0,35 (или хром)	0,45— 0,9	0,5— 1,2	„ 0,5		30	12	65—95	
Авиаль по- вышенной прочности	АК6	1,8— 2,6	0,4— 0,8	0,4— 0,8	0,7— 1,2	„ 0,7	36	12	100		

Сплавы алюминиевые литейные
(по ГОСТ 2685—53)

Марка	Химический состав в %									Механичес. свойства			Примерное назначение
	медь	цинк	кремний	железо	никель	магний	марганец	титан	алюминий	предел прочности при растяжении в кг/мм ²	относительное удлинение в %	твердость по Бринеллю	
АЛ2	0,8	До 0,3	10,0— 13,0	До 1,0	—	—	0,5	—		15—16	4—2	50	Детали, работающие в морской воде Машиностроение и приборостроение Детали, отливаемые в земле
АЛЗВ	1,5— 3,5	До 0,5	4,0— 6,0	До 1,3	До 0,5	0,2— 0,8	0,2— 0,8	—	Остальное	12—24	До 2	65—75	
АЛ4	До 0,3	До 0,3	8,0— 10,5	До 0,6	—	0,17— 0,30	0,25— 0,5	0,15		15—24	1,5—3	50—70	

Марка	Химический состав в %									Механич. свойства			Примерное назначени
	медь	цинк	кремний	железо		магний	марганец	титан	алюминий	предел проч- ности при растяжении в кг/мм ²	относитель- ное удлине- ние в %	твердость по Бринеллю	
АЛ7	4,0— 5,0	до 0,3	до 1,2	до 1,0	—	до 0,03	—	—	Остальное	20—23	3—6	60—70	Детали, отливае- мые в ко- киль То же
АЛ7В	3,0— 5,0	до 0,5	до 1,5	до 1,3	до 0,3	до 0,3	до 0,5	—		13—25	0,5—2	55—70	
АЛ11	до 0,6	10—14	6,0— 8,0	до 1,2	—	0,1— 0,3	до 0,5	—		20—25	1,5—2	80—90	Детали, отливае- мые под давлени- ем Для пи- щевой посуды Для пи- щевой посуды
АЛ9В	до 1,5	до 0,5	6,0— 8,0	до 1,2	до 0,3	0,2— 0,5	до 0,6	—		13—22	0,5	60—75	
АЛ14В	1,5— 3,0	до 0,5	6,0— 8,0	до 1,5	до 0,3	0,2— 0,6	0,2— 0,6	—		13—24	0,5	70—85	

3. Магниеые сплавы

Магниеые сплавы — самые легкие из всех цветных сплавов, применяемых в промышленности (уд. вес около 2%). Они хорошо обрабатываются резанием, но литейные свойства и коррозионная стойкость их ниже, чем алюминиевых сплавов. По технологическим признакам магниевые сплавы подразделяются на обрабатываемые давлением и литейные.

Таблица 28

Сплавы магниевые, обрабатываемые давлением, и литейные
(по ГОСТ 2856—55)

Марки сплавов	Химический состав в %				Предел прочности в кг/мм ²	Относительное удлинение в %	Примерное назначение
	магний	алюминий	марганец	цинк			
МА1	96,9— 98,10	0,3	1,3— 2,5	0,3	19	5	Для сварных деталей
МА2	94,7— 96,65	3,0— 4,0	0,15— 0,5	0,2— 0,8	24	5	Кованые и штампованные детали сложной формы
МА3	91,0— 93,85	5,5— 7,0	0,15— 0,5	0,5— 1,5	26	8	Сильно нагруженные детали
МЛ4	89,5— 92,85	5—7	0,15— 0,5	2—3	16	3	Детали самолетов, двигателей, корпуса приборов
МЛ5	89,4— 92,15	7,5— 9,3	0,15— 0,5	0,2— 0,8	15	2	Детали самолетов, авиадвигателей и приборов

Примечание. МА — сплавы, обрабатываемые давлением.

МЛ — литейные.

4. Антифрикционные сплавы

Антифрикционные (подшипниковые) сплавы применяют для повышения срока службы трущихся узлов механизмов и машин. Основную группу сплавов составляют баббиты (оловянистые и свинцовистые) и антифрикционные сплавы на медной основе.

В качестве заменителей цветных подшипниковых сплавов применяют антифрикционные чугуны, а также металлокерамические подшипниковые материалы.

Баббиты оловянистые
(по ГОСТ 1320—41)

Таблица 29

Марка	Сурьм	Медь	Кадмий	Никель	Мышьяк	Геллу	Олово	Свинец	Всего примесей	Примерное наз:
Б83	10—12	5—6	—	—	—	—	Остальное	—	0,55	Для заливки подшипников и вкладышей подшипников паровых турбин, турбонасосов
БН	13—15	1,5— 2,0	1,25— 1,75	0,75— 1,25	0,5— 0,9	—	9—11	Остальное	0,4	Для заливки подшипников двигателей внутреннего сгорания
БТ	14—16	0,7— 1,1	—	—	—	0,05— 0,2	Остальное	—	0,6	Для заливки шагуных и коренных подшипников тракторных и автомобильных двигателей

5. Твердые сплавы

В машиностроении применяют наплавочные и металлокерамические твердые сплавы, обладающие высокой красностойкостью (до 1200°), высокими режущими свойствами и износостойкостью. Ниже приведены химический состав и основные свойства твердых сплавов.

Таблица 30

Литые твердые сплавы

Марка	Химический состав в %								Физико-механические свойства	
	вольфрам	кобальт	никель	железо	хром	марганец	углерод	кремний	твердость	предел прочности в кг/мм ²
ВК2	13—17	45—53	До 2	До 2	27—33	1	1,8—2,5	1—2	46—47	60—70
Сормайт № 1	—	—	3—5	Остальное	25—31	1,5	1,5—3,3	2,8—4,2	41—43	60—70
Сталинит	—	—	—	Остальное	16—20	13—17	8—10	До 3	56—57	60—70

Таблица 31

Металлокерамические сплавы
(по ГОСТ 3882—53 и 4872—49)

Марка	Ориентировочный химический состав в %			Физико-механические свойства			Примерное назначение
	карбид вольфрама	кобальт	карбид титана	предел прочности при изгибе (не менее) в кг/мм ²	удельный вес (не менее)	твердость по Роквеллу по шкале А (не менее)	
Вольфрамовая группа							
ВК8	92	8	—	130	14,35	87,5	Для черновой и получистовой обработки чугуна, цветных металлов и сплавов при неравномерном сечении стружки и прерывистом резании
ВК6	94	6	—	120	14,5	88	Для чистовой и черновой обработки чугуна и цветных металлов при равномерном сечении стружки
ВК6а	94	6	—	110	14,6	88,5	Для обработки твердого чугуна и разных металлических материалов
ВК3а	97	3	—	100	14,9	89	Для тонкого точения стали, чугуна и цветных металлов и обработки неметаллических материалов

Продолжение табл. 31

Марка	Ориентировочный химический состав в %			Физико-механические свойства			Примерное назначение
	карбид вольфрама	кобальт	карбид титана	предел прочности при изгибе (не менее) в кг/мм ²	удельный вес (не менее)	твердость по Роквеллу по шкале А (не менее)	
Титановольфрамовая группа							
T5K10	85	9	6	115	12,2	88,5	Для черновой обработки стали с неравномерным сечением стружки и прерывистым резанием
T15K6	79	6	15	110	11,0	90	Для чистовой и получистовой обработки стали с равномерным сечением стружки и непрерывным резанием
T30K4	66	4	30	90	9,5	91	Для чистовой обработки стали при снятии тонких непрерывных стружек на высоких скоростях резания

Металлокерамические сплавы маркируются буквами ВК или ТК. Буква К и цифра показывают количество кобальта в процентах, буква В — карбид вольфрама, буква Т — карбид титана.

Пластинки металлокерамических сплавов окрашиваются в следующие цвета: ВК8 — красный, ВК6 — синий, Т5К10 — желтый, Т15К6 — серый, Т30К4 — голубой.

При фрезеровании применяют следующие твердые сплавы: Т5К10, Т5К7, Т14К8, Т15К6 для стали, ВК8, ВК6 для чугуна и цветных металлов.

Сравнительная таблица физико-механических свойств сталей и твердых сплавов

Группа	Наименование материала	Марка материала	Физические свойства				Механические свойства				
			теплоемкость C кал	теплопроводность λ кал	удельный вес γ	коэффициент линейного расширения (20—800)	твердость		предел прочности на изгиб $\sigma_{из}$ в кг/мм ²	предел прочности на сжатие $\sigma_{сж}$ в кг/мм ²	ударная вязкость a_k в кгм/см ²
							H_{RC}	H_{RA}			
		г·град	см·сек·град								
Стали	Углеродистая сталь	45	0,11	0,13	7,8	$11,72 \cdot 10^{-6}$	—	—	140	—	3
	Быстрорежущая закаленная сталь	P18	0,11	0,05	8,73	—	63	83	370	380	0,89
Металлокерамические сплавы	Карбидовольфрамокобальтовый твердый сплав	ВК8	0,04	0,14	14,45	$6 \cdot 10^{-6}$	—	88,5	140	330	0,6

Группа	Наименование материала	Марка материала	Физические свойства				Механические свойства				
			теплоемкость C кал г·град	теплопроводность λ кал см·сек·град	удельный вес γ	коэффициент линейного расширения (20—800)	твердость		предел прочности на изгиб $\sigma_{из}$ в кг/мм ²	предел прочности на сжатие $\sigma_{сж}$ в кг/мм ²	ударная вязкость K_u в кгм/см ²
							H_{RC}	H_{RA}			
Металло-керамические сплавы	Карбидо-титано-вольфрамо-кобальтовый твердый сплав	T15K6	0,059	0,065	11,01	$5 \cdot 10^{-6}$	—	90,2	115	400	0,3
Минералокерамические сплавы	Термокорунд	ТВ-14	0,18	0,0055 при 200°	3,75	$7,9 \cdot 10^{-6}$	—	86—88	30	90—150	—
	Микролит	ЦМ-332	—	—	—	—	—	91—93	до 40	—	—

Таблица 33

Соотношение между числами твердости, полученными различными способами испытания

По Бринеллю H_B		Твердость по Роквеллу R_C	По Бринеллю H_B		Твердость по Роквеллу R_C
диаметр отпечатка в мм	твердость H_B		диаметр отпечатка в мм	твердость H_B	
2,25	744	69	3,25	351	38
2,24	682	62	3,50	302	33
2,46	621	61	3,75	262	27
2,48	611	60	4,00	228	22
2,54	600	59	4,25	202	—
2,64	538	55	4,50	179	—
2,75	495	51	4,75	159	—
2,85	461	48	5,00	143	—
3,00	418	44			

Глава IV

ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

1. Общие сведения

Таблица 34

Форматы чертежей
(по ГОСТ 3450—52)

Обозначение формата	0	1		3	4	5
Размеры в мм	814× ×1152	576× ×814	407× ×576	288× ×407	203× ×288	144× ×203

Для подшивки у левого края чертежа следует оставлять свободное поле шириной 25 мм. Рамку наносить на расстоянии не более 10 мм от края чертежа.

Условные обозначения на чертежах

Масштабы чертежей (по ГОСТ 3451—52)

Основной масштаб 1:1 (натуральный).

Для уменьшения 1:2; 1:5; 1:10; 1:20; 1:25; 1:50;
1 75.

Для увеличения 2:1; 5 1; 10:1.

Допускаются 1 2,5; 1 4; 1 15 и 2,5:1; 4:1.

Масштаб на чертеже должен надписываться по форме: *M1 1*; *M1 2*; *M2 1* и т. п.

Расположение видов (проекций)
на чертежах
(по ГОСТ 3453—52)

1. При построении видов изделие или его составную часть следует предполагать расположенными между глазом наблюдателя и соответствующей плоскостью проекций (рис. 6).

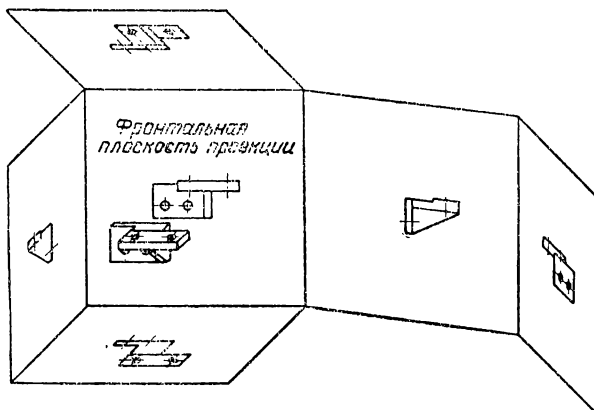


Рис. 6

2. Виды на чертеже должны называться: «Главный вид», «Вид сверху», «Вид слева», «Вид справа», «Вид снизу», «Вид сзади» (рис. 7).

3. Главным видом называется изображение на фронтальной плоскости проекций. Изображаемое на чертеже изделие (или составная его часть — деталь) должно быть расположено относительно фронтальной плоскости так, чтобы главный вид давал возможно более ясное представление о форме и размерах изделия.

4. Сечением называется плоская фигура, полученная в результате пересечения секущей плоскости с телом изделия (или его составной части).

5. Разрезом называется условное изображение изделия, когда его часть, находящаяся между глазом наблюдателя и секущей плоскостью, мысленно удалена и вычерчено то, что находится в секущей плоскости (сечении), и то, что расположено за ней.

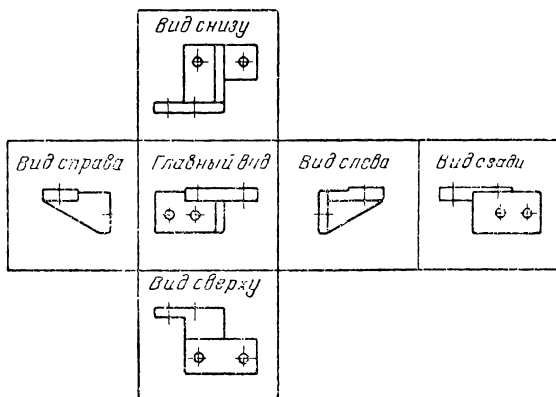


Рис. 7

6. Устанавливаются следующие буквенные обозначения на чертежах и технических документах (по ГОСТ 3452—52):

Длина — $L l$.

Ширина — $B b$.

Высота — $H h$.

Диаметр — $D d$.

Радиус — $R r$.

Сторона правильного многоугольника — A, a .

Периметр — $P p$.

Площадь — F .

Объем — V .

Центры — $O o$.

Расстояние между центрами — $C c$.

Углы — $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varphi$.

7. В разрезах и сечениях при штриховке должны применяться следующие графические обозначения материалов (по ГОСТ 3455—52) (рис. 8).

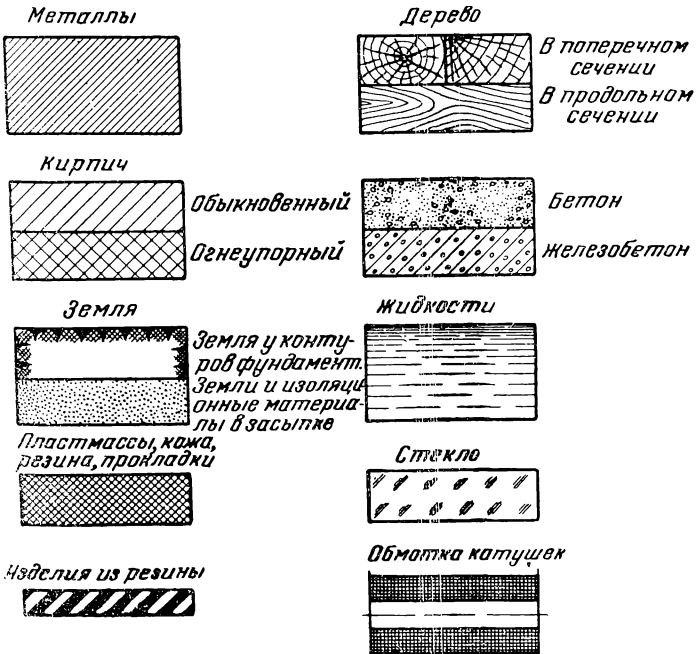








Рис. 8

Линии чертежа и их обводка
(по ГОСТ 3456—52)

Толщины всех линий обводки на данном чертеже определяются выбранной толщиной b сплошных линий. Величина b для видимого контура изображаемой детали должна выбираться в пределах от 0,4 до 1,5 мм. Подбирать линии обводки надлежит, руководствуясь следующей таблицей.

Таблица 35

Типы линий	Обозначение линии и размер	Для изображ
Сплошные	 b	Видимого контура, рамок
Сплошные	 $b/4$	Размерных линий, выносных, контурных, штриховки, осей проекций, следов плоскостей
Штриховые	 $b/2$	Невидимого контура, впадин зубчатых колес
Штрихпунктирные	 $b/2$	Следов секущей плоскости, контура заготовки, контура наложенной проекции
Штрихпунктирные	 $b/4$	Осевых, центровых линий, очертаний габарита, начальной окружности, образующих
Штрихпунктирные	 $b/4$	Детали в сдвинутом положении
Сплошные	 $b/2$	Изломов, обрывов, вырывов

Нанесение размеров на чертежах (по ГОСТ 3458—52)

1. Размеры на машиностроительных чертежах должны проставляться в миллиметрах, без особой о том оговорки и без указания при размерных числах единицы измерения (*мм*).

При отступлениях от этого правила к размерным числам присоединять обозначение единицы измерения.

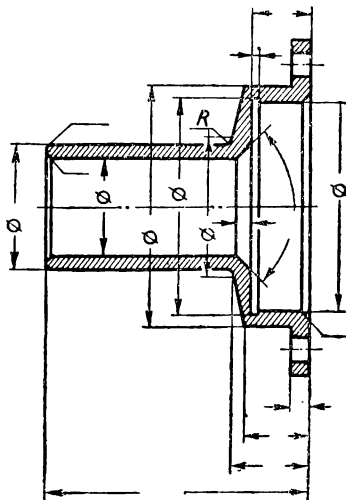


Рис. 9

2. Размерные числа предпочтительно наносить вне контура проекции.

3. Размерные числа наносить в разрыве размерной линии или над ней и возможно ближе к ее середине (рис. 9 и 10).

4. Размерные линии должны быть ограничены стрелками.

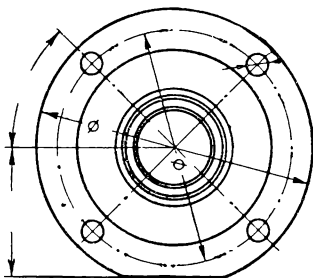


Рис. 10

Диаметр на любой проекции отмечается знаком \varnothing и ставится перед размерным числом (рис. 11, б).

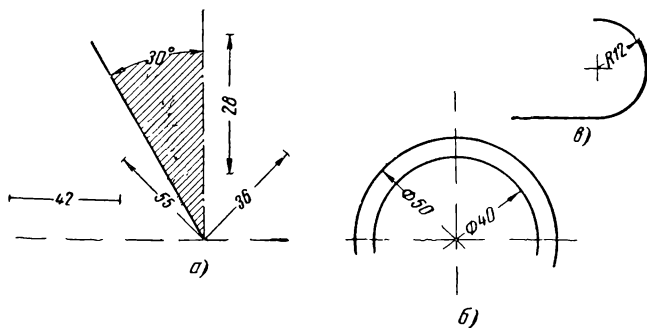
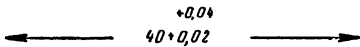
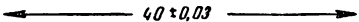
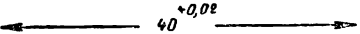


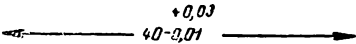

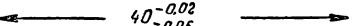
Рис. 11

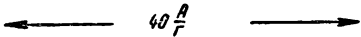
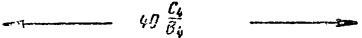
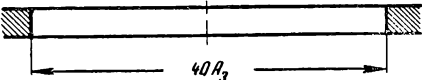
2. Обозначение допусков на чертежах

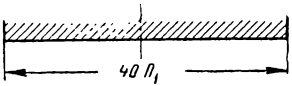
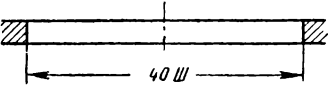
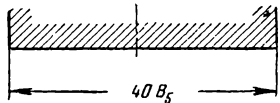
(по ГОСТ 3457—46)

Таблица 36

Способы изображения	Как читается
 <p style="text-align: center;">$40^{+0,04}_{+0,02}$</p>	<p>Номинальный размер 40 мм, верхнее отклонение +0,04 мм, нижнее отклонение +0,02 мм, наибольший предельный размер 40,04 мм, наименьший предельный размер 40,02 мм</p>
 <p style="text-align: center;">$40 \pm 0,03$</p>	<p>Номинальный размер 40 мм, верхнее отклонение +0,03 мм, нижнее отклонение 0,03 мм, наибольший предельный размер 40,03 мм, наименьший предельный размер 39,97 мм</p>
 <p style="text-align: center;">$40^{+0,02}$</p>	<p>Номинальный размер 40 мм, верхнее отклонение +0,02 мм, нижнее отклонение 0, наибольший предельный размер 40,02 мм, наименьший предельный размер 40 мм</p>

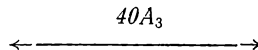
Способы изображени	Как читается
 <p style="text-align: center;">$40^{+0,03}_{-0,01}$</p>	<p>Номинальный размер 40 мм, верхнее отклонение +0,03 мм, нижнее отклонение -0,01 мм, наибольший предельный размер 40,03 мм, наименьший предельный размер 39,99 мм</p>
 <p style="text-align: center;">$40_{-0,05}$</p>	<p>Номинальный размер 40 мм, верхнее отклонение 0, нижнее отклонение -0,05 мм, наибольший предельный размер 40 мм, наименьший предельный размер 39,95 мм</p>
 <p style="text-align: center;">$40^{-0,02}_{-0,05}$</p>	<p>Номинальный размер 40 мм, верхнее отклонение -0,02 мм, нижнее отклонение -0,05 мм, наибольший предельный размер 39,98 мм, наименьший предельный размер 39,95 мм</p>

Способы изображения	Как читается
	<p>Соединение вала и отверстия, номинальный размер 40 мм, система отверстия, 2-й класс точности, посадка глухая</p>
	<p>Соединение вала и отверстия, номинальный размер 40 мм, система вала, 4-й класс точности, посадка скользящая</p>
	<p>Номинальный размер отверстия 40 мм, система отверстия, 3-й класс точности</p>

Способы изображения	Как читается
	<p>Номинальный размер вала 40 мм, система отверстия, посадка плотная, 1-й класс точности</p>
	<p>Номинальный размер отверстия 40 мм, система вала, посадка широкоходовая, 2-й класс точности</p>
	<p>Номинальный размер вала 40 мм, система вала, 5-й класс точности</p>

Чтение чертежей

Разрешается проставлять размеры с допусками либо в разрыве линий, как показано выше, либо над размерной линией:



3. Обозначение резьб и зубчатых зацеплений


Таблица 37

M18×2,5	Резьба метрическая основная, наружный диаметр 18 мм, шаг 2,5 мм
1M24×2	Резьба метрическая 1-я мелкая, наружный диаметр 24 мм, шаг 2 мм
4M30×0,75	Резьба метрическая 4-я мелкая, наружный диаметр 30 мм, шаг 0,75 мм
½"	Резьба дюймовая, наружный диаметр ½"=12,7 мм
ТРАП 44×12	Резьба трапецеидальная, наружный диаметр 44 мм, шаг 12 мм
УП 34×10	Резьба упорная, наружный диаметр 34 мм, шаг 10 мм
1" труб	Резьба трубная цилиндрическая, наружный диаметр 1"=25,4 мм
К ⅝" труб	Резьба трубная коническая диаметром ⅝"
К ⅜"	Резьба дюймовая коническая диаметром ⅜"

4. Изображение кинематических схем

(по ГОСТ 3462—52)



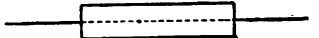
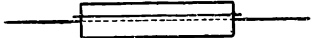
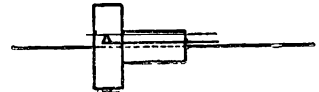
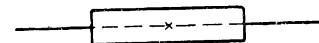
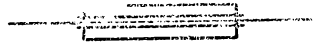
Таблица 38

№ п/п	Наименование	Условные обозначения
1	Вал, ось, стержень и т. п.	


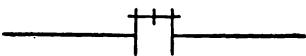

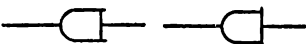
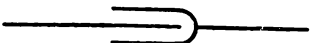
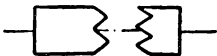
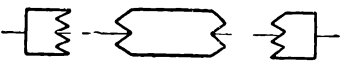
Продолжение табл. 38

№ п/п	Наименование	Условные обозначения
2	Направление движения:	
	а) прямолинейно-поступательное	
	б) возвратно-поступательное	
	в) вращательное	
	г) переключения	
3	Неподвижное закрепление оси	
4	Соединение стержней:	
	а) жесткое	
	б) шарнирное	



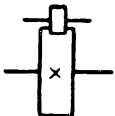


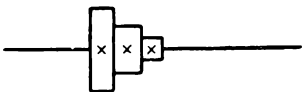
Продолжение табл. 38

№ п/п	Наименован	Условные обозначения
5	Подшипники	
6	Пяты	
7	Соединение детали с валом:	
	а) свободное	
	б) при помощи скользящей шпонки	
	в) при помощи выдвижной шпонки	
	г) глухой шпонкой	
	д) шлицевое	

Продолжение табл. 56

№ п/п	Наименование	Условные обозначения
8	Соединение двух валов:	
	а) глухое	
	б) предохранительной муфтой	
	в) эластичное	
	г) шарниром Гука	
	д) телескопическое	
9	Муфты кулачковые:	
	а) односторонняя	
	б) двусторонняя	


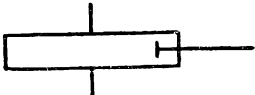


Продолжение табл. 38

№ п/п	Наименование	Условные обозначения
10	Муфты фрикционные	
11	Цилиндр с поршнем	
12	Храповой механизм	
13	Шкивы на валу:	
	а) рабочий	
	б) холостой	
14	Шкив ступенчатый	

Продолжение табл. 3

№ п/п	Наименование	Условные обозначения
15	Ременная передача	
16	Цепная передача	
17	Клиноременная передача	
18	Реечная передача	
19	Конические зубчатые колеса	
20	Червячная передача	

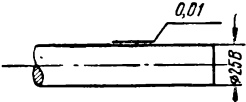
Продолжение табл. 38

№ п/п	Наименование	Условные обозначения
21	Ходовой винт и гайка	
22	Храповая передача	
23	Двигатель	
24	Электродвигатель	

5. Изображение допустимых отклонений формы и расположения поверхностей

(по ГОСТ 3457—46)

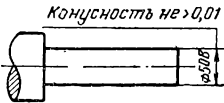
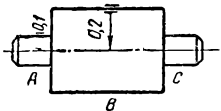
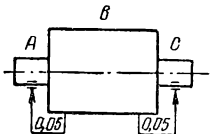
Таблица 39

Отклонение	Условное обозначение чертежа	Значение условных обозначений
Непрямолинейность		Отклонения от прямолинейности образующих не более 0,01 мм на всей длине

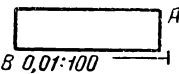
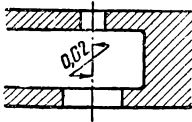
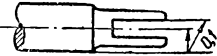
Продолжение табл. 3

Отклонение	Условное обозначение чертежа	Значение условных обозначений
Неплоскостность		Отклонения от плоскостности поверхности <i>A</i> не более 0,02 мм на длине 100 мм
Непараллельность		<p>Отклонения от параллельности плоскости <i>A</i> относительно плоскости <i>B</i> не более 0,02 мм</p> <p>Отклонения от параллельности плоскости <i>A</i> относительно плоскости <i>B</i> не более 0,02 мм на длине 300 мм</p>
Овальность		Овальность не более 0,07 мм
Конусность		Конусность не более 1/100

Продолжение табл. 39

Отклонение	Условное обозначение чертежа	Значение условных обозначений
Конусность		<p>Разность диаметров шейки в крайних сечениях (конусность) не более 0,01 мм, уменьшение диаметра допускается только в направлении к торцу; стрелка указывает, в каком направлении диаметр может уменьшаться</p>
Радиальное биение		<p>Биение при контроле в центрах на участках A и C не более 0,1 мм, на участке B не более 0,2 мм</p>
		<p>Биение поверхностей A и C относительно B не более 0,05 мм</p>

Продолжение табл.

Отклонение	Условное обозначение чертежа	Значение условных обозначений
Торцовое биение		Биение торца не более 0,05-мм
Неперпендикулярность		Отклонения о перпендикулярности поверхности <i>B</i> и <i>A</i> по угольнику не более 0,01 мм на 100 мм
Несоосность		Отклонения о соосности (эксцентриситет) отверстий не более 0,02 мм
Несимметричность		Отклонения о симметричного расположения паза относительно цилиндра не более 0,1 мм

6. Обозначение чистоты поверхностей

∞ — к чистоте поверхности не предъявляется особых требований.

Таблица 40

Классы чистоты

Классы чистоты	Обозначение классов чистоты	Классы чистоты	Обозначение классов чистоты
1	▽1	8	▽▽▽ 8
2	▽2	9	▽▽▽ 9
3	▽3	10	▽▽▽▽ 10
4	▽▽4	11	▽▽▽▽ 11
5	▽▽5	12	▽▽▽▽ 12
6	▽▽6	13	▽▽▽▽ 13
7	▽▽▽7	14	▽▽▽▽ 14

Глава V

ФРЕЗЕРНЫЕ РАБОТЫ

1. Фрезерование плоскостей

Таблица 41

Таблица размеров для фрезерования квадратов

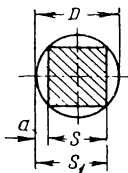


Рис. 12

D	S	S_1	a	D	S	S_1	a
3	2,12	2,56	0,44	17	12,02	14,52	2,50
4	2,83	3,42	0,59	18	12,73	15,37	2,64
5	3,54	4,27	0,73	19	13,43	16,23	2,80
6	4,24	5,12	0,88	20	14,14	17,08	2,94
7	4,95	5,98	1,03	21	14,85	17,93	3,08
8	5,66	6,83	1,17	22	15,55	18,79	3,24
9	6,36	7,69	1,33	23	16,26	19,64	3,38
10	7,07	8,54	1,47	24	16,97	20,50	3,53
11	7,78	9,39	1,61	25	17,68	21,35	3,67
12	8,48	10,25	1,77	26	18,38	22,20	3,82
13	9,19	11,10	1,91	27	19,09	23,06	3,97
14	9,90	11,96	2,06	28	19,80	23,91	4,11
15	10,60	12,81	2,21	30	21,21	25,62	4,41
16	11,31	13,66	2,35	32	22,62	27,33	4,71

Продолжение табл. 41

<i>D</i>	<i>S</i>	<i>S</i> ₁	<i>a</i>	<i>D</i>	<i>S</i>	<i>S</i> ₁	<i>a</i>
33	23,33	28,18	4,85	50	35,35	42,70	7,35
34	24,04	29,04	5,00	55	38,89	46,97	8,08
35	24,75	29,89	5,14	60	42,42	51,24	8,82
36	25,45	30,74	5,29	65	45,96	55,51	9,55
38	26,87	32,45	5,58	70	49,49	59,78	10,29
40	28,28	34,16	5,88	75	53,03	64,05	11,02
42	29,69	35,87	6,18	80	56,55	68,32	11,76
44	31,11	37,58	6,47	85	60,10	72,59	12,49
45	31,82	38,43	6,61	90	63,63	76,86	13,23
46	32,52	39,28	6,76	95	67,17	81,13	13,96
48	33,94	40,99	7,05	100	70,70	85,40	14,70

Таблица 42

**Комплектование наборов установочных колец
на заданное расстояние**

Заданное расстояние между фре- зами в мм	Кольца в мм		Заданное расстояние между фре- зами в мм	Кольца в мм	
	Заданное расстояние между фре- зами в мм	Кольца в мм		Заданное расстояние между фре- зами в мм	Кольца в мм
1,00	1	2,60	1,5+1,1	3,45	1,25+1,2+1
1,10	1,1	2,70	1,5+1,2	3,50	2+1,5
1,20	1,2	2,75	1,75+1	3,55	1,3+1,25+1
1,25	1,25	2,80	1,5+1,3	3,60	2,5+1,1
1,30	1,3	2,85	1,75+1,1	3,70	2,5+1,2
1,40	1,4	2,90	1,5+1,4	3,80	2,5+1,3
1,50	1,5	2,95	1,75+1,2	3,90	2,5+1,4
1,75	1,75	3,0	3,0	4,00	2,5+1,5
2	2,0	3,05	1,75+1,3	4,05	1,75+1+1,3
2,10	1,1+1	3,10	2+1,1	4,10	3+1,1
2,20	1,2+1	3,15	1,75+1,4	4,15	1,75+1+1,4
2,25	1,25+1	3,20	2+1,2	4,20	3+1,2
2,30	1,3+1	3,30	2+1,3	4,25	2,5+1,75
2,40	1,4+1	3,35	1,25+1,1+1	4,30	3+1,3
2,50	2,5	3,40	2+1,4	4,35	3,25+1,1

Продолжение табл. 42

Заданное расстояние между фрезами в мм	Кольца в мм	Заданное расстояние между фрезами в мм	Кольца в мм	Заданное расстояние между фрезами в мм	Кольца в мм
4,40	3+1,4	6,15	1,75+3+1,4	7,80	3+2,5+1,3+1
4,45	3,25+1,2	6,20	5+1,2	7,85	5+1,75+1,1
4,50	3+1,5	6,25	3,25+3	7,90	3+2,5+1,4+1
4,55	3,25+1,3	6,30	5+1,3	7,95	5+1,75+1,2
4,60	2,5+1+1,1	6,35	3,25+2+1,1	8,00	8,0
4,65	3,25+1,4	6,40	5+1,4	8,05	5+1,75+1,3
4,70	2,5+1+1,2	6,45	3,25+2+1,2	8,10	7+1,1
4,75	3+1,75	6,50	5+1,5	8,15	5+1,75+1,4
4,80	2,5+1+1,3	6,55	3,25+2+1,3	8,20	7+1,2
4,85	1,75+1,1+2	6,60	3+2,5+1,1	8,25	7+1,25
4,90	2,5+1+1,4	6,65	3,25+2+1,4	8,30	7+1,3
4,95	1,75+1,2+2	6,70	3+2,5+1,2	8,35	5+1,25+1,1+1
5,00	5,0	6,75	3,25+2+1,5	8,40	7+1,4
5,05	1,75+1,3+2	6,80	3+2,5+1,3	8,45	6+1,2+1,25
5,10	2,5+1,5+1,1	6,85	1,75+1,5+2,5+ +1,5	8,50	6+2,5
5,15	1,75+1,4+2	6,90	2,5+3+1,4	8,55	4+3,25+1,3
5,20	2,5+1,5+1,2	6,95	1,75+1,2+ +2,5+1,5	8,60	5+2,5+1,1
5,25	3,25+2	7,00	5+2	8,65	3,25+3+1,4+1
5,30	2,5+1,5+1,3	7,05	3+1,75+1,3+1	8,70	5+2,5+1,2
5,35	3,25+1+1,1	7,10	6+1,1	8,75	3,25+3+2,5
5,40	2,5+1,5+1,4	7,15	3+1,75+1,4+1	8,80	5+2,5+1,3
5,45	3,25+1,2+1	7,20	6+1,2	8,85	6+1,75+1,1
5,50	3+2,5	7,25	6+1,25	8,90	5+2,5+1,4
5,55	3,25+1,3+1	7,30	6+1,3	8,95	6+1,75+1,2
5,60	2,5+2+1,1	7,35	3,25+3+1,1	9,00	9
5,65	3,25+1,4+1	7,40	6+1,4	9,05	6+1,75+1,3
5,70	2,5+2+1,2	7,45	3+3,25+1,2	9,10	8+1,1
5,75	3,25+2,5	7,50	5+2,5	9,15	6+1,75+1,4
5,80	2,5+2+1,3	7,55	3,25+3+1,3	9,20	8+1,2
5,85	1,75+3+1,1	7,60	3+2,5+1,1+1	9,25	8+1,25
5,90	2,5+2+1,4	7,65	3,25+3+1,4	9,30	8+1,3
5,95	1,75+3+1,2	7,70	3+2,5+1,2+1	9,35	6+1,25+1,1+1
6,00	6,0	7,75	3,25+2,5+2	9,40	8+1,4
6,05	1,75+3+1,3			9,45	5+3,25+1,2
6,10	5+1,1			9,50	7+2,5

Продолжение табл. 42

Заданное расстояние между фрезами в мм	Кольца в мм		Заданное расстояние между фрезами в мм	Кольца в мм		Заданное расстояние между фрезами в мм	Кольца в мм	
9,55	5+3,25+1,3	9,70	6+2,5+1,2	9,85	7+1,75+1,1			
9,60	6+2,5+1,1	9,75	4+3,25+2,5	9,90	6+2,5+1,4			
9,65	5+3,25+1,4	9,80	6+2,5+1,3	9,95	7+1,75+1,2			
				10,00	10,0			

Ширина установочных колец, входящих в набор:
1; 1,1; 1,2; 1,25; 1,3; 1,4; 1,5; 1,75; 2; 2,5; 3; 3,25; 5; 6;
7,5; 8; 10; 20; 30; 40; 50 мм.

Таблица 43

Таблица размеров для фрезерования квадратов для инструментов

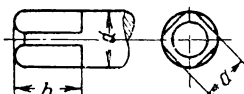


Рис. 13

Номинальный размер квадрата в мм	Диаметр хвоста в мм		Квадрат для хвоста в мм			Номинальный размер квадрата в мм	Диаметр хвоста в мм		Квадрат для хвоста в мм		
	от	до	наиб.	наим.	h		от		наиб.	наим.	h
2,1	2,48	2,83	2,1	2,02	5	5,5	6,54	7,33	5,5	5,42	8
2,4	2,84	3,20	2,4	2,32	5	6,2	7,34	8,27	6,2	6,10	9
2,7	3,21	3,60	2,7	2,62	6	7	8,28	9,46	7,0	6,90	10
3,0	3,61	4,01	3,0	2,92	6	8	9,47	10,67	8,0	7,90	11
3,4	4,02	4,53	3,4	3,92	6	9	10,68	12,00	9,0	8,90	12
3,8	4,54	5,08	3,8	3,72	7	10	12,01	13,33	10,0	9,90	13
4,3	5,09	5,79	4,3	4,22	7	11	13,34	14,67	11,0	10,88	14
4,9	5,80	6,53	4,9	4,82	8	12	14,68	16,00	12,0	11,88	15

Продолжение табл. 43

Номинальный размер квад- рата в мм	Диаметр хвоста в мм		Квадрат для хвоста в мм			Номинальный размер квад- рата в мм	Диаметр хвоста в мм		Квадрат для хвоста в мм		
	от	до	наиб.	наим.	h		от	до	наиб.	наим.	h
13	16,01	17,33	13,0	12,88	16	26	32,00	34,67	26,0	25,85	29
14,5	17,34	19,33	14,5	14,88	17	29	34,67	38,67	29,0	28,85	32
16	19,34	21,33	16,0	15,88	19	32	38,67	42,67	32,0	31,80	35
18	21,34	24,00	18,0	17,88	21	35	42,67	46,67	35,0	34,80	38
20	24,01	26,67	20,0	19,85	23	39	46,67	52,06	39,0	38,80	42
22	26,68	29,33	22,0	21,85	25	44	52,06	58,67	44,0	43,80	47
24	29,33	32,00	24,0	23,85	27	49	58,67	65,33	49,0	48,80	52

Таблица 44

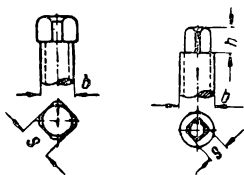
Таблица размеров для фрезерования квадратов
головок установочных винтов без поясков

Рис. 14

Диаметр резьбы d		По ГОСТ В-1482-42, В-1484-42 и В-1485-42	По ГОСТ В-1487-42	
мм	дюймы	размеры „под ключ“ S	размеры „под ключ“ S	высота головки h
6	$\frac{1}{4}$	6-0,16	—	—
8	$\frac{5}{16}$	8-0,20	—	—
10	$\frac{3}{8}$	10-0,20	5-0,16	6
12	$\frac{1}{2}$	12-0,24	7-0,20	8
16	$\frac{5}{8}$	17-0,24	9-0,20	10
20	$\frac{3}{4}$	22-0,28	11-0,24	14

Таблица 45

Таблица размеров для фрезерования квадратов головок установочных винтов с пояском

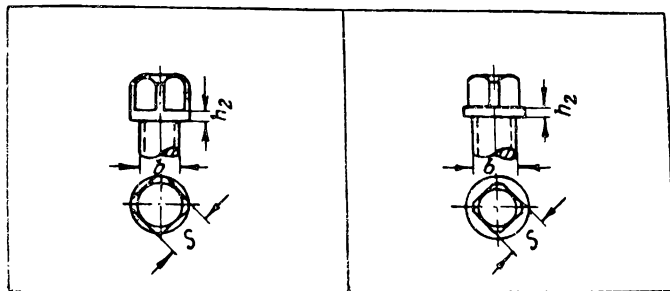


Рис. 15

Диаметр резьбы d	По ГОСТ В-1486-42		По ГОСТ В-1488-42	
	размеры „под ключ“ S	высота пояска h_2	размеры „под ключ“ S	высота h_2
5	—	—	5-0,16	2
6	—	—	6-0,16	2
8	8-0,20	2	8-0,20	2
10	10-0,20	3	10-0,20	3
12	12-0,24	3	12-0,24	3
14	—	—	14-0,24	4
16	17-0,24	4	17-0,24	4
18	—	—	19-0,28	5
20	22-0,28	5	22-0,28	5
22	—	—	22-0,28	5
24	—	—	24-0,28	6

Таблица 46

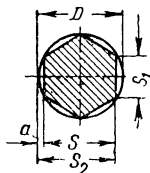
Таблица размеров для фрезерования шестигранников
(S_1 — ширина грани)

Рис. 16

D	S	S_2	a	D	S	S_2	a
3	2,60	2,80	0,20	28	24,25	26,12	1,87
4	3,46	3,73	0,27	30	25,98	27,99	2,01
5	4,33	4,67	0,34	32	27,71	29,86	2,15
6	5,20	5,60	0,40	33	28,58	30,79	2,21
7	6,06	6,53	0,47	34	29,44	31,72	2,28
8	6,93	7,46	0,53	35	30,31	32,66	2,35
9	7,79	8,40	0,61	36	31,18	33,59	2,41
10	8,66	9,33	0,67	38	32,91	35,45	2,54
11	9,53	10,26	0,73	40	34,64	37,32	2,68
12	10,39	11,20	0,81	42	36,37	39,19	2,82
13	11,26	12,13	0,87	44	38,10	41,05	2,95
14	12,12	13,06	0,94	45	38,97	41,99	3,02
15	12,99	14,00	1,01	46	39,84	42,92	3,08
16	13,86	14,93	1,07	48	41,57	44,78	3,21
17	14,72	15,86	1,14	50	43,30	46,65	3,35
18	15,59	16,79	1,20	55	47,63	51,32	3,69
19	16,45	17,73	1,28	60	51,96	55,98	4,02
20	17,32	18,66	1,34	65	56,29	60,65	4,36
21	18,19	19,59	1,40	70	60,62	65,31	4,69
22	19,05	20,53	1,48	75	64,95	69,98	5,03
23	19,92	21,46	1,54	80	69,28	74,64	5,36
24	20,78	22,39	1,61	85	73,61	79,31	5,70
25	21,65	23,33	1,68	90	77,94	83,97	6,03
26	22,52	24,26	1,74	95	82,27	88,64	6,37
27	23,38	25,19	1,81	110	86,60	93,30	6,70

Таблица 47

Таблица размеров для фрезерования «под ключ» шестигранных головок чистых болтов, нормальных, уменьшенных и корончатых гаек

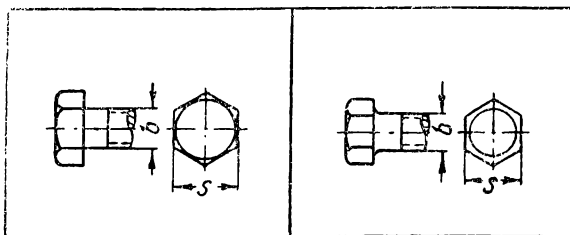


Рис. 17

Диаметр резьбы		Болт и гайка нормальная и корончатая	Болт и гайка уменьшенная
	дюймы	ОСТ НКТП 3522, ГОСТ 5926-51	ОСТ НКТП 3523, ГОСТ 2524-51 до 2527-51
5	—	9-0,20	8-0,20
6	$\frac{1}{4}$	11-0,24	10-0,20
8	$\frac{5}{16}$	14-0,24	12-0,24
10	$\frac{3}{8}$	17-0,24	14-0,24
12	$\frac{1}{2}$	22-0,28	17-0,28
14	—	22-0,28	19-0,28
16	$\frac{5}{8}$	27-0,28	22-0,28
18	—	32-0,34	27-0,28
20	$\frac{3}{4}$	32-0,34	27-0,28
22	$\frac{7}{8}$	36-0,34	32-0,34
24	—	36-0,34	32-0,34
27	1	41-0,34	36-0,34
30	$1\frac{1}{8}$	46-0,34	41-0,34
—	$1\frac{1}{4}$	50-0,34	46-0,34
36	—	55-0,40	50-0,34
—	$1\frac{1}{2}$	60-0,40	50-0,34
42	—	65-0,40	55-0,40
—	$1\frac{3}{4}$	70-0,40	60-0,40
48	—	75-0,40	65-0,40
—	2	80-0,40	70-0,40

Таблица 48

Таблица размеров для фрезерования лапок у конусов для инструментов

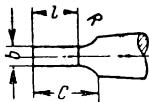


Рис. 18

Наименование конуса		b	c	l	R
Морзе	0	3,9	10,4	6,4	4
"	1	5,2	14,5	9,5	5
"	2	6,3	17,1	11,1	6
"	3	7,9	21,3	14,3	7
"	4	11,9	24,9	15,9	9
"	5	15,9	30,0	19,0	11
"	6	19,0	45,6	28,6	17
Метрич.	80	26,0	47,0	24,0	23
"	100	32,0	58,0	28,0	30
"	120	38,0	68,0	32,0	36
"	140	44,0	78,0	36,0	42

2. Фрезерование пазов и канавок

Таблица 49

Таблица размеров для фрезерования канавок для шпонок клиновых врезных

Диаметры валов D в мм	Ширина канавки b в мм		Глубина канавки t в мм
	наиб.	наим.	
10—14	4,16	4	$D-2,5$
14—18	5,16	5	$D-3$
18—24	6,16	6	$D-3,5$
24—30	8,20	8	$D-4,0$
30—36	10,24	10	$D-4,5$

Продолжение табл. 49

Диаметр валов D в мм	Ширина канавки b в мм		Глубина канавки t в мм
	наиб.	наим.	
36—42	12,24	12	$D-4,5$
42—48	14,24	14	$D-5$
48—55	16,24	16	$D-5$
55—65	18,34	18	$D-5$
65—78	20,28	20	$D-6$
78—90	24,28	24	$D-7$
90—105	28,28	28	$D-8$
105—120	32,34	32	$D-9$
120—140	36,34	36	$D-10$
140—170	40,34	40	$D-11$
170—200	45,34	45	$D-13$

Таблица 50

Таблица размеров для фрезерования канавок для призматических шпонок

Диаметры ва. D в мм	Ширина канавки b в мм						Глубина канавки t в мм
	нормальная пригонка				грубая пригонка		
	напряженная		скользящая		наиб.	наим.	
	наиб.	наим.	наиб.	наим.			
7—10	3,025	3	3,065	3,025	3,08	3	$D-2$
10—14	4,025	4	4,065	4,025	4,08	4	$D-2,5$
14—18	5,025	5	5,065	5,025	5,08	5	$D-3$
18—24	6,03	6	6,085	6,035	6,1	6	$D-3,5$
24—30	8,03	8	8,085	8,035	8,1	8	$D-4$
30—36	10,035	10	10,105	10,045	10,12	10	$D-4,5$
36—42	12,035	12	12,105	12,045	12,12	12	$D-4,5$
42—48	14,035	14	14,105	14,045	14,12	14	$D-5$
48—55	16,035	16	16,105	16,045	16,12	16	$D-5$
55—65	18,045	18	18,13	18,06	18,14	18	$D-5,5$
65—78	20,045	20	20,13	20,06	20,14	20	$D-6$

Продолжение табл. 5

Диаметры D в мм	Ширина канавки b в мм						Глубина канавки t в мм
	нормальная пригонка				грубая пригонка		
	напряженная		скользящая		наиб.	наим.	
	наиб.	наим.	наиб.				
78—90	24,045	24	24,13	24,06	24,14	24	D —
90—105	28,045	28	28,13	28,06	28,14	28	D —
105—120	32,05	32	32,16	32,075	32,17	32	D —
120—140	36,05	36	36,16	36,075	36,17	36	D —1
140—170	40,05	40	40,16	40,075	40,17	40	D —1
170—200	45,05	45	45,16	45,075	50,17	50	D —1

Таблица размеров для фрезерования Т-образных пазов (по ГОСТ 1754—42)

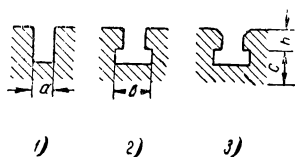


Рис. 19

Фрезеровать в следующей последовательности:

- 1) дисковой или концевой фрезой пройти канавку прямоугольного профиля (шириной a и глубиной $c+h$);
- 2) специальной фрезой обработать нижнюю часть паза;
- 3) дисковой или двухугловой фрезой снять фаски.

Таблица 51

Номин.	<i>b</i>		<i>c</i>		<i>h</i>		
	номиналь- ный раз- мер	допускаи- мые от- клонения	номиналь- ный раз- мер	допускаи- мые от- клонения	наим.	наиб.	
10	16	1,5	7	0,5	6	13	1,0
12	20	1,5	9	0,5	8	15	1,0
14	24	1,5	11	0,5	10	18	1,0
18	30	2,0	14	1,0	13	23	1,5
22	36	2,0	16	1,0	16	28	1,5
28	46	3,0	20	2,0	21	36	2,0
36	60	3,0	25	2,0	27	46	2,0

Таблица 52

Размеры шлицев у головок винтов и гаек

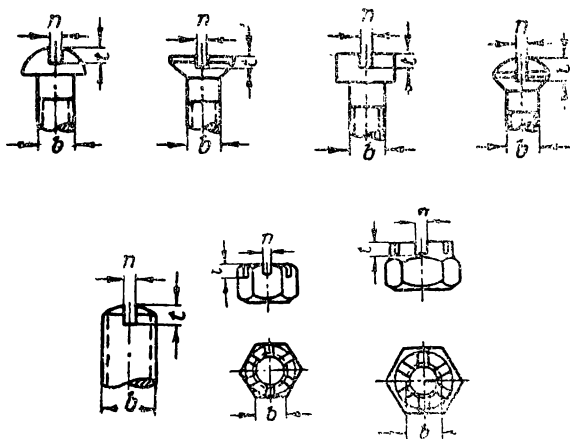


Рис. 20

Диаметр резьбы	Полукруглый, ГОСТ В-1472-42		Потайной, ГОСТ В-1473-42		Цилиндрический, ГОСТ В-1474-42		Потайной полукруглый, ГОСТ В-1475-42		Установочный, ГОСТ В-1476-42 до В-1480-42		Корончатые гайки, ГОСТ 5926-51		
	мм	дюймы	ширина n	глубина t	ширина n	глубина t	ширина n	глубина t	ширина n	глубина t	ширина n	глубина t	
1	—	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	—	—	—	—
2	—	0,5	0,9	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,8	—	—	—	—
3	—	0,6	1,3	0,6	0,8	0,6	1,2	0,6	1,1	—	—	—	—
4	—	0,8	1,8	0,8	1,0	0,8	1,5	0,8	1,5	—	—	—	—
5	—	1,2	2,0	1,2	1,3	1,2	1,7	1,2	1,8	0,8	1,8	1,2	2,5
6	1/4	1,2	2,5	1,2	1,5	1,2	2,0	1,2	2,2	0,8	2,0	2,0	3,0
8	5/16	1,5	3,0	1,5	2,0	1,5	2,5	1,5	3,0	1,2	2,5	2,5	3,5
10	3/8	2,0	3,8	2,0	2,5	2,0	3,0	2,0	3,5	1,5	3,0	3,0	4,0
12	1/2	3,0	4,2	3,0	3,0	3,0	3,5	3,0	4,2	2,0	3,5	3,5	5,0
14	—	—	—	3,0	3,0	3,0	3,5	3,0	5,0	—	—	3,5	5,0
16	5/8	—	—	3,0	3,5	3,0	4,0	3,0	5,5	2,0	4,5	4,5	6,0
18	—	—	—	4,0	4,0	4,0	4,5	4,0	6,0	—	—	4,5	6,0
20	3/4	—	—	4,0	4,5	4,0	4,5	4,0	6,5	3,0	6,0	4,5	6,0
22	—	—	—	4,0	6,0	—	—	—	—	—	—	6,0	7,0
24	—	—	—	4,0	6,5	—	—	—	—	—	—	6,0	7,0
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,0	8,0
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,0	9,0

3. Фрезерование зубчатых колес

Таблица 53

Нормальные модули зубчатых колес

0,3	0,8	2,0	4,0	6,5	11	16	26	39
0,4	1,0	2,25	4,5	7,0	12	18	28	42
0,5	1,25	2,5	5,0	8,0	13	20	30	45
0,6	1,5	3,0	5,5	9,0	14	22	33	50
0,7	1,75	3,5	6,0	10,0	15	24	36	—

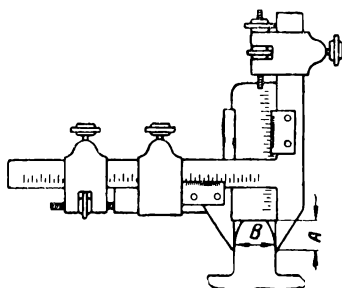


Рис. 21

Таблица значений коэффициентов a и b при измерении зуба штангензубомером

Показатель штангензубомера при измерении:
 высоты головки зуба:
 $A = a \cdot m$;
 толщины головки зуба:
 $B = b \cdot m$.

Таблица 54

Число зубьев	a	b	Число зубьев	a	b
10	1,0615	1,5643	30	1,0206	1,5700
11	1,0559	1,5654	32	1,0192	1,5701
12	1,0513	1,5663	34	1,0182	1,5702
13	1,0473	1,5769	35	1,0176	1,5702
14	1,0441	1,5674	36	1,0171	1,5703
15	1,0411	1,5679	38	1,0162	1,5703
16	1,0385	1,5682	40	1,0154	1,5704
17	1,0363	1,5685	42	1,0146	1,5704
18	1,0342	1,5688	44	1,0141	1,5704
19	1,0324	1,5690	45	1,0137	1,5704
20	1,0308	1,5692	46	1,0134	1,5705
21	1,0293	1,5693	48	1,0128	1,5706
22	1,0281	1,5694	50	1,0123	1,5707
23	1,0268	1,5695	55	1,0112	1,5707
24	1,0257	1,5696	60	1,0103	1,5708
25	1,0246	1,5697	70	1,0088	1,5708
26	1,0237	1,5697	80	1,0077	1,5708
27	1,0228	1,5698	127	1,0063	1,5708
28	1,0221	1,5699	135	1,0046	1,5708
29	1,0212	1,5700	Рейка	1,0000	1,5708

Установить штангензубомер для проверки зуба колеса с модулем $m=4$ и с числом зубьев $z=30$.

$$A = a \cdot m = 4 \cdot 1,026 = 4,1 \text{ мм};$$

$$B = b \cdot m = 4 \cdot 1,57 = 6,28 \text{ мм}.$$

Таблица 5

**Глубина фрезерования зубчатых колес при
20-градусном эвольвентном зацеплении**

Модуль	№ фрез							
	1	2		4	5	6	7	8
	Глубина фрезерования							
0,50	1,12	1,12	1,11	1,11	1,11	1,10	1,10	1,11
0,60	1,34	1,34	1,33	1,33	1,33	1,32	1,32	1,33
0,70	1,56	1,56	1,55	1,55	1,55	1,55	1,54	1,55
0,80	1,79	1,78	1,78	1,77	1,77	1,77	1,76	1,77
1,00	2,23	2,23	2,22	2,22	2,21	2,21	2,20	2,21
1,25	2,79	2,78	2,76	2,77	2,77	2,76	2,75	2,76
1,50	3,35	3,34	3,33	3,33	3,32	3,31	3,30	3,31
1,75	3,91	3,90	3,89	3,89	3,87	3,86	3,86	3,87
2,00	4,46	4,45	4,44	4,43	4,42	4,41	4,41	4,42
2,25	5,02	5,01	5,00	4,99	4,98	4,97	4,96	4,97
2,60	5,68	5,57	5,55	5,54	5,53	5,52	5,51	5,52
3,00	6,70	6,68	6,66	6,65	6,64	6,62	6,61	6,62
3,50	7,81	7,80	7,78	7,76	7,74	7,73	7,71	7,72
4,00	8,93	8,91	8,89	8,87	8,85	8,83	8,81	8,82
4,50	10,05	10,02	10,00	9,98	9,95	9,93	9,91	9,92
5,00	11,16	11,14	11,11	11,08	11,08	11,04	11,02	11,03
5,50	12,28	12,25	12,22	12,19	12,17	12,14	12,12	12,13
6,00	13,39	13,36	13,33	13,30	13,27	13,24	13,22	13,23
6,50	14,51	14,46	14,44	14,41	14,38	14,35	14,32	14,33
7,00	15,63	15,59	15,55	15,52	15,49	15,45	15,42	15,43
8,00	17,85	17,82	17,78	17,73	17,70	17,66	17,63	17,64

Таблица 56

ТАБЛИЦА УГЛОВ ПОВОРОТА ШПИНДЕЛЯ ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ

Фрезерование зубьев на торце у обыкновенных фрез

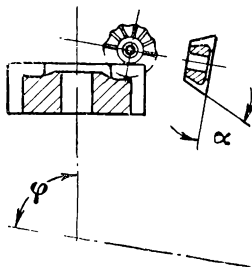


Рис. 22

Число зубьев	Угол рабочей фрезы α							
	85°	80°	75°	70°	65°	60°	55°	50°
	Угол поворота φ							
6	81°17'	72°13'	62°21'	50°55'	36°08'			
8	84°59'	79°51'	74°27'	68°39'	62°12'	54°44'	44°27'	32°57'
10	86°21'	82°38'	78°46'	74°40'	70°12'	65°12'	59°25'	52°26'
12	87°06'	84°09'	81°06'	77°52'	74°23'	70°32'	66°09'	61°02'
14	87°35'	85°08'	82°35'	79°54'	77°01'	73°51'	70°17'	66°10'
15	87°46'	85°30'	83°09'	80°40'	78°01'	75°06'	71°50'	68°04'
16	87°55'	85°49'	83°38'	81°20'	78°52'	76°10'	73°08'	69°40'
18	88°11'	86°17'	84°24'	82°23'	80°14'	77°52'	75°14'	72°13'
20	88°22'	86°43'	85°00'	83°13'	81°18'	79°11'	76°51'	74°11'
22	88°32'	87°02'	85°29'	83°52'	82°08'	80°14'	78°08'	75°44'
24	88°39'	87°18'	85°53'	84°24'	82°49'	81°06'	79°11'	77°00'

Таблица 57

**Фрезерование зубьев на торце у фрез с большим
числом зубьев**

Число зубьев	Угол рабочей фрезы α				
	80°	70°	60°	50°	45°
	Угол поворота φ				
25	87°24'	84°38'	81°28'	77°33'	75°07'
26	87°30'	84°51'	81°49'	78°04'	75°44'
28	87°42'	85°14'	82°26'	78°58'	76°49'
30	87°51'	85°34'	82°57'	79°43'	77°44'
32	87°59'	85°51'	83°24'	80°23'	78°32'
34	88°07'	86°06'	83°48'	80°59'	79°14'
36	88°13'	86°19'	84°09'	81°29'	79°51'
38	88°19'	86°31'	84°29'	81°58'	80°24'
40	88°24'	86°42'	84°45'	82°22'	80°53'
42	88°29'	86°51'	85°50'	82°44'	81°20'
44	88°33'	87°00'	85°14'	83°04'	81°44'
46	88°37'	87°08'	85°27'	83°23'	82°07'
48	88°40'	87°16'	87°16'	83°39'	82°26'
50	88°43'	87°22'	85°49'	83°55'	82°45'
52	88°46'	87°28'	85°59'	84°09'	83°03'
54	88°49'	87°34'	86°08'	84°22'	83°17'
56	88°52'	87°39'	86°16'	84°34'	83°31'
58	88°54'	87°44'	86°24'	84°46'	83°46'
60	88°56'	87°49'	86°31'	84°57'	83°58'

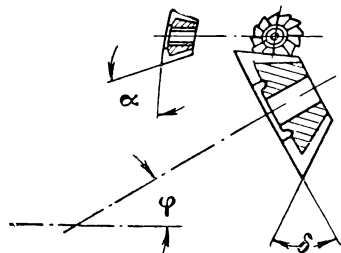


Рис. 23

Таблица 58

Фрезерование зубьев на конической поверхности
угловых фрез

Угол обрабатываемой фрезы 5°

Число зубьев	Угол рабочей фрезы α								
	90°	85°	80°	75°	70°	65°	60°	55°	50°
	Угол поворота φ								
6	84°04'	71°29'	62°34'	53°52'	41°41'	27°22'	—	—	—
8	83°57'	77°58'	62°52'	67°52'	61°47'	55°23'	48°00'	38°56'	25°40'
10	83°50'	80°13'	76°31'	72°41'	68°35'	64°09'	59°11'	53°27'	46°04'
12	84°14'	81°21'	78°25'	75°23'	72°10'	68°42'	64°52'	60°31'	55°05'
14	84°27'	82°03'	79°36'	77°04'	74°24'	71°32'	68°23'	64°50'	60°28'
15	84°32'	82°19'	80°03'	77°43'	75°15'	72°30'	69°42'	66°27'	62°28'
16	84°35'	82°31'	80°25'	78°14'	75°57'	73°30'	70°49'	67°48'	64°07'
18	84°41'	82°52'	81°01'	79°07'	77°06'	74°57'	72°36'	69°59'	66°47'
20	84°45'	83°08'	81°29'	79°47'	77°59'	76°04'	73°59'	71°39'	68°50'
22	84°47'	83°19'	81°50'	80°17'	78°40'	76°57'	75°04'	72°58'	70°26'
24	84°49'	83°29'	82°07'	80°43'	79°15'	79°15'	77°40'	75°57'	71°44'

Число зубьев	Угол рабочей фрезы α								
	90°	85°	80°	75°	70°	65°	60°	55°	50°
Угол поворота φ									

Угол обрабатываемой фрезы 10°

6	70°34'	62°11'	53°50'	44°37'	34°05'	20°57'	—	—	—
8	76°00'	71°08'	66°09'	60°56'	55°19'	49°06'	41°56'	33°12'	20°39'
10	77°42'	74°31'	70°31'	66°44'	62°44'	57°22'	53°30'	47°54'	40°42'
12	78°30'	75°40'	72°46'	69°47'	66°37'	63°12'	59°26'	55°10'	49°50'
14	78°56'	76°34'	74°09'	71°39'	69°02'	66°12'	63°06'	59°36'	55°19'
15	79°05'	76°54'	74°40'	72°21'	69°56'	67°19'	64°28'	61°15'	57°20'
16	79°12'	77°10'	75°05'	72°57'	70°41'	68°16'	65°37'	62°39'	59°01'
18	79°22'	77°34'	75°45'	73°52'	71°53'	69°46'	67°27'	64°58'	61°43'
20	79°30'	77°54'	76°16'	74°35'	72°44'	70°56'	68°52'	66°34'	63°47'
22	79°35'	78°08'	76°40'	75°09'	73°33'	71°51'	69°59'	67°55'	65°25'
24	79°39'	78°20'	76°59'	75°30'	74°09'	72°35'	70°54'	69°01'	66°44'

Угол обрабатываемой фрезы 20°

6	53°57'	46°55'	39°39'	31°55'	23°18'	13°11'	—	—	—
8	62°46'	58°18'	53°45'	48°59'	43°53'	38°16'	31°53'	24°16'	14°31'
10	65°47'	62°28'	59°04'	55°33'	51°50'	47°47'	43°18'	38°09'	32°01'
12	67°12'	64°32'	61°49'	59°00'	56°02'	52°50'	49°18'	45°19'	40°40'
14	68°00'	65°46'	63°29'	61°08'	58°39'	55°59'	53°04'	49°47'	46°09'
15	68°17'	66°13'	64°06'	61°55'	59°38'	57°10'	54°28'	51°27'	47°58'

16	68°30'	66°34'	64°36'	62°34'	60°26'	58°09'	55°39'	52°51'	49°38'
18	68°50'	67°08'	65°24'	63°37'	61°44'	59°44'	57°32'	55°05'	52°17'
20	69°03'	67°32'	65°59'	64°23'	62°43'	60°55'	58°58'	56°47'	54°18'
22	69°14'	67°51'	66°28'	64°59'	63°30'	61°52'	60°07'	58°09'	55°55'
24	69°21'	68°05'	66°49'	65°30'	64°07'	62°38'	61°02'	59°14'	57°12'

Угол обрабатываемой фрезы 30°

6	40°54'	35°12'	29°22'	23°13'	16°32'	8°59'	—	—	—
8	50°46'	46°53'	42°55'	38°47'	34°24'	29°36'	24°12'	17°55'	10°14'
10	54°29'	51°31'	48°30'	45°22'	42°03'	38°29'	34°31'	30°01'	24°44'
12	56°18'	53°53'	51°26'	51°26°	48°54'	43°21'	40°12'	36°38'	32°32'
14	57°21'	55°19'	53°15'	51°07'	48°52'	46°27'	43°49'	40°51'	37°27'
15	57°42'	55°49'	53°54'	51°55'	49°50'	47°35'	45°09'	42°25'	39°17'
16	58°00'	56°14'	54°27'	52°36'	50°39'	48°34'	46°19'	43°47'	40°52'
18	58°26'	56°53'	55°18'	53°40'	51°57'	50°07'	48°07'	45°53'	43°20'
20	58°44'	57°21'	55°55'	54°28'	52°56'	51°18'	49°30'	47°31'	45°15'
22	58°57'	57°42'	56°24'	55°05'	53°42'	52°13'	50°36'	48°44'	46°46'
24	59°08'	57°59'	56°48'	55°36'	54°20'	52°59'	51°30'	49°52'	48°00'

Угол обрабатываемой фрезы 40°

6	30°48'	26°21'	21°48'	17°03'	11°58'	6°22'	—	—	—
8	40°07'	36°53'	33°36'	30°10'	26°33'	22°38'	18°16'	13°20'	7°23'
10	43°57'	41°26'	38°51'	36°11'	33°32'	30°21'	27°03'	23°16'	18°55'
12	45°54'	43°50'	41°43'	39°32'	37°14'	34°45'	32°03'	29°02'	25°33'
14	47°03'	45°17'	43°29'	41°38'	39°41'	37°36'	35°19'	32°46'	29°51'
15	47°26'	45°47'	44°07'	42°24'	40°35'	38°39'	36°32'	34°10'	31°28'
16	47°45'	46°13'	44°39'	43°03'	41°21'	39°32'	37°33'	35°21'	32°50'
18	48°14'	46°52'	45°29'	44°04'	42°34'	40°58'	39°13'	37°17'	35°05'

Число зубьев	Угол рабочей фрезы α								
	90°	85°	80°	75°	70°	65°	60°	55°	50°
	Угол поворота φ								
20	48°35'	47°22'	46°07'	44°50'	43°30'	42°04'	40°30'	38°46'	36°47'
22	48°50'	47°43'	46°36'	45°26'	44°13'	42°55'	41°30'	39°56'	38°08'
24	49°01'	48°00'	46°58'	45°55'	44°48'	43°36'	42°19'	40°52'	39°15'

Угол обрабатываемой фрезы 50°

6	22°45'	19°23'	15°58'	12°34'	8°38'	4°32'	—	—	—
8	30°41'	28°08'	25°31'	22°50'	19°59'	16°55'	13°33'	9°45'	5°20'
10	34°10'	32°07'	30°02'	25°54'	25°39'	23°12'	20°32'	17°34'	14°09'
12	36°00'	34°18'	32°34'	30°47'	28°53'	26°54'	24°42'	22°15'	19°27'
14	37°05'	35°38'	34°09'	32°47'	31°01'	29°18'	28°26'	25°21'	22°58'
15	37°28'	36°07'	34°44'	33°18'	31°49'	30°49'	27°28'	26°32'	24°20'
16	37°47'	36°31'	35°13'	33°53'	32°29'	31°00'	29°22'	27°33'	25°30'
18	38°15'	35°07'	35°58'	34°47'	33°33'	32°13'	30°46'	29°10'	27°21'
20	38°35'	37°34'	36°32'	35°28'	34°21'	33°09'	31°52'	30°25'	28°47'
22	38°50'	37°55'	36°58'	36°00'	34°59'	33°55'	32°44'	31°26'	29°57'
24	39°01'	38°10'	37°19'	36°25'	35°30'	34°30'	33°25'	32°14'	30°52'

Угол обрабатываемой фрезы 60°

6	16°06'	13°41'	11°12'	8°42'	6°02'	3°09'	—	—	—
8	22°13'	20°19'	18°24'	16°24'	14°19'	12°04'	9°27'	6°53'	3°44'
10	25°02'	23°30'	21°56'	20°19'	18°37'	16°48'	14°49'	12°36'	10°05'
12	26°34'	25°16'	23°57'	22°36'	21°10'	19°39'	17°59'	16°09'	14°13'
14	27°29'	26°22'	25°14'	24°04'	25°51'	21°32'	20°06'	18°32'	16°44'
15	27°49'	26°46'	25°43'	24°37'	23°29'	22°15'	20°55'	19°27'	17°47'
16	28°05'	27°06'	26°07'	26°07'	25°05'	22°52'	21°37'	20°14'	18°40'
18	28°29'	27°37'	26°44'	25°49'	24°52'	23°50'	22°44'	21°30'	20°06'
20	28°46'	27°59'	27°11'	26°22'	25°30'	24°35'	23°35'	22°29'	21°14'
22	29°00'	28°17'	27°34'	26°49'	26°02'	25°12'	24°17'	23°17'	22°08'
24	29°09'	28°30'	27°50'	27°09'	26°26'	25°40'	24°50'	23°55'	22°52'

Угол обрабатываемой фрезы 70°

6	10°18'	8°44'	7°09'	5°32'	3°48'	—	—	—	—
8	14°26'	13°11'	11°55'	10°36'	9°14'	7°45'	6°09'	4°23'	2°21'
10	16°25'	15°23'	14°21'	13°15'	12°08'	10°55'	9°37'	8°09'	6°30'
12	17°30'	16°38'	15°45'	14°50'	13°53'	12°51'	11°45'	10°31'	9°08'
14	18°09'	17°24'	16°38'	15°51'	15°01'	14°08'	13°11'	12°07'	10°55'
15	18°23'	17°41'	16°58'	16°14'	15°28'	14°38'	13°44'	12°44'	11°37'
16	18°35'	17°55'	17°15'	16°33'	15°50'	15°03'	14°13'	13°17'	12°13'
18	18°53'	18°17'	17°42'	17°05'	16°26'	15°44'	14°59'	14°10'	13°13'
20	19°06'	18°35'	18°01'	17°28'	16°53'	16°16'	15°35'	14°51'	13°59'
22	19°15'	18°46'	18°16'	17°46'	17°15'	16°40'	16°03'	15°22'	14°35'
24	19°22'	18°55'	18°29'	18°00'	17°33'	16°59'	16°25'	15°48'	15°05'

Число зубьев	Угол рабочей фрезы α								
	90°	85°	80°	75°	70°	65°	60°	55°	50°
	Угол поворота φ								
Угол обрабатываемой фрезы 80°									
6	5°02'	4°16'	3°30'	2°42'	1°52'	0°58'	—	—	—
8	7°06'	6°29'	5°51'	5°12'	4°31'	3°48'	3°02'	2°08'	1°08'
10	8°07'	7°36'	7°05'	6°33'	5°59'	5°44'	4°44'	4°00'	3°11'
12	8°41'	8°15'	7°48'	7°21'	6°52'	6°22'	5°48'	5°11'	4°29'
14	9°02'	8°40'	8°16'	7°52'	7°28'	7°01'	6°32'	6°00'	5°24'
15	9°09'	8°48'	8°26'	8°04'	7°40'	7°16'	6°48'	6°19'	5°45'
16	9°15'	8°55'	8°35'	8°14'	7°51'	7°28'	7°03'	6°33'	6°03'
18	9°24'	9°06'	8°48'	8°29'	8°10'	7°49'	7°26'	7°01'	6°33'
20	9°31'	9°15'	8°58'	8°42'	8°24'	8°05'	7°44'	7°21'	6°56'
22	9°36'	9°22'	9°06'	8°51'	8°35'	8°18'	7°59'	7°38'	7°15'
24	9°40'	9°26'	9°13'	8°59'	8°43'	8°28'	8°11'	7°51'	7°30'

Для размеров менее 1 мм рекомендуются следующие ряды:

основной: 0,1—0,11—0,14—0,16—0,18—0,20—0,22—
0,25—0,28—0,30—0,35—0,4—0,45—0,50—0,55—0,60—0,70—
0,80—0,90;

дополнительный: 0,13—0,15—0,17—0,19—0,21—
0,24—0,26—0,32—0,38—0,42—0,48—0,52—0,58—0,65—0,75—
0,85—0,95.

2. Допуски, отклонения

(по ГОСТ 7713—55)

Системой допусков называется закономерная построенная совокупность допусков и посадок, обеспечивающая взаимозаменяемость деталей.

Система допусков подразделяется:

по основанию системы — на систему отверстия и систему вала;

по величине допусков — на классы точности

по величине зазоров и натягов — на ряд посадок.

Система допусков является Государственным общесоюзным стандартом (ГОСТ).

Взаимозаменяемость деталей — свойство деталей входить в предназначенное им сопряжение без предварительного подбора или дополнительной подгонки.

Сопрягаемыми деталями называют две детали, подвижно или неподвижно соединяемые друг с другом.

Сопрягаемые размеры — размеры, по которым происходит соединение деталей.

Свободные размеры — размеры, не влияющие на характер соединения деталей.

Сопрягаемые детали делятся на охватывающие (отверстия *A*) и охватываемые (валы *B*) (рис. 24).

Номинальный размер (*S*) — основной расчетный размер.

Под действительным размером понимается значение размера, полученное измерением с наивысшей практически достижимой точностью.

Предельными размерами называются размеры, между которыми может колебаться действительный размер.

Наибольшим предельным размером (6) называется наибольший допустимый размер.

Наименьшим предельным размером (4) называется наименьший допустимый размер.

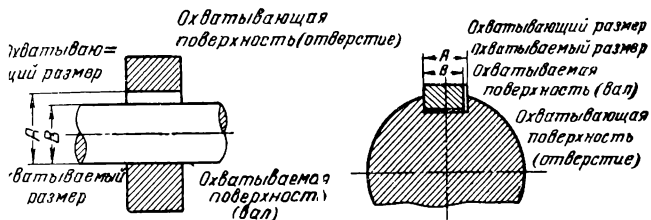


Рис. 24

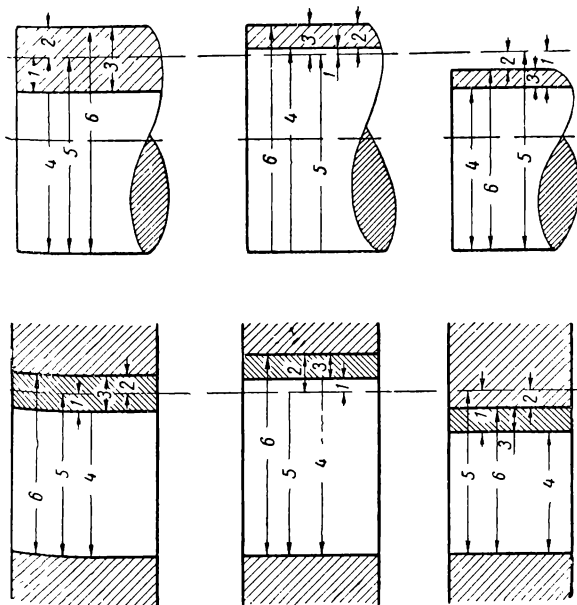


Рис. 25

Допуском (3) называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Верхним отклонением (2) называется разность между наибольшим предельным размером и номинальным.

Нижним отклонением (1) называется разность между наименьшим предельным размером и номинальным.

Действительным отклонением называется разность между действительным размером и номинальным.

Отклонения бывают положительные (+) и отрицательные (—) (рис. 25).

3. Зазор, натяг, посадка

Посадкой называется соединение деталей с разной плотностью прилегания их друг к другу.

Зазором называется положительная разность между диаметрами отверстия и вала¹ (рис. 26) (диаметр отверстия больше диаметра вала), характеризующая свободу относительного перемещения соединяемых деталей

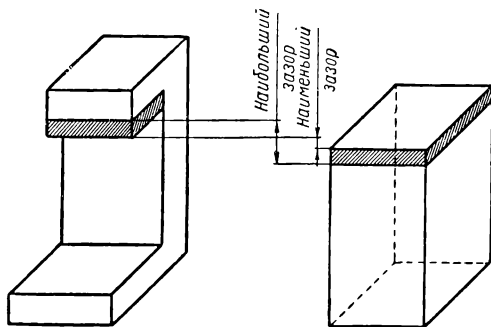


Рис. 26

¹ Система допусков в машиностроении построена для сопряжения цилиндрических поверхностей, у которых сопрягаемым размером является диаметр. При этом отверстие служит охватывающей поверхностью, а сопрягаемый с ним вал — охватываемой. В дальнейшем изложении применена эта система допусков для сопрягаемых поверхностей, получаемых при фрезеровании, т. е. для стержней и пазов, всюду подразумевая паз под словом отверстие и стержень под словом вал.

Натягом называется отрицательная разность между диаметрами отверстия и вала (или размерами паза и бруска) до сборки (диаметр вала больше диаметра отверстия), характеризующая степень сопротивления смещения одной детали относительно другой (рис. 27).

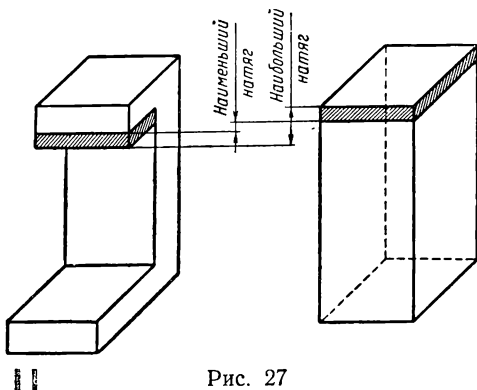


Рис. 27

Наибольшим зазором называется разность между наибольшим предельным размером паза и наименьшим предельным размером бруска.

Наименьшим зазором называется разность между наименьшим предельным размером паза и наибольшим предельным размером бруска.

Наибольшим натягом называется разность между наибольшим предельным размером бруска и наименьшим предельным размером паза.

Наименьшим натягом называется разность между наименьшим предельным размером бруска и наибольшим предельным размером паза.

Посадки подразделяются на три группы:

1. Посадки с зазором:

скользящая
движения
ходовая
легкоходовая
широкоходовая

С
Д
Х
Л
Ш

2. Посадки с натягом:

горячая .	Гр
прессовая .	Пр
легкопрессовая	Пл
глухая	Г ₁ (по 1-му классу)

3. Посадки переходные:

глухая	Г (кроме 1-го класса)
тугая	. Т
напряженная	Н
плотная	. П

4. Классы точности, системы допусков

Детали для разных машин изготавливаются с различной точностью, которая определяется классом точности.

Всего применяют 10 классов точности:

Точные	Менее точные	Грубые
1, 2, 2а, 3, 3а	4, 5	7, 8, 9

Таблица 61

Классы точности и посадки по ОСТ

Наименование посадки	Обозначение посадки						
	классы точности						
	1	2	2а	3	3а	4	5
Горячая	—	Гр	—	—	—	—	—
Прессовая	Пр1 ₁	—	—	Пр1 ₃	—	—	—
	Пр2 ₁	Пр	—	Пр2 ₃	—	Пр ₄	—
	—	—	—	Пр3 ₃	—	—	—
Легкопрессовая	—	Пл	—	—	—	—	—
Глухая	Г ₁	Г	Г _{2а}	—	—	—	—
Тугая . . .	Т ₁	Т	Т _{2а}	—	—	—	—
Напряженная	Н ₁	Н	Н _{2а}	—	—	—	—
Плотная .	П ₁	П	П _{2а}	—	—	—	—
Скользкая	С ₁	С	С _{2а}	С ₃	С _{3а}	С ₄	С ₅
Движения .	Д ₁	Д	—	—	—	—	—
Ходовая . .	—	Х	—	Х ₃	—	Х ₄	Х ₅
Легкоходовая	—	Л	—	—	—	Л ₄	—
Широкоходовая . . .	—	Ш	—	Ш ₃	—	Ш ₄	—
Всего посадок	8	12	5	6	1	5	2

Посадки можно получить по двум системам: по системе отверстия — основная деталь отверстие (охватывающая), по системе вала — основная деталь вал (охватываемая).

Системой отверстия называется такая система получения различных посадок, при которой отверстие имеет постоянные отклонения, а отклонения вала выбираются в зависимости от требуемой посадки и класса точности.

Отверстие является основной деталью, а вал — посадочной (рис. 28).

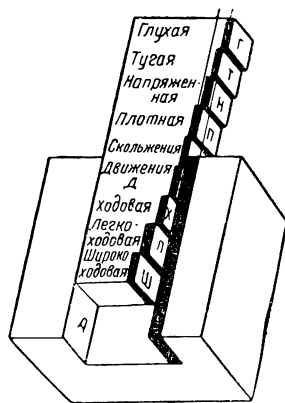


Рис. 28

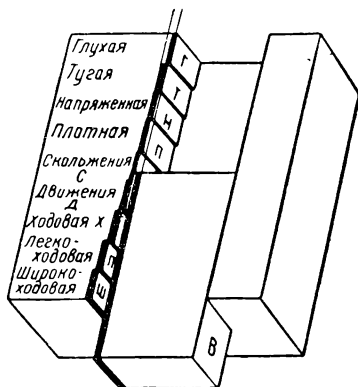


Рис. 29

Системой вала называется такая система получения различных посадок, при которой вал имеет постоянные отклонения, а отклонения отверстия выбираются в зависимости от требуемой посадки.

Вал является основной деталью, а отверстие — посадочной (рис. 29).

Таблица 62

Классы точности	Группы посадок	Система посадок	Государственные стандарты
1	Прессовые	отверстия	ОСТ 1041
	Остальные	отверстия	ОСТ НКМ 1011
		вала	ОСТ НКМ 1021
2	Горячая	обе системы	ОСТ 1042
	Прессовая	обе системы	ОСТ 1043
	Легкопрессовая	отверстия	ОСТ 1044
	Остальные	отверстия	ОСТ 1012
		вала	ОСТ 1022
2а	Все	отверстия	ОСТ НКМ 1016
		вала	ОСТ НКМ 1026
3	Прессовые	отверстия	ОСТ 1069
	Остальные	отверстия	ОСТ 1013
		вала	ОСТ 1023
3а		отверстия	ОСТ НКМ 1007
		вала	ОСТ НКМ 1027

Продолжение табл. 62

Классы точности	Группы посадок	Система посадок	Государственные стандарты
4	Прессовая	отверстия	ОСТ 1079
	Остальные	отверстия	ОСТ 1014
		вала	ОСТ 1024
5	Все	отверстия	ОСТ 1015
		вала	ОСТ 1025
7, 8, 9	Все	отверстия	ОСТ 1010
		вала	ОСТ 1010

Таблица 63

Величина допусков (в мк) для диаметров от 1 до
500 мм по ОСТ
(ГОСТ)

Номинальный диаметр в мм	Классы точности									
	1	2	2а	3	3а	4	5	7	8	9
От 1 до 3	6 4	10 6	14 9	20	40	60	120	250	400	600
Свыше 3 до 6	8 5	13 8	18 12	25	48	80	160	300	480	750
Свыше 6 до 10	9 6	16 10	22 15	30	58	100	200	360	580	900
Свыше 10 до 18	11 8	19 12	27 18	35	70	120	240	430	700	1100

Продолжение табл. 63

Номинальный диаметр в мм	Классы точности									
	1	2	2а	3	3а	4	5	7	8	9
Свыше 18 до 30	13 9	23 14	33 21	45	84	140	280	520	840	1300
Свыше 30 до 50	15 11	27 17	39 25	50	100	170	340	620	1000	1600
Свыше 50 до 80	18 13	30 20	46 30	60	120	200	400	740	1200	1900
Свыше 80 до 120	21 15	35 23	54 35	70	140	230	460	870	1400	2200
Свыше 120 до 180	24 18	40 27	63 40	80	160	260	530	1000	1600	2500
Свыше 180 до 260	27 20	45 30	73 47	90	185	300	600	1150	1900	2900
Свыше 260 до 360	30 22	50 35	84 54	100	215	340	680	1350	2200	3300
Свыше 360 до 500	35 25	60 40	95 62	120	250	380	760	1550	2500	3800

Примечание. В 1, 2, 2а классах точности первые цифры являются допусками отверстий, а вторые — валов.

**Предельные отклонения отверстия и вала при системе отверстия
и 1-м классе точности
(по ОСТ 1011 и 1041)**

Номинальные диаметры в мм	Переходные и подвижные посадки, ОСТ 1011														
	Размеры в микронах														
	Отклонения отверстия A_1		Посадки												
			глухая H_1	тугая T_1	напряжен-ная H_1	плотная P_1	скользя-щая C_1	движения D_1							
	Отклонения вала														
ниж-нее	верх-нее	верх-нее	ниж-нее	верх-нее	ниж-нее	верх-нее	ниж-нее	верх-нее	ниж-нее	верх-нее	ниж-нее	верх-нее	ниж-нее	верх-нее	
От 1 до 3 . . .	0	+6	+10	+6	+8	+4	+5	+1	+2	-2	0	-4	-3	-8	
Свыше 3 до 6 . . .	0	+8	+13	+8	+10	+5	+6	+1	+3	-2	0	-5	-4	-9	
Свыше 6 до 10 . . .	0	+9	+16	+9	+12	+6	+8	+2	+4	-3	0	-6	-5	-11	
Свыше 10 до 18 . .	0	+11	+20	+11	+15	+7	+10	+2	+5	-3	0	-8	-6	-14	
Свыше 18 до 30	0	+13	+24	+13	+17	+8	+12	+2	+6	-3	0	-9	-7	-16	

Номинальные наметры в мм		Переходные и подвижные посадки, ОСТ 1011													
		Размеры в микронах													
		Отклонения отверстия A_1		Посадки						Отклонения вала					
				глухая Γ_1	тугая T_1	напряжен- ная H_1	плотная P_1	скользя- щая C_1	движения D_1	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее
		ниж- нее	верх- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее
Свыше 30 до 50 .	0	+15	+28	+16	+20	+9	+14	+2	+7	-4	0	-11	-9	-20	
Свыше 50 до 80 .	0	+18	+33	+19	+24	+10	+16	+3	+8	-5	0	-13	-10	-23	
Свыше 80 до 120 .	0	+21	+38	+23	+28	+12	+19	+3	+9	-6	0	-15	-12	-27	
Свыше 120 до 180 .	0	+24	+45	+26	+32	+14	+22	+4	+10	-7	0	-18	-14	-32	
Свыше 180 до 260 .	0	+27	+52	+30	+36	+16	+25	+4	+11	-8	0	-20	-16	-36	
Свыше 260 до 360 .	0	+30	+58	+35	+40	+18	+28	+4	+13	-9	0	-22	-18	-40	
Свыше 360 до 500 .	0	+35	+65	+40	+45	+20	+32	+5	+15	-10	0	-25	-20	-45	

Номинальные диаметры в мм	Прессовые посадки, ОСТ 1041					
	Размеры в микронах					
	Отклонения отверстия A_1		Посадки			
			1-я прессовая Пр 1 ₁		2-я прессовая Пр 2 ₁	
			Отклонения вала			
нижнее	верхнее	верхнее	нижнее	верхнее	ниж	
От 1 до 3	0	+6	+17	+12	+20	+15
Свыше 3 до 6	0	+8	+20	+15	+24	+19
Свыше 6 до 10	0	+9	+25	+19	+29	+23
Свыше 10 до 18	0	+ 1	+31	+23	+36	+28

Номинальные диаметры в мм	Прессовые посадки, ОСТ 1041					
	Размеры в микронах					
	Отклонения отверстия A_1		Посадки			
			1-я прессовая Пр 1 ₁		2-я прессовая Пр 2 ₁	
			Отклонения вала			
нижнее	верхнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	
Свыше 18 до 30	0	+13	+37	+28	+44	+35
Свыше 30 до 50	0	+15	+45	+34	+54	+43
Свыше 50 до 65	0	+18	+54	+41	+66	+53
Свыше 65 до 80	0	+18	+56	+43	+72	+59
Свыше 80 до 100	0	+21	+66	+51	+86	+71

Номинальные диаметры в мм	Прессовые посадки, ОСТ 1041					
	Размеры в микронах					
	Отклонения отверстия A_1		Посадки			
			1-я прессовая Пр 1 ₁		2-я прессовая Пр 2 ₁	
			Отклонения вала			
нижнее	верхнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	
Свыше 100 до 120	0	+21	+69	+54	+94	+79
Свыше 120 до 140	0	+24	+81	+63	+110	+92
Свыше 140 до 160	0	+24	+83	+65	+118	+100
Свыше 160 до 180	0	+24	+86	+68	+126	+108

Предельные отклонения отверстия и вала при системе

Номинальные диаметры, мм	Отклонения отверстия А		Прессовые посадки ОСТ			
			Размер			
			По			
			горячая Гр		прессовая П	
			Отклоне			
	ниж-нее	верх-нее	верх-нее	ниж-нее	верх-нее	ниж-нее
От 1 до 3	0	+10	+27	+17	+18	+12
Свыше 3 до 6	0	+13	+33	+20	+23	+15
Свыше 6 до 10	0	+16	+39	+23	+28	+18
Свыше 10 до 18	0	+19	+48	+29	+34	+22
Свыше 18 до 30	0	+23	+62	+39	+42	+28
Свыше 30 до 50	0	+27	+87	+50	+52	+35
Свыше 50 до 80	0	+30	+120	+75	+65	+45
Свыше 80 до 120	0	+35	+160	+105	+95	+60
Свыше 120 до 180	0	+40	+220	+150	+125	+80
Свыше 180 до 260	0	+45	+300	+215	+165	+115
Свыше 260 до 360	0	+50	+400	+300	+220	+160
Свыше 360 до 500	0	+60	+545	+415	+300	+220

Таблица 64а

отверстия и 2-м классе точности

1042, 1043, 1044		Переходные и подвижные посадки, ОСТ 1012					
в микронах							
садки							
легкопрессовая ПЛ		глухая Г		тугая Т		напряженная Н	
ния вала							
верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее
+16	+10	+13	+6	+10	+4	+7	+1
+21	+13	+16	+8	+13	+5	+9	+1
+26	+16	+20	+10	+16	+6	+12	+2
+32	+20	+24	+12	+19	+7	+14	+2
+39	+25	+30	+15	+23	+8	+17	+2
+47	+30	+35	+18	+27	+9	+20	+3
+55	+35	+40	+20	+30	+10	+23	+3
+70	+45	+45	+23	+35	+12	+26	+3
+85	+58	+52	+25	+40	+13	+30	+4
+105	+75	+60	+30	+45	+15	+35	+4
+135	+100	+70	+35	+50	+15	+40	+4
+170	+130	+80	+40	+60	+20	+45	+5

Номинальные диаметры, мм	Отклонения отверстия А		Переходные			
			Размеры			
			По			
			плотная П		скользящая С	
	Отклоне					
	ниж- нее	верх- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее
От 1 до 3	0	+10	+3	-3	0	-6
Свыше 3 до 6	0	+13	+4	-4	0	-8
Свыше 6 до 10	0	+16	+5	-5	0	-10
Свыше 10 до 18	0	+19	+6	-6	0	-12
Свыше 18 до 30	0	+23	+7	-7	0	-14
Свыше 30 до 50	0	+27	+8	-8	0	-17
Свыше 50 до 80	0	+30	+10	-10	0	-20
Свыше 80 до 120	0	+35	+12	-12	0	-23
Свыше 120 до 180	0	+40	+14	-14	0	-27
Свыше 180 до 260	0	+45	+16	-16	0	-30
Свыше 260 до 360	0	+50	+18	-18	0	-35
Свыше 360 до 500	0	+60	+20	-20	0	-40

Продолжение табл. 64а

и подвижные посадки, ОСТ 1012

в микронах

садки

движения Д	ходовая Х	легкоходовая Л	широкоходовая Ш
------------	-----------	----------------	-----------------

ния вала

верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее
-3	-9	-8	-18	-12	-25	-18	-35
-4	-12	-10	-22	-17	-35	-25	-45
-5	-15	-13	-27	-23	-45	-35	-60
-6	-18	-16	-33	-30	-55	-45	-75
-8	-22	-20	-40	-40	-70	-60	-95
-10	-27	-25	-50	-50	-85	-75	-115
-12	-32	-30	-60	-65	-105	-95	-145
-15	-38	-40	-75	-80	-125	-120	-175
-18	-45	-50	-90	-100	-155	-150	-210
-22	-52	-60	-105	-120	-180	-180	-250
-26	-60	-70	-125	-140	-210	-210	-290
-30	-70	-80	-140	-170	-245	-250	-340

**Предельные отклонения отверстия и вала при системе
(по ОСТ**

Номинальные диаметры в мм	Класс точности								
	Размеры в								
	П о с а д								
	Отклонения отверстия А _{2а}	глухая Т _{2а}		тугая Т _{2а}		напряженная Н _{2а}			
		Отклонения							
ниж-нее	верх-нее	верх-нее	ниж-нее	верх-нее	ниж-нее	верх-нее	ниж-нее	ниж-нее	
От 1 до 3	0	+14	+15	+ 6	—	—	—	—	
Свыше 3 до 6	0	+18	+20	+ 8	—	—	—	—	
Свыше 6 до 10	0	+22	+25	+10	+21	+ 6	+16	+1	
Свыше 10 до 18	0	+27	+30	+12	+25	+ 7	+19	+1	
Свыше 18 до 30	0	+33	+36	+15	+29	+ 8	+23	+2	
Свыше 30 до 50	0	+39	+42	+17	+34	+ 9	+27	+2	
Свыше 50 до 80	0	+46	+50	+20	+41	+11	+32	+2	
Свыше 80 до 120	0	+54	+58	+23	+48	+13	+38	+3	
Свыше 120 до 180	0	+63	+67	+27	+55	+15	+43	+3	
Свыше 180 до 260	0	+73	+78	+31	+64	+17	+51	+4	
Свыше 260 до 360	0	+84	+90	+36	+74	+20	+58	+4	
Свыше 360 до 500	0	+95	+102	+40	+85	+23	+67	+5	

Таблица 65

отверстия и 2а и 3а классах точности
1016, 1017)

2а, ОСТ 1016				Класс точности 3а, ОСТ 1017			
микронах							
к и				Отклонения отверстия А3а		Посадка	
плотная П _{2а}		скользящая С _{2а}				скользящая С _{3а}	
вала				Отклонения вала			
верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	ниж- нее	верх- нее	верх- нее	ниж- нее
+ 7	- 2	0	- 9	0	+ 40	0	- 40
+ 9	- 3	0	-12	0	+ 48	0	- 48
+10	- 5	0	-15	0	+ 58	0	- 58
+12	- 6	0	-18	0	+ 70	0	- 70
+13	- 8	0	-21	0	+ 84	0	- 84
+15	-10	0	-25	0	+100	0	-100
+18	-12	0	-30	0	+120	0	-120
+20	-15	0	-35	0	+140	0	-140
+22	-18	0	-40	0	+160	0	-160
+24	-23	0	-47	0	+185	0	-185
+27	-27	0	-54	0	+215	0	-215
+31	-31	0	-62	0	+250	0	-250

**Предельные отклонения отверстия и вала при системе
(по ОСТ 1069,**

Номинальные диаметры в мм	Прессовые посадки					
	3-й класс					
	Размеры в					
	Отклонения отверстия A_3	Поса				
		3-я прессовая Пр 3 _а		2-я прессовая Пр 2 _а		
Отклоне						
нижнее	верх- нее	верх- нее	нижнее	верх- нее	нижнее	
От 1 до 3	0	+20	—	—	—	—
Свыше 3 до 6	0	+25	—	—	—	—
Свыше 6 до 10	0	+30	+100	+70	+70	+40
Свыше 10 до 18	0	+35	+115	+80	+80	+45
Свыше 18 до 30	0	+45	+145	+100	+100	+55
Свыше 30 до 50	0	+50	+175	+115	+125	+65
Свыше 50 до 80	0	+60	+225	+150	+165	+90
Свыше 80 до 120	0	+70	+280	+190	+210	+125
Свыше 120 до 180	0	+80	+355	+245	+275	+165
Свыше 180 до 260	0	+90	+450	+320	+365	+235
Свыше 260 до 360	0	+100	+565	+415	+470	+320
Свыше 360 до 500	0	+120	+740	+550	+620	+430

Таблица 56

отверстия и 3-м и 4-м классах точности
(1013, 1079, 1014)

ОСТ 1069		Подвижные посадки, ОСТ 1013					
точности							
микронах							
джи							
1-я пресовая Пр 1 _з		скользящая С _з		ходовая Х _з		широкоходовая Ш _з	
ния вала							
верх- нее	нижнее	верх- нее	нижнее	верх- нее	нижнее	верх- нее	нижнее
—	—	0	—20	—7	— 32	— 17	— 50
+55	+30	0	—25	—11	— 44	— 25	— 65
+65	+35	0	—30	—15	— 55	— 35	— 85
+75	+40	0	—35	—20	— 70	— 45	—105
+95	+50	0	—45	—25	— 85	— 60	—130
+110	+60	0	—50	—32	—100	— 75	—160
+135	+75	0	—60	—40	—120	— 95	195
+160	+90	0	—70	—50	—140	—120	—235
+200	+105	0	—80	—60	165	—150	—285
+250	+140	0	—90	—75	—195	—180	—330
+305	+185	0	—100	—90	—225	—210	—380
+395	+240	0	—120	—105	—255	—250	—440

Номинальные диаметры в мм	Подвижные посадки					
	4-й класс					
	Размеры					
	Отклонения отверстия A_4		Поса			
			скользящая C_4		ходовая H_4	
		Отклонения				
нижнее	верхнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	
От 1 до 3	0	+60	0	-60	-30	-90
Свыше 3 до 6	0	+80	0	-80	-40	-120
Свыше 6 до 10	0	+100	0	-100	-50	-150
Свыше 10 до 18	0	+120	0	-120	-60	-180
Свыше 18 до 30	0	+140	0	-140	-70	-210
Свыше 30 до 50	0	+170	0	-170	-80	-250
Свыше 50 до 80	0	+200	0	-200	-100	-300
Свыше 80 до 120	0	+230	0	-230	-120	-350
Свыше 120 до 180	0	+260	0	-260	-130	-400
Свыше 180 до 260	0	+300	0	300	-150	-450
Свыше 260 до 360	0	+340	0	-340	-170	-500
Свыше 360 до 500	0	+380	0	-380	-190	-570

Продолжение табл. 66

ОСТ 1014, ОСТ 1079					
точности					
в микронах					
дкИ					
легкоходовая Л ₄		широкоходовая Ш ₄		прессовая Пр ₄	
вала					
верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее
— 60	—120	—120	—180	—	—
— 80	—160	—160	—240	—	—
—100	—200	—200	—300	—	—
—120	—240	—240	—360	+230	—
—140	—280	—280	—420	+270	+195
—170	—340	—340	—500	+320	+225
—200	—400	—400	—600	+380	+270
—230	—460	—460	—700	+460	+320
—260	—530	—530	—800	—	+390
—300	—600	—600	—900	—	—
—340	—680	—680	1000	—	—
—380	—760	—760	—1100	—	—

**Предельные отклонения отверстия и вала при системах
(по ОСТ**

Ном метры в мм	Система отверстия.			
	Размеры в			
	Отклонения отверстия A_5		Посад	
			скользящая C_5	
			Отклоне	
нижнее	верхнее	верхнее	нижнее	
От 1 до 3	0	+120	0	-120
Свыше 3 до 6	0	+160	0	-160
Свыше 6 до 10	0	+200	0	-200
Свыше 10 до 18	0	+240	0	-240
Свыше 18 до 30	0	+280	0	-280
Свыше 30 до 50	0	+340	0	-340
Свыше 50 до 80	0	+400	0	-400
Свыше 80 до 120	0	+460	0	-460
Свыше 120 до 180	0	+530	0	-530
Свыше 180 до 260	0	+600	0	-600
Свыше 260 до 360	0	+650	0	-680
Свыше 360 до 500	0	+760	0	-700

Таблица 67

отверстия и вала и 5-м классе точности
(015, 1025)

По ОСТ 1015		Система вала. По ОСТ 1025					
микронах							
ки		отклонения вала V_5		Посадки			
ходовая X_5				скользящая C_5		ходовая X_5	
ния вала		Отклонения отверстия					
верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее
-60	-180	0	-120	0	+120	+60	+180
-80	-240	0	-160	0	+160	+80	+240
-100	-300	0	-200	0	+200	+100	+300
-120	-360	0	-240	0	+240	+120	+360
-140	-420	0	-280	0	+280	+140	+420
-170	-500	0	-340	0	+340	+170	+500
-200	-600	0	-400	0	+400	+200	+600
-230	-700	0	-460	0	+460	+230	+700
-260	-800	0	-530	0	+530	+260	+800
-300	-900	0	-600	0	+600	+300	+900
-340	-1000	0	-680	0	+680	+340	+1000
-380	-1100	0	-760	0	+760	+380	+1100

Предельные отклонения отверстия и вала при системе
(по ОСТ

Номинальные диаметры в мм	Размеры в					
	Отклонения вала V_1		Посад			
			глухая T_1		тугая T_1	
	отклонения					
верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	
От 1 до 3	0	-4	-4	-10	-2	-8
Свыше 3 до 6	0	-5	-5	-13	-2	-10
Свыше 6 до 10	0	-6	-6	-16	-3	-12
Свыше 10 до 18	0	-8	-8	-20	-4	-15
Свыше 18 до 30	0	-9	-10	-24	-4	-17
Свыше 30 до 50	0	-11	-12	-28	-5	-20
Свыше 50 до 80	0	-13	-14	-33	-5	-24
Свыше 80 до 120	0	-15	-17	-38	-6	-28
Свыше 120 до 180	0	-18	-20	-45	-7	-32
Свыше 180 до 260	0	-20	-23	-52	-8	-36
Свыше 260 до 360	0	-22	-27	-58	-9	-40
Свыше 360 до 500	0	-25	-30	-65	-10	-45

Таблица 68

вала и 1-м классе точности

1021)

микронах							
ки							
напряженная Н ₁		плотная П ₁		скользящая С ₁		движения Д ₁	
отверстия							
верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее
+1	-5	+4	-2	+6	0	+10	+3
+1	-7	+5	-3	+8	0	+12	+4
+1	-8	+6	-4	+9	0	+14	+5
+1	-10	+7	-5	+11	0	+17	+6
+2	-12	+8	-6	+13	0	+20	+7
+2	-14	+9	-7	+15	0	+25	+9
+2	-16	+10	-8	+18	0	+29	+10
+3	-19	+12	-9	+21	0	+34	+12
+3	-22	+14	-10	+24	0	+39	+14
+3	-25	+16	-11	+27	0	+43	+16
+4	-28	+18	-13	+30	0	+48	+18
+5	-32	+20	-15	+35	0	+55	+20

Предельные отклонения отверстия и вала
(по ОСТ)

Номинальные диаметры в мм	Размеры в							
	Отклонения вала В		Посад					
			глухая Г	тугая Т	напряженная Н			
	Отклонения							
верхнее	нижнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	
От 1 до 3	0	-6	-13	-2	-10	0	-7	+3
Свыше 3 до 6	0	-8	-16	-3	-13	0	-9	+4
Свыше 6 до 10	0	-10	-20	-4	-16	0	-12	+4
Свыше 10 до 18	0	-12	-24	-5	-19	0	-14	+5
Свыше 18 до 30	0	-14	-30	-6	-23	0	-17	+6
Свыше 30 до 50	0	-17	-35	-7	-27	0	-20	+7
Свыше 50 до 80	0	-20	-40	-8	-30	0	-23	+8
Свыше 80 до 120	0	-23	-45	-10	-35	0	-26	+9
Свыше 120 до 180	0	-27	-52	-12	-40	0	-30	+10
Свыше 180 до 260	0	-30	-60	-15	-45	0	-35	+11
Свыше 260 до 360	0	-35	-70	-18	-50	0	-40	+12
Свыше 360 до 500	0	-40	-80	-20	-60	0	-45	+13

Таблица 69

при системе вала и 2-м классе точности

1022)

микронах

ки

плотная П		скользящая С		движения Д		ходовая Х		легкоходо- вая Л		широкохо- довая Ш	
отверстия											
ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее
-3	+7	0	+10	+3	+13	+8	+22	+12	+30	+18	+38
-4	+9	0	+13	+4	+17	+10	+27	+17	+40	+25	+50
-5	+11	0	+16	+5	+21	+13	+33	+23	+50	+35	+65
-6	+13	0	+19	+6	+25	+16	+40	+30	+60	+45	+80
-7	+16	0	+23	+8	+30	+20	+50	+40	+80	+60	+105
-8	+18	0	+27	+10	+35	+25	+60	+50	+95	+75	+125
-10	+20	0	+30	+12	+42	+30	+70	+65	+115	+95	+155
-12	+23	0	+35	+15	+50	+40	+90	+80	+140	+120	+190
-14	+27	0	+40	+18	+60	+50	+105	+100	+170	+150	+230
-16	+30	0	+45	+22	+70	+60	+120	+120	+200	+180	+270
-18	+35	0	+50	+26	+80	+70	+140	+140	+230	+210	+310
-20	+40	0	+60	+30	+90	+80	+160	+170	+270	+250	+365

Предельные отклонения отверстия и вала при системе
(по ОСТ)

Номинальные диаметры в мм	Класс точности					
	Размеры					
	Посад					
	Отклонения вала B _{2a}		глухая Г _{2a}		тугая T _{2a}	
	Отклонения					
	верх- нее	ниж- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее
От 1 до 3	0	-9	-15	-1	-	-
Свыше 3 до 6	0	-12	-20	-2	-	-
Свыше 6 до 10	0	-15	-25	-3	-21	+1
Свыше 10 до 18	0	-18	-30	-3	-25	+2
Свыше 18 до 30	0	-21	-36	-3	-29	+4
Свыше 30 до 50	0	-25	-42	-3	-34	+5
Свыше 50 до 80	0	-30	-50	-4	-41	+5
Свыше 80 до 120	0	-35	-58	-4	-48	+6
Свыше 120 до 180	0	-40	-67	-4	-55	+8
Свыше 180 до 260	0	-47	-78	-5	-64	+9
Свыше 260 до 360	0	-54	-90	-6	-74	+10
Свыше 360 до 500	0	-62	-107	-7	-85	+10

Таблица 70

вала и 2а и 3а классах точности
1026, 1027)

2а, ОСТ 1026						Класс точности 3а, ОСТ 1027			
в микронах									
ки						отклонения вала В _{3а}		Посадка	
напряженная Н _{2а}		плотная П _{2а}		скользящая С _{2а}				скользящая С _{3а}	
отверстия								откл. отвер.	
ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	верх- нее	нижнее	ниж- нее	верх- нее
—	—	—7	+7	0	+14	0	—40	0	+40
—	—	—9	+9	0	+18	0	—48	0	+48
—16	+6	—10	+12	0	+22	0	—58	0	+58
—19	+8	—12	+15	0	+27	0	—70	0	+70
—23	+10	—13	+20	0	+33	0	—84	0	+84
—27	+12	—15	+24	0	+39	0	—100	0	+100
—32	+14	—18	+28	0	+46	0	—120	0	+120
—38	+16	—20	+34	0	+54	0	—140	0	+140
—43	+20	—22	+41	0	+63	0	—160	0	+160
—51	+22	—24	+49	0	+73	0	—185	0	+185
—58	+26	—27	+57	0	+84	0	—215	0	+215
—67	+28	—31	+64	0	+95	0	—250	0	+250

Предельные отклонения отверстия и вала при системе
(по ОСТ

Номинальные диаметры в мм	3-й класс точности, ОСТ 1023							
	Размеры							
	отклонения вала V_3	Посадки						
		скользящая C_3	ходовая X_3	Отклонения отверстия				широкоходовая Ш_3
				верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	
От 1 до 3	0	-20	0	+20	+7	+32	+17	+50
Свыше 3 до 6	0	-25	0	+25	+11	+44	+25	+65
Свыше 6 до 10	0	-30	0	+30	+15	+55	+35	+85
Свыше 10 до 18	0	-35	0	+35	+20	+70	+45	+105
Свыше 18 до 30	0	-45	0	+45	+25	+85	+60	+130
Свыше 30 до 50	0	-50	0	+50	+32	+100	+75	+160
Свыше 50 до 80	0	-60	0	+60	+40	+120	+95	+195
Свыше 80 до 120	0	-70	0	+70	+50	+140	+120	+235
Свыше 120 до 180	0	-80	0	+80	+60	+165	+150	+285
Свыше 180 до 260	0	-90	0	+90	+75	+195	+180	+300
Свыше 260 до 360	0	-100	0	+100	+90	+225	+210	+380
Свыше 360 до 500	0	-120	0	+120	+105	+225	+250	+440

Таблица 71

вала и 3-м и 4-м классах точности

1023, 1024)

4-й класс точности, ОСТ 1024

в микронах

отклонения вала B_4		Посадки							
		скользящая C_4		ходовая X_4		легкоходо- вая L_4		широкоходовая Π_4	
		Отклонения отверстия							
верх- нее	ниж- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее
0			-60		+90		+120		+180
	-60	0		+30		+60		+120	
0			-80		+120		+160		+240
	-80	0		+40		+80		+160	
0			-100		+150		+200		+300
	-100	0		+50		+100		+200	
0			-120		+180		+240		+360
	-120	0		+60		+120		+240	
0			-140		+210		+280		+420
	-140	0		+70		+140		+280	
0			-170		+250		+340		+500
	-170	0		+80		+170		+340	
0			-200		+300		+400		+600
	-200	0		+100		+200		+400	
0			-230		+350		+460		+700
	-230	0		+120		+230		+460	
0			-260		+400		+530		+800
	-260	0		+130		+260		+530	
0			-300		+450		+600		+900
	-300	0		+150		+300		+600	
0			-340		+500		+680		+1000
	-340	0		+170		+340		+680	
0			-380		+570		+760		+1100
	-380	0		+190		+380		+760	

**Предельные отклонения отверстия и вала при системах
(по ОСТ**

Номинальные диаметры в мм	7-й класс точности			
	отверстие А ₇		вал В ₇	
	Отклонения			
	нижнее	верхнее	верхнее	нижнее
От 1 до 3	0	+250	0	-250
Свыше 3 до 6	0	+300	0	-300
Свыше 6 до 10	0	+360	0	-360
Свыше 10 до 18	0	+430	0	-430
Свыше 18 до 30	0	+520	0	-520
Свыше 30 до 50	0	+620	0	-620
Свыше 50 до 80	0	+740	0	-740
Свыше 80 до 120	0	+870	0	-870
Свыше 120 до 180	0	+1000	0	-1000
Свыше 180 до 260	0	+1150	0	-1150
Свыше 260 до 360	0	+1350	0	-1350
Свыше 360 до 500	0	+1550	0	-1550

Таблица 72

отверстия и вала и 7-м, 8-м, 9-м классах точности
1010)

8-й класс точности				9-й класс точности			
отверстие A_8		вал B_8		отверстие A_9		вал B_9	
в микронах							
нижнее	верхнее	верхнее	нижнее	нижнее	верхнее	верхнее	нижнее
0	+400	0	-400	0	+600	0	-600
0	+480	0	-480	0	+700	0	-750
0	+580	0	-580	0	+900	0	-900
0	+700	0	-700	0	+1100	0	-1100
0	+840	0	-840	0	+1300	0	-1300
0	+1000	0	-1000	0	+1600	0	-1600
0	+1200	0	-1200	0	+1900	0	-1900
0	+1400	0	-1400	0	+2200	0	-2200
0	+1600	0	-1600	0	+2500	0	-2500
0	+1900	0	-1900	0	+2900	0	-2900
0	+2200	0	-2200	0	+3300	0	-3300
0	+2500	0	-2500	0	+3800	0	-3800

Допуски для диаметров от 500 до 10 000 мм
(по рекомендуемому ГОСТ 2689—44)

Классы точности			1-й		2-й		2а		3-й	3а	4-й	5-й	7-й	8-й	9-й
			Вал	Отв.	Вал	Отв.	Вал	Отв.							
Детали			В ₁	А ₁	В	А	В _{2а}	А _{2а}	В ₃ А ₃	В _{3а} А _{3а}	В ₄ А ₄	В ₅ А ₅	В ₇ А ₇	В ₈ А ₈	В ₉ А ₉
Обозначения															
Интервалы размеров в мм			Д о п у с к и в мм												
Свыше	500	до 630	0,03	0,045	0,045	0,07	0,07	0,11	0,14	0,28	0,45	0,9	1,8	2,8	4,5
	630	" 800	0,035	0,050	0,050	0,08	0,08	0,12	0,15	0,30	0,50	1,0	2,0	3,0	5,0
	800	" 1000	0,040	0,055	0,055	0,09	0,09	0,13	0,17	0,35	0,55	1,1	2,2	3,5	5,5
	1000	" 1250	0,045	0,060	0,060	0,10	0,10	0,15	0,20	0,40	0,60	1,2	2,4	4,0	6,0
	1250	" 1600	0,050	0,065	0,065	0,11	0,11	0,17	0,22	0,45	0,65	1,3	2,6	4,5	6,5
	1600	" 2000	0,055	0,075	0,075	0,12	0,12	0,19	0,25	0,50	0,75	1,5	3,0	5,0	7,0
	2000	" 2500	0,06	0,085	0,085	0,13	0,13	0,21	0,28	0,55	0,90	1,8	3,5	5,5	8,0
	2500	" 3150	0,07	0,10	0,10	0,15	0,15	0,23	0,30	0,60	1,0	2,0	4,0	6	9,0
	3150	" 4000	0,08	0,11	0,11	0,17	0,17	0,26	0,35	0,70	1,1	2,2	4,5	7	10,5
	4000	" 5000	0,09	0,12	0,12	0,19	0,19	0,30	0,40	0,80	1,2	2,5	5,0	8	12
	5000	" 6300	0,10	0,14	0,14	0,22	0,22	0,35	0,45	0,90	1,4	2,8	5,5	9	14
	6300	" 8000	0,11	0,16	0,16	0,26	0,26	0,40	0,50	1,0	1,6	3,2	6,5	10	16
	8000	" 10000	0,13	0,18	0,18	0,30	0,30	0,45	0,60	1,2	1,8	3,5	7	12	18

Таблица 74

Допуски для размеров от 0,1 до 1 мм
(По рекомендуемому ГОСТ 3047—47)

Интервалы размеров в мм	Классы точности						
	1-й	2-й	2-а	3-й	3-а	4-й	5-й
	Допуски в мк						
От 0,2 до 0,3	3	5	8	13	20	35	—
Свыше 0,3 „ 0,6	4	6	10	15	25	40	60
„ 0,6 „ 1,0	5	7	12	18	30	45	70

Таблица 75

Допуски на свободные размеры
(По материалам Бюро взаимозаменяемости МСС СССР)

Номинальные размеры в мм	Ряды		
	I	II	III
	Отклонения в мм		
От 1 до 6 . . .	±0,1	±0,2	±0,3
Свыше 6 до 18	±0,2	±0,3	±0,4
18 „ 50	+0,3	±0,4	±0,6
50 „ 120	±0,4	±0,6	±0,8
120 „ 260	±0,5	±0,8	±1
260 „ 500	±0,6	±1	±1,5
500 „ 800	±0,8	±1,2	±2
800 „ 1250	±1	±1,5	±2,5
1250 „ 2000	±1,5	±2	±3
2000 „ 3150	±2	±3	±5
3150 „ 5000	±3	±5	±8
5000 „ 8000	±5	±8	±12
8000 „ 10 000	±7	±11	±18

Примечания:

1. Ряды допусков по таблице до 500 мм примерно приняты: I ряд — по 7-му классу точности, II ряд — по 8-му, III ряд — по 9-му классу точности с округлением.

2. Таблица предназначена только для случаев, когда свободные размеры проверяются универсальными измерительными инструментами.

Глава VII

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

1. Выбор измерительных инструментов

Измерение есть сравнение величины и формы детали с чертежом или образцом посредством измерительных или проверочных инструментов.

Измерительный инструмент выбирается в зависимости от:

- а) требуемой точности измерения;
- б) величины измеряемого размера;
- в) качества измеряемой поверхности;
- г) характера производства (единичное, серийное, массовое).

Требуемая точность измерения влияет на выбор точности измерительного инструмента.

Величина измеряемого размера влияет на выбор размера измерительного инструмента.

Качество измеряемой поверхности влияет на выбор конструкции и типа измерительного инструмента.


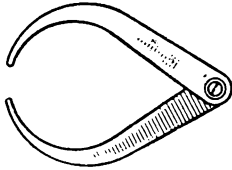
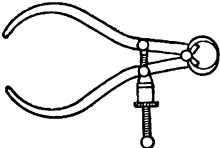
Характер производства также влияет на тип и конструкцию измерительного инструмента.

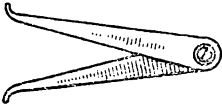
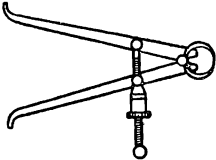
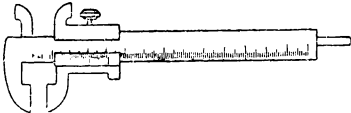
Рекомендуется применять инструмент в соответствии с указанными допусками.

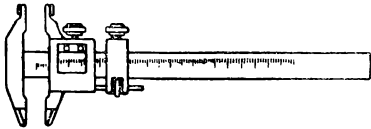
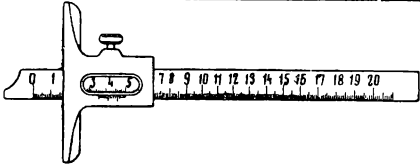
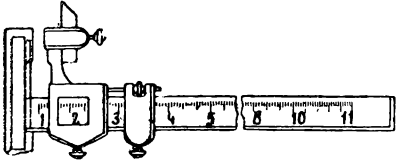
Ниже приводится характеристика измерительного инструмента.

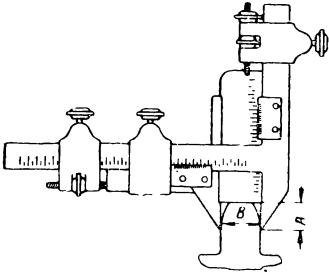
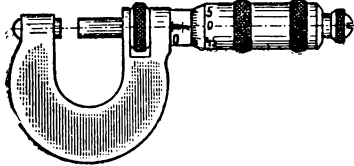
Характеристика измерительных инструментов

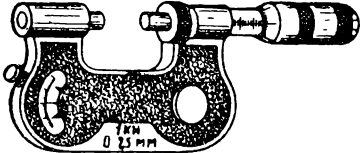
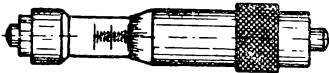
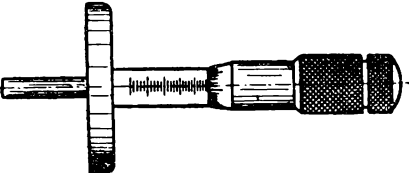
Таблица 76


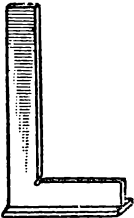
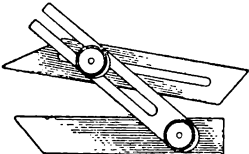
Наименование инструмента	Внешний вид	Предел измерения в мм	Точность измерения в мм	Назначение
Измерительная линейка (жесткая)		100, 150 200, 300, 500, 750, 1000	$\pm 0,5$ $\pm 0,25$	Измерение линейных размеров (длины, ширины, диаметра). Грубое измерение
Кронциркуль		до 500	$\pm 0,5$ $\pm 0,2$	Измерение наружных размеров деталей (диаметров, уступов). Грубое измерение
Кронциркуль пружинный		до 150	$\pm 0,5$	Измерение наружных размеров. Грубое измерение

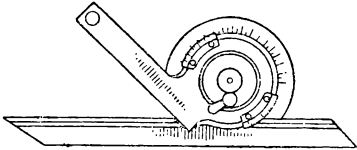
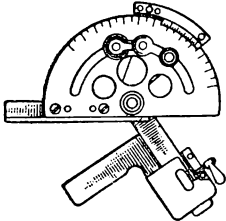
Наименование инструмента	Внешний	Предел измерения в мм	Точность измерения в мм	Назначение
Нутромер		до 300	$\pm 0,5$	Измерение внутренних размеров. Грубое измерение
Нутромер пружинный		до 200	$\pm 0,5$	Измерение внутренних размеров. Грубое измерение
Штангенциркуль с нониусом 0,1 мм		до 150	$\pm 0,1$	Измерение длин, наружных и внутренних размеров. Менее грубое измерение

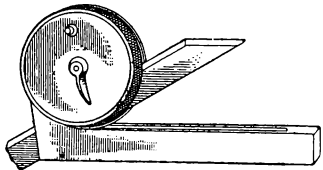

Наименование инструмента	Внешний	Предел измерения в мм	Точность измерения в мм	Назначение
Штангенциркуль с нониусом 0,05 мм		до 500	$\pm 0,05$	Измерение длин, наружных и внутренних размеров. Точное измерение
Штангенглубиномер		до 500	0,05 и 0,02	Измерение глубины пазов и канавок
Штангенрейсмас		до 500	0,02	Измерение высоты, проверка установки и разметки. Точное измерение


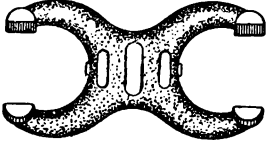
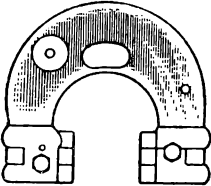
Наименование инструмента	Внешний	Предел измерения в мм	Точность измерения в мм	Назначение
Штанген-зубомер		до 75	0,02	Измерение толщины и высоты зубчатых колес. Точное измерение
Микрометр обыкновенный		0—25 25—50 50—75 75—100 100—150 150—200 200—250 250—300	0,01	Измерение длин и наружных размеров. Точное измерение




Наименование инструмента	Внешний вид	Предел измерения в мм	Точность измерения в мм	Назначение
Микрометр рычажный		0—25 25—50	$\pm 0,002$	Измерение длин и наружных размеров. Очень точное измерение
Микромет- рический нутромер (штихмас)		75—175 75—575 150—1200 150—4000	0,01	Измерение внутренних раз- меров. Точное измерение
Микромет- рический глубиномер		0—25 0—50 0—75 0—100	0,01	Измерение глу- бины пазов и ка- навок. Точное из- мерение

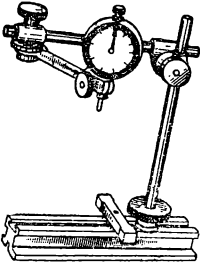
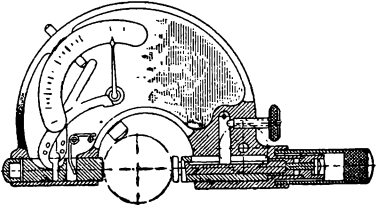
Наименование инструмента	Внешний	Предел измерения в мм	Точность измерения в мм	Назначение
Угольник		90°	1°	Измерение угла 90°. Точное измерение
Угольник с широким основанием		90°	1°	Установка фрез, деталей, приспособлений. Точное измерение
Малка		—	1°	Измерение углов. Грубое измерение

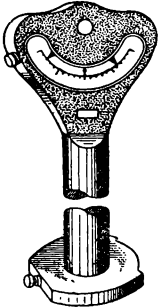
Наименование инструмента	Внешний	Предел измерения в мм	Точность измерения в мм	Назн
Угломер универсальный		—	$\pm 5'$	Измерение углов. Точное измерение
Угломер точный		—	$\pm 2'$	Измерение углов. Точное измерение

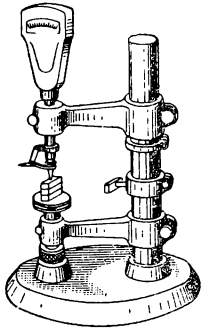
Наименование инструмента	Внешний вид	Предел измерения в мм	Точность измерений в мм	Назначение
Угломер оптический		—	$\pm 10'$	Измерение углов. Очень точное измерение
Калибры-пробки		Разные	В пределах допуска	Измерение отверстий и внутренних размеров. Точное измерение в серийном производстве

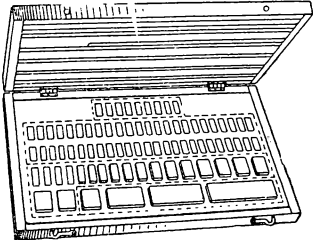
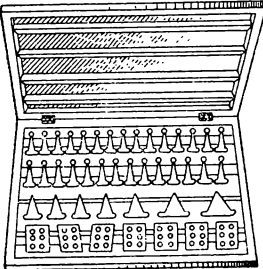
Наименование инструмента	Внешний вид	Предел измерения в мм	Точность измерения в мм	Назначение
Калибры-скобы: а) односторонние		Разные	В пределах допуска	Измерение наружных размеров. Точное измерение в серийном производстве
б) двусторонние				
в) регулируемые				

Наименование инструмента	Внешний вид	Предел измерения в мм	Точность измерения в мм	Назначение
Калибры листовые		Разные	В пределах допуска	Измерение всевозможных размеров. Точное измерение в серийном производстве
Шаблоны, лекала			По про-свету	Измерение и проверка фасонных поверхностей и криволинейных контуров
Конусные калибры		Разные	В пределах допуска	Измерение конусов Морзе и метрических

Наименование инструмента	Внешний вид	Предел измерения в мм	Точность измерения в мм	Назначение
Индикатор			0,01 0,002 0,001	Измерение и проверка деталей. Точное измерение
Пассаметр		0—18 18—40 40—65 65—90 90—120 120—150	0,002	Измерение наружных поверхностей. Очень точное измерение

Наименование инструмента	Внешний вид	Предел измерения в мм	Точность измерения в мм	Назначение
Пассиметр			0,002	Измерение внутренних поверхностей. Очень точное измерение

Наименование инструмента	Внешний вид	Предел измерения в мм	Точность измерения в мм	Назначение
Миниметр			0,002 0,001	Измерение наружных размеров. Очень точное измерение

Наименование инструмента	Внешний вид	Предел измерения в мм	Точность измерения в мм	Назначение
Плоско-параллельные концевые плитки		Разные наборы	$\pm 0,001$	Проверка измерительного инструмента
Угломерные плитки		Разные наборы	10'	Проверка инструментов для измерения углов

2. Чистота поверхности

Чистота поверхности обуславливается по ГОСТ 2789—51 двумя характеристиками микронеровностей поверхности: а) средним квадратичным отклонением микронеровностей $H_{ск}$; б) средней высотой микронеровностей $H_{ср}$.

Для 1, 2, 3, 4, 13 и 14-го классов чистоты неровности оцениваются значением $H_{ср}$, а для 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и 12-го — значением $H_{ск}$.

Таблица 77

Классы чистоты поверхности по ГОСТ 2789—51

Классы чистоты	Обозначение классов чистоты	Размеры гребешков на обработанной поверхности		
		$H_{ск}$ в мк	$H_{ср}$ в мк	среднее арифметическое в мк
1	▽ 1	—	св. 125 до 200	125—200
2	▽ 2	—	св. 63 до 125	63—125
3	▽ 3	—		
4	▽▽ 4	—	св. 40 до 63	40—63
5	▽▽ 5	св. 3,2 до 6,3		
6	▽▽ 6	св. 1,6 до 3,2	—	6,3—10
7	▽▽▽ 7	св. 0,8 до 1,6	—	3,2—6,3
8	▽▽▽ 8	св. 0,4 до 0,8	—	1,6—3,2
9	▽▽▽ 9	св. 0,2 до 0,4	—	0,8—1,6
10	▽▽▽▽ 10	св. 0,1 до 0,2	—	0,5—0,8
11	▽▽▽▽ 11	св. 0,05 до 0,1	—	0,25—0,5
12	▽▽▽▽ 12	св. 0,025 до 0,05	—	0,12—0,25
13	▽▽▽▽ 13	—	св. 0,06 до 0,12	0,06—0,12
14	▽▽▽▽ 14	—	св. 0,000 до 0,06	—

По внешнему виду поверхности могут быть охарактеризованы следующим образом:

грубые — поверхность с четко выступающими следами обработки;

получистые — поверхность с заметными невооруженным глазом рисками;

чистые — гладкие поверхности с незаметными невооруженным глазом следами обработки;

весьма чистые — совершенно гладкие, зеркальные или однообразно матовые поверхности.

Таблица 7

Способы получения чистоты поверхности

		Группы	▽			▽▽			▽▽▽			▽▽▽▽			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Точение и строгание	черновое		■												
	чистовое				■										
	тонкое							■							
Растачивание	черновое		■												
	чистовое				■										
	тонкое							■							
Цилиндрическое фрезерование	черновое		■												
	чистовое				■										
Торцевое фрезерование	черновое		■												
	чистовое				■										
	тонкое							■							

Продолжение табл. 78

Классы	Группы	▽			▽▽			▽▽▽			▽▽▽▽				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Шлифование	черновое							■							
	чистовое								■						
	тонкое									■					
Протягивание	чистовое							■							
	окончательное									■					
Лапинг-процесс	черновое								■						
	чистовое									■					
	отделочное												■		
Полирование	чистовое									■					
	отделочное											■			
Хопингование	предварительное									■					
	окончательное											■			
Суперфиниш	чистовое										■				
	тонкое												■		

3. Правила ухода за измерительным и поверочным инструментом

При работе необходимо:

- а) содержать в чистоте весь инструмент и особенно измерительные поверхности;
- б) плавно производить соприкосновение измерительных поверхностей с деталью;
- в) предохранять от нагрева, измерение производить при нормальной температуре (20°C);
- г) не измерять вращающихся деталей;
- д) не измерять нагретых деталей во время обработки;
- е) измерение производить без усилия;
- ж) перед измерением инструмент проверить;
- з) перед измерением тщательно очистить от грязи, стружки и пыли;
- и) бережно хранить и оберегать от ударов.

4. Измерительные приборы

Для особо точных измерений применяют измерительные приборы:

- а) рычажно-оптические — компарометр, оптиметр, ультраоптиметр, микролюкс. Измерение длины относительным методом. Погрешность $\pm 0,0002$ мм;
- б) оптические — проекторы различного увеличения. Проектируют контуры деталей с большим увеличением для сличения с контуром чертежа;
- в) измерительные машины — концевые и штриховые. Измерение больших длин до 6000 мм путем сличения с концевыми мерами или штриховой шкалой, имеющейся на машине;
- г) пневматические — для контроля изделий, главным образом отверстий с очень высокой точностью;
- д) электрические — для проверки наружных и внутренних поверхностей. Они применяются как контрольные приспособления и сортировочные автоматы. Приборы изготавливаются с электронными или электромагнитными реле. Точность измерения до 0,001 мм.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

1. Классификация приспособлений

Приспособлением для фрезерной обработки называется дополнительное устройство к фрезерному станку, позволяющее устанавливать, зажимать и фиксировать обрабатываемую деталь соответственно требованиям технологического процесса.

В соответствии с назначением приспособления делят на:

1) зажимные, имеющие задачей закрепление обрабатываемой детали в необходимом положении и предотвращающие возможность смещения или вибрации детали под действием усилий резания или собственного веса;

2) направляющие, предназначенные для правильной установки детали на станке относительно фрезы и для направления фрезы в процессе обработки относительно обрабатываемой детали;

3) делительные, предназначенные для изменения и точной фиксации различных положений обрабатываемых поверхностей детали относительно фрезы в процессе обработки. Кроме того, к фрезерным приспособлениям относят группу устройств, позволяющих расширять область выполняемых работ на станках, как, например, вертикальные накладные головки, долбежные накладные головки, накладные сверлильные головки, приспособления для нарезания реек и т. д.

По степени специализации, по характеру привода зажимного устройства и по характеру обслуживания приспособления классифицируют на следующие группы (см. табл. 79).

Таблица 79

Специализация, характер привода и обслуживания приспособлений

По степени специализации	По характеру привода	По характеру обслуживания
Универсальные Нормальные Специальные Делительные Копировальные	Механические Пневматические Гидравлические Пневмогидравлические Электромагнитные Электрические	Ручного действия Полуавтоматические Автоматические

2. Приспособления для фиксирования и закрепления деталей

В табл. 80 приведены наиболее часто встречающиеся приспособления для закрепления и фиксирования деталей при обработке на фрезерных станках.

Основные условия установки приспособлений для фиксирования и закрепления деталей:









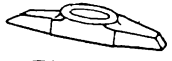
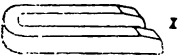
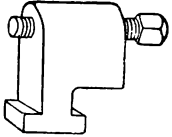
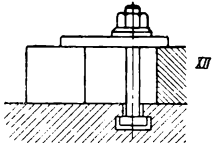
а) приспособление для уменьшения холостого хода станка должно крепиться на столе так, чтобы расстояние между обрабатываемой деталью и фрезой при исходном положении стола было наименьшим;

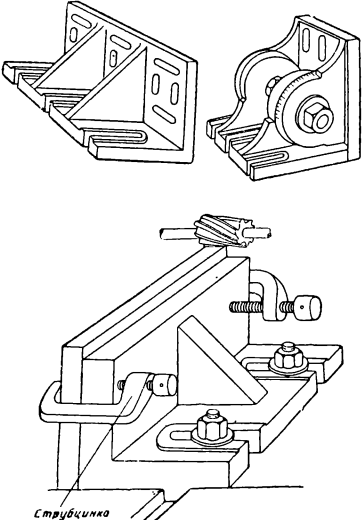
б) рукоятки и гайки для зажима должны располагаться на приспособлении так, чтобы ими удобно и безопасно было пользоваться;

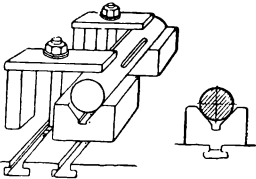
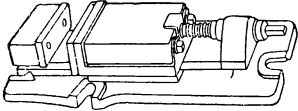
в) приспособление не должно быть больше рабочей части стола;

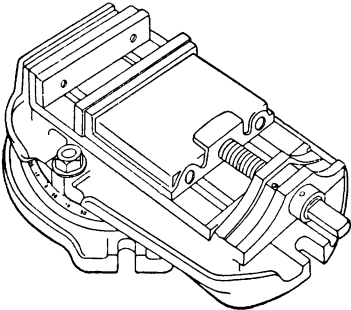
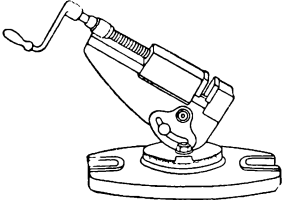
г) высота зажимных рукояток должна быть меньше расстояния между приспособлением и кольцами фрезерной оправки в рабочем положении.

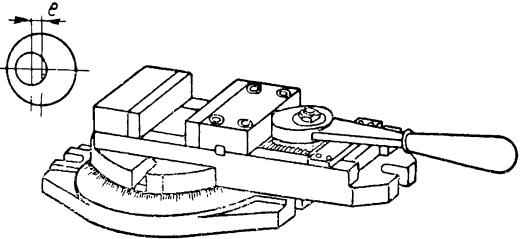
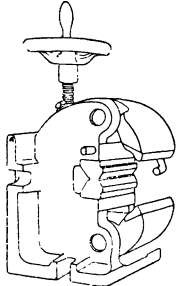
Приспособления для фиксации и закрепления деталей

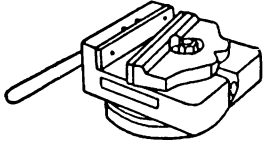
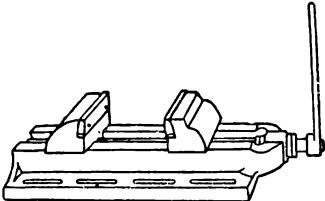
Наименование	Эскиз		Назначение и краткая характеристика
Прихваты	I 	VI 	Для закрепления на столе деталей сложной формы или больших габаритов
	II 	VII 	
	III 	VIII 	
	IV 	IX 	
	V 	X 	
	XI 	XII 	

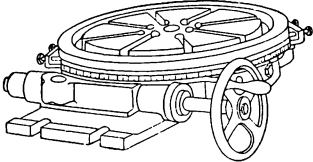
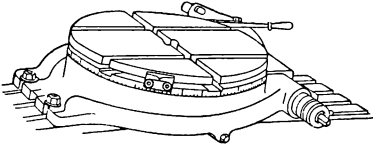
Наименование	Эск	Назначение и краткая характеристика
Угловые плиты	 <p>The image contains three technical drawings. At the top, two views of a corner plate are shown: a perspective view on the left and a side view on the right showing a circular hole with a bolt. Below these, a larger perspective drawing shows the corner plate mounted on a machine tool's table. A label 'Струбцинка' (Vise) with a line points to the clamping mechanism of the tool.</p>	<p>Для установки и крепления деталей, имеющих две поверхности, расположенные под углом 90°</p>

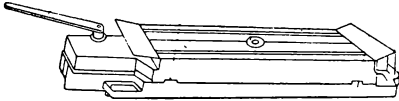
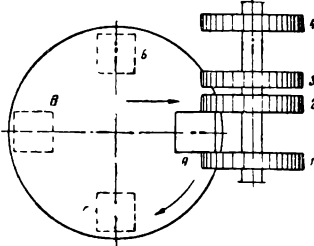
Наименование	Эск	Назначение и краткая характеристика
Призмы		<p>Для закрепления круглых деталей типа валов при мелкосерийном производстве</p>
Тиски машинные: а) неповоротные		<p>Для закрепления деталей небольших размеров в единичном или мелкосерийном производстве</p>

Наименование	Эск	Назначение и краткая характеристика
б) поворотные		<p>Для закрепления деталей небольших размеров с последующей обработкой их под углом</p>
в) универсальные		<p>Для закрепления больших деталей, имеющих скосы в вертикальном и горизонтальном направлении, но со снятием малой стружки. Обычно применяются в инструментальном и ремонтном цехах</p>

Наименование	Эскиз	Назначение и краткая характеристика
г) с эксцентриковым зажимом		Для закрепления небольших деталей. Значительно сокращает вспомогательное время
д) самоцентрирующие для круглых деталей		Для закрепления круглых деталей типа валов

Наименование	Эскиз	Назначение и краткая характеристика
е) с поворотной губкой		Для закрепления деталей с непараллельными сторонами
ж) самоцентрирующие плоские		Для закрепления деталей с самостоятельным центрованием

Наименование	Эскиз	Назначение и краткая характеристика
<p>Круглый стол: а) с ручной подачей</p>		<p>Для закрепления деталей при обработке по кругу или криволинейных контуров при единичном производстве</p>
<p>б) с механической подачей</p>		<p>Для закрепления и обработки по кругу или криволинейных контуров в серийном производстве</p>

Наименование	Эскиз	Назначение и краткая характеристика
Поворотный стол двухпозиционный		Для установки деталей во время работы станка
Индексирующее приспособление		Для установки деталей во время работы станка. Непрерывная обработка нескольких деталей с поворотом приспособления на нужный угол

3. Вспомогательный инструмент для закрепления фрез

Отдельную группу приспособлений представляют оправки, патроны, переходные втулки, цанги и другой вспомогательный инструмент для закрепления фрез. Обычно вспомогательный инструмент прилагается к станку в качестве нормальных принадлежностей.

Центровой оправкой называют такую, один конец которой входит в коническое гнездо шпинделя горизонтально-фрезерного станка, а другой конец поддерживается подвеской хобота. В зависимости от типа конуса гнезда шпинделя различают центровые оправки с конусом по ГОСТ 836—47, с конусом Морзе, с метрическим конусом и конусом Броун и Шарп. Конец центральной оправки, поддерживаемый подвеской, выполняют либо с направляющей цапфой либо без направляющей цапфы. В комплект центральной оправки входят, кроме самой оправки, набор установочных колец, одна или две направляющие втулки и одна гайка. В зависимости от размеров стола станка, ширины обрабатываемой детали, ширины одной или комплекта фрез, необходимой жесткости оправки и других факторов выбирают длину оправки. Диаметр рабочей части оправки выбирают по диаметру отверстия фрезы.

В табл. 81, 82, 84 приведены размеры оправок с направляющей цапфой, а в табл. 83, 85, 86 — без направляющей цапфы.

Концевой оправкой называют такую, которая коническим концом входит в коническое гнездо шпинделя, горизонтально- или вертикально-фрезерного станка, а на другой конец надевают насадную торцовую фрезу; таким образом концевая оправка работает консольно. Конический конец оправки может быть выполнен в зависимости от конструкции переднего конца шпинделя с конусом по ГОСТ 836—47, с конусом Морзе, с метрическим конусом и с конусом Броун и Шарп. В зависимости от конструкции торцовой фрезы крепление ее может быть выполнено на осевой или на торцовой шпонке.

В табл. 87 даны размеры концевых оправок с конусом по ГОСТ 836—47, в табл. 88 — для оправок с конусом Морзе. При выборе оправок необходимо следить, чтобы для праворежущих торцовых фрез оправка имела правую резьбу, а для леворежущих — левую.

Таблица 81

Оправки центровые с направляющей цапфой

а) С конусом № 2 (по ГОСТ 836—47)

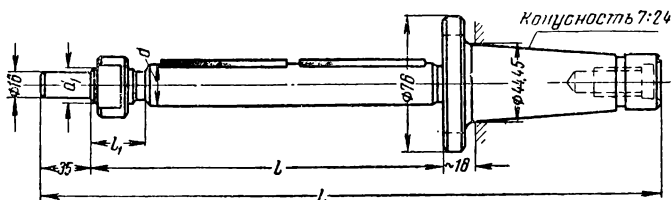


Рис. 30

d	d_1	l	l_1	L	d	d_1	l	l_1	L
22	1M20×1,5	165	30	310	32	1M30×2	165	45	310
		265		410			410		
27	1M24×2	165	35	310	40	1M36×3	365	55	510
		265		410			410		
		365		510			510		

Таблица 52

б) С конусом № 3 (по ГОСТ 836—47)

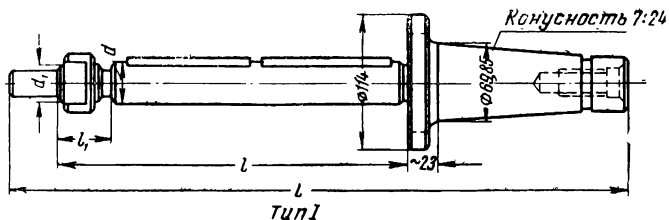


Рис. 31

d	d_1	l	l_1	L	d	d_1	l	l_1	L
22	1M20×1,5	280	30	470	32	1M30×2	360	45	550
		330		520			600		
		310		500			700		
27	1M24×2	360	35	550	40	1M36×3	360	55	550
		410		600			600		
		490		680			700		

Таблица 83

Оправки центровые без направляющей цапфы
С конусом Морзе

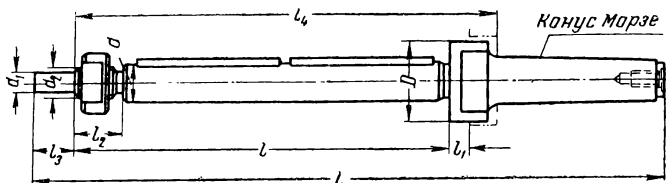


Рис. 32

Конус Морзе №	d	d ₁	l	l ₁	l ₂	L	D	d ₂	l ₃	l ₄		
3	16	12	180	12	20	310	40	1M14×1,5	25	204		
	22	18	265		30	410		1M20×1,5	40	289		
4	16	12	295	12	20	450	46	1M14×1,5	25	322		
			350		30	520					46	1M20×1,5
	430	35	600			46	1M24×2	40	457			
	260		45		450				46	1M30×2	40	307
	350	55			520	46	1M36×3	40				377
	430		30		600				46	1M20×1,5	40	457
	330	16			330	16	500	62				1M20×1,5
	480		30		650		35		685	35	1M24×2	
	330	18			480	18		500	480			1M36×3
	480		27		27		18	480		16	30	
480	27	27		18		480			16			30

Оправки центровые с конусом № 3
(по ГОСТ 836—47)

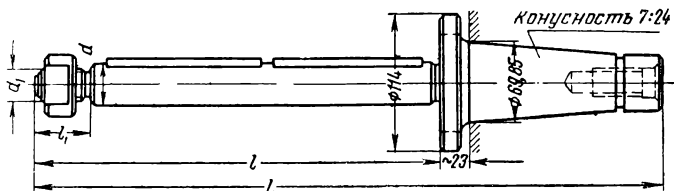


Рис. 33

d	d_1	l	l_1	L	d	d_1	l	l_1	L
20	1M20×1,5	170	30	320	40	1M36×3	650	55	800
		400		550			800		950
		500		650			1000		1150
27	1M24×2	175	35	325	50		500		650
		640		790			650		800
32	1M30×2	185	45	335	50	1M48×3	800	70	950
		650		800			900		1050
		800		950			1000		1150

Таблица 85

Оправки центровые с конусом Морзе

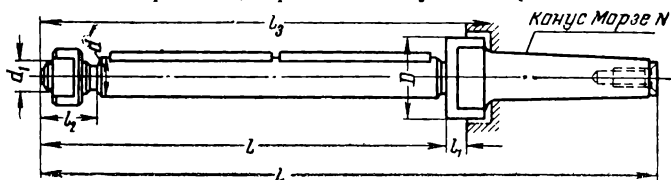


Рис. 34

Конус Морзе №	d	d_1	l	l_1	l_2	l_3	L	D
3	16	1M14×1,5	245	12	20	269	350	40
			345			369	450	
	22	1M20×1,5	295		30	319	400	
			395			419	500	
	27	1M24×2	295		35	319	400	
			395			419	500	
4	22	1M20×1,5	470	12	30	497	600	46
	27	1M24×2	470		35			
	32	1M30×2	370		45	397	500	
	32	1M30×2	620		45	647	750	
	40	1M36×3	670		55	697	800	
5	32	1M30×2	535	16	45	570	700	62
			685			720	850	
	40	1M36×3	585		55	620	750	
			785			820	950	
	50	1M48×3	585		70	620	750	
			785			820	950	

Таблица 86

Оправки центровые с конусом метрическим № 50

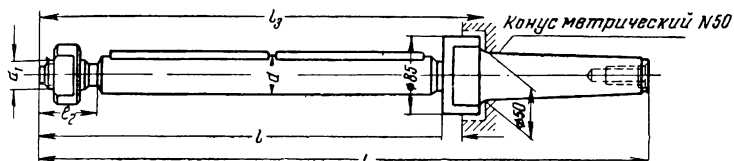


Рис. 35

d	d_1	l	l_2	l_3	L
22	1M20×1,5	570	30	608	750
27	1M24×2	650	35	688	830
32	1M30×2	670	45	708	850
		750		788	930
40	1M36×3	670	55	708	850
		750		788	930
50	1M48×3	670	70	708	850
		750		788	930

Таблица 87

Оправки концевые с конусом для торцовых
фрез с осевой шпонкой
(по ГОСТ 836—47)

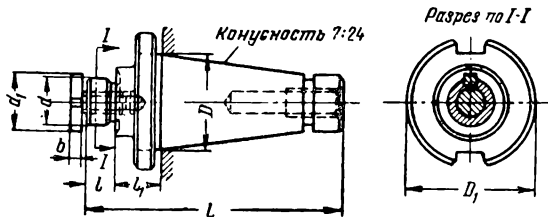


Рис. 36

Конус №	D	d	l	l_1	D_1	L	d_1	b
2	44,45	16	28	34	76	155	20	4
		22	36	31		160	25	5
		27	20	37		150	32	6
			60	27		180		
3	69,85	22	36	33	114	195	25	5
		27	20	44		190	32	6
			60	34		220		
		32	18	41		185	40	8

Оправки концевые с конусом Морзе для торцовых фрез с осевой шпонкой

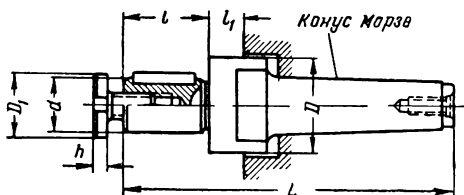


Рис. 37

Конус №	d	l	l_1	L	D	D_1	h
3	16	28	9	130	40	20	4
	22	36	11	140		25	5
4	22	36	11	165	46	25	5
	27	20	12	150	46	32	6
	27	60		190			
5	32	48	13	180	62	40	8

Таблица 89

Оправки концевые с конусом для торцовых фрез
с торцевой шпонкой
(по ГОСТ 836—47)

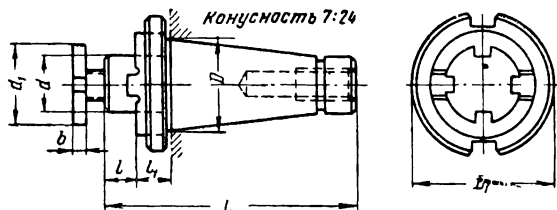


Рис. 38

Конус №	D	d	l	l_1	D_1	L	d_1	b
2	44,45	16	14	23	76	130	20	4
		22	18			25	5	
		27	18,5			32	6	
		32	18			40	8	
3	69,85	22	18	25	114	170	25	5
		27	18,5	25	114	170	40	8
		32	18			175	50	8
		40	$\frac{22,5}{42,5}$	26	195			
		50	$\frac{24,5}{44,5}$	24	175	60	10	
					195			
		60	47,5	26	200	70	12	

Оправки концевые с конусом Морзе для торцовых фрез с торцевой шпонкой

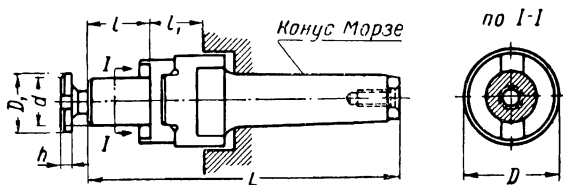


Рис. 39

Конус №	d	l	l_1	L	D	D_1	h
3	16	14	18	125	40	20	4
	22	18	19	130	40	25	5
4	22	18	24	160	46	25	5
	27	18,5	23			32	6
5	32	18	33	200	62	40	8
	40	22,5	34	205	62	50	8
6	40	22,5	38	285	105	50	8
	50	24,5	41	270	105	60	10

Для крепления насадных торцовых сборных фрез и фрезерных головок, имеющих конусное посадочное отверстие, применяют концевые оправки по типу, приведенному в табл. 91.

Таблица 91

Оправки с конусом № 3
для фрез с конусным отверстием
(по ГОСТ 836—47)

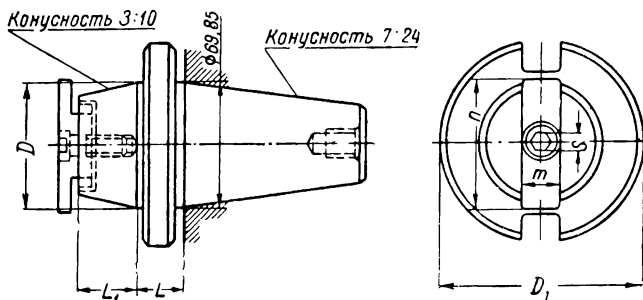


Рис. 40

D	D_1	L	L_1	m	n	s	D	D_1	L	L_1	m	n	s
40	114	27	25	24	45	8	76	114	40	25	32	82	10
65	114	32	25	24	70	8	110	114	50	25	45	112	12

Патроны. Фрезы, имеющие цилиндрический хвостовик, закрепляют в патронах. Патроны, подобно изображенному в табл. 92, выполняют с конусом Морзе по ГОСТ 836—47.

Патроны с конусом для фрез с цилиндрическим хвостовиком

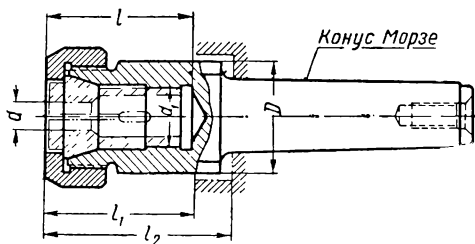


Рис. 41

Конус Морзе	d		d ₁	l	l ₁	l ₂	D
	наим.	наиб.					
3	4	12	20	51	54	66	50
4	4	12	20	52	65	80	46
	10	20	28	58			

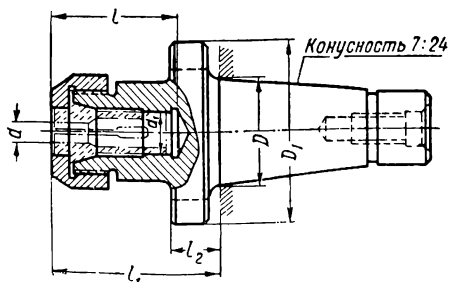


Рис. 42

Продолжение табл. 92

Конус по ГОСТ 836-47	D	d		d_1	l	l_1	l_2	D_1
		наим.	наиб.					
2	44,45	4	12	20	51	62	14	76
3	69,85	4	12	20	52	69	20	144
		10	20	28	58	79	21	

Переходные втулки. В табл. 93, 94, 95, 96 и 97 приведены размеры наиболее часто встречающихся переходных втулок.

Таблица 93

Втулки переходные с конусами Морзе

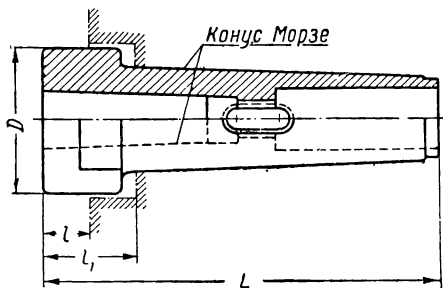


Рис. 43

Конус Морзе		D	l	l_1	L	Конус Морзе		D	l	l_1	L
на- руж- ный	внут- рен- ный					на- руж- ный	внут- рен- ный				
3	2	40	17	29	110	2	5	62	21	40	170
4	3	46	17	32	135	3					
						4					

Таблица 94

Втулки переходные с конуса № 2 на конус Морзе
(по ГОСТ 836—47)

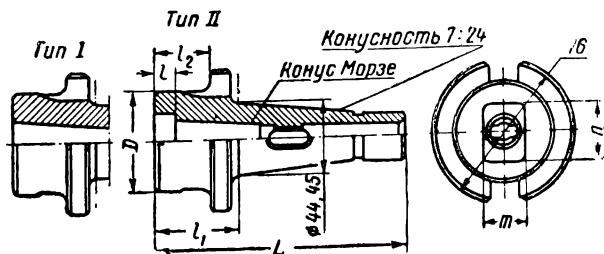


Рис. 44

Конус Морзе	D	l	l_1	l_2	L	m	n	Тип
2	55	—	47	33	140	—	—	I
3	55	12	47	33	140	24	40	II

Таблица 95

Втулки переходные с конуса № 3 на конус Морзе
(по ГОСТ 836—47)

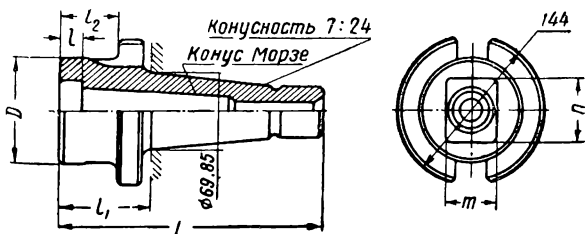


Рис. 45

Конус	D	l	l_1	l_2	L	m	n
3	65	12	43	22	170	24	40
4	65	15	43	22	170	32	45
5	80	18	73	52	200	45	62

**Втулки переходные с конуса метрического № 50
на конус Морзе**

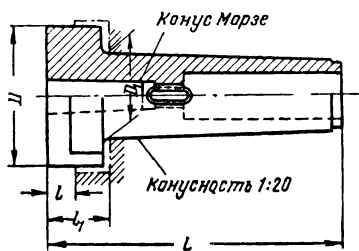


Рис. 46

Конус Морзе	D	D_1	l	l_1	L
2	85	50	22	38	180
3					
4					

Втулки переходные с конуса Броун и Шарп на конус Морзе

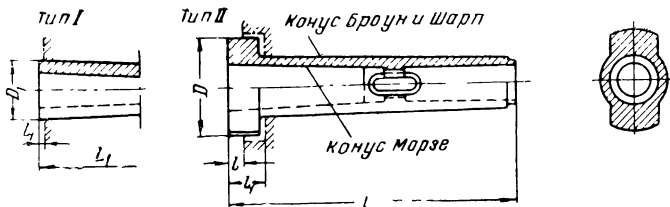


Рис. 47

Конус Броун и Шарп	Конус Морзе	D	D_1	l	l_1	L	L_1	Тип
9	2	—	27,443	—	8	—	110	I
10	2	—	32,895	—	8	—	148	
	3							
11	3	85	—	—	23	195	—	II
	4							
12	3	95	—	—	24	205	—	II
	4							
14	4	105	—	—	25	235	—	II
	5							

Шомпола, служащие для затяжки оправок в коническое гнездо шпинделя, выполняют с концами по ГОСТ 836—47. В табл. 93 приведены размеры концов шомполов, применяемых для отечественных фрезерных станков (рис. 48 и 49).

Таблица 98

Концы шомполов
(по ГОСТ 836—47)

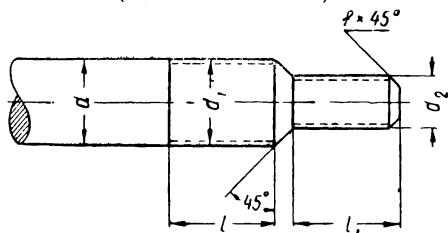


Рис. 48

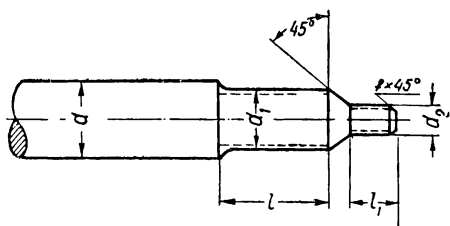


Рис. 49

Для конца шпинделя №	d	d_1	d_2	l	l_1	f
1	16	M12	M6	24	12	1
2	16	M16	M12	26	26	1,5
3	24	M24	M16	45	32	2
4	30	M30	M24	55	45	2

Примечание. Допуски резьбы — по 2-му классу точности, ОСТ НКТП 1251.

Установочные кольца. Размеры установочных колец приведены в табл. 99, колец с накаткой — в табл. 100 и букс — в табл. 101. Точные установочные кольца (см. табл.) применяют для комплектования набора фрез с целью получения заданного расстояния между фрезами.

Таблица 99

Размеры в мм установочных колец

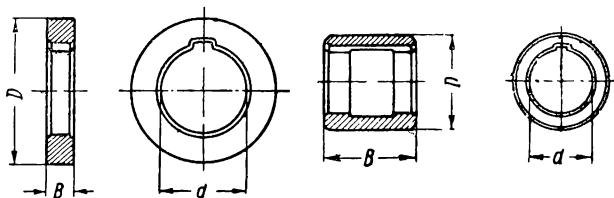


Рис. 50

Рис. 51

а) Точных

Диаметр отверстия d	13	16	22	27	32	40	50
Наружный диаметр D	20	25	35	40	48	58	68
Ширина кольца B	1,0; 1,02; 1,04; 1,06; 1,1; 1,2; 1,25; 1,3; 1,4; 1,75; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0						

б) Пониженной точности

Диаметр отверстия d	13	16	22	27	32	40	50
Наружный диаметр D	20	25	35	40	48	58	68
Ширина кольца B	6; 8; 10; 20; 30; 40; 50						

Примечание. Для оправок диаметром 13 и 16 мм кольца шириной 50 мм не предусмотрены.

Таблица 100

Размеры в мм колец с накаткой

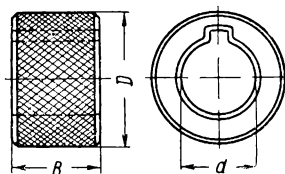


Рис. 52

d	13	16	22	27	32	40	50
D	22	28	38	42	50	60	70
B	15		20		25		

Таблица 101

Размеры в мм букс для оправок без направляющей цапфы

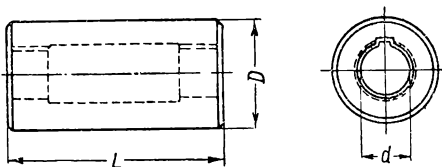


Рис. 53

d	16; 22; 27	22; 27; 32	22; 23; 32; 40	27; 32; 40; 50
D	42	50	60	70
L	80	100	120	120

Примечания:

1. Допуск на диаметр d и размеры шпоночного паза по ГОСТ 4020—48.
2. Допуск на диаметр D по С, ОСТ 1049.
3. Допуск на размер L по ГОСТ 1010.

4. Делительные приспособления

Для деления заготовки на равные части или заданный угол применяют следующие приспособления:

1) делительное приспособление для непосредственного деления;

2) универсальные делительные головки: а) с одним диском и сменными зубчатыми колесами, б) со сменными дисками и сменными зубчатыми колесами, в) со сменными дисками без сменных зубчатых колес, г) со сменными зубчатыми колесами и без делительного диска;

3) оптические делительные головки.

Делительный диск закреплен непосредственно на шпинделе и имеет деления в виде шлицев, канавок или отверстий для защелки (фиксатора). Обычно делительный диск имеет 12 отверстий. Применяют диски с числом отверстий 24 и 30.

Таблица 102

Упрощенные горизонтальные делительные головки
Размеры в мм

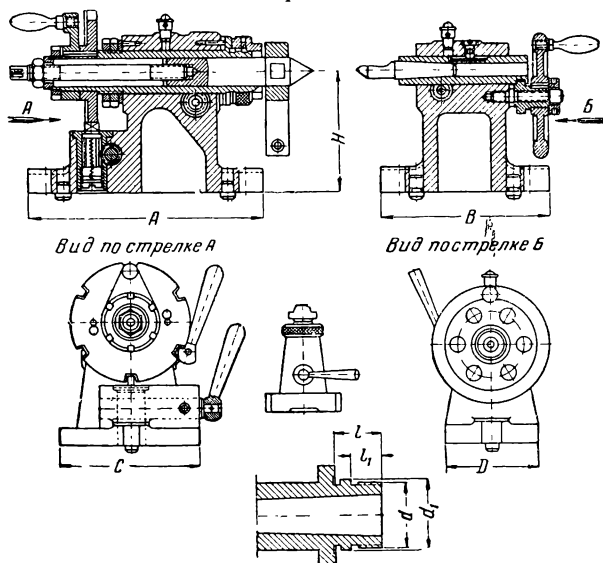


Рис. 54

<i>H</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>d</i> ₁	<i>l</i>	<i>l</i> ₁	Конус Морзе
135	255	180	150	100	M45×4,5	48	30	22	4
160	305	220	180	140	M68×6	70	35	26	5

Диски с 12 отверстиями допускают деления на 2; 3; 4; 6; 12 частей; диски с 24 отверстиями допускают деления на 2; 3; 4; 6; 8; 12; 24 части; диски с 30 отверстиями допускают деления на 2; 3; 5; 6; 10; 15; 30 частей.

Таблица 103

Установка фиксатора в отверстие выбираемого делительного диска в зависимости от количества необходимых делений

Количество необходимых делений	№ отверстий по кругу 12	№ отверстий по кругу 24	№ отверстий по кругу 30
2	1, 3, 5, 7, 9, 11	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29
3	1, 4, 7, 10	1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22	1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28
4	1, 5, 9	1, 5, 9, 13, 17, 21	—
5	—	—	1, 6, 11, 16, 21, 26
6	1, 7	1, 7, 13, 19	1, 7, 13, 19, 25
8	—	1, 9, 17	—
10	—	—	1, 11, 21
12	1	1, 13	—
15	—	—	1, 16
24	—	1	—
30	—	—	1

Универсальные делительные головки

При помощи универсальной делительной головки (рис. 55) можно:

устанавливать ось обрабатываемой заготовки под требуемым углом относительно стола станка (горизонтально, вертикально, наклонно);

периодически поворачивать заготовку вокруг ее оси на определенные углы (деление на равные и неравные части);

создавать непрерывное вращение заготовки при фрезеровании винтовых канавок.

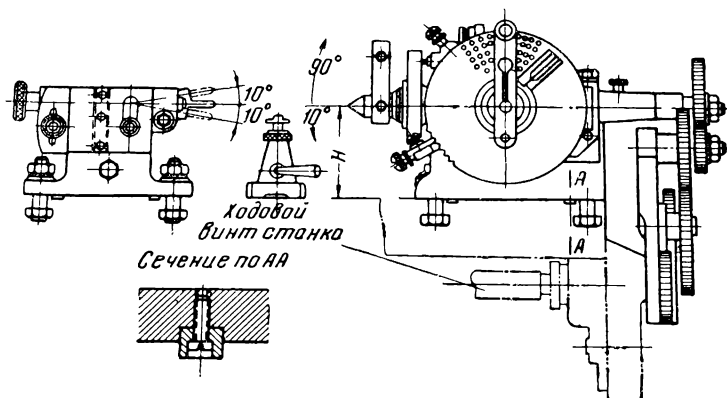


Рис. 55

Универсальная делительная головка допускает деление по методам:

- а) непосредственного деления;
- б) простого деления;
- в) комбинированного деления;
- г) дифференциального деления.

В табл. 105 приведены характеристики выпускаемых в Советском Союзе универсальных делительных головок.

Таблица 104

Передний конец шпинделя делительных головок

Тип головки	Конус Морзе в шпинделе	Резьба рабочего конца шпинделя	Длина резьбы в мм	Диаметр центрирующего пояска	Длина рабочего конца (резьбы и пояска) в мм	Диаметр отверстия в шпинделе в мм
УДГ-100	№ 3	M39×4	20	28С	25	20,0
УДГ-135	№ 4	M45×4,5	22	48С	30	26,5
УДГ-160	№ 5	1M64×4	24	68С	35	38,2

Делительные головки германского производства имеют гнезда с конусами Морзе 4, 5, 6. Делительные головки, изготовленные в США, имеют гнезда с конусами Броун и Шарп 10 и 11.

Таблица 105

Универсальные делительные головки

Размеры в мм

Наименование конструктивных данных	Модель		
	УДГ-100	УДГ-135	УДГ-160
Высота центров H	100	135	160
Резьба рабочего конца шпинделя	M39×4	M45×4,5	1M64×4
Наибольший угол поворота шпинделя в вертикальной плоскости в градусах	+90; -10	+90; -10	+90; -10
Передаточное отношение червячной пары	1:40	1:40	1:40
Число отверстий делительного диска: первый делительный диск:			

Продолжение табл. 105

Наименование конструктивных элементов	Модель		
	УДГ-100	УДГ-135	УДГ-160
первая сторона	43; 42; 41; 39; 38	24; 25; 28; 30; 34; 37; 38; 39; 41; 42; 43	
вторая сторона	37; 34; 30; 28; 25; 24	46; 48; 49; 51; 53; 54; 57; 58; 59; 62; 66	
второй делительный диск:			
первая сторона	66; 62; 59; 58; 57		
вторая сторона	54; 53; 51; 49; 48; 46		
Число отверстий диска непосредственного деления	24	—	24, 30, 36
Цена деления диска непосредственного деления в градусах	—	1	—
Точность деления:			
по делительному диску в мин.		2	
по диску непосредственного деления в мин.		5	
Число зубьев сменных зубчатых колес	25; 25; 30;	35; 40; 50;	55; 60;
	70; 80; 90;	100	
Размер установочных су-харей	14	18 или 24	22
Ход пиноли задней бабки	25	35	35
Конус Морзе в пиноли задней бабки	№ 2	№ 2	№ 3
Подъем центра задней бабки	20	30	30
Подъем люнета	25	25	25
Габариты основания де-лительной головки	140×210	206×260	206×295

Метод простого деления

Число оборотов рукоятки делительной головки определяется по формуле

$$n = \frac{N}{z},$$

где N — характеристика делительной головки, равная обычно 40;

z — количество заданных делений.

В табл. 106 приводится число оборотов рукоятки универсальной делительной головки для простого деления.

Метод комбинированного деления

Вращение шпинделя делительной головки складывается из двух поворотов рукоятки делительной головки относительно делительного диска — первый поворот рукоятки относительно одной стороны диска и второй поворот рукоятки вместе с диском относительно второй стороны диска.

Расчет ведется по формуле простого деления, но в связи с тем, что дробь не сокращается, ее представляют в виде двух дробей.

Пример. Надо нарезать зубчатое колесо с $z = 77$ на делительной головке $N = 40$. Тогда

$$n = \frac{40}{77} = \frac{33 + 7}{77} = \frac{33}{77} + \frac{7}{77} = \frac{3}{7} + \frac{1}{11} = \frac{12}{28} + \frac{6}{66}.$$

Первый поворот вокруг неподвижного диска до 28-го деления на 12 промежутков, второй поворот вместе с диском по тыльной стороне круга до 66-го деления на 6 промежутков.

Если получается разность дробей — второй поворот следует делать в обратную сторону.

Таблица 106

Числа оборотов рукоятки при простом делении

Число делений z	Делительный круг	Число делений z		Делительный круг	Число делений z		Делительный круг	Число делений z			
		Число полных оборотов рукоятки	Число пропущенных отверстий		Число полных оборотов рукоятки	Число пропущенных отверстий		Число полных оборотов рукоятки	Число пропущенных отверстий		
2	Любой	20	—	30	24	1	8	58	58	—	40
3	24	13	8	31	62	1	18	59	59	—	40
4	Любой	10	—	32	28	1	7	60	42	—	28
5	"	8	—	33	66	1	14	62	62	—	40
6	24	6	16	34	34	1	6	64	24	—	15
7	28	5	20	35	28	1	4	65	39	—	24
8	Любой	5	—	36	54	1	6	66	66	—	40
9	54	4	24	37	37	1	3	68	34	—	20
10	Любой	4	39	38	38	1	2	70	28	—	16
11	66	3	42	39	1	1	1	72	54	—	30
12	24	3	8	40	Любой	1	1	74	37	—	20
13	39	3	3	41	41	—	40	75	30	—	16
14	28	2	24	42	42	—	40	76	38	—	20
15	24	2	16	43	43	—	40	78	39	—	20
16	24	2	12	44	66	—	60	80	34	—	17
17	34	2	12	45	54	—	48	82	41	—	20
18	54	2	12	46	46	—	40	84	42	—	20
19	38	2	4	47	47	—	40	85	34	—	15
20	Любой	2	—	48	24	—	20	86	43	—	20
21	42	1	38	49	49	—	40	88	66	—	30
22	66	1	54	50	25	—	20	90	54	—	24
23	46	1	34	51	51	—	40	92	46	—	20
24	24	1	16	52	39	—	30	94	47	—	20
25	25	1	15	53	53	—	40	95	38	—	16
26	39	1	31	54	54	—	40	96	24	—	10
27	54	1	26	55	66	—	48	98	49	—	20
28	42	1	18	56	28	—	20	100	25	—	10
29	58	1	22	57	57	—	40	102	51	—	20

Продолжение табл. 106

Число делений z	Делительный круг	Число полных оборотов		Число делений z	Делительный круг	Число полных оборотов		Число делений z	Делительный круг	Число полных оборотов	
		рукоятки	Число пропущенных отверстий			рукоятки	Число пропущенных отверстий			рукоятки	Число пропущенных отверстий
104	39	—	15	172	43	—	10	270	54	—	8
105	42	—	15	176	66	—	15	272	34	—	5
106	53	—	20	180	54	—	12	280	28	—	4
108	54	—	20	184	46	—	10	290	58	—	8
110	66	—	24	188	47	—	10	296	37	—	5
112	28	—	10	190	38	—	8	300	30	—	4
114	57	—	20	192	24	—	5	304	38	—	5
115	46	—	16	195	39	—	8	310	62	—	8
116	58	—	20	196	49	—	10	312	39	—	5
118	59	—	20	200	25	—	5	320	24	—	3
120	66	—	22	204	51	—	10	328	41	—	5
124	62	—	20	205	41	—	8	330	66	—	8
125	25	—	8	210	42	—	8	336	42	—	5
130	39	—	12	212	53	—	10	340	34	—	4
132	66	—	20	215	43	—	8	344	43	—	5
135	54	—	16	216	54	—	10	360	54	—	6
136	34	—	10	220	66	—	12	368	46	—	5
140	28	—	8	224	28	—	5	370	37	—	4
144	54	—	15	228	57	—	10	376	47	—	5
145	58	—	16	230	46	—	8	380	38	—	4
148	37	—	10	232	58	—	10	390	39	—	4
150	30	—	8	235	47	—	8	392	49	—	5
152	38	—	10	236	59	—	10	400	30	—	3
155	62	—	16	240	34	—	4	408	51	—	5
156	39	—	10	245	49	—	8	410	41	—	4
160	28	—	7	248	62	—	10	424	53	—	5
164	41	—	10	250	25	—	4	432	54	—	5
165	66	—	16	255	51	—	8	440	66	—	6
168	42	—	10	260	39	—	6	456	57	—	5
170	34	—	8	264	66	—	10	460	46	—	4

Продолжение табл. 106

Число делений z	Делительный круг	Число полных оборотов рукоятки	Число пропущенных отверстий
470	47	—	4
490	49	—	4
496	62	—	5
500	25	—	2
510	51	—	4
528	66	—	4
530	53	—	4
540	54	—	4

Метод дифференциального деления

Число оборотов рукоятки делительной головки определяется по формуле

$$n = \frac{N}{X}$$

где N — характеристика делительной головки, равная обычно 40;

X — условное количество делений, близкое к заданному числу делений z .

Передаточное отношение сменных колес определяется по формуле

$$i = \frac{40}{X} (X - z).$$

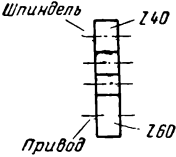
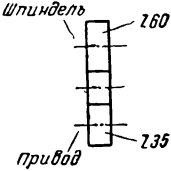
Если z меньше X , то вращение делительного диска должно быть в том же направлении, что и рукоятка делительной головки, т. е. по часовой стрелке.

Если z больше X , то необходимо, чтобы вращение делительного диска было направлено против вращения рукоятки, т. е. против часовой стрелки, для чего необходимо поставить на гитару одно или два паразитных колеса.

В табл. 107 приведены возможные схемы настройки гитары на дифференциальное деление.

В табл. 108 приводятся данные для настройки универсальной делительной головки типа УДГ-100, 40Г-135 и 4ДГ-160 на дифференциальное деление.

Схема настройки гитары на дифференциальное деление

№ схемы настройки	Примеры подсчета	Схема настройки	Количество паразитных зубчатых колес
1	<p style="text-align: center;">Разделить деталь на 61 часть:</p> $i = \frac{40}{X} = (X - z);$ $i = \frac{40}{60} (60 - 61) = -\frac{4}{6} = -\frac{40}{60};$ $n = \frac{40}{X} = \frac{40}{60} = \frac{2}{3}$		Два
2	<p style="text-align: center;">Разделить деталь на 67 частей:</p> $i = \frac{40}{X} (X - z);$ $i = \frac{40}{70} (70 - 67) = \frac{12}{7} = \frac{60}{35};$ $n = \frac{40}{X} = \frac{40}{70} = \frac{4}{7}$		Одно

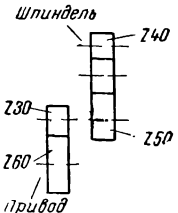
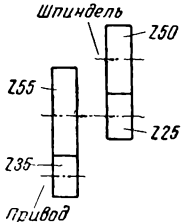
№ схемы настройки	Примеры подсчета	Схема настройки	Количество паразитных зубчатых колес
3	<p>Разделить деталь на 101 часть:</p> $i = \frac{40}{X} (X - z);$ $i = \frac{40}{100} (100 - 101) = -\frac{4}{10} = \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} = \frac{40}{50} \cdot \frac{30}{60};$ $n = \frac{40}{X} = \frac{40}{100} = \frac{2}{5}$		Одно
4	<p>Разделить деталь на 129 частей:</p> $i = \frac{40}{X} (X - z);$ $i = \frac{40}{140} (140 - 129) = \frac{44}{14} = \frac{22}{7} =$ $= \frac{2}{1} \cdot \frac{11}{7} = \frac{50}{25} \cdot \frac{55}{35};$ $n = \frac{40}{X} = \frac{40}{140} = \frac{2}{7}$		—

Таблица 108

**Настройка делительной головки УДГ-100; УДГ-135
и УДГ-160 при дифференциальном делении**

Число делений z	Число отверстий делит. диска	Число отверстий, отсчит. на делит. диске	Сменные зубчатые колеса				Число паразитных колес	Вспомогательное число X	№ схемы настройки
			на шпинделе делит. головки	1-е промежуточное	2-е промежуточное	на приводе делит. диска			
61	24	16	40	—	—	60	2	60	1
63	24	16	50	—	—	25	2	60	1
67	28	16	60	—	—	35	1	70	2
69	30	18	35	—	—	25	1	40—30	2
								18	
71	28	16	40	—	—	70	2	70	1
73	20	16	60	—	—	35	2	70	2
77	24	12	60	—	—	40	1	80	1
79	24	12	25	—	—	50	1	80	2
81	24	12	25	—	—	50	2	80	1
83	24	12	60	—	—	40	2	80	1
87	30	14	30	—	—	50	1	40—30	2
								14	
89	66	30	25	—	—	55	2	88	1
91	66	30	50	55	60	40	1	88	3
93	54	24	40	—	—	30	2	90	1
97	25	10	60	—	—	50	1	100	2
99	25	10	35	70	40	50	—	100	4
101	25	10	40	50	30	60	1	100	3
103	25	10	60	—	—	50	2	100	1
107	66	24	60	—	—	55	1	110	2
109	66	24	40	55	25	50	—	110	4
111	24	8	60	25	50	40	—	120	4
113	66	24	60	—	—	55	2	110	1

Продолжение табл. 108

Число делений z	Число отверстий делит. диска	Число отверстий, отсчит. на делит. диске	Сменные зубчатые колеса				Число паразитных колес	Вспомогательное число X	№ схемы настройки
			на шпинделе делит. головки	1-е промежуточное	2-е промежуточное	на приводе делит. диска			
117	24	8	25	—	—	25	1	120	2
119	24	8	30	—	—	90	1	120	2
121	24	8	30	—	—	90	2	120	1
122	24	8	40	—	—	60	2	120	1
123	24	8	25	—	—	25	2	120	1
126	24	8	50	—	—	25	2	120	1
127	24	8	70	—	—	30	2	120	1
128	24	8	80	—	—	30	2	120	1
129	28	8	50	25	55	35	—	140	4
131	30	9	35	—	—	50	1	40—30	2
								9	
133	28	8	50	—	—	25	1	140	2
134	28	8	60	—	—	35	1	140	2
137	28	8	30	—	—	35	1	140	2
138	28	8	40	—	—	70	1	140	2
139	28	8	25	50	40	70	—	140	4
141	54	15	50	—	—	60	1	144	2
142	28	8	40	—	—	70	2	140	1
143	28	8	30	—	—	35	2	140	1
146	28	8	60	—	—	35	2	140	1
147	28	8	50	—	—	25	2	140	1
149	24	6	55	40	60	30	—	160	4
151	24	6	90	—	—	40	1	160	2
153	24	6	70	—	—	40	1	160	2
154	24	6	60	—	—	40	1	160	2
157	24	6	30	—	—	40	1	160	2
158	24	6	25	—	—	50	1	160	2
159	24	6	25	50	30	60	—	160	4
161	42	10	50	—	—	30	1	168	2

Продолжение табл. 108

Число делений z	Число отверстий делит. диска	Число отверстий, отсчит. на делит. диске	Сменные зубчатые колеса				Число паразитных колес	Вспомогательное число X	№ схемы настроек
			на шпindle делит. головки	1-е промежуточное	2-е промежуточное	на приводе делит. диска			
162	24	6	25	—	—	50	2	160	1
163	24	6	30	—	—	40	2	160	1
166	24	6	60	—	—	40	2	160	1
167	24	6	70	—	—	40	2	160	1
169	39	9	25	—	—	25	1	40—35	2
								9	
171	42	10	25	—	—	35	2	168	1
173	54	12	40	60	70	30	—	180	4
174	54	12	40	—	—	30	1	180	2
175	54	12	50	90	60	30	—	180	4
177	54	12	40	—	—	60	1	180	2
178	54	12	40	—	—	90	1	180	2
179	54	12	40	90	25	50	—	180	4
181	54	12	40	50	25	90	1	180	3
182	39	9	50	—	—	25	2	40—39	1
								9	
183	54	12	40	—	—	60	2	180	1
185	25	5	90	—	—	30	1	200	2
186	25	5	70	—	—	25	1	200	2
187	54	12	40	60	70	30	1	180	3
189	54	12	50	—	—	25	2	180	1
191	25	5	90	—	—	50	1	200	2
193	25	5	35	—	—	25	1	200	2
194	25	5	30	—	—	25	1	200	2
197	25	5	30	—	—	50	1	200	2
198	25	5	30	60	40	50	—	200	4
199	25	5	40	100	30	60	—	200	4
201	25	5	30	100	40	60	1	200	3
202	25	5	30	50	40	60	1	200	3

Продолжение табл. 108

Число делен	Число отверстий делит. диска	Число отверстий, отсчит. на делит. диске	Сменные зубчатые колеса				Число паразитных колес	Вспомогательное число X	№ схемы настройки
			на шпинделе делит. головки	1-е промежуточное	2-е промежуточное	на приводе делит. диска			
203	25	5	30	—	—	50	2	200	1
206	25	5	60	—	—	50	2	200	1
207	25	5	35	—	—	25	2	200	1
208	25	5	40	—	—	25	2	200	1
209	66	12	50	—	—	25	1	220	2
211	25	5	55	—	—	25	2	200	1
213	66	12	70	—	—	55	1	220	2
214	66	12	60	—	—	55	1	220	2
217	42	8	40	—	—	30	2	210	1
218	66	12	60	55	30	90	—	220	4
219	42	8	60	—	—	35	2	200	1
221	34	6	25	—	—	25	1	40—34	2
								6	
222	24	4	60	25	50	40	—	240	4
223	66	12	30	—	—	55	2	220	1
225	66	12	50	—	—	55	2	220	1
226	66	12	60	—	—	55	2	220	1
227	66	12	70	—	—	55	2	220	1
229	24	4	55	—	—	30	1	240	2
231	24	4	60	—	—	40	1	240	2
233	24	4	35	—	—	30	1	240	2
234	24	4	25	—	—	25	1	240	2
237	24	4	25	—	—	50	1	240	2
238	24	4	25	60	40	50	—	240	4
239	24	4	30	50	25	50	—	240	4
241	24	4	30	50	25	50	1	240	3
242	24	4	25	50	40	60	1	240	3
243	24	4	30	—	—	50	2	240	1
244	24	4	40	—	—	60	2	240	1

Продолжение табл. 108

Число делений z	Число отверстий делит. диска	Число отверстий, отсчит. на делит. диске	Сменные зубчатые колеса				Число паразитных колес	Вспомогател. число X	№ схемы настройки
			на шпинделе делит. головки	1-е промежуточное	2-е промежуточное	на приводе делит. диска			
246	24	4	25	—	—	25	2	240	1
247	24	4	35	—	—	30	2	240	1
249	24	4	60	—	—	40	2	240	1
251	24	4	55	—	—	30	2	240	1
252	24	4	50	—	—	25	2	240	1
253	66	10	50	—	—	30	1	264	2
254	24	4	70	—	—	30	2	240	1
256	66	10	50	30	55	—	—	264	4
257	66	10	50	30	55	—	—	264	4
258	66	10	50	—	—	55	1	264	2
259	28	4	90	—	—	30	1	280	2
261	24	4	70	40	50	25	2	240	3
262	20	3	35	—	—	50	1	40—20	2
								3	
263	66	10	25	55	30	90	1	264	3
266	28	4	60	—	—	30	1	280	2
267	64	8	40	—	—	90	1	270	2
268	28	4	60	—	—	35	1	280	2
269	28	4	55	—	—	35	1	280	2
271	66	10	50	30	35	55	1	264	3
273	28	4	25	—	—	25	1	280	2
274	28	4	30	—	—	35	1	280	2
275	28	4	25	—	—	35	1	280	2
276	28	4	40	—	—	70	1	280	2
277	28	4	30	—	—	70	1	280	2
278	28	4	25	50	40	70	—	280	4
279	54	8	40	—	—	30	2	270	1
281	54	8	80	30	55	90	1	270	3
282	30	4	60	—	—	25	1	300	2

Продолжение табл. 108

Число дс.	Число отверстий делит. диска	Число отверстий, отсчит. на делит. диске	Сменные зубчатые колеса			Число паразитных колес	Вспомогательное число X	№ схемы настрой	
			на шпindle делит. головки	1-е промежуточное	2-е промежуточное				на приводе делит. диска
283	28	4	30	—	—	70	2	280	1
284	28	4	40	—	—	70	2	280	1
286	28	4	30	—	—	35	2	280	1
287	28	4	25	—	—	25	2	280	1
288	28	4	40	—	—	35	2	280	1
289	30	4	40	30	55	50	—	300	4
291	30	4	30	—	—	25	1	300	2
292	28	4	60	—	—	35	2	280	1
293	30	4	35	50	40	30	—	300	4
294	28	4	50	—	—	25	2	280	1
297	66	8	60	25	50	30	—	330	4
298	30	4	30	90	40	50	1	300	3
299	24	3	70	60	90	40	—	320	4
301	43	6	50	—	—	25	1	40—43	2
								6	
302	28	4	60	30	55	36	1	280	3
303	30	4	40	50	30	60	1	300	3
305	30	4	40	—	—	60	2	300	1
306	30	4	40	—	—	50	2	300	1
307	30	4	40	25	35	60	1	300	3
308	24	3	60	—	—	40	1	320	2
309	30	4	30	—	—	25	2	300	1
311	30	4	40	60	55	25	1	300	3
313	24	3	35	—	—	40	1	320	2
315	24	3	30	—	—	40	1	320	2
315	24	3	25	—	—	40	1	320	2
316	24	3	25	—	—	50	1	320	2
317	24	3	30	—	—	80	1	320	2
318	24	3	25	50	30	60	—	320	4

Продолжение табл. 108

Число делений z	Число отверстий делит. диска	Число отверстий, отсчит. на делит. диске	Сменные зубчатые колеса			Число паразитных колес	Вспомогательное число X	№ схемы настройки	
			на шпинделе делит. головки	1-е промежуточное	2-е промежуточное				на приводе делит. диска
319	66	8	40	—	—	30	1	330	2
321	30	4	70	—	—	25	2	300	1
322	46	6	50	—	—	25	2	$\frac{40-46}{6}$	1
323	24	3	30	—	—	80	2	320	1
324	24	3	25	—	—	50	2	320	1
325	24	3	25	—	—	40	2	320	1
326	24	3	30	—	—	40	2	320	1
327	24	3	35	—	—	40	2	320	1
329	47	6	30	—	—	25	2	$\frac{40-47}{6}$	1
331	24	3	35	—	—	40	2	320	1
332	24	3	60	—	—	40	2	320	1
333	54	6	60	25	50	40	—	380	4
334	24	3	70	—	—	40	2	320	1
335	54	6	100	30	50	60	—	360	4
337	66	8	40	30	35	55	1	330	3
338	24	3	25	40	90	25	1	320	3

Продолжение табл. 108

Число делений z	Число отверстий делит. диска	Число отверстий, отсчит. на делит. диске	Сменные зубчатые колеса				Число паразитных колес	Вспомогательное число X	№ схемы настройки
			на шпindelе делит. головки	1-е промежуточное	2-е промежуточное	на приводе делит. диска			
339	54	6	70	—	—	30	4	360	2
341	66	8	40	—	—	30	2	330	1
342	54	6	50	—	—	25	1	360	2
343	42	5	50	—	—	60	2	336	1
345	54	6	50	—	—	30	1	360	2
346	54	6	70	30	40	60	—	360	4
347	42	5	50	60	55	35	1	336	3
348	54	6	40	—	—	30	1	360	2
349	54	6	50	50	55	25	—	360	—
350	54	6	60	90	50	30	—	360	—
351	54	6	25	—	—	25	1	360	2
352	54	6	40	90	50	25	—	360	4
353	54	6	35	90	50	25	—	360	4
354	54	6	40	—	—	60	1	360	2
355	54	6	50	—	—	90	1	360	2
356	54	6	40	—	—	90	1	360	2
357	54	6	30	—	—	90	1	360	2
358	54	6	25	90	40	50	—	360	4
359	54	6	40	100	25	90	—	360	4
361	38	4	60	—	—	30	1	380	2
362	54	6	30	60	40	90	1	360	3
363	54	6	30	—	—	90	2	360	1

Продолжение табл. 10.

Число делений z	Число отверстий делит. диска	Число отверстий, отсчит. на делит. диске	Сменные зубчатые колеса				Число паразитных колес	Вспомогательное число X	№ схемы настройк
			на шпинделе делит. головки	1-е промежуточное	2-е промежуточное	на приводе делит. диска			
364	54	6	40	—	—	90	2	360	1
365	54	6	50	—	—	90	2	360	1
366	54	6	40	—	—	60	2	360	1
367	54	6	70	—	—	99	2	360	1
369	54	6	25	—	—	25	2	360	1
371	54	6	50	90	55	25	1	360	3
372	54	6	40	—	—	30	2	360	1
373	30	3	30	40	90	25	—	400	4
374	54	6	70	30	40	60	1	360	3
375	54	6	50	—	—	30	2	360	1
377	58	6	25	—	—	25	1	40—58 6	2
378	54	6	60	—	—	30	2	360	1
379	30	3	35	50	90	30	—	400	4
381	54	6	70	—	—	30	2	360	1
382	30	3	90	—	—	50	1	400	2

5. Фрезерование винтовых канавок

Обработка винтовой канавки достигается одновременным равномерным вращением детали и перемещением фрезы вдоль оси детали. За один полный оборот детали фреза должна переместиться вдоль ее оси на величину шага.

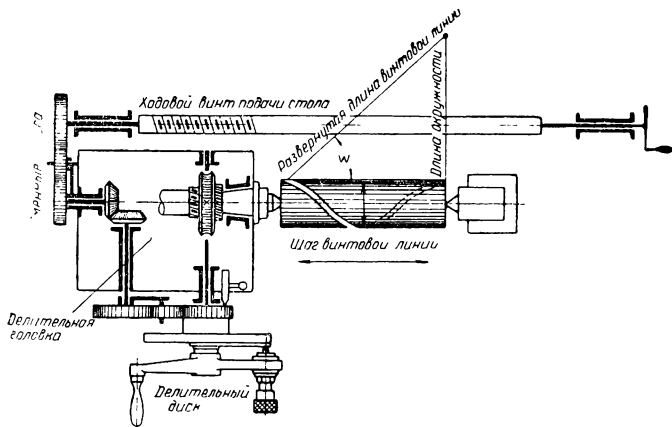


Рис. 56

Для этого шпиндель универсальной делительной головки при помощи сменных зубчатых колес связан с ходовым винтом подачи стола.

На рис. 56 показана схема настройки станка на фрезерование винтовой канавки.

При фрезеровании нескольких заходов необходимо деление окружности производить по методу простого деления, принимая число заходов как число зубьев.

Для придания соответствия профиля канавки профилю фрезы необходимо стол повернуть на угол наклона винтовой линии ω .

В табл. 109 приведены подбор сменных зубчатых колес и угол поворота стола при фрезеровании винтовых канавок.

Подбор сменных зубчатых колес и угла поворота

Шаг нарезаемой винтовой канавки в мм (f)	Сменные зубчатые колеса				Углы поворота стола ω в град.			
	К ходовому винту на гитаре (ведущая z_1)	1-я промежуточная (ведомая z_2)	2-я промежуточная (ведущая z_3)	на валике делит. головки (ведомая z_4)	Диаметр обрабатываемой			
					12	15	18	20
40	90	30	50	25	43,25			
50	40	25	90	30	37	43,25		
60	70	35	80	40	32,25	38,25	43,25	
70	60	35	50	25	28,25	34	39	42
80	90	30	25	25	25,25	30,5	35,25	38,25
90	40	30	50	25	22,75	27,5	32,75	35
100	60	50	80	40	20,75	25,25	29,5	32,25
110	60	55	50	25	19	23,25	27,25	29,75
120	60	30	25	25	17,5	21,5	25,25	27,75
128	50	40	90	60	16,5	20,25	23,75	26,25
140	60	70	50	25	15	18,5	22	24,25
150	40	50	60	30	14	17,5	20,75	22,75
160	90	30	25	50	13,25	16,5	19,5	21,5
175	80	70	60	50	12,25	15	18	19,75
180	100	35	30	90	11,75	14,75	17,5	19,25
192	50	40	25	25	11	13,75	16,5	18,75
200	30	50	80	40	10,75	13,25	15,75	17,5
210	40	35	25	25	10,25	12,75	15	16,75
220	60	55	25	25	9,75	12	14,25	16
231	50	55	80	70	9,25	11,5	13,75	15,25
240	80	40	25	50	9	11	13,25	14,75
250	30	50	40	25	8,5	10,75	12,75	14
264	30	55	25	25	8	10	12	13,5
270	60	90	25	25	8	10	11,75	13
280	60	70	25	25	7,75	9,5	11,5	12,75
300	40	50	25	25	7,25	9	10,75	11,75
320	30	40	25	25	6,75	8,5	10	11
330	40	55	25	25	6,5	8,25	9,75	10,75
350	60	70	40	50	6	7,75	9,25	10,75
360	80	50	25	60	6	7,5	9	10

Таблица 109

стола станка при фрезеровании винтовых канавок

(с точностью до четверти градуса)

детали D в мм

22	25	30	35	40	45
44,5					
40,25	44,5				
37,5	41				
34,75	38,75	43,25			
32,25	35,5	40,5	45		
30	33,25	38	42,5		
28,15	31,25	36,15	40,75	44,5	
26,15	29,15	34	38,25	42	
24,75	32	36,25	40	43,25	
23,75	26,25	30,5	34,5	38,25	41,5
21,5	24,25	28,26	32,25	35,75	39
21	23,5	27,5	31,5	35	38,25
19,75	22,25	26,75	29,75	33,15	36,25
19	21,5	25,25	28,75	32	35,25
18,25	20,5	24,75	27,75	31	34
17,5	19,75	23,25	26,5	29,75	32,75
16,75	18,75	22,25	25,5	28,5	31,5
16	18,75	21,5	24,75	27,75	30,5
15,5	17,5	20,75	23,75	26,75	29,5
14,75	16,75	19,75	22,75	25,5	28,25
14,25	16,25	19,25	22,25	25	27,5
14	15,75	18,5	21,5	24,25	26,75
13	14,75	17,5	20	22,75	25,75
12,25	13,75	16,5	19	21,5	23,75
11,75	13,5	16	18,5	20,75	23,25
11	12,75	15	17,5	19,75	22
10,75	12,5	14,75	17	19,25	21,5

Шаг нарезаемой винтовой канавки в мм (t)	Сменные зубчатые колеса					Углы поворота стола ω в град.			
						Диаметр обрабатываемой			
	К ходовому винту на гитаре (ведущая z_1)	1-я промежуточная (ведомая z_2)	2-я промежуточная (ведущая z_3)	на валике делит. головки (ведомая z_4)	50	55	60	65	
40	90	30	50	25					
50	40	25	90	30					
60	70	35	80	40					
70	60	35	50	25					
80	90	30	25	25					
90	40	30	50	25					
100	60	50	80	40					
110	60	55	50	25					
120	60	30	25	25					
128	50	40	90	60					
140	60	70	50	25					
150	40	50	60	30					
160	90	30	25	50	44,5				
175	80	70	60	50	42	44,75			
180	100	35	30	90	41	43,75			
192	50	40	25	25	39,25	42	44,5		
							43,25		
200	30	50	80	40	38	40,75			
210	40	35	25	25	36,75	39,5	42	44,25	
220	60	55	25	25	35,5	38,25	40,5	42,75	
231	50	55	80	70	34,25	36,75	39,25	41,5	
240	80	40	25	50	33,25	35,75	38,25	40,25	
250	30	50	40	25	32,25	34,75	37	39,25	
264	30	55	25	25	30,75	33,25	35,5	37,75	
270	60	90	25	25	30,25	32,5	35	37	
280	60	70	25	25	29,5	31,75	34	36	
300	40	50	25	25	27,75	30	32,75	34,5	
320	30	40	25	25	26,25	28,75	30,5	32,5	
330	40	55	25	25	25,5	27,75	29,75	31,75	
350	60	70	40	50	24	26,25	28,25	30,25	
360	80	50	25	60	23,5	25,25	27,75	29,25	

Продолжение табл. 109

(с точностью до четверти градуса)

детали D в мм

70	75	80	85	90	95	100
45						
43,5						
42,5						
41,75	43,25					
40	41,75	43,5				
39,25	41	43	44,75			
38,25	40	42	43,75			
36,25	38,25	40	41,75	43,25	45	
34,5	36,25	38,25	39,75	41,5	43	44,5
33,75	35,5	37,25	39	40,5	42	43,5
32	34	36,75	37,5	39	40,5	42
31,5	33,25	35	36,5	38,25	39,75	41

Шаг нарезаемой винтовой канавки в мм (f)	Сменные зубчатые колеса				Углы поворота стола ω в град.			
	К ходовому винту на гитаре (ведущая z_1)	1-я промежуточная (ведомая z_2)	2-я промежуточная (ведущая z_3)	на валике делит. головки (ведомая z_4)	Диаметр обрабатываемой			
					12	15	18	20
375	80	50	40	100	5,75	7	8,75	9,5
400	30	50	25	25	6,5	6,75	8	9
450	80	50	30	90	4,75	6	7,25	8
480	30	60	25	25	4,5	5,75	6,75	7,5
500	40	100	60	50	4,5	5,5	6,5	7,25
550	60	55	40	100	4	5	6	6,5
600	40	100	25	25	3,5	4,5	5,25	6
630	80	70	30	90	3,5	4,25	5,25	5,75
640	30	80	25	25	3,5	4,25	5	5,25
672	50	70	30	60	3,25	4	4,75	5,25
700	60	70	40	100	3	4	4,75	5
720	30	90	25	25	3	3,75	4,5	5
756	50	90	40	70	3	3,5	4,25	4,75
800	30	50	40	80	2,75	3,25	4	4,5
840	40	70	30	60	2,5	3,25	3,75	4,25
880	30	55	25	50	2,5	3	3,75	4
900	40	50	30	90	2,5	3	3,75	4
960	25	50	30	60	2,75	3	3,25	3,75
1000	40	100	30	50	2	2,75	3,25	3,75
1100	30	55	40	100	2	2,5	3	3,25
1200	25	100	40	50	2	2,25	2,75	3
1320	40	55	25	100	1,75	2	2,5	2,75
1400	30	70	40	100	1,5	2	2,75	2,5
1440	30	90	40	80	1,5	2	2,25	2,5
1536	50	80	25	100	1,5	1,75	2	2,25
1600	30	100	25	50	1,5	1,75	2	2,25
1680	40	70	25	100	1,25	1,5	2	2,25
1800	40	100	30	90	1,25	1,5	1,75	2
1920	25	100	30	60	1	1,5	1,75	2
2880	25	100	30	90	0,75	1	1,75	1,25

Продолжение табл. 109

(с точностью до четверти градуса)

детали D в мм

22	25	30	35	40	45	50	55	60
10,5	12	14	16,25	18,5	20,75	23,75	24,75	26,75
10	11	13,25	15,25	17,5	19,5	21,5	23,5	25,25
8,75	10	11,75	13,75	15,5	17,5	19,25	21	22,75
8,25	9,25	11	13	14,75	16,5	18	20	21,5
8	9	10,75	12,5	14	15,75	17,5	19	20,75
7	8	9,75	11,25	13	14,5	16	17,5	19
6,5	7,5	9	10,25	12	13,25	14,75	16	17,5
6,25	7	8,5	10	11,25	12,75	14	15,75	16,75
6,25	7	8,25	9,75	11	12,5	13,75	15	16,5
6	6,75	8	9,25	10,5	12	13,25	14,5	15,75
5,75	6,5	7,75	9	10,25	11,75	12,75	14	15
5,5	6,25	7,5	8,75	10	11	12,25	13,5	14,75
5,25	6	7	8,25	9,5	10,5	11,75	12,75	14
5	5,75	6,75	8	9	10	11	12,25	13,25
4,75	5,25	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5
4,5	5	6	7	8	9	10	11	12
4,5	5	6	7	8	9	10	11	12
4	4,75	5,75	6,5	7,5	8,25	9,25	10,25	11
4	4,5	5,25	6,25	7	8	9	10	10,75
3,75	4	5	5,75	6,5	7,25	8	9	9,75
3,25	3,75	4,5	5,25	6	6,75	7,5	8,25	9
3	3,5	4	4,75	5,5	6	7	7,5	8
3	3,25	4	4,5	5	5,75	6,5	7	7,75
2,75	3,25	3,75	4,25	5	5,5	6,25	6,75	7,5
2,5	3	3,5	4	4,75	5,25	6	6,5	7
2,5	3	3,25	4	4,5	5	5,75	6	6,75
2,5	2,75	3,25	3,75	4,25	5	5,25	6	6,5
2,25	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
2,25	2,5	2,75	3,25	3,75	4,25	4,75	5	5,75
1,5	1,5	2	2,25	2,5	2,75	3	3,5	3,75

Шаг нарезаемой винтовой канавки в мм (t)	Сменные зубчатые колеса				Углы поворота стола ω в град.			
	К ходовому винту на гитаре (ведущая z_1)	1-я промежуточная (ведомая z_2)	2-я промежуточная (ведущая z_3)	на валке делит. головки (ведомая z_4)	Диаметр обрабатываемой			
					65	70	75	80
375	80	50	40	100	28,5	30,25	32	34
400	30	50	25	25	27	29	30,5	32,25
450	80	50	30	90	24,5	26	27,75	29,25
480	30	60	25	25	23	24,75	26	27,75
500	40	100	60	50	22,25	23,75	25,25	26,75
550	60	55	40	100	20,5	22	23	24,5
600	40	100	25	25	18,75	20	21	22,75
630	80	70	30	90	18	19,25	20,5	21,75
640	30	80	25	25	17,75	19	20,25	21,5
672	50	70	30	60	17	18,25	19,25	20,5
700	60	70	40	100	16,25	17,5	18,75	19,75
720	30	90	25	25	15,75	17	18	19,25
756	50	90	40	70	15	16,25	17,25	18,5
800	30	50	40	80	14,25	15,5	16,5	17,5
840	40	70	30	60	13,75	14,75	15,75	16,75
880	30	55	25	50	13	14	15	16
900	40	50	30	90	13	13,75	14,75	15,75
960	25	50	30	60	12	13	13,75	14,75
1000	40	100	30	50	11,75	12,5	13,25	14
1100	30	55	40	100	10,5	11,25	12	13
1200	25	100	40	50	9,75	10,5	11	12
1320	40	55	25	100	9	9,5	10	10,75
1400	30	70	40	100	8,25	9	9,5	10,25
1440	30	90	40	80	8	8,75	9,25	10
1536	50	80	25	100	7,5	8	8,75	9,25
1600	30	100	25	50	7,25	8	8,25	9
1680	40	70	25	100	7	7,5	8	8,5
1800	40	100	30	90	6,5	7	7,5	8
1920	25	100	30	60	6	6,5	7	7,5
2880	25	100	30	90	4	4,5	4,75	5

Продолжение табл. 109

(с точностью до четверти градуса)

детали *D* в мм

85	90	95	100	110	120	130	140	150
35,5	37	38,5	40	42,75	45			
33,75	35,25	36,75	38,25	41	43,25	45,5		
30,75	32,25	33,5	35	32,5	40	42,25	44,25	
29	30,5	32	33,25	35,75	38	40,25	42,5	44,5
28	29,5	30,75	32	34,75	37	39	41,25	43,25
26	27,25	28,5	29,75	32	34,5	36,75	38,75	40,5
24	25,25	26,25	27,75	30	32,25	34,25	36,25	38
23	24,25	25,25	26,5	28,75	31	33	35	36,75
22,75	23,75	25	26,25	28,25	30,5	32,5	34,5	36,25
21,75	22,75	24	25	27,25	29,25	31,25	33,25	35
21	22	23	24	26,25	28,25	30,25	32	34
20,25	21,5	22,5	23,5	25,25	27,75	29,5	31,5	33,25
19,5	20,5	21,5	22,5	24,5	26,5	28,5	30,25	32
18,5	19,5	20,5	21,5	23,25	25	27	29	30,5
17,75	18,5	19,5	20,5	22,25	24,25	26	27,75	29,25
17	18	18,75	19,75	21,5	23	25	26,5	28
16,5	17,5	18,25	19,25	21	22,75	24,25	26	27,75
15,5	16,25	17,25	18	20	21,5	23	24,5	26
15	15,75	16,75	17,5	19	20,75	22	23,75	25
13,5	14,5	15	16	17,5	19	20,25	22	23
12,5	13,25	14	14,75	16	17,5	19	20	21,5
11,5	12	12,75	13,5	14,75	16	17	18,5	19,75
10,75	11,5	12	12,75	14	15	16,25	17,5	18,5
10,5	11	11,75	12,25	13,25	14,75	15,75	17	18
10	10,5	11	11,5	12,75	13,75	15	16	17
9,5	10	10,5	11	12,25	13,25	14,25	15,25	16,25
9	9,5	10	10,75	11,75	12,75	13,75	14,75	15,75
8,5	9	9,5	10	11	12	13	13,75	14,75
8	8,25	9	9,25	10,25	11	12	13	13,75
5,25	5,5	6	6,25	7	7,5	8	8,75	9,25

Выбор делительного круга и определение числа оборотов рукоятки головки при фрезеровании зубьев разверток с неравным шагом

Число зубьев развертки	Число отверстий делительного круга	1-й зуб			2-й зуб			3-й зуб			4-й зуб			5-й зуб		
		угол зуба	число оборотов рукоятки	число отверстий, отсчитанных на делит. круге	угол зуба	число оборотов рукоятки	число отверстий, отсчитанных на делит. круге	угол зуба	число оборотов рукоятки	число отверстий, отсчитанных на делит. круге	угол зуба	число оборотов рукоятки	число отверстий, отсчитанных на делит. круге	угол зуба	число оборотов рукоятки	число отверстий, отсчитанных на делит. круге
6	49	58°2'	6	22	59°53'	6	32	62°5'	6	44	—	—	—	—	—	—
8	49	42°	4	32	44°	4	44	46°	5	6	48°	5	16	—	—	—
10	49	33°	3	34	34°30'	3	41	36°	4	—	37°30'	4	8	39°	4	15
12	49	27°30'	3	3	28°30'	3	8	29°30'	3	14	30°30'	3	19	31°30'	3	24
14	49	23°30'	2	30	24°15'	2	34	25°	2	38	25°45'	2	43	26°30'	2	46
16	49	20°30'	2	14	21°	2	17	21°30'	2	20	22°15'	2	23	22°45'	2	26
18	54	17°20'	1	50	18°	2	—	18°40'	2	4	19°20'	2	8	20°	2	12
20	54	15°	1	36	15°40'	1	40	16°20'	1	44	17°	1	48	17°40'	1	52

	Число зубьев рукоятки	6-й зуб			7-й зуб			8-й зуб			9-й зуб			10-й зуб			
		Число отверстий делит. круга	угол зуба	число оборотов рукоятки	число отверстий, отсчитанных на делит. круге	угол зуба	число оборотов рукоятки	число отверстий, отсчитанных на делит. круге	угол зуба	число оборотов рукоятки	число отверстий, отсчитанных на делит. круге	угол зуба	число оборотов рукоятки	число отверстий, отсчитанных на делит. круге	угол зуба	число оборотов рукоятки	число отверстий, отсчитанных на делит. круге
6	49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	48	32°30'	3	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	49	27°	3	—	28°	3	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	49	23°15'	2	29	24°	2	32	24°45'	2	35	—	—	—	—	—	—	—
18	54	20°40'	2	16	21°20'	2	20	22°	2	24	22°40'	2	28	—	—	—	—
20	54	18°20'	2	2	19°	2	6	19°40'	2	10	20°20'	2	14	21°	2	18	—

Глава IX

РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

1. Элементы фрезы

Фреза есть режущий многолезвийный инструмент, каждый зуб которого представляет собой простейший резец (рис. 57, 58).

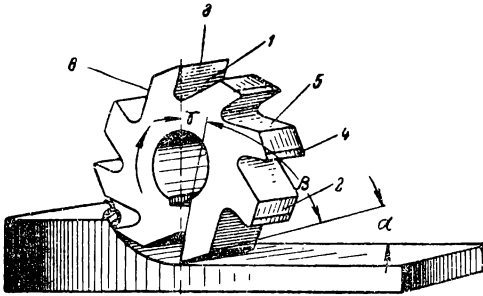


Рис. 57

Передняя поверхность зуба 1 — поверхность, по которой сходит стружка.

Задняя поверхность зуба 2 — поверхность, соприкасающаяся с поверхностью резания.

Режущая кромка (лезвие) 3 — кромка, срезающая металл.

Ленточка 4 — практическая режущая кромка шириной около одной десятой миллиметра.

Впадина 5 — выемка для размещения и выхода стружки.

Спинка зуба 6 — поверхность, смежная с передней поверхностью одного зуба и задней поверхностью другого зуба.

Передний угол γ — угол между касательной к передней поверхности и осевой плоскостью.

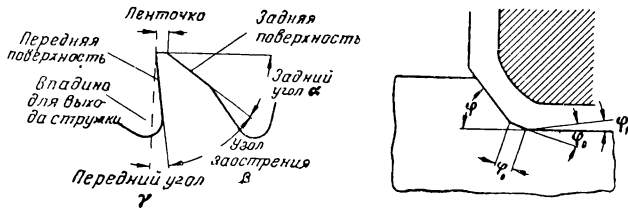


Рис. 58

Задний угол α — угол между касательной к задней поверхности и нормалью к осевой плоскости.

Угол заострения β — угол между передней и задней поверхностями.

Главный угол в плане на угловой кромке φ — угол между проекцией угловой кромки на осевую плоскость.

Главный угол в плане на переходной кромке φ_0 — угол между проекцией переходной кромки на осевую плоскость.

Вспомогательный угол в плане φ_1 — угол между проекцией торцевой кромки на осевую плоскость и направлением подачи.

Угол наклона винтового зуба ω — угол, полученный при разворачивании винтовой кромки между этой кромкой и осью фрезы.

Угол наклона угловой кромки λ — угол между угловой кромкой и линией пересечения осевой плоскости и плоскости, касательной к поверхности резания.

Таблица III

Значения переднего угла

Обрабатываемый металл		Передний угол γ в град.
Сталь	$\sigma_b < 60 \text{ кг/мм}^2$	20°
	$\sigma_b = 60-100 \text{ кг/мм}^2$	15°
	$\sigma_b > 100 \text{ кг/мм}^2$	10°
Чугун	$H_B < 150 \text{ кг/см}^2$	15°
	$H_B > 150 \text{ кг/см}^2$	10°

Таблица IV

Значения заднего угла

Тип фрезы		Задний угол α (в град.) на зубьях	
		цилиндрических	торцовых
Цилиндрические и торцовые	с мелкими зубьями	16	8
	с крупными зубьями и вставными ножами	12	8
Дисковые двусторонние и трехсторонние	с прямыми мелкими зубьями	20	6
	с прямыми крупными зубьями и со вставными ножами	16	6
	с наклонными мелкими зубьями	16	6

Продолжение табл. 112

Тип фрезы		Задний угол α (в град.) на зубьях	
		цилиндрических	торцовых
	с наклонными крупными зубьями и с наклонными вставными ножами	12	6
Концевые и угловые с цилиндрическим и коническим хвостовиком	$D < 10$ мм	25	8
	$D = 10-20$ мм	20	8
	$D > 20$ мм	16	8
Угловые насадные		16	8
Т-образные (для станочных пазов и сегментных шпонок)	$D < 25$ мм	25	6
	$D > 25$ мм	20	6
Дисковые пазовые незатылованные		20	—
Шлицевые (прорезные)		30	—
Отрезные (пилы круглые)		20	—
Фасонные	незатылованные с мелким зубом	16	—
	затылованные и незатылованные с крупным зубом	12	—
Пилы с приклепанными сегментами		16	—

Таблица 113

Значение главных углов в плане φ и φ_0
(по М. Н. Ларину)

Характер обработк	φ	φ_0
Обработка концевой фрезой уступов и взаимно-перпендикулярных плоскостей	90°	45°
Обработка торцевой фрезой на проход	45—60°	22—30°
Обработка дисковой двусторонней фрезой плоскости на проход	—	45°
Обработка паза дисковой трехсторонней фрезой	—	45°
Обработка плоскости на проход торцово-конической фрезой	5—20°	—

Таблица 114

Значения вспомогательного угла в плане

Тип фрезы	Диаметр в мм	Ширина в мм	Угол
Прорезные (шлицевые)	40	0,6	0°15'
		Св. 0,6	0°30'
	60	0,6—0,8	0°15'
		Св. 0,8	0°30'
	75	1—2	0°30'
		2—3	1°
		Св. 3	1°30'
Отрезные (круглые пилы)	75	1—2	0°30'
		Св. 2	1°
	150	1,5—2	0°15'
		Св. 2	0°30'
	2—3	0°15'	
	110—200	Св. 3	0°30'

Продолжение табл. 114

Тип фрезы	Диаметр в мм	Ширина в мм	Угол φ_1
Концевые и торцовые: с торцовыми зубьями ¹ . без торцовых зубьев	— —	— —	1—2° 8—10°
Дисковые дву- и трехсторонние для грубых пазовых работ ²	—	—	1—2°
Шпоночные	—	—	6°
Т-образные пазовые неза- тылованные: для пазов с широкими допусками на обработ- ку	—	—	1° 30'—2°
для мерных фрез с тор- цовыми зубьями для по- вышенной точности и чистоты	—	—	30—60'
Пилы с приклепанными сегментами	150	—	2—3°

Для чистовых работ у торцовых фрез рекомендуется торцовую кромку снабжать двойным вспомогательным углом в плане. При этом на длине $l = (4-6) S_0$ выполняют угол $\varphi_1 = 0$, а на остальной части режущей кромки $\varphi_1 = 2^\circ$.

² При работе мерными дисковыми трехсторонними фрезами согласно данным проф. М. Н. Ларина рекомендуется торцовую кромку снабжать двойным вспомогательным углом в плане. При этом на длине $l = (4-5) S_0$ выполняют угол $\varphi_1 = 0^\circ - 30$, а на остальной части режущей кромки $\varphi_1 = 2^\circ$.

Рекомендуемые значения геометрических параметров режущей части фрез, оснащенных твердым сплавом

Обрабатываемый материал	Задний угол α°		Торцовый задний угол α_1°	Передний угол γ°		Угол наклона для фрез		Углы			Ширина переходного лезвия f в мм
	срезаемый слой $> 0,08$ мм	срезаемый слой $< 0,08$ мм		для торцовых фрез	для дисковых фрез	торцовых	дисковых трехсторонних	φ	φ_1	φ_0	
Сталь конструкционная: $\sigma_b < 65$ кг/мм ²	12—15	18—20	8—10	+15	+15	0—5		30—70	3—5	30—35	1—1,5
$\sigma_b = 65—80$ кг/мм ²				+5	+10	—5—10	—10				
$\sigma_b = 85—95$ кг/мм ²				—5	0	—10—15	+5				
$\sigma_b = 100—120$ кг/мм ²				—10	—5	—20					
Чугун: $H_b < 200$	12—15	18—20	8—10	+7	+5	+10	+5	45—60	3—5	20—30	1—1,5
$H_b = 200—250$				+3	0	+20	+10				
Легкие сплавы				+7+15		+10+20					
Латунь	12—15	18—20	8—10	+5	+5	+3	+5	60—70	5—10	5	1—1,5
Бронза				+3	+10	+5	+10				

Примечания

1. Для чистового и размерного (точного) фрезерования задний угол $\alpha = 5 - 10^\circ$ и передний угол $\gamma = -5^\circ$; при фрезеровании сталей $\sigma = 60 - 80 \text{ кг/мм}^2$.

2. При фрезеровании припуска не свыше 3 мм в условиях повышенной жесткости системы станок — деталь $\varphi = 20 - 30^\circ$. При фрезеровании припуска 3—6 мм в условиях нормальной жесткости системы станок — деталь $\varphi = 45 - 60^\circ$.

3. При симметричном фрезеровании торцовыми фрезами, когда начальная толщина срезаемого слоя $a \geq 0,06 \text{ мм}$, принимают угол наклона $\omega = +15^\circ$; при несимметричном фрезеровании и при $a \geq 0,045 \text{ мм}$ $\omega = +5^\circ$.

4. При обработке чугуна фрезами, имеющими $\varphi = 45^\circ$, угол наклона ω можно принять $= +20^\circ$, а при $\varphi = 60^\circ$ угол ω можно принять $= +10^\circ$.

Таблица 116

Значения угла ω наклона винтовых канавок
и наклонных зубьев для нормальных фрез

(по М. Н. Ларину)

Фрезы	Угол ω в град.
Цилиндрические:	
крупнозубые	30
мелкозубые	20
сдвоенные	45—55
концевые	30
шпоночные	15
Дисковые:	
двусторонние	15
трехсторонние при $B > 15 \text{ мм}$.	12—15
" " $B < 15$	8—10
Торцовые:	
с цельными зубьями	10—20
со вставными ножами	0—5

2. Назначение и классификация фрез

Фрезы для обработки плоскостей

- Цилиндрические с мелким зубом — ГОСТ 3752—47:
диаметром от 40 до 90 мм,
шириной от 25 до 150 мм.
- Цилиндрические с крупным зубом:
диаметром от 60 до 110 мм,
шириной от 50 до 125 мм.
- Цилиндрические со вставными ножами — ГОСТ 1979—52:
диаметром от 75 до 110 мм,
шириной от 60 до 125 мм.
- Цилиндрические фрезы с напаянными винтовыми твердосплавными пластинками:
диаметром от 60 до 110 мм,
шириной от 40 до 100 мм.
- Цилиндрические сборные составные — ГОСТ 1979—52:
диаметром от 75 до 200 мм,
шириной от 75 до 300 мм.
- Торцовые насадные фрезы с мелким зубом — ГОСТ 3753—47:
диаметром от 40 до 110 мм,
шириной от 20 до 35 мм.
- Торцовые насадные фрезы с крупным зубом — ГОСТ 3754—47:
диаметром от 60 до 110 мм,
шириной от 40 до 60 мм.
- Торцовые фрезы сборные со вставными ножами из быстрорежущей стали — ГОСТ 1092—52:
диаметром от 75 до 225 мм,
шириной от 36 до 45 мм.
- Торцовые насадные сборные фрезы со вставными ножами из быстрорежущей стали — ГОСТ 3876—55:
диаметром от 250 до 630 мм,
шириной от 60 до 85 мм.
- Торцовые насадные фрезы со вставными ножами, оснащенными твердым сплавом — ГОСТ 3879—52:
диаметром от 150 до 600 мм,
шириной от 56 до 97 мм.

Фрезы для обработки плоскостей, пазов и канавок

Дисковые пазовые фрезы — ГОСТ 3964—47:

диаметром от 60 до 90 мм,
шириной от 5 до 16 мм.

Пазовые затылованные фрезы — ОСТ 20194—40:

диаметром от 50 до 90 мм,
шириной от 4 до 16 мм.

Дисковые трехсторонние фрезы с мелким зубом — ГОСТ 3755—47:

диаметром от 60 до 110 мм,
шириной от 6 до 16 мм.

Дисковые трехсторонние фрезы с раскошенными зубьями:

диаметром от 60 до 130 мм,
шириной от 6 до 24 мм.

Дисковые трехсторонние фрезы со вставными ножами из быстрорежущей стали — ГОСТ 1669—52:

диаметром от 75 до 250 мм,
шириной от 12 до 40 мм.

Дисковые трехсторонние сборные фрезы со вставными зубьями, оснащенными твердым сплавом — ГОСТ 5348—50:

диаметром от 90 до 350 мм,
шириной от 10 до 30 мм.

Дисковые двусторонние фрезы со вставными ножами, оснащенными твердым сплавом — ГОСТ 6469—53:

диаметром от 90 до 350 мм,
шириной от 16 до 30 мм.

Концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком — ГОСТ 3958—47:

диаметром от 3 до 20 мм,
шириной от 35 до 100 мм.

Концевые фрезы с коническим хвостовиком — ГОСТ 3959—47:

диаметром от 14 до 50 мм,
шириной от 115 до 225 мм.

Фрезы концевые обдирочные с коническим хвостовиком и с затылованным зубом — ГОСТ 4675—49:

диаметром от 25 до 60 мм,
шириной от 150 до 355 мм.

Твердосплавные коронки:

диаметром от 10,5 до 23 мм,
шириной от 10 до 25 мм.

Шпоночные фрезы с цилиндрическим хвостовиком — ОСТ НКТП 3942:

диаметром от 3 до 20 мм,
шириной от 4 до 20 мм.

Шпоночные фрезы с коническим хвостовиком — ОСТ НКТП 3943:

диаметром от 16 до 40 мм,
шириной от 100 до 180 мм.

Шпоночные фрезы, оснащенные твердым сплавом — ГОСТ 6396—52:

диаметром от 8 до 16 мм,
шириной от 45 до 70 мм.

Полукруглые выпуклые фрезы — ГОСТ 3962—47:

диаметром от 45 до 90 мм,
шириной от 1,5 до 12 мм.

Полукруглые вогнутые фрезы — ГОСТ 3963—47:

диаметром от 45 до 90 мм,
шириной от 1,5 до 12 мм.

Фрезы для станочных Т-образных пазов — ГОСТ 7063—54:

диаметром от 10 до 54 мм,
шириной от 7,5 до 40 мм.

Фрезы для пазов сегментовых шпонок — ГОСТ 6648—53:

диаметром от 7 до 38 мм,
шириной от 1,5 до 10 мм.

Фрезы для обработки криволинейных контуров

Одноугловые фрезы — ГОСТ 3960—47:

диаметром от 35 до 60 мм,
шириной от 8 до 20 мм.

Двухугловые несимметричные фрезы — ГОСТ 3961—47:

диаметром от 32 до 90 мм,
шириной от 6 до 30 мм.

Угловые фрезы для канавок затылованных фрез с прямым зубом — ГОСТ 3965—47:

диаметром от 60 до 90 мм,
шириной от 6 до 16 мм.

Двухугловые фрезы для канавок затылованных фрез с винтовым зубом — ГОСТ 3966—47:

диаметром от 60 до 90 мм,
шириной от 6 до 16 мм.

Фрезы отрезные и прорезные

Отрезные — ГОСТ 2679—54:

диаметром от 60 до 200 мм,
шириной от 1 до 5 мм.

Прорезные (шлицевые) — ГОСТ 2679—54:

диаметром от 40 до 75 мм,
шириной от 0,2 до 5,0 мм.

Фрезы для обработки зубьев зубчатых колес

Дисковые зуборезные — ОСТ 20181—40:

модуль от 0,3 до 16.

Таблица 117

Цилиндрические фрезы с мелким зубом (по ГОСТ 3752—47)

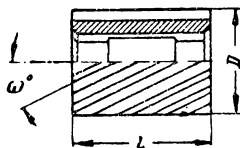


Рис. 59

Шифр	D	d	L	Число зубьев z
40×25	40	16	(25)	12
40×30			30	
40×40			40	
40×50			50	
40×60			60	
50×30	50		(30)	14
50×40			40	
50×50			50	
50×60			60	
50×75			75	

Продолжение табл. 117

Шифр	D	d	L	Число зубьев z
60×40	60	27	(40)	16
60×50			50	
60×60			60	
60×75			75	
60×100			100	
75×50	75	32	(50)	18
75×60			60	
75×75			75	
75×100			100	
75×125			125	
90×60	90	40	(60)	20
90×75			75	
90×100			100	
90×125			125	
90×150			150	

Примечания.

1. Фрезы с размерами, указанными в скобках, по возможности не применять.

2. Фрезы изготавливаются с правой винтовой канавкой; фрезы с левой канавкой — только по заказу.

3. Допуск на d и размеры шпоночной канавки по ГОСТ 4020—48.

Таблица 118

Цилиндрические фрезы с крупным зубом

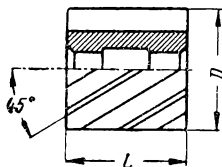


Рис. 60

Шифр	D	L	d	Число зубьев z
60×50 60×60 60×75	60	50 60 75	27	8
75×60 75×75 75×100	75	60 75 100	27	8
90×75 90×100 90×125	90	75 100 125	32	8
110×75 110×100 110×125	110	75 100 125	40	10

Примечания.

1. Винтовая канавка правая 45°.

2. При заточке допускается на зубьях ленточка не более 0,1 мм.

3. Допуск на d и размеры шпоночной канавки по ГОСТ 4020—48.

Цилиндрические фрезы со вставными ножами
(по ГОСТ 1979—52)

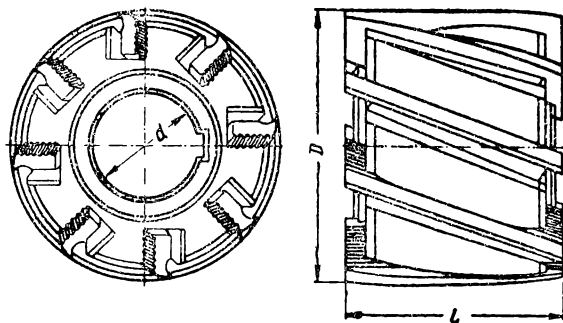


Рис. 61

Шифр	D	L	d	Число ножей наим.
75×60 75×75	75	60 75	27	8
90×60 90×75 90×100	90	60 75 100	32	
110×60 110×75 110×100 110×125	110	60 75 100 125	40	10
				8
130×60 130×75 130×100 130×125 130×150	130	60 75 100 125 150	50	10
				8

Продолжение табл. 119

Шифр	D	L	d	Число ножей наим.
150×60	150	60	60	12
150×75		75		
150×100		100		
150×125		125		10
150×150	150			

Примечания.

1. Одинарные фрезы изготавливаются с правой винтовой канавкой; фрезы с левой винтовой канавкой — только по заказу.

2. Допуск на d и размеры шпоночной канавки по ГОСТ 4020—48.

3. Для фрез, выпускаемых инструментальными заводами и предназначенных для обработки различных материалов, величины переднего и заднего угла должны соответствовать $\alpha = 12^\circ$ и $\gamma = 15^\circ$.

Таблица 120

**Цилиндрические фрезы с напаянными винтовыми
твердосплавными пластинками
(ведомственная нормаль)**

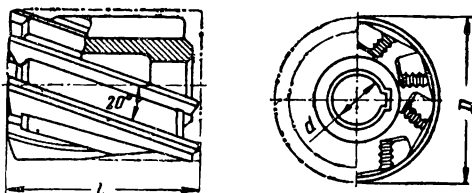


Рис. 62

Шифр	D	L	d	Число зубьев z	Количе- ство пла- стинок
60×40	60	40	32	8	16
60×60		60			24
60×80		80			32

Продолжение табл. 120

Шифр	D	L	d	Число зубьев z	Количество пластинок
75×50	75	50	40	8	16
75×75		75			24
75×100		100			32
90×50	90	50	50	10	20
90×75		75			30
90×100		100			40
110×75	110	75		12	36
110×100		100			48

Примечания.

1. Допуск d и размеры шпоночной канавки по ГОСТ 4020—
2. Геометрические параметры фрез выполняются по таблице 121.

Таблица 121

Геометрические параметры фрез

Обрабатываемый материал	γ°	α_1	Примечание
Сталь углеродистая $\sigma_b < 75 \text{ кг/мм}^2$ Сталь легированная $\sigma_b < 75 \text{ кг/мм}^2$ Чугун $H_B < 200$ Бронза $H_B < 140$	5	16	α_n —нормальный задний угол
Сталь углеродистая $\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$ Сталь легированная $\sigma_b = 75\text{—}110 \text{ кг/мм}^2$ Чугун $H_B > 200$ Бронза $H_B > 140$	0	16	α_n —нормальный задний угол
Сталь углеродистая $\sigma_b = 110 \text{ кг/мм}^2$ Сталь легированная $\sigma_b = 110 \text{ кг/мм}^2$	—5	14	При жесткой системе станок-деталь—инструмент и при работе на скоростях свыше 100 м/мин

Таблица 122

Цилиндрические сборные составные фрезы
(по ГОСТ 1979—52)

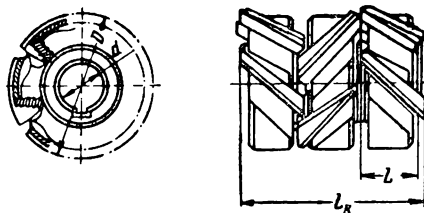


Рис. 63

Шифр	D	L_K	L	d	Число ножей наим.	Количество фрез в компл.		
						пра- вых	левых	всего
75×75	75	75	37,5	27	6	1	1	2
75×112,5		112,5				2	1	3
75×150		150				2	2	4
90×75	90	75	37,5	32	8	1	1	2
90×112,5		112,5				2	1	3
90×150		150				2	2	4
90×187,5		187,5				3	2	5
110×100	110	100	50	40	8	1	1	2
110×150		150				2	1	3
110×200		200				2	2	4
110×250		250				3	2	5
130×100	130	100	50	50	8	1	1	2
130×150		150				2	1	3
130×200		200				2	2	4
130×250		250				3	2	5
130×300		300				3	3	6

Продолжение табл. 122

Шифр	D	L _к	L	d	Число ножей наим.	Количество фрез в компл.		
						пра- вых	левых	всего
150×150	150	150	50	60	10	2	1	3
150×200		200				2	2	4
150×250		250				3	2	5
150×300		300				3	3	6
175×150	175	150	50	60		2	1	3
175×200		200				2	2	4
175×250		250				3	2	5
175×300		300				3	3	6
200×200	200	200	50	60	12	2	2	4
200×250		250				3	2	5
200×300		300				3	3	6

Примечания.

1. Предельные отклонения d по А, ОСТ 1012.
2. Шпоночные пазы по ГОСТ 4020—48.
3. Для фрез, выпускаемых инструментальными заводами и предназначенных для обработки различных материалов, величины переднего и заднего углов должны соответствовать $\alpha = 12^\circ$ и $\gamma = 15^\circ$.

Таблица 123

Торцевые насадные фрезы с мелким зубом
(по ГОСТ 3753—47)

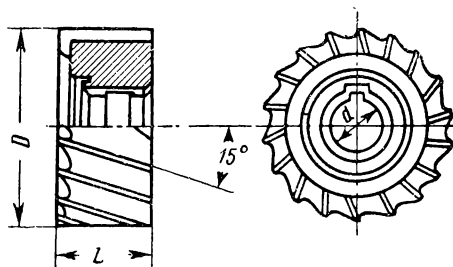


Рис. 64

Шифр	D	d	L	Число зубьев z
40×20 40×40	40	16	20 40	12
50×25 50×50	50	22	25 50	14
60×30 60×60	60	27	30 60	16
75×35 75×75	75		35 75	18
90×35 110×35	90 110	32	35	20 22

Примечания.

1. Фрезы изготовляют с правой винтовой канавкой, фрезы с левой винтовой канавкой — только по заказу.

2. Допуск на d и размеры шпоночной канавки по ГОСТ 4020—48.

Торцовые насадные фрезы с крупным зубом
(по ГОСТ 3754—47)

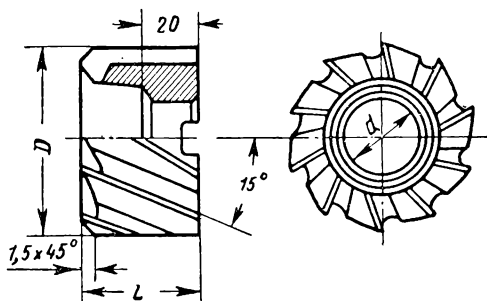


Рис. 65

Шифр	D	d	L	Число зубьев z
П 60	60	27	40	10
П 75	75	32	45	
П 90	90	32	50	
П 110	110	40	60	

Примечания.

1. Фрезы изготовляют с правой винтовой канавкой, фрезы с левой винтовой канавкой — только по заказу.

2. Допуск на d и размеры шпоночной канавки по ОСТ НКТП 2874.

Таблица 125

Торцовые фрезы сборные со вставными ножами
из быстрорежущей стали
(по ГОСТ 1092—52)

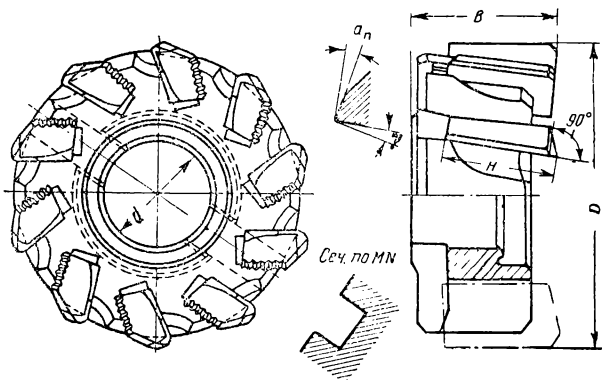


Рис. 66

D	75	90	110	130	150	175	200	225
B	36	39	41	41	45	45	45	45
d	27	32	40	40	50	50	50	50
H	27,5	27,5	27,5	27,5	33	33	33	33
Число ножей	10	10	12	14	16	18	20	22

Примечания.

1. Шпоночные пазы по ОСТ НКТП 2874.
2. Предельные отклонения d по А, ОСТ 1012.
3. Для фрез, выпускаемых инструментальными заводами, величины переднего γ и заднего α_n углов должны соответствовать $\gamma = 15^\circ$ и $\alpha_n = 12^\circ$.

Торцовые и насадные сборные фрезы со вставными
ножами из быстрорежущей стали
(по ГОСТ 3876—55)

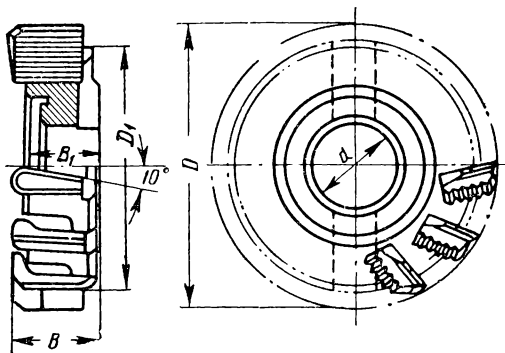


Рис. 67

D	B	D_1	B_1	d	Число зубьев Z
250	60	242	55	128,57	20
320	65	312	60	128,57	24
400	85	392	80	128,57	28
500		492		128,57	32
630		622		128,57	36

Примечания.

1. Конструкция фрез не стандартизуется.
2. Для фрез, изготовляемых в централизованном порядке, углы резания устанавливаются $\alpha = 12^\circ$; $\gamma = 15^\circ$.

Таблица 127

Торцовые насадные фрезы со вставными ножами,
оснащенными твердым сплавом
(по ГОСТ 3879—52)

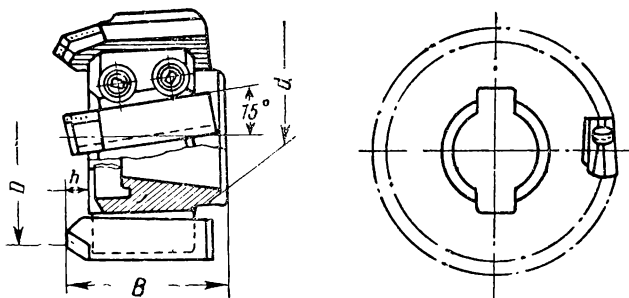


Рис. 68

D	B	h	d	Число зубьев z
150	56	6	69,832	6
200	72	6	88,88	8
250			128,57	10
320				12
400	97	17	128,57	14
500				16
600				

Примечания.

1. Положение ножей и упорных винтов относительно продольной оси фрезы стандартом не устанавливается.
2. Посадочное отверстие d отверстия для крепления и шпоночный паз по ГОСТ 836—47.

3. Фрезы, изготавливаемые в централизованном порядке, имеют $\alpha=15^\circ$; $\gamma=5^\circ$; $\varphi=60^\circ$; $\varphi_0=30^\circ$; $\varphi_1=5^\circ$; $\lambda=10^\circ$, что соответствует параметрам для обработки стали с $\sigma_b = 80 \text{ кг/мм}^2$.

Таблица 128

Дисковые пазовые фрезы
(по ГОСТ 3964—47)

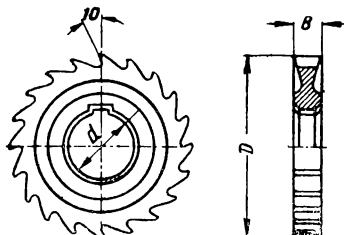


Рис. 69

D	d	B	Число зубьев z
60	22	5	20
		6	
		7	
		8	
75	22	7	22
		8	
		10	
		12	
90	27	10	24
		12	
		14	
		16	

Примечание. Допуск на d и размеры шпоночной канавки по ГОСТ 4020—48.

Таблица 129

Пазовые затылованные фрезы
(по ОСТ 20194—40)

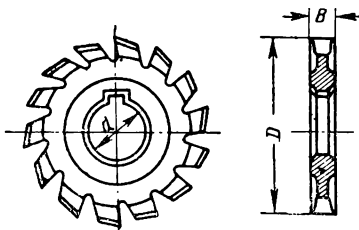


Рис. 70

D	d	B	Число зубьев z
50	16	4	14
		5	
		6	
60	22	5	14
		6	
		7	
		8	
75	22	7	14
		8	
		10	
		12	
90	27	10	16
		12	
		14	
		16	

Примечание. Допуск на d и размеры шпоночной канавки по ГОСТ 4020—48.

Таблица 130

Дисковые трехсторонние фрезы с мелким зубом
(по ГОСТ 3755—47)

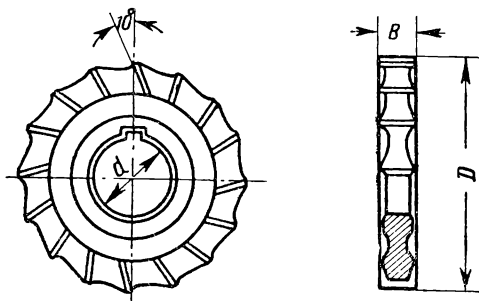


Рис. 71

D	d	B	Число зубьев z
60	22	6	16
		8	
		10	
		12	
75	22	8	18
		10	
		12	
		14	
90	27	10	20
		12	
		14	
		16	
110	27	12	22
		14	
		16	

Примечание. Допуск на d и размеры шпоночной канавки по ГОСТ 4020—48.

Таблица 131

Дисковые трехсторонние фрезы с раскошенными зубьями
(по ведомственной нормали)

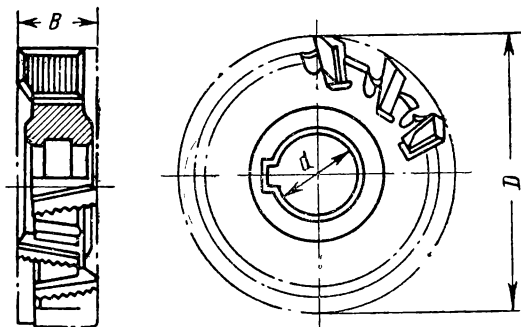


Рис. 72

D	B	d	Число зубьев z
60	6—12	22	10
75	6—16		12
90	8—20	27	14
110	8—22		
130	10—24	32	16

Примечание. Допуск на d размеры шпоночной канавки по ГОСТ 4020—48.

Дисковые трехсторонние сборные фрезы со вставными
ножами из быстрорежущей стали
(по ГОСТ 1669—52)

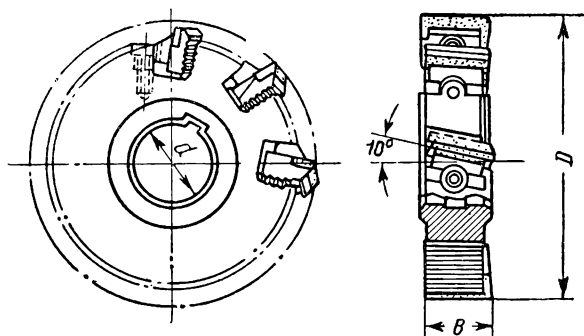


Рис. 73

D	B	d	Число ножей
75	от 12 до 24 мм	22	10
90	„ 12 „ 24 „	27	12
110	12 18 „ 20 „ 28 „		14 12
130	12 18	32	16
	„ 20 „ 28 „		12
150	12 14	40	18
	16 26		16
	28 34		14

Продолжение табл. 132

<i>D</i>	<i>B</i>	<i>d</i>	Число ножей
175	от 12 до 14 мм	40	20
	16 26		18
	28 34		16
200	12 14	50	22
	16 26		20
	28 34		18
	36 40		16
225	12 14	50	24
	16 26		22
	28 34		20
	36 40		18
250	16 26	50	24
	28 34		22
	36 40		20

Примечания.

1. Ширину фрез *B* выбирать из следующего ряда: 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 36 и 40 мм.
2. Шпоночные пазы по ОСТ НКТП 2874.
3. Предельные отклонения *d* по А, ОСТ 1012.
4. Для фрез, выпускаемых инструментальными заводами, величины переднего и заднего углов должны соответствовать $\gamma = 15^\circ$ и $\alpha_n = 12^\circ$.

Дисковые трехсторонние сборные фрезы со вставными зубьями, оснащенные твердым сплавом
(по ГОСТ 5348—50)

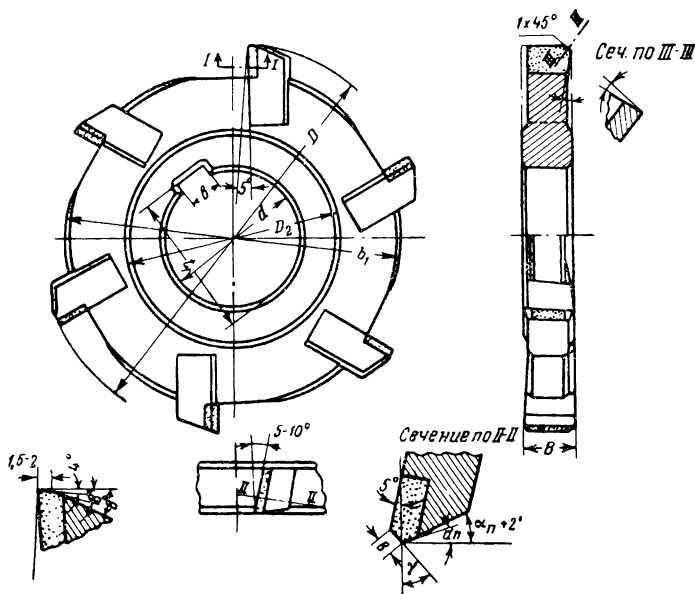


Рис. 74

D	B	d	b	t_1	b_1	D_2
90	от 10 до 26	32	8	34,8	82	50
110		40	10	43,5	100	60
130					120	
150	от 12 до 26	50	-12	53,5	140	75

Продолжение табл. 133

D	B	d	b	t_1	b_1	D_2
175	от 12 до 26	50	12	53,5	165	75
200	от 14 до 30	60	14	64,2	188	90
225					213	
250					238	
300	от 18 до 30				285	
350					335	

Примечания.

1. Предельные отклонения:

d — по A_1 , ОСТ 1012;

t_1 — » A_7 , ОСТ 1010;

b — » X_5 , ОСТ 1025;

D_1 и D_2 — » B_7 , ОСТ 1010.

2. Ширину фрез в пределах, указанных в таблице, выбирать из следующего ряда: 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26 и 30 мм.

3. Углы резания фрез в зависимости от обрабатываемого материала и твердого сплава по таблице 134.

Таблица 134

Обрабатываемый материал	Твердый сплав	Углы резания		
		γ	α_n и α_{ϕ}	φ_1
		градусы		
Сталь с пределом прочности при растяжении $\sigma_b < 80$ кг/мм ²	Т15К6 и Т5К10	—5	20	2—5
Сталь с пределом прочности при растяжении $\sigma_b = 80—120$ кг/мм ²		—10	20—25	

Продолжение табл. 134

Обрабатываемый материал	Твердый сплав	Углы заострения		
		γ	α_n и α_{ϕ}	φ_1
		градусы		
Сталь с пределом прочности при растяжении $\sigma_b < 120 \text{ кг/мм}^2$	T15K6		20-25	2-5
	и T5K10	15		
Чугун	BK8	5	10-15	2-5

4. Для фрез, выпускаемых инструментальными заводами, углы резания принимаются:

для обработки стали $\gamma = -5^\circ$ и $\alpha_n = 25^\circ$,

для обработки чугуна $\gamma = +5^\circ$ и $\alpha_n = 15^\circ$.

Таблица 135

Дисковые двухсторонние фрезы со вставными ножами, оснащенные твердым сплавом (по ГОСТ 6469-53)

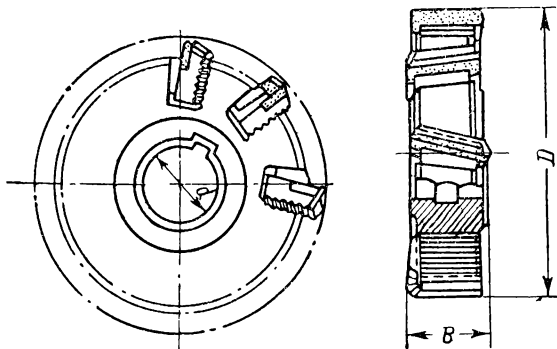


Рис. 75

D	90	110	130	150	175	200	225	250	300	350
B	16	18	22	26	26	30	30	30	30	30

Продолжение табл. 135

<i>h</i>	3	3	4,5	4,5	4,5	6	6	6	6	6
<i>d</i>	32	40	40	50	50	60	60	60	60	60
Число зубьев наим.	8	8	10	10	12	12	14	16	18	20

Примечания.

1. Допуск на *d* и размеры шпоночной канавки по ГОСТ 4020—48.

2. Для фрез, выпускаемых инструментальными заводами, углы резания устанавливаются: $\gamma = 5^\circ$, $\alpha_n = 10^\circ$.

3. Материал твердосплавных пластин в соответствии с характером обработки.

Таблица 136

Концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком
(по ГОСТ 3958—47)

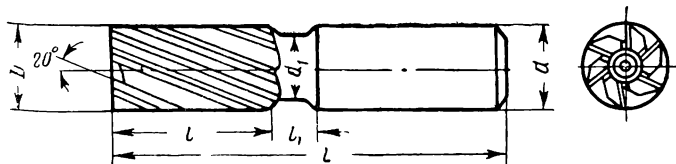


Рис. 76

<i>D</i>	<i>d</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>l</i> ₁	<i>d</i> ₁	Число зубьев <i>z</i>
3	4	35	8	6	—	4
4		40	11	6	—	
5	6	45	14	7	4,5	6
6		50	16		5,5	

Продолжение табл. 136

D	d	L	l	l_1	d_1	Число зубьев z
8	8	55	18	8	7,5	6
10	10	60	20		9,5	
12	12	70	25		11	
14	16	75	30	9	13	8
16		85	35		15	
18		90	40		17	
20	20	100	45	10	19	

Примечания.

1. Фрезы изготовляют с правой винтовой канавкой; фрезы с левой винтовой канавкой — только по заказу.

2. Фрезы диаметром до 6 мм включительно разрешается изготовлять с наружным центром (со стороны хвоста) при соответствующем увеличении общей длины фрезы.

3. Фрезы диаметром 3 и 4 мм изготовляют без торцового зуба.

4. Допуск на d по C_5 , ОСТ 1013.

Таблица 137

Концевые фрезы с коническим хвостовиком
(по ГОСТ 3959—47)

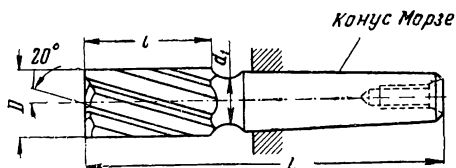


Рис. 77

D	L	Конус Морзе	l	d_1	Число зубьев z	
14	115	2	32	13,5	5	
16	120		36	15,5		
18			44	17,5		
20	145	3	44	19,5		
22			21,5			
25			23,5			
28	175	4	50	27	6	
30	180		55	29		
35	185		60	30,5		
40	190		65			
45	195		5	70		44
	225					30,5
50	195	4	30,5			
	225	5	44			

Примечания.

1. Фрезы изготовляют с правой винтовой канавкой: фрезы с левой винтовой канавкой — только по заказу
2. Размеры конусов Морзе по ГОСТ 2847—45.

Фрезы концевые обдирочные с коническим
хвостовиком и с затылованными зубьями
(по ГОСТ 4675—49)

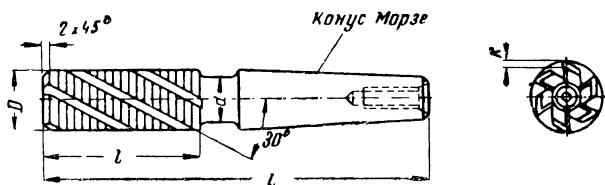


Рис. 78

D	L	l	Конус Морзе	Число зубьев z	d	Размер K	
						на фрезе	на кулачке
25	150	48	3		23	3,8	4
	185	82					
	215	112					
30	180	55	4	5	29	4,7	5
	210	85					
	245	120					
35	185	60	4		30,5	5,8	6
	220	95					
	255	130					

Продолжение табл. 138

D	L	l	Конус Морзе	Число зубьев z	d	Размер K	
						на фрезе	на кулачке
40	190	65	4		30,5	5,8	6
	225	100					
	265	140					
45	225	70		6	44		
	270	115					
	315	160					
50	225	70	5			6,8	7
	270	115					
	315	160					
60	235	80		8		5,9	6
	315	160					
	355	200					

Примечания.

1. Предельные отклонения диаметра D по B_8 , ОСТ 1010. По требованию заказчика могут быть изменены.

2. Центровые отверстия по ОСТ 3725. Конусы Морзе по ГОСТ 2847—45.

3. Фрезы изготавливают праворежущими с направлением винтовых канавок: левым — для фрез без торцовых зубьев и правым — для фрез с торцовыми зубьями.

4. Леворежущие фрезы изготавливают только по заказу. При этом направление винтовых канавок изменяется.

5. Смещение стружкоразделительных канавок должно соответствовать расположению их по винтовой линии с направлением, обратным направлению винтовых канавок.

Таблица 138 а

**Фрезы концевые с напаянными винтовыми
твердосплавными пластинками**
(по ведомственной нормали)

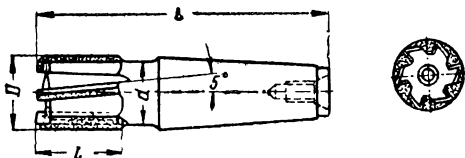


Рис. 79

D	L	l	Конус Морзе №	d	Число зубьев z	Число пластинок	Угол наклона		
20	175	30	4	8	4	8	33°45'		
22		45		6			29°		
25	170	62		8			4	8	32°
30		57		9					46°
35		52		12					44°
40	205	59		5			15	6	12
45		58	20		35°				
50		64	24		18	38°			
		96							

Примечание. Размеры конического хвостовика по ГОСТ 2847—45.

Таблица 138 б

Твердосплавные коронки
(по ведомственной нормали)

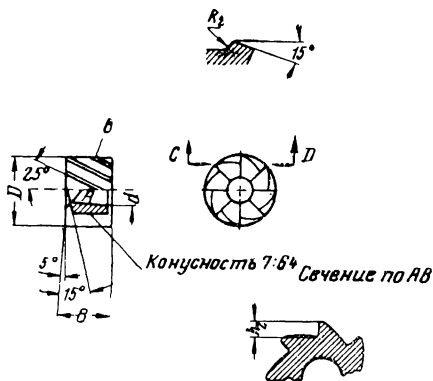


Рис. 80

D	H	d	h	Число зубьев z
10,5	10	4,3	2,1	6
		5,5	2,3	
12,5	12	5,5	2,3	
		14	6,5	
14,5	19			
16,5	16	7,8	2,7	
	23			

Продолжение табл. 138 б

D	H	d	h	Число зубьев z
19	16	9,2	3,0	8
	23			
21	17	10,5	3,2	
	25			
23	17	11,8	3,5	
	25			

Примечания.

1. Зуб винтовой правый.
2. Передняя поверхность зуба должна быть прямолинейна.
3. Отверстие коронки довести перед сборкой.

Таблица 139

Шпоночные фрезы с цилиндрическим хвостовиком (по ОСТ НКТП 3942)

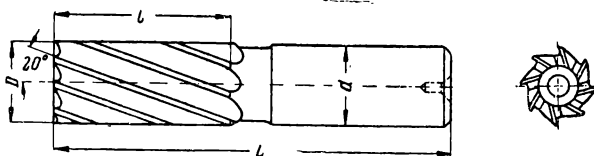


Рис. 81

D	d	L	l
3	4	30	6
4	4	30	6
5	6	35	8
6	6	40	9
8	8	45	12

Продолжение табл. 139

D	d	L	
10	10	50	14
12	12	60	18
14	16	65	21
16	16	70	24
(18)	20	75	28
(20)	20	85	32

Примечания.

1. Размеры центровых отверстий по ОСТ 3725.
2. Фрезы изготовляют праворежущими с правой спиралью; изменение направления резания или направления спирали оговаривается заказом.
3. Фрезы с диаметрами, поставленными в скобки, по возможности не применять.

Таблица 139 а

Шпоночные фрезы с коническим хвостовиком
(по ОСТ НКТП 3943)

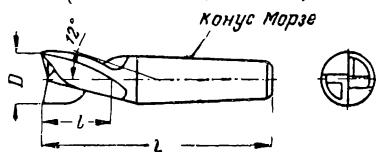


Рис. 82

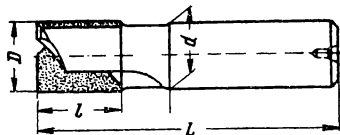
D	L	Конусы Морзе №	l
16	100	2	24
18	105	2	28
20	110	2	32
24	130	3	35
28	140	3	44
32	145	3	48
36	175	4	55
40	180	4	60

Примечания.

1. Размеры конусов Морзе по ГОСТ 2847—45.
2. Фрезы изготовляют праворежущими с правой спиралью; изменение направления резания или направления спирали оговаривается заказом.

Шпоночные фрезы, оснащенные твердым сплавом
(по ГОСТ 6396—52)

Тип I



Тип II

Конус Морзе

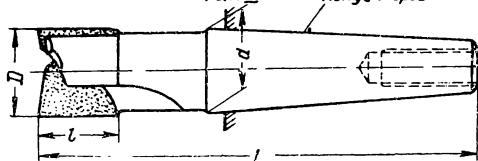


Рис. 83

Тип I				Тип II				
D	L	d	l	D	L	конус Морзе №	d	l
8	45	8	12	12	85	1	12,210	15
10	50	10		14				
12	60	12	15	16	100	2	17,980	20
14	65	16	20	18	105			
16	70			20	110	3	24,051	25
				24	130			
				28	140	4	31,542	30
				32	145			
				36	175			
				40	180			

Примечания.

1. Фрезы должны изготавливаться праворежущими. Леворежущие — только по заказу.

2. Центровые отверстия по ОСТ 3725.

3. Размеры конусов по ГОСТ 2847—45.

Таблица 141

Полукруглые выпуклые фрезы
(по ГОСТ 3962—47)

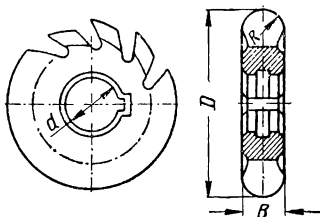


Рис. 84

R	D	B	d	Число зубьев z
1,5	45	3	16	18
2		4		
2.5	55	5	22	16
3		6		14
4	60	8		
5		10		
6	65	12	12	
(7)		14		
8	75	16		
(9)	80	18	27	10
10	85	20		
12	90	24		

Примечание. Фрезы с размерами R , указанными в скобках, по возможности не применять.

Таблица 142

Полукруглые вогнутые фрезы
(по ГОСТ 3963—47)

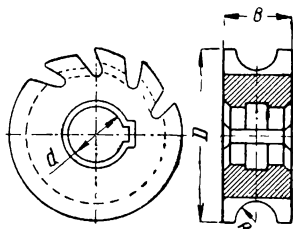


Рис. 85

R	D	B	d'	Число зубьев z
1,5	45	7	16	18
2		8		
2,5	55	10	22	16
3		12		14
4	60	15		
5		18		
6	65	20	12	
(7)		24		
8	75	26	27	10
(9)	80	30		
10	85	34		
12	90	38		

Примечание. Фрезы с размерами R , указанными в скобках, по возможности не применять.

Таблица 143

Фрезы для станочных Т-образных пазов
(по ГОСТ 7063—54)

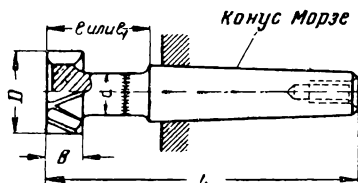


Рис. 86

Номиналь- ный раз- мер паза	D	B	d	Конус Морзе №	Тип I			Тип II			Число зубьев z
					L	l	l ₁	L	l	l ₁	
10	17,5	7,5	10	1	82	57	—	90	65,5	—	6
12	21,5	9,5	12	2	98	68	—	108	78,5	—	8
14	25,5	11,5	14	2	102	68	—	112	78,5	—	8
(16)	29	13	16	2	105	68	—	115	78,5	—	8
18	32	15	18	2	110	68	—	120	78,5	—	8
(20)	35	16	20	3	130	85	—	142	98	—	10
20	38	17	22	3	135	85	—	148	98	—	10
(24)	42	19	24	3	138	85	—	150	98	—	10
28	49	22	28	3	148	—	92	160	—	105	10
(32)	55	24	32	4	180	—	117	195	—	132	12
36	63	27	36	4	186	—	117	200	—	132	12
42	73	31	42	4	198	—	117	212	—	132	12
48	83	36	48	5	240	—	145	260	—	164,5	14
54	93	40	54	5	250	—	145	270	—	164,5	14

Примечания.

1. Фрезы для номинальных размеров паза, указанных в скобках, по возможности не применять.

2. Для фрез, изготовляемых в централизованном порядке, устанавливается:

$\alpha = 20^\circ$ для фрез диаметром D до 32 мм;

$\alpha = 15^\circ$ » » » » свыше 32 мм;

$\gamma = 10^\circ$;

$\varphi_1 = 1^\circ 30' - 2^\circ$.

Таблица 144

Фрезы для пазов сегментных шпонок
(по ГОСТ 6648—53)

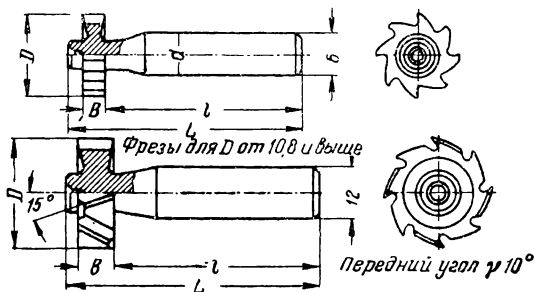


Рис. 87

Шифр	Тип фрезы	D	B	L	d	d_1	l	l_1 наим.	Число зубьев z	Для валов диаметром
					наиб.					
7×1,5	А	7,5	1,5	50	3	3	44	8	6	от 4 до 5
7×2			2		3	3	44			от 5 до 9
10×2		2	4		4	44	от 5 до 9			
10×3		10,8	3		4,5	4,5	43			св. 9 до 13
13×2	Б	14	2	60	4,5	4,5	53	9	8	св. 5 до 9
13×3			3		5	5	52			св. 9 до 13
13×4			4		6	6	51			св. 13 до 18
16×3		17,3	3		5	5	52			8
16×4	4		6	6	51	св. 13×18				

Продолжение табл. 144

Шифр	Тип фрезы	D	B	L	d		l	l, наим.	Число зубьев z	Для валов диаметром
					наиб.					
19×3		20,5	3	60	5	5	52	9	8	св. 9×13
19×4			4		6	6	51			св. 13×18
19×5			5		7	7	50			св. 18×24
22×4			4		6	6	51			св. 13×18
22×5			23,8		5	7	7			50
22×6	В		6		8	8	50			св. 24×30
25×5	Б	27	5		7	7	50			св. 18×24
25×6	В		6		8	8	50			св. 24×30
25×8			8		9	9	50			св. 30×36
28×5	Б	30,2	5		8	8	50			св. 18×24
28×6	В		6	9	9	50	св. 24×30			
28×8			8	9	9	50	св. 30×36			
32×6			6	9	9	50	св. 24×30			

Продолжение табл. 144

Шифр	Тип фрезы	D	B	L	d	d ₁	l	l ₁ наим.	Число зубьев z	Для валов диаметром
					наиб.					
32×8	Г	34,5	8	60	10	10	50	9	8	св. 30×36
32×10			10		11	—	50			св. 36×48
35×6		37,8	6		10	10	50			св. 24×30
35×8	8		11	11	50	св. 30×36				
35×10	Г	41	10	60	11	—	50	10	10	св. 36×48
38×6			6		11	11	50			св. 24×30
38×8			8		11	11	50			св. 30×36
38×10			10		11	—	50			св. 36×48

Примечания.

1. Допускается изготовление фрез типов В и Г с прямыми канавками, а также фрез типов Б и В с коническими шейками.

2. Для фрез, изготовляемых в централизованном порядке, углы резания устанавливаются:

$\alpha = 20^\circ$ для фрез диаметром D до 32 мм;

$\alpha = 15^\circ$ » » D свыше 32 мм;

$\gamma = 5^\circ$ для фрез шириной B до 3 мм;

$\gamma = 10^\circ$ » B свыше 3 мм;

$\varphi_1 = 15-30^\circ$.

Таблица 145

Одноугловые фрезы

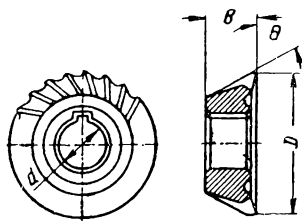


Рис. 88

D	B	d	Q	Число зубьев z
35	8	13	60°	18
	10		65°, 70°, 75°	
			80°, 85°, 90°	
45	13	16	(55°), 60°	20
			65°, 70°, 75°	
			80°, 85°, 90°	
60	16	22	55°, 60°	22
			65°, 70°	
	20		75°, 80°	
			(85°), (90°)	

Примечания.

1. Фрез с углами, указанными в скобках, по возможности не применять.

2. Фрезы изготовляют для правого и левого резания.

3. Допуск на d и размеры шпоночной канавки по ГОСТ 4020—48.

Двухугловые несимметричные фрезы

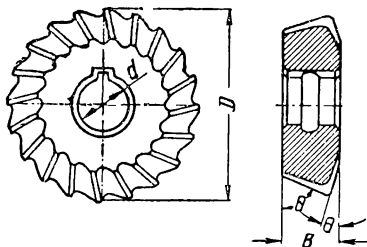


Рис. 89

D	B	d	Q	Число зубьев z
35	6	13	55°, 60°, 65°	18
	8		70°, 75°	
	10		80°, 85°	
	10		90°	
	13		100°	
45	8	16	55°, 60°, 65°	20
	10		70°, 75°, 80°, 85°	
	13		90°	
	16		100°	

Продолжение табл. 146

D	B	d	Q	Число зубьев z
60	10	22	55°, 60°, 65°	20
			70°, 75°	
	13		80°, 85°	
	16		90°	
			100°	
75	13	22	50°, 55°	22
	16		60°, 65°	
	20		70°, 75°, 80°	
	24		(85°)	
			(90°)	
90	20	27	50°, 55°	24
	24		60°, 65°	
	30		70°, 75°, (80°)	

Примечания.

1. Фрез с углами Q , указанными в скобках, по возможности не применять.

2. Фрезы изготавливают праворежущими; фрезы леворежущие — только по заказу.

3. Допуск на d и размеры шпоночной канавки по ГОСТ 4050—48.

Угловые фрезы для канавок затылованных фрез
с прямым зубом

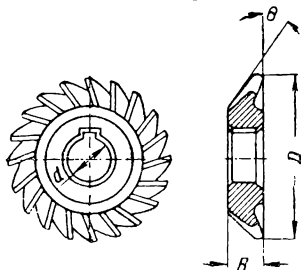


Рис. 90

D	B	d	Число зубьев z	Q
60	6	22	20	18°
	7			22°
	8			(25°)
	9			30°
75	9	22	22	18°
	11			22°
	12			(25°)
	14			30°
90	11	27	24	18°
	13			22°
	14			(25°)
	16			30°

Примечания.

1. Фрез с углами, указанными в скобках, по возможности не применять.

2. Фрезы изготовляют праворежущими; фрезы леворежущие — только по заказу.

3. Допуск на d и размеры шпоночной канавки по ГОСТ 4020—48.

Таблица 148

**Двухугловые фрезы для канавок затылованных
фрез с винтовым зубом**

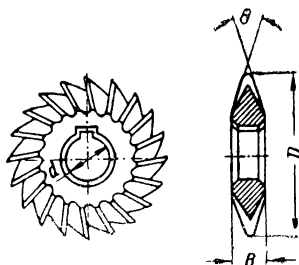


Рис. 91

D	B	d	Число зубьев z	Q
60	6	22	20	(18°)
	7			22°
	8			25°
	9			30°
75	9	22	22	(18°)
	11			22°
	12			25°
	14			30°
90	11	27	24	(18°)
	13			22°
	14			25°
	16			30°

Примечания.

1. Фрез с углами, указанными в скобках, по возможности не применять.

2. Допуск на d и размеры шпоночной канавки по ГОСТ 4020—48.

Фрезы отрезные (пилы круглые)
(по ГОСТ 2679—54)

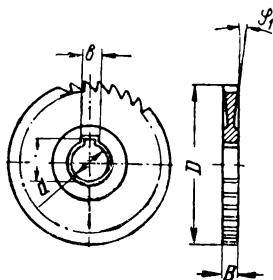


Рис. 92

D	B	d	d_1	b	t_1'	Число зубьев z		φ_1 наим.
						I испол- нение	II испол- нение	
60	1	16	25	4	18,2	36	18	15'
	1,5					30		30'
	2					30		45'
	2,5					30		1°
75	1	22	35	6	24,6	36	18	30'
	1,5					36		1°
	2					30		
	2,5					30		
	3					30		

Продолжение табл. 149

D	B	d	d ₁	b	t ₁ '	Число зубьев z		φ ₁ наим.
						I испол- нение	II испол- нение	
110	1,5	27	45	6	29,6	50	24	15'
	2							
	2,5					40	20	30'
	3							
	3,5							
150	2	32	50	8	35,2	60	30	15'
	2,5							
	3					50	24	30'
	3,5							
	4							
200	3	32	50	8	35,2	60	30	15'
	3,5							
	4					50	24	30'
	4							
	5							

Примечания.

1. Фрезы исполнения I предназначаются для обработки стали и чугуна и исполнения II — алюминия и легких сплавов.

2. Фрезы шириной до 2 мм включительно могут быть изготовлены со шпоночным пазом по требованию потребителя. Размеры паза по ГОСТ 4020—48.

3. Для фрез, изготовляемых в централизованном порядке, устанавливаются:

а) для фрез исполнения I $\alpha = 20^\circ$ и $\gamma = 5^\circ$ при ширине до 3 мм и $\gamma = 10^\circ$ при ширине свыше 3 мм;

б) для фрез исполнения II $\alpha = 20^\circ$ и $\gamma = 20^\circ$.

Фрезы прорезные (шлицевые)

(по ГОСТ 2679—54)

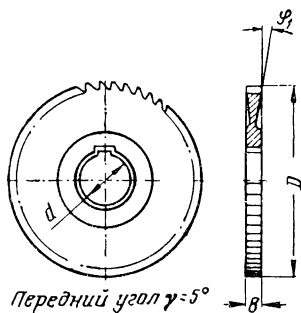


Рис. 93

D	B	d	Число зубьев z		φ ₁ наим.
			I исполнение	II исполнение	
40	0,2	13	108	72	5'
	0,3		108	60	
	0,4		90	60	10'
	0,5		90	50	
	0,6		90	50	15'
	0,8		72	40	30'
	1,0		72	40	

Продолжение табл. 150

D	B	d	Число зубьев z		φ ₁ наим.
			I испол- нение	II испол- нение	
60	0,5	16	120	72	10'
	0,6		108	72	15'
	0,8		108	60	
	1,0		90	60	30'
	1,2		90	60	
	1,5		90	50	
	2,0		72	50	
75	1,0	22	108	72	30'
	1,2		108	60	10'
	1,5		108	60	
	2,0		90	60	
	2,5		72	60	
	3,0		75	50	
	4,0		75	50	
	5,0		—	50	

Примечания.

1. Фрезы исполнения I с мелким зубом предназначаются для прорезания неглубоких шлицев, распиливания тонких деталей и тонкостенных трубок; фрезы исполнения II с укрупненным зубом — для прорезания глубоких шлицев и пазов.

2. По требованию потребителей фрезы могут быть изготовлены со шпоночным пазом. Размеры паза — по таблице, приведенной в примечании ГОСТ 4020—48.

3. Для фрез, изготавливаемых в централизованном порядке, устанавливается:

$\gamma = 5^\circ$ при ширине B до 3 мм;

$\gamma = 10^\circ$ » » B свыше 3 мм.

Таблица 151

Зуборезные дисковые фрезы
(по ОСТ 20181—40)

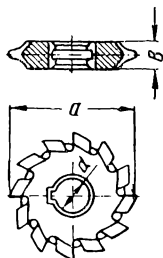


Рис. 94

Модуль	D	d	В													Число зубьев z	Глубина фрезерования за одного ко-меса t		
			Для фрезы																
			1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8		
0,3	40	16	4	—	4	—	—	—	4	—	4	—	4	—	4	—	4	26	0,66
0,4	40	16	4	—	4	—	—	4	4	4	4	—	4	—	4	—	4	22	0,88
0,5	40	16	4	—	4	—	—	4	4	4	4	—	4	—	4	—	4	20	1,10
0,6	40	16	4	—	4	—	—	4	4	4	4	—	4	—	4	—	4	18	1,32
0,7	40	16	4	—	4	—	—	4	4	4	4	—	4	—	4	—	4	18	1,54
0,8	40	16	4	—	4	—	—	4	4	4	4	—	4	—	4	—	4	16	1,75
1	50	16	4	—	4	—	—	4	4	4	4	—	4	—	4	—	4	14	2,20
1,25	50	16	5	—	4,5	—	—	4,5	4,5	4,5	4,5	—	4,5	—	4	—	4	14	2,75

Таблица 152

Нормальные ряды из 8 и 15 фрез

№ фрезы	1	1½	2	2½	3
Число зубьев колеса	12—13		14—16		17—20
	12	13	14	15—16	17—18
№ фрезы	3½	4	4½	5	5½
Число зубьев колеса		21—25		26—34	
	19—20	21—22	23—25	26—29	30—34
№ фрезы	6	6½	7	7½	8
Число зубьев колеса	35—54		55—134		135 и зубчатая рейка
	35—41	42—54	55—79	80—134	

Глава X

ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ

1. Основные модели отечественных фрезерных станков

Станки в зависимости от вида обработки делятся на девять групп: 1 — токарные; 2 — сверлильные и расточные; 3 — шлифовальные, полировальные, доводочные и заточные; 4 — специальные станки; 5 — зубо- и резьбообрабатывающие; 6 — фрезерные; 7 — строгальные, долбежные, протяжные; 8 — разрезные; 9 — разные.

Номер всякого фрезерного станка по этой системе начинается с цифры 6.

В свою очередь, станки каждой группы делятся на девять типов. Таким образом, вторая цифра обозначает тип станка.

Фрезерные станки, составляющие 6-ю группу, делятся на следующие девять типов: 1 — консольные вертикально-фрезерные; 2 — фрезерные непрерывного действия; 3 — свободная группа; 4 — копировально- и гравировально-фрезерные; 5 — вертикальные бесконсольные; 6 — продольно-фрезерные; 7 — консольно-фрезерные операционные станки; 8 — консольные горизонтально-фрезерные; 9 — разные фрезерные станки.

Третья цифра, а для крупных фрезерных станков и четвертая условно обозначает основные размеры станка. Так, например, у станка 612 третья цифра «2» обозначает консольный вертикально-фрезерный станок второго размера или со столом размерами 320×1250 мм. Продольно-фрезер-

ный станок 6612 имеет стол размерами 1800×6000 мм; размеры стола обозначены двумя цифрами.

Кроме цифр, в нумерацию станка часто включаются также буквы. Если буква стоит между первой и второй цифрой, это означает, что конструкция станка подверглась усовершенствованию по сравнению с прежней моделью. Так, например, модель станка 682 совершенствуется в течение ряда лет, хотя основные размеры стола оставались одинаковыми; эти, более совершенные, модели станка обозначались буквами. На многих заводах еще имеются станки 6Б82, 6К82, а в 1952 г. завод фрезерных станков в г. Горьком начал выпуск нового высокопроизводительного станка модели 6Н82.

Если буква стоит в конце номера станка, то это означает изменение основной, или, как принято говорить, «базовой» модели. Так, буква Г в конце номера 682 означает, что этот станок горизонтально-фрезерный, т. е. в отличие от «базовой» модели универсально-фрезерного станка верхний стол его не поворачивается. В конце номера станка ставят и другие буквы. Так, буква Б в станке 6Н12Б означает более быстроходную модель консольного вертикально-фрезерного станка 6Н12 с размерами стола 320×1250. Буква Ш в станке 6Н82Ш обозначает широкоуниверсальную модель консольного горизонтально-фрезерного станка, имеющую, кроме горизонтального шпинделя, еще вертикальную головку на хоботе.

Наши заводы, помимо серийных станков, выпускают много специальных станков, которые обозначаются условными заводскими номерами. Так, например, специальный копировально-фрезерный станок, выпускаемый Одесским заводом фрезерных станков, имеет номер ОФ-8, а специальный продольно-фрезерный станок для обработки рам тележек трактора, выпущенный Горьковским заводом фрезерных станков, имеет номер ГФ-75.

Технические характеристики отечественных фрезерных станков приведены в табл. 153.

За последние годы выпущены тяжелые станки большой мощности. К таким относятся: роторно-фрезерный станок ГФ-187 для обработки роторов гидрогенераторов с диаметром до 3 м, диаметр дисковой фрезы, закрепляемой на станке 500 мм, продольно-фрезерный станок 6682 с длиной 30 м, шириной 10 м, высотой 9 м, обрабатывающий деталь весом до 120 тонн.

Технические характеристики отечественных фрезерных станков (выпуска прежних лет), находящихся в эксплуатации

Наименование станк	Модель	Размеры стола в мм	Мощность электродвига- теля главного привода и при- вода подач в квт	Число оборотов шпинделя в минуту	Величины минутной подачи стола в мм/мин
Вертикально-фрезерный	612	270×1340	3,7/0,52	20—425	13—500
Вертикально-фрезерный	6Б12	300×1250	4,3/1,0	20—425	20—770
Универсально-фрезерный	682	270×1340	3,7	20—425	13—500
Горизонтально-фрезерный	6Г82	270×1340	3,7	20—425	13—500
Универсально-фрезерный	6Б82	300×1250	4,3/1,0	20—425	20—770
Горизонтально-фрезерный	6Б82Г	300×1250	4,3/1,0	20—425	20—770
Вертикально-фрезерный	615	420×1500	7,8	16—420	14—508
Универсально-фрезерный	683	420×1500	7,8	20—500	14—508
Горизонтально-фрезерный	6Г83	420×1500	7,8	20—500	14—508
Одношпиндельный продольно-фрезерный	6Г55	450×1250	5,8/2,3	38—475	38—920
Двухшпиндельный продольно-фрезерный	6Г65	450×1250	5,8/2,3 (на каждый шпиндель)	38—475	38—920

Примечания.

1. В станках 6Г82; 6Г83; 682; 683; 615 общий электродвигатель для привода главного движения и привода подач.

2. В станках 6Б82Г; 6Б82; 612; 6Б12; 6Г55; 6Г65 в числителе указана мощность электродвигателя главного привода, в знаменателе — привода подач.

Технические характеристики консольных горизонтально-

Элементы характеристики	6П80Г	680М
1. Рабочая поверхность стола (ширина×длина) в мм . . .	200×800	225×750
2. Наибольший ход стола в мм:		
продольный	500	450
поперечный	160	150
вертикальный	390	300
3. Число скоростей шпинделя	12	8
4. Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту	50—2240	47,5—530
5. Число подач стола . . .	12	16
6. Пределы подач стола в мм/мин:		
продольных	22,4—1000	19—420
поперечных	16—710	—
вертикальных	8—355	—
7. Скорость быстрого перемещения стола в м/мин	1,0—2,8	—
8. Мощность главного привода в квт .	2,8	2,8
9. Габариты станка (длина×ширина×высота) в мм . . .	1720×1750×1575	1250×1715×1475
10. Вес станка в кг .	1350	940

Таблица 154

фрезерных станков, выпускаемых отечественными заводами

6Н81Г	6Н82Г	6Н83Г
250×1000	320×1250	400×1600
600	700	900
200	260	320
350	370	420
16	18	18
65—1800	30—1500	30—1500
16	18	18
35—980	23,5—1180	23,5—1180
25—765	23,5—1180	23,5—1180
12—380	8—390	8—390
1,15—2,9	0,77—2,3	0,77—2,3
4,5	7	10
2100×1930×1600	2100×1740×1615	2370×2140×1760
1900	2700	3700

Технические характеристики консольных выпускаемых отечест

Элементы характеристики	УФ09	678М	6Н18А
	с двумя шпинделями		
1. Рабочая поверхность стола (ширина×длина) в мм	195×550	195×550	250×1000
2. Наибольший ход стола в мм:			
продольный	250	250	600
поперечный	—	—	200
вертикальный	290	280	350
3. Число скоростей шпинделя	6	6	16
4. Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту	188—1830	178—1740	65—1800
5. Число подач стола	6	6	16
6. Пределы подач стола в мм/мин:			
продольных	19,7—156	19—184	35—980
поперечных	—	—	25—765
вертикальных	19,7—156	22—214	12—380
7. Скорость быстрого перемещения стола в м/мин	—	—	1,15—2,9
8. Мощность главного привода в квт	1,7	1,7	2,8
9. Габариты станка (длина×ширина×высота) в мм	1100× ×1130× ×1400	1220× ×1090× ×1550	2100× ×2100× ×2000
10. Вес станка в кг	865	1110	2100

Таблица 155

**универсально-фрезерных станков,
венными заводами**

6Н81	679 с двумя шпинделями	6Н82	6Н83
250×1000	260×200	320×1250	400×1600
600 200 330	300 — 330	700 260 320	900 320 350
16	8	18	18
65—1800 16	150—1660 8	30—1500 18	30—1500 18
35—980 25—765 12—380	25—285 — 25—285	23,5—1180 23,5—1180 8—390	23,5—1180 23,5—1180 8—390
1,15—2,9	—	0,77—2,3	0,77—2,3
4,5	2,8	7	10
2100× ×1930× ×1600 2000	1150× ×1400× ×1650 1525	2100× ×1740× ×1615 2800	2370× ×2140× ×1760 3800

Технические характеристики выпускаемых отечест

Элементы характеристики	А6623 одно- шпиндельный	А662 двух- шпиндельный
1. Рабочая поверхность сто- ла (ширина×длина) в <i>мм</i>	450×1600	450×1600
2. Наибольший продольный ход стола в <i>мм</i>	1500	1500
3. Число скоростей шпинде- ля	12	12
4. Пределы чисел оборотов шпинделя в-минуту	30—375	30—375
5. Число подач: стола	12	12
шпиндельных головок	—	—
6. Пределы подач в <i>мм/мин</i> : стола	37,5—475	37,5—475
шпиндельных головок	—	—
7. Скорость быстрого пере- мещения в <i>м/мин</i> : стола	3,75	3,75
шпиндельных головок	—	—
траверсы	—	—
8. Мощность электродвига- теля в <i>квт</i> : главного движения	7,0	7,0
подач стола	1,7	1,7
быстрого перемещения стола	2,8	2,8
перемещения траверсы	—	—
насоса для охлаждения жидкости	0,15	0,15
9. Габариты станка (длина× ×ширина×высота) в <i>мм</i>	4250×1760× ×1645 6200	4350×2730× ×1645 7700
10. Вес станка в <i>кг</i>		

Таблица 156

**продольно-фрезерных станков,
венными заводами**

6632 трех- шпиндельный	6642 четырех- шпиндельный	6652 четырех- шпиндельный	6662 четырех- шпиндельный
650×2250	900×3000	1250×4250	1800×6000
2200	3000	4500	6500
12	12	12	12
47,5—600	47,5—600	37,5—475	37,5—475
18	18	бесступенчатое регулиро- вание подач	
18	18		
19—950 9,5—475	19—950 9,5—475	23,5—1180 11,8—590	23,5—1180 11,8—590
3,0	3,0	4,0	4,0
1,5	1,5	2,0	2,0
0,6	0,6	0,6	0,6
10 (3 шт.) 4,5	14 (4 шт.) 4,5	20 (4 шт.) 10	28 (4 шт.) 10
4,5	4,5	13,5	13,5
4,5	7,0	14,0	14,0
0,15	0,15	—	—
5900×4350× ×3360 24 000	7650×4650× ×3600 31 000	1150×5600× ×4600 64 000	14600× ×6050×5100 80 000

**Технические характеристики консольных вертикально-фрезерных станков,
выпускаемых отечественными заводами**

Элементы характеристик	6П10	6Н11	6Н12	6Н13
1. Рабочая поверхность стола (ширина×длина) в мм	200×800	250×1000	320×1250	400×1600
2. Наибольший ход стола в мм:				
продольный	500	600	700	900
поперечный	160	200	260	320
вертикальный	390	350	370	420
3. Число скоростей шпинделя	12	16	18	18
4. Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту	50—2240	65—1800	30—1500	30—1500
5. Число подач стола	12	16	18	18
6. Пределы подач стола в мм/мин:				
продольных	22,4—1000	35—980	23,5—1180	23,5—1180
поперечных	16—710	25—765	23,5—1180	23,5—1180
вертикальных	8—355	12—380	8—390	8—390
7. Скорость быстрого перемещения стола в м/мин	1—2,8	1,15—2,9	0,77—2,3	0,77—2,3
8. Мощность главного привода в квт	2,8	4,5	7	10
9. Габариты станка (длина×ширина×высота) в мм	1720×1750×1870	2100×1540×2300	2100×1740×1875	2370×2140×2245
10. Вес станка в кг	1400	2100	2900	4300

2. Модернизация фрезерных станков для скоростных режимов работы

К фрезерным станкам, применяемым при скоростных методах обработки, предъявляются следующие основные требования: 1) наличие высоких скоростей шпинделя и минутных подач стола; 2) повышенная мощность привода подач; 3) плавность движения подачи стола; 4) возможность ускоренных установочных перемещений стола.

Модернизации подлежат главный привод и привод подач. Одновременно должны быть разработаны мероприятия по повышению жесткости и виброустойчивости.

Модернизация главного привода производится в зависимости от требований производства по наибольшему и наименьшему числу оборотов шпинделя, определяемых по формулам:

$$n_{\text{наиб}} = \frac{1000 v_{\text{наиб}}}{\pi D_{\text{наим}}} \quad \text{и} \quad n_{\text{наим}} = \frac{1000 v_{\text{наим}}}{\pi D_{\text{наиб}}},$$

где — $v_{\text{наиб}}$ и $v_{\text{наим}}$ — выбираемые для данного станка из справочников по режимам резания;

$D_{\text{наиб}}$ и $D_{\text{наим}}$ — диаметры фрез, которыми будут пользоваться на данном станке.

Мощность главного привода подсчитывается по формуле:

$$N_{\text{дв}} = \frac{P_{\text{ср}} \cdot v}{60 \cdot 102 \cdot \eta} \quad \text{квт},$$

где $P_{\text{ср}}$ — средняя окружная сила;

v — расчетная скорость резания в м/мин;

η — к. п. д. механизма главного привода (примерно равный $\eta=0,75$).

Особое значение при модернизации фрезерных станков имеет повышение жесткости и виброустойчивости, поэтому все быстровращающиеся части станка должны быть тщательно отбалансированы, фрезы не должны иметь биения, должна быть обеспечена соосность валов, соединяемых муфтами, отсутствие чрезмерных зазоров в подвижных соединениях.

В табл. 158 приводятся рекомендации по модернизации главного привода фрезерных станков устаревших моделей для использования их при скоростных режимах фрезерования.

**Примеры модернизации главного привода
(по материалам ЭНИМС)**

Мо-	Варианты модернизации	Мощность электродвигателя в <i>квт</i>	Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту	Число оборотов шпинделя в минуту, с которого используется полная мощность	Конструкция связанные с повышением мощности и чисел оборотов шпинделя
	Станки до модернизации	3,7; 4,3	20—425	45	
682 6Г82 6Б82 6Б82Г 612 6Б12	I	5,8	30—600	64	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить электродвигатель $N = 5,8 \text{ квт}$ 2. Заменить плоскоремennую передачу клиноремennой 3. Сменить шкив электродвигателя на шкив $\varnothing 156 \text{ мм}$ 4. В станке модели 682 фрикционную муфту коробки скоростей закрепить наглухо

Мо-	Варианты модернизации	Мощность электродвигателя в квт	Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту	Число оборотов шпинделя в минуту, с которого используется полная мощность	Конструктивные изменения, связанные с повышением мощности и чисел оборотов шпинделя
682 6Г82 6Б82Г 612 6Б12	II	7,8	37—800	85	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить электродвигатель $N = 7,8 \text{ квт}$ 2. Заменить плоскоремennую передачу клиноремennой 3. Сменить шкив электродвигателя на шкив $\varnothing 204 \text{ мм}$ 4. В станке модели 682 фрикционную муфту коробки скоростей закрепить наглухо
	Станки до модернизации	7,8	20—500	48	
683 6Г83	I	12	25—630	60	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить электродвигатель $N = 12 \text{ квт}$ 2. Сменить шкив электродвигателя на шкив $\varnothing 182 \text{ мм}$ 3. Фрикционную муфту коробки скоростей закрепить наглухо

Мо-	Варианты модернизации	Мощность электродвигателя в <i>квт</i>	Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту	Число оборотов шпинделя в минуту, с которого используется полная мощность	Конструктивные изменения, связанные с повышением мощности и чисел оборотов шпинделя
683 6Г83	II	17	34—850	82	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить электродвигатель $N=17$ <i>квт</i> 2. Сменить шкив электродвигателя на шкив $\varnothing 245$ <i>мм</i> 3. Фрикционную муфту коробки скоростей закрепить наглухо
615	Станки до модернизации	7,8	16—240	38	
	I	12	24—630	57	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить электродвигатель $N=12$ <i>квт</i> 2. Сменить шкив электродвигателя на шкив $\varnothing 216$ <i>мм</i> 3. Фрикционную муфту коробки скоростей закрепить наглухо
	II	17	26—670	60	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить электродвигатель $N=17$ <i>квт</i> 2. Сменить шкив электродвигателя на шкив $\varnothing 230$ <i>мм</i> 3. Фрикционную муфту коробки скоростей закрепить наглухо

Мо-	Варианты модернизации	Мощность электродвигателя в квт	Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту	Число оборотов шпинделя в минуту, с которого используется полная мощность	Конструктивные изменения, связанные с повышением мощности и чисел оборотов шпинделя
6Г55 6Г65	Станки до модернизации	5,8	37,5—475	75	
	I	13	50—630	75	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить электродвигатель $N = 13 \text{ квт}$ 2. Изменить фланец электродвигателя на специальный 3. Добавить пару сменных колес с числами зубьев 63/36
	II	13	52—625	103	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить электродвигатель $N = 13 \text{ квт}$ 2. Изменить фланец электродвигателя на специальный 3. Заменить зубчатую передачу 25/76 на 31/20

3. Крепильные размеры фрезерных станков

Необходимые размеры для крепления оправок патронов и фрез в гнездо шпинделя фрезерного станка приводятся в табл. 159—160.

Таблица 159

Передние концы шпинделей фрезерных станков (по ГОСТ 836—47)

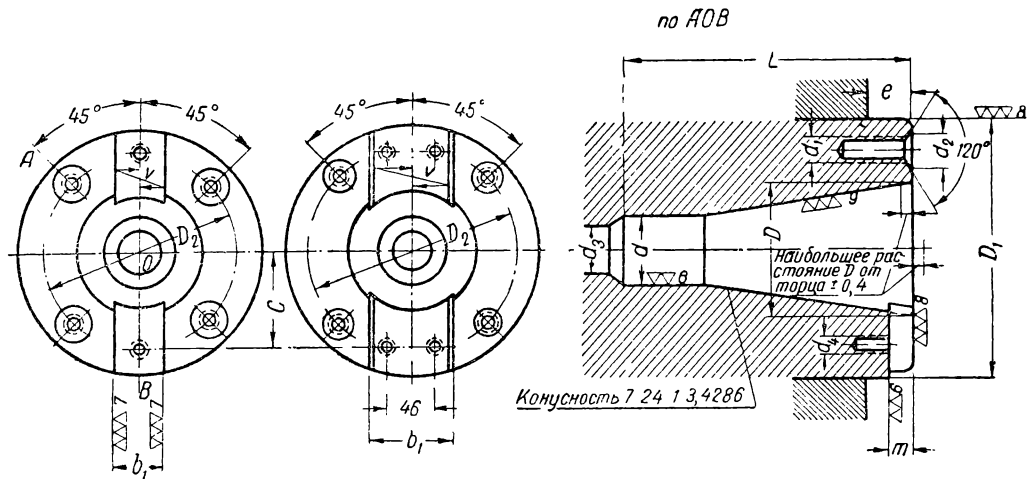


Рис. 95

№ кон- ца шпин- деля	D	D_1	D_2	d	d_1	d_2	d_3	d_4	$l_{\text{наим}}$	$L_{\text{наим}}$	C	$t_{\text{наим}}$	b_1	V	
1	31,75	60,832	54,0	17,40	M10	11	17	M6	12,5	73	25	8	15,888	$\pm 0,030$	
2	44,45	88,882	66,7	25,32	M12	13	17	M6	16	100	33	8	15,888	$\pm 0,030$	
3	69,85	128,57	101,6	39,60	M16	17	27	M12	19	140	49,5	12,5	25,415	$\pm 0,040$	
4	$\frac{a}{b}$	107,95	221,44	177,8	60,20	M20	22	35	M12	38	220	84	12,5	$\frac{25,415}{70}$	$\pm 0,040$

Примечания.

1. Допуски резьбы по 2-му классу точности, ОСТ НКТП 1251.
2. V — предельное смещение плоскости симметрии паза относительно параллельной ей осевой плоскости.

Концы оправок и патронов к фрезерным станкам
(по ГОСТ 836—47)

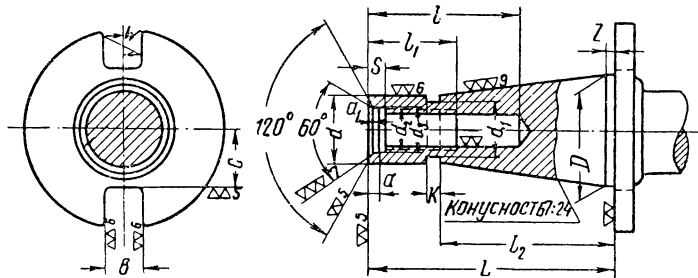


Рис. 96

№ конца шпин- деля	D	d	d_1	d_2	d_3	a	a_1	S	$L_{\text{наиб}}$	l	l_1	l_2	$C_{\text{наиб}}$	K	W	z	b
1	31,75	17,40	16	M12	12,5	2,3	0,5	6	70	50	24	50	16	3	$\pm 0,030$	1,6	15,9

Для конца шпин- деля	D	d	d_1	d_2	d_3	a	a_1	S	$L_{\text{наиб}}$	l	l_1	l_2	$C_{\text{наиб}}$	K	W	z	b
2	44,45	25,32	24	M16	17	3,5	1,0	7	95	60	30	67	22,5	5	$\pm 0,030$	1,6	15,9
3	69,85	39,60	38	M24	25	6	1,5	11	130	90	45	102	35	8	$\pm 0,040$	3,2	25,4
4	107,95	60,20	58	M30	31	6	1,5	12	210	110	56	165	60	10	$\pm 0,040$	3,2	25,4

Примечания.

1. Допуски резьбы — по 2-му классу точности, ОСТ НКТП 1251.
2. W — предельное смещение плоскости симметрии паза относительно параллельной ей осевой плоскости.

Шипы шпинделей фрезерных станков
(по ГОСТ 836—47)

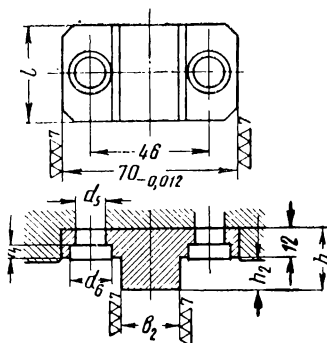


Рис. 97

Тип	Для конца шпинделя №	b_2	l	h_1	h_2	d_3	d_6	$h_{\text{наиб}}$
А	$\frac{1}{2}$	15,888	$\frac{17}{20}$	4,5	8	7	10	16
	3	25,415	$\frac{26}{46}$	8	12,5	13	20	25
	а							
Б	4 б	25,410	42	8	12,5	13	20	25

4. Порядок проверки станка и нормы точности (по ГОСТ 13—54)

Таблица 162

№ про- верок	Что проверяется	Допуск
1	Плоскость рабочей поверхности стола	0,03 на длине 1000 мм в любых направлениях. Допускается только вогнутость
2	Прямолинейность перемещения стола в вертикальной плоскости в продольном и поперечном направлениях	0,04 на длине 1000 мм по всей длине хода стола в продольном и поперечном направлениях
3	Взаимная перпендикулярность продольного и поперечного перемещения стола в горизонтальной плоскости	0,02 на длине 300 мм
4	Параллельность рабочей поверхности стола направлению его продольного перемещения	На всей длине хода стола: до 300 мм — 0,015 500 — 0,020 „ 1000 — 0,030 свыше 1000 — 0,040
5	Параллельность рабочей поверхности стола направлению его поперечного перемещения	На всей длине хода стола: до 300 мм — 0,02 „ 500 „ — 0,03 Стол может иметь отклонение только к станине

Продолжение табл. 162

№ про- верок	Что проверяет	Допуск в мм
6	Параллельность боковых сторон среднего паза стола направлению его продольного перемещения	На всей длине хода стола: до 300 мм — 0,020 500 — 0,030 " 1000 — 0,035 свыше 1000 — 0,040
7	Осевое биение шпинделя	Для станков с диаметром шейки шпинделя под передний подшипник: до 50 мм — 0,010 " 80 — 0,015 свыше 80 — 0,020
8	Биение торцовой поверхности переднего конца фрезерного шпинделя	Для станков с диаметром шейки шпинделя под передний подшипник: до 50 мм — 0,015 " 80 — 0,020 свыше 80 — 0,025
9	Радиальное биение оси конического отверстия шпинделя	0,01 у торца шпинделя; 0,015 на расстоянии 150 мм для станков с диаметром шейки шпинделя до 50 мм; 0,02 на расстоянии 300 мм для станков с диаметром шейки шпинделя свыше 50 мм
10	Радиальное биение наружной цилиндрической посадочной поверхности переднего конца шпинделя	Для станков с диаметром шейки шпинделя под передний подшипник: до 50 мм — 0,010 свыше 50 — 0,015

Продолжение табл. 162

№ про- верок	Что проверяется	Допуск в мм
11	Перпендикулярность оси вращения горизонтального шпинделя к среднему пазу стола (только для горизонтальных станков)	0,02 на длине 300 мм
12	Параллельность оси вращения шпинделя рабочей поверхности стола (только для горизонтальных станков)	0,02 на длине 150 мм для станков с шириной стола до 160 мм; 0,03 на длине 300 мм для станков с шириной стола свыше 160 мм. Свободный конец оправки может отклониться только вниз
13	Перпендикулярность оси вращения шпинделя к рабочей поверхности стола (только для вертикальных станков)	а) *Для станков с шириной стола до 160 мм: 0,015 на диаметре 150 мм в продольной плоскости; 0,020 на диаметре 150 мм в поперечной плоскости; б) для станков с шириной стола свыше 160 мм: 0,020 на диаметре 300 мм в продольной плоскости; 0,030 на диаметре 300 мм в поперечной плоскости. В поперечной плоскости допускается наклон только в сторону станины
14	Перпендикулярность направления вертикального перемещения	Для фрезерной головки: а) в продольной плоскости:

Продолжение табл. 162

№ про-верок	Что проверяется	Допуск
14	фрезерной головки или гильзы шпинделя к поверхности стола (только для станков с вертикальным шпинделем, имеющих механическую рабочую подачу вертикальных фрезерных головок или гильз шпинделей)	<p>0,015 на длине перемещения до 150 мм; 0,020 на длине перемещения до 300 мм; б) в поперечной плоскости: 0,02 на длине перемещения до 150 мм; 0,03 на длине перемещения до 300 мм. Для гильзы: 0,020 на длине перемещения в продольной плоскости; 0,025 на длине перемещения в поперечной плоскости. В поперечной плоскости допускается наклон только в сторону станины</p>
15	Перпендикулярность рабочей поверхности стола к направлению вертикального перемещения консоли в продольной и поперечной плоскостях	<p>а) Для станков с шириной стола до 160 мм: 0,015 на длине 150 мм вдоль продольной оси стола; 0,02 на длине 150 мм вдоль поперечной оси стола; б) для станков с шириной стола свыше 160 мм: 0,02 на длине 300 мм вдоль продольной оси стола; 0,03 на длине 300 мм вдоль поперечной оси стола.</p>

Продолжение табл. 162

№ про- верок	Что проверяется	Допуск в мм
		В продольной плоскости отклонения могут быть в обе стороны, а в поперечной плоскости верхний конец угольника может отклоняться только в сторону станины
16	Параллельность направляющих хобота оси вращения шпинделя в вертикальной и горизонтальной плоскостях	0,015 на длине 150 мм для станков с шириной стола до 160 мм; 0,025 на длине 300 мм для станков с шириной стола свыше 160 мм как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях
17	Совпадение оси вращения шпинделя с осью отверстия серьги (только для горизонтальных станков)	0,02 на длине 150 мм для станков с шириной стола до 160 мм; 0,03 на длине 300 мм для станков с шириной стола свыше 160 мм
18	Параллельность рабочей поверхности стола плоскости его поворота	0,10 на длину 1000 мм в каждом направлении
19	Совпадение оси вращения шпинделя с плоскостью симметрии среднего паза стола, повернутого параллельно оси шпинделя (только для горизонтальных станков)	0,15

Продолжение табл. 162

№ про- верок	Что проверяется	Допуск в мм
20	а) Плоскостность обрабо- танной на станке поверхности; б) Параллельность верхней обработанной поверхности основанию; в) Перпендикуляр- ность боковых обрабо- танных поверхностей основанию; г) Взаимная перпен- дикулярность боковых (и торцовых) поверх- ностей между собой	а) 0,02 на длине 150 мм; 0,04 на длине 300 мм б) 0,02 на длине 150 мм; 0,04 на длине 300 мм в) 0,02 на длине 150 мм г) 0,02 на длине 150 мм; 0,03 на длине 300 мм Обработанные поверх- ности не должны иметь следов дробления

Примечания.

1. При невозможности производства измерения на всей длине, к которой отнесен допуск, измеряется наибольшая длина с пересчетом на установленную длину.

2. Измерительные инструменты и приборы для контроля:

- а) линейка — ОСТ 20126—39, класс точности 1;
- б) угольники — ГОСТ 3749 — 47, класс точности 0 и 1;
- в) индикаторы — ГОСТ 577—53 и ГОСТ 5584—50;
- г) уровни — ГОСТ 3053—45 и ГОСТ 3308—46 с ценой деления по I группе.

5. Уход за станком и его смазка

Ознакомление со станком

1. Перед работой на новом станке необходимо тщательно изучить его устройство и ознакомиться с паспортом станка.

2. Перед пуском станка установить назначение всех рукояток.

3. Изучить пуск станка.

4. После изучения станка, всех его узлов, рычагов и рукояток пустить его в ход и испытать на холостом ходу.

5. Просмотреть все инструменты и приспособления станка.

Уход за станком

1. Перед пуском станок очистить от пыли и грязи и проверить исправность его смазочной и охлаждающей систем, наличие в них смазки и охлаждающей жидкости.

2. Индивидуальные места смазки смазывать два раза в смену. Масленки должны быть закрыты во избежание загрязнения смазки.

3. Направляющие суппорты, винты, открытые зубчатые передачи и другие открытые трущиеся части смазывать машинным маслом Л, а вертикальные валы и винты — солидолом Л.

4. С трущихся частей удалять грязь и прежние мази один раз в неделю.

5. Масляные ванны заливать до уровня по маслоуказателю. Один раз в три месяца ванны очищать от загрязненного масла, промывать керосином, просушивать воздухом и наполнять свежим маслом. В быстроходных станках замену производить один раз в месяц.

6. Охлаждающую жидкость заменять один раз в месяц. Замену охлаждающего минерального масла производить два раза в год.

7. По окончании работы станок очищать от стружек, протирать направляющие насухо от эмульсии и грязи и смазывать тонким слоем масла.

8. Стружку необходимо удалять регулярно.

9. О замеченных неисправностях и неполадках немедленно сообщать мастеру.

10. Все неисправности заносить в журнал.

В журнале отмечать осмотры, ремонты, аварии, переделки, мероприятия по модернизации и т. п.

Станок необходимо чистить, смазывать, регулировать узлы, периодически осматривать и ремонтировать.

Глава XI

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

Повышение производительности труда при наименьшей затрате средств, труда и времени обеспечивается правильным выбором режимов резания при фрезеровании.

Правильно выбрать режимы резания — это значит в конкретных условиях достигнуть экономически наиболее выгодной обработки детали при соблюдении технических условий.

Порядок выбора режимов резания

1. Устанавливаем диаметр фрезы, исходя из условия обработки.

2. Задаемся глубиной резания в зависимости от припуска на обработку, количества проходов и мощности станка.

3. Выбираем подачу на зуб.

4. Задаемся желательной стойкостью фрезы.

5. Выбираем скорость резания в зависимости от диаметра фрезы, ширины фрезерования, глубины резания и подачи на один зуб.

6. В зависимости от условий работы (изменение стойкости, работа с охлаждением, фрезерование по кромке, отличные от принятых марки обрабатываемого материала или фрезы и т. д.) устанавливаем скорость резания для данных конкретных условий.

7. Определяем число оборотов фрезы и уточняем по паспорту станка.

8. Определяем фактическую скорость резания, минутную подачу, крутящий момент и потребляемую мощность.

9. Из паспорта станка устанавливаем крутящий момент, допускаемый прочностью механизма подачи, и соответственно мощность при настоящем числе оборотов.

10. Сопоставляем крутящие моменты и мощность по паспорту, необходимую для фрезерования.

В случае перегрузки станка, т. е. когда мощность станка недостаточна, в первую очередь уменьшаем скорость резания и лишь в случае недостаточности уменьшаем сечение среза.

Скорости резания, приведенные в таблицах для цилиндрических фрез, обусловлены:

обработкой материала — углеродистой стали $\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$,

стойкостью фрезы — 180 мин.,

работой без охлаждения по чугуну и с охлаждением по стали, работой по корке.

Для установления скорости резания при измененных условиях работы необходимо скорости резания, выбранные по таблицам, умножить на поправочные коэффициенты, приведенные в табл. 188—195.

Пример. Фрезеруется деталь из хромистой стали $\sigma_b = 85 \text{ кг/мм}^2$ со стойкостью 240 мин., фреза торцовая, ширина фрезерования по отношению к нормативной увеличена в два раза. Выбираем скорость резания в зависимости от условия задачи. Предположим, $v_{\text{таб}} = 26 \text{ м/мин}$.

В зависимости от вышеприведенных измененных условий по таблицам находим коэффициенты, умножаем табличную скорость резания на коэффициенты и получаем расчетную скорость резания:

$$v_{\text{расч}} = v_{\text{таб}} \times K_{\text{мат}} \times K_{\text{ст}} \times K_{\text{охл}};$$

$$v = 21,6 \times 0,6 \times 1,05 \times 0,9 \times 1 = 12,24 \text{ м/мин.}$$

Таблица 163

Выбор диаметра фрезы

Наименование фрез	Глубина фрезерования t в мм до	Ширина фрезерования B в мм до	Диаметр фрезы D в мм
Фрезы цилиндрические	5	70	60—75
	8	90	90—110
	10	100	110—130

Продолжение табл. 163

Наименование фрез	Глубина фрезерования t в мм до	Ширина фрезерования B в мм до	Диаметр фрезы D в мм
Фрезы торцовые	4	40	50—75
		60	75—90
	5	90	110—130
	6	120	150—175
		180	200—250
	8	250	300—350
	10	350	400—500
Фрезы дисковые	8	20	60—75
	12	25	90—110
	40	50	175—200
Фрезы прорезные и фрезы пилы	5	4	40—60
	10	4	60—75
	12	5	75
	25	5	110

Рекомендуемые подачи при фрезеровании цилиндрическими фрезами из быстрорежущей стали Р9

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Черновая обработка				Получистовая обработка	
		Глубина резания t в мм до				проход после чернового	проход без предваритель- ного черного
		3	5	8	10	2	4
Подача на один зуб s_z в мм							

При фрезеровании стали

60	16	0,08—0,04	0,05—0,03	—	—	0,03—0,08	0,05—0,10
	8	0,15—0,08	0,12—0,07	—	—		
75	18	0,08—0,04	0,05—0,03	—	—		
	8	0,20—0,10	0,15—0,08	—	—		
90	20	0,12—0,06	0,08—0,05	—	—		
	8	0,30—0,10	0,20—0,10	0,15—0,08	—		

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Черновая обработка				Получистовая обработка	
		Глубина резания t в мм до				проход после чернового	проход без предварительного чернового
		3	5	8	10		
		Подача на один зуб s_z в мм					
110	10	—	0,20—0,10	0,15—0,08	0,12—0,06	0,03—0,08	0,05—0,10
130	10	—	0,30—0,15	0,20—0,10	0,15—0,08		
150	12	—	0,30—0,15	0,20—0,10	0,15—0,08		
При фрезеровании чугуна							
60	16	0,12—0,08	0,08—0,05			0,03—0,08	0,05—0,10
	8	0,25—0,15	0,20—0,10	—	—		
75	18	0,12—0,06	0,08—0,05	—	—		
	8	0,30—0,15	0,25—0,15	—	—		

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Черновая обработка				Получистовая обработка	
						проход после чернового	проход без предваритель- ного черного
		Глубина резания t в мм до					
		3	5	8	10	2	4
Подача на один зуб s_z в мм							
90	20	0,18—0,10	0,12—0,06	—	—	0,03—0,08	0,05—0,10
	8	0,40—0,20	0,30—0,15	0,25—0,12	—		
110	10	—	0,30—0,15	0,25—0,12	0,20—0,10		
130	10	—	0,40—0,25	0,30—0,15	0,20—0,10		
150	12	—	0,40—0,25	0,30—0,15	0,20—0,10		

Примечание. При черновой обработке на мощных станках с жестким креплением детали подачи могут быть увеличены в два-три раза.

Рекомендуемые подачи при фрезеровании торцовыми фрезами из быстрорежущей стали Р9

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Черновая обработка			Получистовая обработка	
					проход после чернового	проход без предваритель- ного чернового
		Глубина резания t в мм до				
		3	5	8	2	4
Подача на один зуб s_z в мм						

При фрезеровании стали

60	16	0,10—0,06	0,08—0,05	—	0,03—0,05	0,05—0,08
	10	0,15—0,08	0,12—0,06	—		
75	18	0,10—0,06	0,08—0,05	—		
	10	0,15—0,08	0,12—0,06	0,10—0,05		
90	20	0,10—0,06	0,08—0,05	—		
	12	0,15—0,08	0,12—0,06	0,10—0,05		
110	12	0,15—0,08	0,12—0,06	0,10—0,05		
150	16	0,12—0,07	0,10—0,06	0,08—0,05		

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Черновая обработка					Получистовая обработка			
							проход после чернового	проход без предваритель- ного черного		
		Глубина резания t в мм до								
		3	5	8	2	4				
Подача на один зуб s_z в мм										
200	20	0,12 - 0,07	0,10 - 0,06	0,08 - 0,05	0,03 - 0,05	0,05 - 0,08				
300	30	0,12 - 0,07	0,10 - 0,06	0,08 - 0,05						
400	40	0,10 - 0,07	0,08 - 0,05	0,07 - 0,05						
600	60	0,08 - 0,06	0,07 - 0,05	0,07 - 0,04						

При фрезеровании чугуна

60	16	0,20 - 0,10	0,15 - 0,08	—	0,03 - 0,05	0,05 - 0,08
	10	0,25 - 0,15	0,20 - 0,12	—		
75	18	0,20 - 0,10	0,15 - 0,08	—		
	10	0,25 - 0,15	0,20 - 0,12	0,15 - 0,10		

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Черновая обработка			Получистовая обработка			
					проход после чернового	проход без предваритель- ного чернового		
		Глубина резания t в мм до						
		3	5	8	2	4		
Подача на один зуб s_z в мм								
90	20	0,20—0,10	0,15—0,08	—	0,03—0,05	0,05—0,08		
	12	0,25—0,15	0,20—0,12	0,15—0,10				
110	12	0,25—0,15	0,20—0,12	0,15—0,10				
150	16	0,20—0,12	0,15—0,10	0,12—0,08				
200	20	0,20—0,12	0,15—0,10	0,12—0,08				
300	30	0,20—0,12	0,15—0,10	0,12—0,08				
400	40	0,15—0,10	0,12—0,08	0,08—0,06				
600	60	0,12—0,08	0,10—0,07	0,08—0,06				

Примечание. При черновой обработке на мощных станках и на продольно-фрезерных станках с жестким креплением детали подачи могут быть увеличены в два-три раза.

Таблица 166

Рекомендуемые подачи при фрезеровании торцовыми фрезами, оснащенными твердыми сплавами

Марка твердого сплава	Обрабатываемый материал				Чугун
	Стал				
	Предел прочности σ_b в кг/мм ²				
	до 60	60—80	80—100	100—120	
Подача на один зуб s_z в мм					
Г15К6	0,18—0,2	0,12—0,18	0,10—0,13	0,07—0,10	—
Г5К10	0,22—0,24	0,16—0,22	0,12—0,16	0,08—0,12	—
	—	—	—	—	0,2—0,6

Таблица 167

Поправочные коэффициенты на величину подачи в зависимости от угла в плане φ режущей кромки

Обрабатываемый материал	Угол в плане φ				
	60°	45°	30°	15°	8°
	Поправочный коэффициент на табличную подачу				
Сталь .	1,0	1,22	1,72	3,33	6,2
Чугун .	1,0	1,25	1,75	3,36	6,28

Примечание. Уменьшение угла в плане φ вызывает необходимость увеличения длины рабочей части режущей кромки и как следствие увеличение диаметра фрез. Поэтому работа фрезами с малыми углами в плане рекомендуется при глубине резания не свыше 3—4 мм.

Рекомендуемые подачи при обработке концевыми фрезами из быстрорежущей стали Р9

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	При обработке плоскостей				
		Черновая обработка			Получистовая обработка	
					проход после чернового	проход без предварит. чернового
		Глубина резания t в мм до				
3	5	8	1	2-3		
Подача на один зуб s_z в мм						
При фрезеровании стали						
6	6	0,02—0,01	—	—	0,01—0,005	—
10	6	0,03—0,015	—	—	0,01—0,005	0,02—0,01
16	5	0,04—0,02	—	—	0,02—0,01	0,03—0,02
20	5	0,06—0,03	0,04—0,02	—	0,03—0,02	0,03—0,02
30	6	0,08—0,05	0,06—0,04	—	0,04—0,03	0,05—0,03
40	6	0,12—0,08	0,08—0,05	0,05—0,03	0,04—0,03	0,05—0,03
50	6	0,12—0,08	0,08—0,05	0,05—0,03	0,04—0,03	0,05—0,03
При фрезеровании чугуна						
6	6	0,02—0,01	—	—	0,01—0,005	—
10	6	0,03—0,015	—	—	0,02—0,01	0,02—0,01
16	5	0,06—0,03	—	—	0,03—0,02	0,05—0,03
20	5	0,10—0,05	0,08—0,04	—	0,03—0,02	0,05—0,03
30	6	0,15—0,08	0,12—0,05	—	0,05—0,03	0,08—0,05
40	6	0,18—0,12	0,15—0,10	0,08—0,05	0,05—0,03	0,08—0,05
50	6	0,18—0,12	0,15—0,10	0,08—0,05	0,05—0,03	0,08—0,05

При обработке пазов							
Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина паза в мм	Глубина паза B в мм до				
			5	10	15	20	30
			Подача на один зуб s_z в мм				

При фрезеровании стали

6	6	6	0,01 — 0,005	0,006 — 0,003	—	—	—
10	6	10	0,015 — 0,01	0,008 — 0,004	0,005 — 0,003	—	—
16	5	16	0,025 — 0,015	0,015 — 0,010	0,01 — 0,005	—	—
20	5	20	—	0,03 — 0,02	0,025 — 0,015	0,015 — 0,01	—
25	6	25	—	0,05 — 0,03	0,04 — 0,02	0,03 — 0,02	0,02 — 0,015
30	6	30	—	0,05 — 0,03	0,04 — 0,02	0,03 — 0,02	0,025 — 0,02

При фрезеровании чугуна

6	6	6	0,02 — 0,01	0,012 — 0,06	0,012 — 0,06	—	—
10	6	10	0,03 — 0,02	0,02 — 0,01	0,01 — 0,005	—	—
16	5	16	0,04 — 0,03	0,03 — 0,02	0,02 — 0,01	—	—
20	5	20	—	0,06 — 0,04	0,05 — 0,03	0,03 — 0,02	—
25	6	25	—	0,08 — 0,05	0,06 — 0,04	0,05 — 0,03	0,03 — 0,02
30	6	30	—	0,08 — 0,05	0,06 — 0,04	0,05 — 0,03	0,04 — 0,03

Рекомендуемые подачи при обработке боковых плоскостей
и уступов дисковыми фрезами из быстрорежущей стали Р9

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезеро- вания B в мм	Глубина резания t в мм до				
			5	10	20	40	60
			Подача на один зуб s_z в мм				
При фрезеровании стали							
75	18	4—10	0,12—0,08	0,12—0,08	0,10—0,05	—	—
	12		0,20—0,12	0,20—0,12	0,15—0,10	—	—
90	20	4—10	0,12—0,08	0,12—0,08	0,10—0,05	—	—
	12		0,20—0,12	0,20—0,12	0,15—0,10	—	—
110	22	4—10	0,15—0,08	0,12—0,08	0,10—0,05	—	—
	14		0,20—0,12	0,20—0,12	0,15—0,10	0,12—0,08	—
150	28	6—15	—	0,15—0,10	0,12—0,08	0,08—0,05	—
	14		—	0,25—0,15	0,20—0,10	0,15—0,10	—
200	18	6—15	—	0,25—0,15	0,20—0,10	0,15—0,08	0,12—0,05
250	22	6—15	—	—	0,25—0,15	0,20—0,10	0,12—0,05

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезеро- вания B в мм	Глубина-резания t в мм до				
			5	10	20	40	60
			Подача на один зуб s_z в мм				
При фрезеровании чугуна							
75	18	4—10	0,20—0,12	0,15—0,10	0,12—0,18	—	—
	12		0,30—0,20	0,25—0,15	0,20—0,15	—	—
90	20	4—10	0,20—0,12	0,15—0,10	0,12—0,08	—	—
	12		0,30—0,20	0,25—0,15	0,20—0,15	—	—
110	22	4—10	0,20—0,12	0,15—0,10	0,12—0,08	—	—
	14		0,30—0,20	0,30—0,20	0,25—0,15	0,20—0,10	—
150	28	6—15	—	0,20—0,12	0,15—0,12	0,12—0,08	—
	14		—	0,40—0,20	0,30—0,15	0,25—0,15	—
200	18	6—15	—	0,40—0,20	0,30—0,15	0,20—0,10	0,20—0,10
250	22	6—15	—	—	0,30—0,20	0,25—0,15	0,20—0,10

Рекомендуемые подачи при обработке пазов дисковыми
фрезами из быстрорежущей стали Р9

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезеро- ванья B в мм	Глубина резания t в мм до				
			5	10	15	20	25
			Подача на один зуб s_z в мм				
При фрезеровании стали							
60	16	6—12	0,08—0,05	0,06—0,03	0,05—0,03	—	—
75	18	10—20	0,08—0,05	0,06—0,03	0,05—0,03	—	—
	12		0,12—0,08	0,10—0,06	0,08—0,05	—	—
90	20	10—20	0,08—0,05	0,06—0,03	0,05—0,03	—	—
	12		0,12—0,08	0,10—0,06	0,08—0,05	—	—
110	22	12—24	0,10—0,05	0,08—0,04	0,06—0,03	—	—
	14		0,12—0,08	0,10—0,05	0,08—0,04	0,06—0,03	—
150	14	18—30	—	0,12—0,06	0,10—0,05	0,03—0,04	0,05—0,03
200	18	20—40	—	0,15—0,08	0,12—0,06	0,08—0,04	0,05—0,03

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезеро- вания B в мм	Глубина резания t в мм до				
			5	10	15	20	25
			Подача на один зуб s_z в мм				
При фрезеровании чугуна							
60	16	6—12	0,12—0,08	0,10—0,06	0,08—0,05	—	—
75	18	10—20	0,12—0,08	0,10—0,06	0,08—0,05	—	—
	12		0,18—0,12	0,15—0,10	0,12—0,08	—	—
90	20	10—20	0,12—0,08	0,10—0,05	0,08—0,05	—	—
	12		0,18—0,12	0,15—0,10	0,12—0,08	—	—
110	22	12—24	0,12—0,08	0,10—0,05	0,08—0,05	—	—
	14		0,18—0,12	0,15—0,08	0,12—0,06	0,10—0,05	—
150	14	18—30	—	0,18—0,10	0,15—0,08	0,12—0,06	0,08—0,05
200	18	20—40	—	0,20—0,10	0,18—0,10	0,15—0,08	0,08—0,05

**Рекомендуемые подачи при работе отрезными фрезами
из быстрорежущей стали Р9**

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезеро- вания B в мм	Глубина резания t в мм до				
			6	10	15	20	30
			Подача на один зуб s_z в мм				
При фрезеровании стали							
60	36	1,0	0,02 — 0,015	0,02 — 0,01	—	—	—
	30	2,0	0,025 — 0,015	0,02 — 0,01	—	—	—
75	36	1,0	0,02 — 0,015	0,02 — 0,01	—	—	—
	36	2,0	0,025 — 0,015	0,02 — 0,01	0,2 — 0,01	—	—
	30	3,0	0,03 — 0,02	0,025 — 0,015	0,2 — 0,01	—	—
110	50	1,5	0,025 — 0,02	0,02 — 0,015	0,2 — 0,01	0,02 — 0,01	0,015 — 0,01
	50	2,0	0,03 — 0,025	0,025 — 0,02	0,025 — 0,02	0,025 — 0,015	0,02 — 0,015
	40	3,0	0,03 — 0,02	0,03 — 0,02	0,025 — 0,015	0,025 — 0,015	0,02 — 0,015
150	60	2,0	—	—	0,025 — 0,02	0,02 — 0,015	0,015 — 0,01
	50	3,0 — 4,0	—	—	0,03 — 0,02	0,025 — 0,015	0,02 — 0,015

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезеро- вания B в мм	Глубина резания t в мм до				
			6	10	15	20	30
			Подача на один зуб s_z в мм				
При фрезеровании чугуна							
60	36	1,0	0,03—0,02	0,02 —0,01	—	—	—
	30	2,0	0,03—0,02	0,025—0,015	—	—	—
75	36	1,0	0,03—0,02	0,02 —0,01	—	—	—
	36	2,0	0,03—0,02	0,025—0,015	0,025—0,015	—	—
	30	3,0	0,04—0,03	0,03 —0,015	0,025—0,015	—	—
110	50	1,5	0,03—0,02	0,025—0,015	0,035—0,025	0,02 —0,015	0,02 —0,015
	50	2,0	0,04—0,03	0,035—0,03	0,03 —0,025	0,025—0,015	0,02 —0,015
	40	3,0	0,04—0,03	0,04 —0,03	0,035—0,03	0,03 —0,02	0,025—0,02
150	60	2,0	—	—	0,03—0,025	0,025—0,015	0,02 —0,015
	50	3,0	—	—	0,03—0,02	0,03 —0,025	0,025—0,015
	50	4,0	—	—	0,03—0,02	0,03 —0,02	0,02 —0,015

Рекомендуемые подачи при фрезеровании фасонными
и угловыми фрезами из быстрорежущей стали Р9

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезеро- вания B в мм	Глубина резания t в мм до				
			3	5	8	12	20
			Подача на один зуб s_z в мм				
Фрезы фасонные радиусные							
45	14	6	0,10—0,07	0,08—0,05	0,06—0,04	—	—
		15	0,08—0,05	0,05—0,03	0,05—0,03	—	—
60	12	12	0,10—0,07	0,07—0,05	0,06—0,04	—	—
		24	0,08—0,05	0,05—0,03	0,04—0,03	0,04—0,02	—
75	10	20	0,12—0,08	0,08—0,06	0,07—0,05	0,06—0,08	—
		40	0,08—0,05	0,06—0,04	0,05—0,03	0,04—0,02	0,03—0,02

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезеро- ванья B в мм	Глубина резания t в мм до				
			3	5	8	12	20
			Подача на один зуб s_z в мм				
90	10	25	0,10—0,07	0,08—0,05	0,08—0,05	0,08—0,04	0,05—0,03
		50	0,06—0,04	0,06—0,04	0,05—0,03	0,04—0,02	0,03—0,02
Фрезы угловые							
45	20	8—16	0,10—0,06	0,08—0,05	0,05—0,03	—	—
60	20	10—16	0,10—0,06	0,08—0,05	0,06—0,04	—	—
75	22	13—24	—	0,10—0,07	0,07—0,05	0,05—0,03	0,04—0,02
90	24	20—30	—	0,12—0,08	0,10—0,06	0,08—0,04	0,05—0,03

Примечание. Приведенные подачи рассчитаны на получистовую обработку за один проход. Для черновых проходов подачи могут быть увеличены в 1,5—2,0 раза.

Режимы резания при фрезеровании углеродистой стали стали

Фрезерование шпоночных					
Диаметр фрезы D в мм	Размеры шпоночного паза в мм		Фрезерование на шпоночно-фрезерных станках с маятниковой подачей		
	ширина B	глубина h	Скорость		
			25 м/мин		
			число оборотов фрезы n в минуту	глубина резания за один двойной ход в мм	продольная подача S_M в мм/мин
3	3	2	2650	0,2	250
4	4	2,5	2000	0,2	250
5	5	3	1590	0,2	250
6	6	3,5	1330	0,3	250
8	8	4,0	990	0,3	250
10	10	4,5	795	0,3	250
12	12	4,5	665	0,3	250
16	16	5	500	0,4	250
18	18	5,5	440	0,4	250
20	20	6	400	0,4	250
24	24	7	332	0,4	250
28	28	8	285	0,5	250
32	32	9	248	0,5	250
36	36	10	220	0,5	250
40	40	11	198	0,5	250

Таблица 173

$\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$ шпоночными фрезами из быстрорежущей Р9

пазов при работе без корки

Фрезерование на фрезерных станках за один проход

резания

25 м/мин

число оборотов фрезы n в минуту	вертикальная подача при врезании в мм		продольная подача в мм	
	s_o	s_M	s_o	s_M
2650	0,0092	24	0,0338	90
2000	0,0097	19	0,036	72
1590	0,010	16	0,038	60
1330	0,012	16	0,041	54
990	0,013	13	0,045	45
795	0,0163	13	0,049	39
665	0,018	12	0,053	35
500	0,020	10	0,058	29
440	0,0225	10	0,061	27
400	0,0225	9	0,065	26
332	0,024	8	0,072	24
285	0,028	8	0,073	21
248	0,028	7	0,073	18
220	0,0318	7	0,077	17
198	0,0306	6	0,077	15

Режимы резания при фрезеровании углеродистой стали $\sigma_b=75 \text{ кг/мм}^2$
цилиндрическими фрезами с крупным зубом из быстрорежущей стали Р9

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезерования B в мм	Подача на зуб s_z в мм	Черновая обработка												Получистовая обработка						
				по корке												без корки		по корке				
				Глубина резания t в мм до																		
				3				5				8				2		4				
				v	n	s_M	$N_э$	v	n	s_M	$N_э$	v	n	s_M	$N_э$	n	s_M	v	n	s_M	$N_э$	
60	8	45	0,30	15,6	83	200	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
			0,20	18,3	97	155	1,1	15,8	84	134	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
			0,12	22,6	120	115	1,0	19,5	104	100	1,3	—	—	—	—	30,0	159	15,3	14,5	77	74	0,8
			0,08	25,0	133	86	0,8	21,4	114	73	1,0	—	—	—	—	33,0	176	11,3	17,0	85	54	0,7
			0,05	26,9	143	57	0,6	23,2	123	49	0,8	—	—	—	—	35,6	190	7,6	17,2	91	37	0,5
75	8	60	0,30	16,9	72	173	1,5	14,4	61	147	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
			0,20	19,8	84	134	1,3	17,0	72	115	1,7	14,7	63	101	2,3	—	—	—	—	—	—	
			0,12	24,4	103	99	1,1	20,9	88	84	1,5	18,1	77	74	1,9	32,2	137	13,1	15,5	66	63	0,9
			0,08	26,8	114	73	0,9	23,0	98	62	1,2	20,0	85	55	1,6	35,4	151	9,7	17,2	73	47	0,8
			0,05	29,0	124	50	0,7	24,8	105	42	0,9	21,5	92	37	1,3	38,3	163	6,5	18,5	79	32	0,6

90	8	70	0,80	18,0	64	154	1,6	15,4	54	130	2,1	13,3	47	113	2,7	—	—	—	—	—	—	
			0,20	21,1	75	120	1,4	18,2	65	104	1,9	15,7	56	90	2,4	—	—	—	—	—	—	—
			0,12	26,0	92	88	1,2	22,3	79	76	1,6	19,4	69	66	2,0	34,4	122	117	16,6	59	57	1,0
			0,08	28,8	102	65	1,0	24,7	88	56	1,3	21,4	76	49	1,7	38,0	134	85	18,3	65	42	0,8
			0,05	31,0	110	44	0,8	26,6	94	38	1,0	23,0	81	32	1,3	41,0	145	58	19,8	70	28	0,7
110	10	80	0,30	—	—	—	—	16,2	47	141	2,7	14,1	41	123	3,5	—	—	—	—	—	—	
			0,20	—	—	—	—	19,1	55	110	2,3	16,5	48	96	3,0	—	—	—	—	—	—	—
			0,12	—	—	—	—	23,5	68	82	2,0	20,3	59	71	2,6	36,2	106	127	17,5	51	61	1,2
			0,08	—	—	—	—	26,0	75	60	1,7	22,7	66	53	2,2	40,0	116	93	19,5	57	46	1,0
			0,05	—	—	—	—	28,0	81	41	1,2	24,4	71	36	1,5	43,3	126	63	21,0	61	30	0,8
150	12	100	0,30	—	—	—	—	18,0	38	137	3,4	15,5	33	119	4,4	—	—	—	—	—	—	
			0,20	—	—	—	—	21,0	45	108	3,0	18,2	39	94	3,9	—	—	—	—	—	—	—
			0,12	—	—	—	—	26,0	55	79	2,5	22,4	48	69	3,3	40,0	85	122	19,4	41	59	1,6
			0,08	—	—	—	—	28,6	61	59	2,1	24,9	53	51	2,7	44,2	95	91	21,4	46	44	1,3
			0,05	—	—	—	—	30,9	66	40	1,6	26,8	57	34	2,1	47,5	101	61	23,0	49	29	1,0

Режимы резания при фрезеровании углеродистой стали $\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$ цилиндрическими фрезами с мелким зубом из быстрорежущей стали Р9

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезерования B в мм	Подача на зуб s_z в мм	Черновая обработка								Получистовая обработка						
				по корке								без корки			по корке			
				Глубина резания t в мм до														
				3				5				2			4			
					n	s_M	N_Σ		n	s_M	N_Σ		n	s_M		n	s_M	N_Σ
40	12	40	0,08	20,0	160	153	1,2	—	—	—	—	—	—	12,8	102	98	1 0	
			0,05	21,7	173	104	0,9	—	—	—	—	—	—	—	13,9	110	66	0,8
			0,03	24,3	193	70	0,7	—	—	—	—	32,2	255	92	15,5	124	45	0,6
			0,02	26,4	210	51	0,6	—	—	—	—	35,0	278	67	17,0	135	32	0,5
			0,01	30,5	243	30	0,4	—	—	—	—	40,2	320	38	19,5	155	19	0,4
50	14	40	0,08	22,0	140	157	1,3	—	—	—	—	—	—	14,0	89	100	1,1	
			0,05	24,0	153	107	1,0	20,5	131	92	1,3	31,8	202	142	15,4	98	69	0,8
			0,03	26,5	165	70	0,8	22,7	145	61	1,0	35,2	224	94	17,0	108	45	0,6
			0,02	28,8	183	51	0,6	24,7	157	44	0,8	38,2	243	68	18,5	118	8	0,5
			0,01	33,2	212	30	0,5	28,5	180	25	0,6	44,0	280	39	21,3	135	19	0,4

60	16	50	0,08	23,0	122	156	1,6	19,8	105	135	2,1	—	—	—	14,7	78	100	1,3
			0,05	24,7	131	105	1,2	21,4	113	90	1,7	31,6	168	135	15,8	84	67	1,0
			0,03	27,7	147	71	1,0	24,0	127	61	1,3	36,6	194	93	17,8	95	46	0,8
			0,02	30,0	159	51	0,8	26,0	138	44	1,0	39,8	210	68	19,3	103	33	0,7
			0,01	34,7	184	29	0,6	30,0	159	26	0,7	45,8	243	39	22,2	118	19	0,5
75	18	60	0,12	22,8	97	208	2,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			0,08	24,6	105	152	1,9	21,2	90	130	2,5	—	—	—	15,7	67	97	1,6
			0,05	26,5	113	102	1,5	22,8	97	87	2,0	35,0	148	133	17,0	72	65	1,2
			0,03	29,8	127	68	1,2	25,6	109	59	1,5	39,2	166	90	19,0	81	44	1,0
			0,02	32,3	137	49	1,0	27,8	118	43	1,2	42,5	180	65	20,6	88	32	0,8
0,01	37,2	158	28	0,7	32,0	136	25	0,9	49,0	208	37	23,8	101	18	0,6			
90	20	70	0,12	24,3	86	206	2,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			0,08	26,4	98	149	2,2	22,5	80	128	3,0	—	—	—	16,9	60	96	1,8
			0,05	23,4	100	100	1,8	24,2	86	86	2,3	37,2	131	131	18,1	64	64	1,4
			0,03	31,8	113	68	1,3	27,0	95	57	1,8	41,7	148	89	20,3	72	43	1,1
			0,02	34,5	122	49	1,1	29,5	104	42	1,4	45,5	160	64	22,0	78	31	0,9
0,01	40,0	141	28	0,8	34,0	120	24	1,0	52,4	185	37	25,5	90	18	0,6			

Режимы резания при фрезеровании серого чугуна $H_B = 190$ цилиндрическими фрезами с мелким зубом из быстрорежущей стали Р9

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезерования B в мм	Подача на зуб s_z в мм	Черновая обработка							Получистовая обработка							
				по корке							без корки			по корке				
				Глубина резания t в мм до														
				3			5				2			4				
	n	s_M	$N_{\text{э}}$		n	s_M	$N_{\text{э}}$		n	s_M		n	s_M	$N_{\text{э}}$				
40	12	40	0,12	14,5	115	165	0,8	—	—	—	—	—	—	8,8	70	100	0,7	
			0,08	15,7	125	120	0,7	—	—	—	—	—	—	—	9,5	76	73	0,6
			0,05	17,2	137	82	0,6	—	—	—	29,5	235	140	10,4	83	50	0,5	
			0,03	19,0	151	55	0,5	—	—	—	32,5	258	93	11,5	92	33	0,4	
			0,02	20,6	165	40	0,4	—	—	—	35,5	283	68	12,5	100	24	0,3	
50	14	40	0,12	16,3	104	175	0,9	12,5	80	134	1,1	—	—	—	9,9	63	106	0,7
			0,08	17,7	113	126	0,8	13,6	87	97	0,9	—	—	—	10,7	68	76	0,6
			0,05	19,3	123	86	0,6	14,8	94	66	0,7	33,0	210	147	11,7	74	52	0,5
			0,03	21,3	135	57	0,5	16,3	104	44	0,6	36,5	232	98	12,8	82	35	0,4
			0,02	23,2	148	42	0,4	17,8	114	32	0,5	39,8	253	71	14,0	89	25	0,3

60	16	50	0,12	16,7	89	170	1,1	12,9	68	130	1,3	—	—	—	10,1	54	104	0,9
			0,08	18,1	86	123	1,0	13,9	74	95	1,1	—	—	—	10,9	58	74	0,7
			0,05	19,7	105	84	0,8	15,2	80	64	0,9	33,8	180	144	11,9	63	50	0,6
			0,03	21,7	115	55	0,6	16,8	89	43	0,7	37,4	200	96	13,2	70	33	0,5
			0,02	23,6	125	40	0,5	18,2	97	31	0,6	40,6	216	69	14,3	75	24	0,4
			0,20	15,9	68	244	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	18	60	0,12	17,7	75	162	1,3	13,6	58	125	1,6	—	—	—	10,7	46	100	1,0
			0,08	19,2	81	117	1,1	14,7	63	91	1,3	—	—	—	11,6	50	72	0,9
			0,05	21,0	89	80	0,9	16,1	69	62	1,1	36,0	153	138	12,6	54	49	0,7
			0,03	23,0	98	53	0,7	17,8	76	41	0,9	39,6	168	91	14,0	60	32	0,6
			0,02	25,2	107	39	0,6	19,3	82	30	0,7	43,0	183	66	15,2	65	23	0,5
			0,20	16,7	59	236	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	20	70	0,12	18,6	66	158	1,6	14,5	51	123	1,8	—	—	—	11,3	40	96	1,2
			0,08	20,2	72	116	1,3	15,7	55	88	1,5	—	—	—	12,3	44	70	1,0
			0,05	22,0	78	78	1,1	17,0	60	60	1,2	37,8	134	134	13,3	47	47	0,8
			0,03	24,3	86	52	0,9	18,8	67	40	1,0	41,7	148	89	14,7	52	31	0,7
			0,02	26,4	93	37	0,7	20,5	73	29	0,9	45,5	160	64	16,0	57	23	0,5

Режимы резания при фрезеровании углеродистой стали $\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$
торцовыми цельными фрезами из быстрорежущей стали Р9

Тип фрезы	Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезерования B в мм	Подача на зуб s_z в мм	Черновая обработка								Получистовая обработка									
					по корке								без корки			по корке						
					Глубина снимаемого слоя t_0 в мм до																	
					3				5				8				2			4		
					v	n	s_M	$N'_э$	v	n	s_M	$N'_э$	v	n	s_M	$N'_э$	v	n	s_M	n	s_M	$N'_э$
с мелким зубом	60	16	50	0,15	19,5	103	246	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
				0,10	20,6	110	176	1,3	19,7	104	166	2,0	—	—	—	—	—	16,0	85	136	1,3	
				0,08	21,6	115	147	1,1	20,7	110	140	1,8	—	—	—	30,0	159	203	16,8	89	114	1,1
				0,05	23,2	123	99	0,9	22,3	119	95	1,4	—	—	—	32,5	172	137	18,1	96	77	0,9
				0,03	26,1	139	67	0,7	25,0	133	64	1,0	—	—	—	36,3	193	92	20,3	107	51	0,7
				0,02	28,2	150	48	0,5	27,1	144	46	0,8	—	—	—	39,4	209	67	22,0	117	37	0,5
	75	18	60	0,15	20,0	85	230	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
				0,10	20,9	89	160	1,4	19,9	85	143	2,1	—	—	—	—	—	16,2	69	124	1,5	
				0,08	22,0	94	135	1,3	20,8	88	126	1,9	—	—	—	30,5	130	187	17,0	72	103	1,3
				0,05	23,6	100	90	1,0	22,4	95	85	1,4	—	—	—	33,0	140	126	18,3	78	70	1,0
0,03				26,5	113	61	0,8	25,0	106	57	1,1	—	—	—	37,0	157	85	20,5	87	47	0,7	
			0,02	28,8	123	44	0,6	27,3	116	42	0,8	—	—	—	40,0	170	60	22,2	95	34	0,6	

Режимы резания при фрезеровании углеродистой стали $\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$
торцовыми фрезами со вставными ножами, оснащенными твердым сплавом Т5К10

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезерования B в мм	Подача на зуб s_z в мм	Глубина снимаемого слоя t_0 в мм до											
				5				8				12			
						s_M	N_{Σ}			s_M	N_{Σ}			s_M	N_{Σ}
90	3	50	0,20	136	480	289	4,0	134	469	280	6,3	127	450	270	8,9
			0,15	152	530	242	3,5	148	520	234	5,5	143	505	227	7,9
			0,12	166	590	213	3,0	162	570	206	4,7	157	555	200	6,8
			0,10	180	635	191	2,4	174	618	185	3,8	169	598	180	5,5
			0,08	216	750	182	2,1	210	743	177	3,2	184	650	156	4,4
110	4	70	0,20	134	390	312	6,3	130	377	302	9,7	125	361	289	14,0
			0,15	150	430	260	5,4	147	422	254	8,7	141	407	244	12,5
			0,12	164	470	228	4,7	160	461	221	7,3	154	445	214	10,5
			0,10	175	510	204	3,8	172	495	198	5,9	166	480	192	8,6
			0,08	210	610	193	3,3	204	595	190	5,1	179	517	165	6,9

150	6	90	0,20	134	282	339	9,1	130	276	332	14,0	125	265	318	20,2
			0,15	150	318	286	8,0	147	312	280	12,5	141	299	269	18,1
			0,12	164	348	250	6,7	160	338	244	10,5	154	326	234	15,2
			0,10	175	370	223	5,5	172	364	218	8,5	166	352	211	12,5
			0,08	210	443	213	4,7	204	432	207	7,3	179	379	182	10,0
200	8	120	0,20	134	212	341	12,7	130	206	331	19,5	125	200	320	28,0
			0,15	150	238	286	11,1	147	234	280	17,4	141	225	270	25,2
			0,12	164	263	254	9,3	160	254	244	14,6	154	245	235	21,0
			0,10	175	280	222	7,6	172	273	218	11,8	166	264	211	17,3
			0,08	210	332	213	6,6	204	330	208	10,2	179	285	182	13,8
250	8	150	0,20	134	170	273	13,2	130	165	263	20,4	125	150	240	29,4
			0,15	150	190	228	11,6	147	187	222	18,2	141	180	216	26,4
			0,12	164	210	202	9,8	160	203	195	15,3	154	197	189	22,2
			0,10	175	223	179	8,0	172	218	174	12,5	166	212	169	18,2
			0,08	210	268	171	6,9	204	260	166	10,7	179	228	146	14,5
300	10	180	0,20	134	142	284	16,7	130	138	276	25,8	125	133	266	37,2
			0,15	159	159	238	14,7	147	155	233	23,0	141	150	225	33,2
			0,12	164	176	211	12,4	160	169	202	19,3	154	163	136	28,0
			0,10	175	186	186	10,0	172	182	182	15,7	166	176	196	22,9
			0,08	210	222	177	8,7	204	218	173	13,6	179	190	152	18,5

Режимы резания при фрезеровании серого чугуна $H_B=190$ торцовыми
цельными фрезами из быстрорежущей стали Р9

Тип фрезы	Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезерова- ния B в мм	Подача на зуб s_z в мм	Черновая обработка												Получистовая обработка							
					по корке												без корки			по корке				
					Глубина снимаемого слоя t_0 в мм до																			
					3				5				8				2		4					
					n	s_M	$N_э$	v	n	s_M	$N_э$	v	n	s_M	$N_э$	v	n	s_M	v	n	s_M	$N_э$		
с мелким зубом	60	16	50	0,20	17,6	93	298	1,1	16,8	89	285	1,7	—	—	—	—	—	—	—					
				0,15	19,8	105	252	1,0	18,8	100	240	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—				
				0,10	23,2	123	198	0,9	22,0	117	187	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—				
				0,08	25,4	135	173	0,8	24,0	128	164	1,2	—	—	—	—	—	18,0	95	152	0,9			
				0,05	30,6	163	130	0,7	29,0	154	123	1,1	—	—	—	—	—	42,5	225	290	19,3	105	13	0,8
				0,03	37,6	200	96	0,6	35,8	190	91	0,9	—	—	—	—	—	51,0	270	216	23,8	126	101	0,7
				0,03	37,6	200	96	0,6	35,8	190	91	0,9	—	—	—	—	—	63,0	334	160	29,2	155	75	0,6
	75	18	60	0,20	17,8	76	274	1,2	17,0	72	260	1,8	—	—	—	—	—	—	—					
				0,15	20,0	85	230	1,1	19,0	81	218	1,6	—	—	—	—	—	—	—	—				
				0,10	23,6	100	180	1,0	22,4	96	172	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—				
				0,08	25,8	110	158	0,9	24,5	105	151	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—				
				0,05	31,0	132	119	0,8	29,5	126	113	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—				
				0,03	38,2	163	88	0,6	36,2	154	83	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—				
				0,03	38,2	163	88	0,6	36,2	154	83	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—				
															18,3	78	140	1,0						
															43,0	183	263	20,0	85	133	0,9			
															52,0	222	200	24,2	103	23	0,8			
															64,0	272	147	29,7	127	68	0,6			

Режимы резания при фрезеровании серого чугуна $H_B = 190$ торцовыми фрезами со вставными ножами, оснащенными твердым сплавом ВК8

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезерования B в мм	Подача на зуб s_z в мм	Глубина снимаемого слоя t_0 в мм до															
				3				5				8				12			
				v	s_M	$N_э$	v	s_M	$N_э$	v	n	s_M	$N_э$	v	n	s_M	$N_э$		
90	3	50	0,40	66	233	280	0,8	63	223	267	1,2	60	212	254	1,8	58	205	246	2,4
			0,30	74	262	235	0,8	71	252	226	1,1	68	240	216	1,6	65	230	207	2,3
			0,25	80	283	212	0,7	77	273	205	1,1	73	258	193	1,6	71	252	189	2,2
			0,20	88	312	187	0,7	84	298	178	1,0	80	284	170	1,5	77	273	163	2,0
110	4	70	0,40	67	193	308	1,3	64	185	295	1,9	61	177	283	2,8	59	170	272	3,9
			0,30	75	218	262	1,2	72	208	250	1,8	69	200	240	2,6	66	191	230	3,5
			0,25	81	235	235	1,1	78	226	226	1,7	74	215	215	2,5	72	208	208	3,4
			0,20	89	258	206	1,0	85	246	197	1,6	81	235	188	2,3	78	226	180	3,0

150	6	90	0,40	69	147	350	1,9	66	140	335	2,8	63	134	322	4,1	60	127	304	5,4
			0,30	77	164	295	1,7	74	157	282	2,5	71	151	272	3,8	68	144	260	5,0
			0,25	83	176	264	1,6	80	170	255	2,4	76	162	243	3,5	73	155	233	4,8
			0,20	91	193	230	1,5	86	182	218	2,2	83	176	211	3,3	80	170	204	4,5
200	8	120	0,40	71	113	362	2,5	68	108	345	3,8	65	103	330	5,6	62	99	317	7,6
			0,30	80	127	305	2,3	76	121	290	3,5	73	116	278	5,1	70	112	270	7,0
			0,25	86	137	274	2,2	82	130	260	3,3	78	124	248	4,7	75	120	240	6,6
			0,20	94	150	240	2,0	89	142	228	3,0	85	135	216	4,3	82	130	208	6,1
250	8	150	0,40	73	93	297	2,6	69	88	282	3,9	66	84	270	5,7	64	81	260	7,7
			0,30	82	105	252	2,4	77	98	235	3,5	74	94	225	5,1	71	90	216	7,1
			0,25	88	112	224	2,2	83	106	212	3,3	80	102	204	4,8	77	98	196	6,6
			0,20	90	122	195	2,0	91	116	185	3,1	88	112	179	4,5	84	107	170	6,2
300	10	180	0,40	76	80	320	3,4	71	75	300	5,0	68	72	288	7,4	65	69	276	9,9
			0,30	85	90	270	3,1	79	84	252	4,6	76	30	240	6,7	73	77	230	9,2
			0,25	92	98	245	3,0	86	91	228	4,4	82	87	218	6,4	79	84	210	8,8
			0,20	100	106	212	2,7	94	100	200	4,0	90	95	190	5,9	86	91	182	8,0

Режимы резания при фрезеровании углеродистой стали $\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$
концевыми фрезами из быстрорежущей стали Р9

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезерования B в мм	Подача на зуб s_z в мм	Фрезерование плоскостей																
				Черновая обработка								Получистовая обработка								
				по корке								без корки				по корке				
				Глубина резания t в мм до																
				3				5				8				1			2	
v	n	s_M	$N_{\text{Э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{Э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{Э}}$	v	n	s_M	v	n	s_M	$N_{\text{Э}}$		
6	6	10	0,02	25,6	1360	163	0,33	—	—	—	—	—	—	—	—	20,2	1070	128	0,19	
			0,01	29,5	1570	94	0,23	—	—	—	—	—	—	48,0	2500	150	23,3	1240	74	0,13
			0,005	33,3	1800	54	0,17	—	—	—	—	—	—	55,0	2900	87	26,7	1400	42	0,10
10	6	15	0,03	28,6	910	163	0,51	—	—	—	—	—	—	—	—	22,6	720	130	0,29	
			0,02	31,0	990	118	0,42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24,5	780	94	0,24
			0,01	35,8	1140	68	0,29	—	—	—	—	—	—	58,0	1850	111	28,3	900	54	0,16
			0,005	41,0	1300	39	0,21	—	—	—	—	—	—	66,5	2100	63	32,5	1030	31	0,12
16	5	20	0,05	31,3	620	155	0,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			0,03	34,6	690	104	0,46	—	—	—	—	—	—	56,0	1120	168	27,1	540	81	0,26
			0,02	37,6	750	75	0,37	—	—	—	—	—	—	60,0	1200	120	29,5	590	59	0,21
			0,01	43,3	860	43	0,26	—	—	—	—	—	—	70,0	1390	70	34,0	680	34	0,15

20	5	30	0,08	24,3	397	158	0,82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
			0,05	25,0	420	105	0,63	22,7	360	90	0,83	—	—	—	—	—	—	21,0	335	84	0,36	
			0,03	29,3	467	70	0,48	25,2	400	60	0,64	—	—	—	—	47,3	750	113	23,4	370	55	0,27
			0,02	32,0	510	51	0,40	27,4	435	43	0,53	—	—	—	—	51,5	820	82	25,4	405	40	0,22
			0,01	36,8	535	29	0,27	31,5	500	25	0,36	—	—	—	—	59,5	950	47	29,2	465	23	0,16
30	6	40	0,12	25,4	270	195	1,3	21,8	230	165	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			0,08	27,5	292	140	1,1	23,7	250	120	1,4	—	—	—	—	—	—	21,7	230	110	0,58	
			0,05	30,0	318	95	0,81	25,8	274	82	0,1	—	—	—	—	49,0	520	155	23,7	250	75	0,45
			0,03	33,0	350	63	0,61	28,5	300	54	0,82	—	—	—	—	54,3	575	103	26,2	280	50	0,35
			0,02	36,0	380	46	0,50	31,0	330	40	0,67	—	—	—	—	59,0	625	75	28,5	300	36	0,28
40	6	50	0,12	28,5	227	165	1,4	24,3	193	140	1,8	21,0	168	121	2,4	—	—	—	—	—	—	
			0,08	30,8	245	117	1,2	26,3	210	100	1,5	22,8	180	86	2,0	—	—	—	24,2	192	92	0,62
			0,05	33,6	268	80	0,90	28,7	228	68	1,2	25,0	200	60	1,6	54,0	440	132	26,4	210	63	0,50
			0,03	37,0	295	53	0,68	31,8	253	45	0,90	27,5	220	40	1,2	60,0	475	85	29,0	230	41	0,37
			0,02	40,5	320	38	0,54	34,5	275	33	0,73	30,0	240	29	0,95	65,0	518	62	31,7	252	31	0,31
50	6	60	0,12	30,8	196	141	1,5	26,5	168	120	2,0	22,8	145	104	2,6	—	—	—	—	—	—	
			0,08	33,3	212	102	1,2	28,7	183	88	1,6	24,8	158	76	2,1	—	—	—	26,6	170	81	0,68
			0,05	36,4	232	70	1,0	31,4	200	60	1,3	27,0	172	52	1,7	55,0	375	113	29,0	185	55	0,53
			0,03	40,0	254	46	0,72	34,5	220	40	1,0	30,0	190	34	1,3	65,5	415	75	32,2	205	37	0,42
			0,02	43,5	277	33	0,60	37,6	240	29	0,80	32,5	208	25	1,0	71,0	450	54	35,0	223	27	0,34

Режимы резания при фрезеровании углеродистой стали $\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$
 дисковыми цельными фрезами из быстрорежущей стали Р9

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев Z	Ширина фрезерования B в мм	Подача на зуб S_z в мм	Фрезерование боковых плоскостей и уступов при работе по корке															
				4				8				12				18			
				v	n	s_M	$N_{\text{Э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{Э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{Э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{Э}}$
75	18	5	0,20	23,1	98	352	0,35	18,7	80	288	0,50	16,7	71	255	0,70	14,8	63	227	0,80
			0,12	25,8	109	236	0,27	21,0	89	193	0,40	18,6	79	171	0,50	16,6	71	154	0,60
			0,08	28,0	119	171	0,22	22,8	97	140	0,32	20,2	86	123	0,40	17,9	76	109	0,50
			0,05	30,0	127	114	0,17	24,6	105	95	0,26	21,7	92	83	0,32	19,3	82	74	0,40
90	20	6	0,20	23,7	84	336	0,41	19,3	69	276	0,60	17,0	60	240	0,80	15,2	54	216	1,0
			0,12	26,5	94	226	0,32	21,5	76	182	0,50	19,1	68	163	0,60	16,9	60	144	0,70
			0,08	28,7	102	163	0,26	23,3	83	133	0,38	20,7	74	118	0,50	18,3	65	104	0,60
			0,05	30,8	109	109	0,20	25,0	89	89	0,30	22,3	79	79	0,37	19,8	70	70	0,50

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезе- рования B в мм	Подача на зуб s_z в мм	Фрезерование боковых плоскостей и уступов при работе по корке															
				4				8				12				18			
				v	n	s_M	N_ϑ	v	n	s_M	N_ϑ	n	s_M	N_ϑ	v	n	s_M	N_ϑ	
110	22	6	0,20	24,6	71	312	0,39	20,0	58	255	0,60	17,7	51	255	0,80	15,7	46	203	1,0
			0,12	27,6	80	210	0,31	22,3	65	171	0,46	20,0	58	153	0,60	17,5	51	134	0,70
			0,08	29,8	86	152	0,24	24,2	70	123	0,36	21,5	62	110	0,50	19,0	55	97	0,60
			0,05	32,0	93	102	0,19	26,0	75	83	0,29	23,2	67	74	0,37	20,5	60	66	0,46
150	28	8	0,20	25,2	54	302	0,53	20,5	44	246	0,80	18,2	39	218	1,0	16,0	34	190	1,2
			0,12	28,2	60	202	0,40	23,0	49	165	0,60	20,3	43	144	0,80	18,0	38	128	1,9
			0,08	30,4	65	145	0,33	24,8	53	119	0,50	22,0	47	105	0,60	19,5	41	92	0,8
			0,05	32,0	70	98	0,26	26,8	57	80	0,28	23,7	51	71	0,50	21,0	45	63	0,6

Режимы резания при фрезеровании углеродистой стали режущей

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезерования B в мм	Подача на зуб s_z в мм	Фрезерование			
				Глубина			
				4			
						s_m	$N_{\text{э}}$
60	16	10	0,12	38,4	204	392	0,89
			0,08	41,7	221	283	0,70
			0,05	44,8	238	190	0,50
			0,03	50,3	268	129	0,41
			0,02	54,8	290	93	0,33
75	18	12	0,12	38,8	169	365	1,0
			0,08	43,0	183	263	0,80
			0,05	46,4	197	177	0,60
			0,03	52,0	220	119	0,48
			0,02	56,5	240	87	0,40
90	20	14	0,12	40,6	143	343	1,1
			0,08	44,0	156	250	0,90
			0,05	47,3	167	167	0,70
			0,03	53,0	187	112	0,60
			0,02	57,7	204	82	0,44
110	22	18	0,12	41,0	118	310	1,4
			0,08	44,5	128	225	1,1
			0,05	48,0	139	153	0,90
			0,03	53,6	155	102	0,70
			0,02	58,3	168	74	0,50

Таблица 182

$\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$ дисковыми цельными фрезами из быстростали Р9

пазов при работе без корки

резания t в мм до

8				12				18			
		s_M	N_ϑ	v	n	s_M	N_ϑ	v	n	s_M	N_ϑ
31,5	167	320	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—
34,0	180	230	1,0	30,0	159	203	1,3	—	—	—	—
36,6	193	154	0,80	33,2	171	137	1,0	—	—	—	—
41,0	218	105	0,60	36,2	193	93	0,80	—	—	—	—
44,5	236	75	0,50	39,3	208	66	0,60	—	—	—	—
32,4	138	298	1,5	28,8	122	264	1,8	—	—	—	—
35,0	149	214	1,2	31,2	132	190	1,5	27,7	118	170	1,9
37,8	160	144	1,0	33,5	143	128	1,2	29,8	127	114	1,5
42,2	180	97	0,70	37,7	160	87	0,90	33,4	142	77	1,1
46,0	195	70	0,60	40,8	173	62	0,70	36,2	154	55	0,90
33,0	117	280	1,7	29,3	104	250	2,1	—	—	—	—
35,7	126	200	1,3	31,7	112	179	1,7	28,0	99	158	2,1
38,4	136	136	1,1	34,0	120	120	1,3	30,1	107	107	1,7
43,0	152	91	0,8	38,2	135	81	1,0	33,8	119	71	1,3
46,8	166	66	0,7	41,5	147	59	0,80	36,7	130	52	1,0
33,4	96	254	2,0	29,8	86	226	2,5	—	—	—	—
36,2	104	183	1,6	32,2	93	164	2,0	28,4	82	145	2,5
39,0	113	124	1,3	34,7	100	110	1,6	30,5	88	97	2,0
43,6	126	33	1,0	38,8	112	74	1,3	34,2	99	65	1,5
47,5	137	60	0,80	42,2	122	54	1,0	37,2	107	47	1,3

Режимы резания при фрезеровании углеродистой стали $\sigma_b = 75$ кг/мм²
отрезными фрезами из быстрорежущей стали Р9

Диаметр фрезы <i>D</i> в мм	Число зубьев <i>z</i>	Ширина фрезерования <i>B</i> в мм	Подача на зуб <i>s_z</i> в мм	Работа без корки																			
				Глубина резания <i>t</i> в мм до																			
				6				10				15				20				30			
				<i>v</i>	<i>n</i>	<i>s_м</i>	<i>N_э</i>	<i>v</i>	<i>n</i>	<i>s_м</i>	<i>N_э</i>	<i>v</i>	<i>n</i>	<i>s_м</i>	<i>N_э</i>	<i>v</i>	<i>n</i>	<i>s_м</i>	<i>N_э</i>	<i>v</i>	<i>n</i>	<i>s_м</i>	<i>N_э</i>
60	36	1,0	0,02	58	308	222	0,12	50	266	191	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
			0,015	62	330	178	0,10	53	282	152	0,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			0,01	66	352	127	0,08	57	304	110	0,11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	30	2,0	0,03	47	250	225	0,21	40	213	192	0,27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			0,02	51	272	163	0,17	44	234	140	0,23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			0,015	54	288	129	0,15	47	250	112	0,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
75	36	1,0	0,02	61	260	187	0,10	52	221	160	0,14	47	200	144	0,17	—	—	—	—	—	—		
			0,015	65	276	150	0,09	56	238	128	0,12	50	213	115	0,14	—	—	—	—	—	—	—	
			0,01	70	298	107	0,07	60	255	92	8,10	53	225	81	0,11	—	—	—	—	—	—	—	

75	36	2,0	0,03	49	208	225	0,22	42	179	193	0,29	37	158	171	0,36	—	—	—	—	—	—	—		
			0,025	51	217	195	0,20	44	188	169	0,26	39	166	150	0,33	—	—	—	—	—	—	—	—	
			0,02	53	225	162	0,18	46	196	141	0,24	41	175	126	0,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			0,015	56	238	128	0,15	49	208	113	0,20	43	183	98	0,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	3,0	0,04	43	186	220	0,29	37	158	190	0,39	33	141	170	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—		
		0,03	46	196	176	0,26	39	166	150	0,34	35	149	134	0,43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		0,025	48	204	153	0,23	41	175	131	0,31	36	154	116	0,39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		0,02	50	213	124	0,21	43	183	110	0,28	38	162	98	0,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
110	50	2,0	0,03	52	150	225	0,23	45	130	195	0,30	40	116	175	0,39	37	107	160	0,46	32	93	140	0,56	
			0,025	54	156	195	0,21	47	136	170	0,28	41	119	149	0,35	38	110	138	0,41	33	96	120	0,51	
			0,02	57	165	165	0,19	49	142	142	0,25	43	124	124	0,31	40	116	116	0,37	35	101	101	0,45	
			0,015	60	173	130	0,16	52	150	113	0,21	46	133	100	0,27	42	122	92	0,31	37	107	80	0,39	
40	2,5	0,04	48	139	222	0,26	42	122	195	0,35	37	107	171	0,44	34	99	159	0,52	30	87	140	0,64		
		0,03	51	147	177	0,22	44	127	153	0,30	39	113	136	0,38	36	104	125	0,44	32	92	110	0,56		
		0,02	56	162	130	0,19	48	139	112	0,25	43	125	100	0,31	39	113	91	0,36	34	98	78	0,44		
		0,015	59	170	102	0,16	51	147	88	0,21	45	130	78	0,26	41	119	72	0,31	36	104	63	0,38		
40	3,0	0,04	46	133	213	0,30	40	116	186	0,40	36	104	167	0,51	32	93	150	0,58	29	84	135	0,74		
		0,03	49	142	170	0,26	42	122	146	0,34	38	110	132	0,44	34	98	118	0,50	30	87	104	0,63		
		0,02	53	154	123	0,21	46	133	107	0,28	41	119	95	0,36	38	110	88	0,42	33	96	77	0,52		
		0,015	56	162	98	0,18	49	142	85	0,24	43	125	75	0,30	40	116	70	0,35	35	102	61	0,45		

Режимы резания при фрезеровании серого чугуна $H_B = 190$ отрезными фрезами из быстрорежущей стали Р9

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезерования B в мм	Подача на зуб s_z в мм	Работа без корки																			
				Глубина резания t в мм																			
				6				10				15				20				30			
				v	n	s_M	$N_{\text{э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{э}}$
60	36	1,0	0,03	43	228	246	0,09	33	176	190	0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
			0,02	50	266	192	0,08	39	207	149	0,09	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			0,01	66	352	127	0,07	51	270	97	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	30	2,0	0,04	33	175	210	0,13	26	138	166	0,16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			0,03	38	202	182	0,12	29	154	138	0,14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			0,015	50	266	120	0,10	39	207	94	0,12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
75	36	1,0	0,03	45	192	207	0,08	34	145	157	0,09	28	119	128	0,10	—	—	—	—	—	—	—	
			0,02	52	221	160	0,07	40	170	123	0,08	33	140	101	0,09	—	—	—	—	—	—	—	
			0,01	69	294	106	0,06	53	225	81	0,07	44	187	67	0,08	—	—	—	—	—	—	—	

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезерования B в мм	Подача на зуб s_z в мм	Работа без корки																			
				Глубина резания t в мм																			
				6				10				15				20				30			
				v	n	s_M	$N_{\text{э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{э}}$
75	36	2,0	0,04	34	145	209	0,14	27	115	166	0,16	22	94	135	0,19	—	—	—	—	—	—	—	
			0,03	39	166	180	0,13	30	128	138	0,15	24	102	110	0,17	—	—	—	—	—	—	—	
			0,02	45	192	137	0,12	35	149	107	0,14	29	124	89	0,16	—	—	—	—	—	—	—	—
			0,015	51	217	117	0,11	40	170	92	0,13	32	136	74	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—
	30	3,0	0,05	30	128	192	0,18	23	98	147	0,20	18	77	116	0,22	—	—	—	—	—	—	—	—
			0,04	32	136	163	0,16	25	107	129	0,19	20	85	102	0,21	—	—	—	—	—	—	—	—
			0,03	36	153	138	0,15	28	120	108	0,18	23	98	88	0,20	—	—	—	—	—	—	—	—
			0,02	42	179	107	0,13	33	140	84	0,16	27	115	69	0,18	—	—	—	—	—	—	—	—
	50	2,0	0,04	36	104	208	0,14	28	81	162	0,17	23	67	134	0,20	20	58	116	0,22	16	46	92	0,24
			0,03	40	116	174	0,13	31	90	135	0,16	26	76	114	0,18	22	64	96	0,20	18	52	78	0,22
			0,02	47	136	136	0,12	37	107	107	0,15	30	87	87	0,16	26	76	76	0,18	21	61	61	0,20
			0,015	53	154	116	0,11	41	119	89	0,13	34	98	74	0,15	29	84	63	0,16	24	70	53	0,18

110	40	2,5	0,05	32	93	186	0,15	25	73	146	0,18	20	58	116	0,20	18	52	104	0,22	14	41	82	0,25			
			0,04	35	102	163	0,14	27	78	125	0,17	22	64	103	0,19	19	55	88	0,20	16	47	75	0,24			
			0,03	40	116	139	0,13	31	90	108	0,16	25	73	88	0,18	21	61	73	0,18	18	52	62	0,22			
			0,02	46	133	107	0,12	36	104	83	0,15	29	84	67	0,16	25	73	58	0,17	21	61	49	0,20			
110	40	3,0	0,05	31	90	180	0,17	24	70	140	0,20	20	58	116	0,24	17	49	98	0,26	14	41	82	0,30			
			0,04	34	98	156	0,16	26	76	122	0,19	22	64	103	0,22	19	55	88	0,24	15	44	71	0,27			
			0,03	38	110	132	0,15	29	84	100	0,17	24	70	84	0,20	21	61	73	0,22	17	49	59	0,25			
			0,02	44	127	102	0,13	34	99	79	0,15	28	81	65	0,18	24	70	56	0,20	20	58	46	0,23			
150	60	2,0	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22	47	141	0,20	19	40	120	0,22	15	32	96	0,25		
			0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24	51	123	0,19	21	45	108	0,20	17	36	87	0,23
			0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	55	99	0,17	23	49	88	0,19	19	40	72	0,21
			0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31	66	79	0,16	27	57	69	0,17	22	47	56	0,20
150	50	3,0	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	43	109	0,23	17	36	90	0,25	14	30	75	0,28		
			0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22	47	94	0,21	19	40	80	0,23	16	34	68	0,26
			0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	53	80	0,20	21	45	68	0,22	17	36	54	0,24
			0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	62	62	0,18	25	53	53	0,20	21	45	45	0,23
150	50	4,0	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	40	100	0,28	17	36	90	0,32	14	30	75	0,37		
			0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	45	90	0,26	18	38	76	0,30	15	32	64	0,34
			0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23	49	74	0,24	20	42	63	0,27	17	36	54	0,32
			0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	57	57	0,22	24	51	51	0,25	20	42	42	0,29

Таблица 185

$\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$ фрезами из быстрорежущей стали Р9
выпуклым профилем

без корки

резания t в мм до

8				12				16			
		s_M	N_{Σ}	v	n	s_M	N_{Σ}	v	n	s_M	N_{Σ}
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11,5	81	91	0,41	—	—	—	—	—	—	—	—
12,6	89	62	0,33	—	—	—	—	—	—	—	—
14,0	99	42	0,25	—	—	—	—	—	—	—	—
15,2	107	30	0,21	—	—	—	—	—	—	—	—
17,5	124	17	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,8	68	65	0,47	11,4	61	59	0,60	—	—	—	—
14,0	75	45	0,36	12,5	66	40	0,46	—	—	—	—
15,5	83	30	0,28	13,8	74	27	0,35	—	—	—	—
16,9	90	22	0,23	15,0	80	19	0,29	—	—	—	—
19,4	103	13	0,16	17,2	91	11	0,21	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13,3	57	68	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—
14,4	61	49	0,41	12,7	54	43	0,51	11,6	49	39	0,53
15,5	66	33	0,32	13,9	59	30	0,40	12,6	54	27	0,47
17,4	74	22	0,24	15,4	65	20	0,30	14,1	60	18	0,35
19,0	81	16	0,21	16,7	71	14	0,24	15,3	65	13	0,20
21,7	92	10	0,15	19,2	82	9	0,17	17,6	75	8	0,21
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14,0	49	59	0,52	—	—	—	—	—	—	—	—
15,1	53	42	0,44	13,3	47	38	0,53	12,3	43	34	0,65
16,5	58	29	0,34	14,6	52	20	0,42	13,5	48	24	0,50
18,3	65	20	0,27	16,2	57	17	0,33	14,9	53	16	0,39
20,0	71	14	0,22	17,6	62	12	0,27	16,2	57	11	0,31
22,8	81	9	0,15	20,2	71	8	0,18	18,6	66	7	0,22

Таблица 186

$\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$ фрезами из быстрорежущей стали Р9
вогнутым профилем

без корки

резания t в мм до

8				12				16			
			N_g	n	s_M	N_g	v	n	s_M	N_g	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9,6	68	76	0,34	—	—	—	—	—	—	—	
10,5	75	53	0,27	—	—	—	—	—	—	—	
11,7	83	35	0,21	—	—	—	—	—	—	—	
12,7	90	25	0,17	—	—	—	—	—	—	—	
14,6	104	15	0,12	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10,7	57	55	0,39	9,5	51	49	0,49	—	—	—	
11,7	62	37	0,30	10,4	55	33	0,38	—	—	—	
13,0	69	25	0,23	11,5	61	22	0,29	—	—	—	
14,0	75	18	0,19	12,5	66	16	0,24	—	—	—	
16,2	86	11	0,13	14,4	77	9	0,17	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11,0	47	56	0,41	—	—	—	—	—	—	—	
12,0	51	41	0,34	10,6	45	36	0,42	9,7	41	32	0,48
12,9	55	28	0,27	11,6	49	25	0,33	10,5	45	23	0,39
14,5	62	19	0,20	12,8	55	17	0,25	11,8	50	15	0,29
15,8	68	14	0,17	13,9	59	12	0,20	12,8	54	11	0,24
18,0	77	8	0,12	16,0	68	7	0,14	14,6	62	7	0,17
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11,7	41	49	0,43	—	—	—	—	—	—	—	—
12,6	45	36	0,36	11,0	39	31	0,44	10,3	37	29	0,54
13,7	49	25	0,28	12,2	43	22	0,35	11,3	40	20	0,42
15,3	54	16	0,22	13,5	48	15	0,27	12,4	44	13	0,32
16,7	59	12	0,18	14,7	52	11	0,22	13,5	48	10	0,26
19,0	67	7	0,12	16,3	59	6	0,15	15,5	55	6	0,18

Режимы резания при фрезеровании углероди из быстрорежущей

Диаметр фрезы D в мм	Число зубьев z	Ширина фрезерования B в мм	Подача на зуб s_z в мм	Работа							
				Глубина							
				3				5			
				v	n	s_M	N_{Σ}			s_M	N_{Σ}
45	20	13	0,12	11,6	82	196	0,12	—	—	—	—
			0,08	12,5	89	142	0,10	10,6	75	120	0,20
			0,05	13,7	97	97	0,18	11,7	82	82	0,16
			0,03	15,1	107	64	0,06	12,9	91	55	0,12
			0,02	16,5	117	47	0,05	14,0	99	40	0,10
60	20	16	0,12	12,8	68	160	0,11	10,9	58	151	0,22
			0,08	13,8	73	117	0,09	11,8	63	101	0,18
			0,05	15,1	80	80	0,07	12,9	68	68	0,14
			0,03	16,7	89	54	0,05	14,3	76	46	0,11
			0,02	18,2	96	38	0,05	15,5	82	33	0,09
75	22	20	0,12	—	—	—	—	11,8	50	132	0,21
			0,08	—	—	—	—	12,7	54	95	0,17
			0,05	—	—	—	—	13,9	59	65	0,14
			0,03	—	—	—	—	15,4	66	44	0,11
			0,02	—	—	—	—	16,7	71	31	0,09
90	24	24	0,12	—	—	—	—	12,5	44	127	0,21
			0,08	—	—	—	—	13,5	48	92	0,17
			0,05	—	—	—	—	14,7	52	62	0,14
			0,03	—	—	—	—	16,3	58	42	0,11
			0,02	—	—	—	—	17,8	63	30	0,09

Таблица 187

стой стали $\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$ двухугловыми фрезами
стали Р9

без корки

резания t в мм до

8				12				16			
		s_M	$N_{\text{э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{э}}$	v	n	s_M	$N_{\text{э}}$
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9,2	65	104	0,39	—	—	—	—	—	—	—	—
10,1	72	72	0,31	—	—	—	—	—	—	—	—
11,2	79	47	0,24	—	—	—	—	—	—	—	—
12,2	86	35	0,19	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10,2	54	86	0,34	9,1	48	77	0,57	—	—	—	—
11,2	60	60	0,27	10,0	53	53	0,45	—	—	—	—
12,4	66	40	0,21	11,0	58	35	0,34	—	—	—	—
13,5	72	29	0,17	12,0	64	26	0,27	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10,2	43	114	0,41	—	—	—	—	—	—	—	—
11,0	47	83	0,34	9,8	42	74	0,57	9,0	38	67	0,82
12,1	52	57	0,27	10,8	46	51	0,45	9,8	42	46	0,65
13,3	57	38	0,21	11,8	50	33	0,34	10,9	46	30	0,49
14,5	62	27	0,17	12,9	55	24	0,27	11,8	50	22	0,40
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10,8	38	110	0,41	9,6	34	98	0,67	—	—	—	—
11,6	41	79	0,34	10,3	36	69	0,55	9,5	34	65	0,82
12,7	45	54	0,26	11,3	40	48	0,43	10,3	36	43	0,65
14,1	50	36	0,21	12,5	44	32	0,33	11,5	41	30	0,49
15,3	54	26	0,17	13,5	48	23	0,27	12,5	44	21	0,40

Поправочные коэффициенты K_{vM} на скорость резания v , число оборотов n и минутную подачу s_M для измененных условий эксплуатации фрез

В сравнении с углеродистой сталью $\sigma_b = 75 \text{ кг/мм}^2$

Режимы резания

В зависимости от обрабатываемого металла (группа и механические свойства)						
Группы		Механическ			Значение поправочного коэффициента при работе фрезами	
№	Наименование	Диаметр отпечатка d по Бринеллю в мм	Твердость по Бринеллю H_B	Предел прочности σ_b в кг/мм ²	из быстро-режущей стали	из инстру-ментальной стали
					P18; P9	9XC; Y12A; Y10A
I	Малоуглеродистая вязкая сталь	6,60—5,70	76,8—107	30—40	0,85	0,45
		5,70—5,08	107—138	40—50	1,1	0,60
		5,08—4,62	138—169	50—60	1,25	0,70
	Среднеуглеродистая сталь	4,62—4,26	169—200	60—70	1,10	0,60
		4,26—3,98	200—231	70—80	1,0	0,55
		3,98—3,75	231—262	80—90	0,8	—
II	Хромистые, хромо-никелевые, хромо-ванадиевые, хромо-молибденовые, хромо-никелемолибденовые, хромовольфрамовые, никелевые стали	4,95—4,56	146—174	50—60	1,0	0,55
		4,56—4,23	174—203	60—70	0,85	—
		4,23—3,99	203—230	70—80	0,75	—
		3,99—3,76	230—260	80—90	0,60	—
		3,76—3,58	260—288	90—100	0,40	—
		3,58—3,42	288—317	100—110	0,35	—
		3,42—3,28	317—345	110—120	0,28	—
					120—130	0,24

В зависимости от обрабатываемого металла (группа и механические свойства)						
Группы м		Механические свойства			Значение поправочного коэффициента при работе фрезами	
№	Наименование	Диаметр отпечатка d по Бринеллю в мм	Твердость по Бринеллю H_B	Предел прочности σ_b в кг/мм ²	из быстрорежущей стали	из инструментальной стали
					P18; P9	9XC; У12А; У10А
III	Хромомolibдено-алюминиевые, марганцовистые, хромомарганцовистые, кремнемарганцовистые, хромокремнемарганцовистые стали	4,95—4,56	146—174	50—60	0,90	—
		4,56—4,23	174—203	60—70	0,75	—
		4,23—3,99	203—230	70—80	0,65	—
		3,99—3,76	230—260	80—90	0,60	—
		3,76—3,58	260—288	90—100	0,38	—
		3,58—3,42	288—317	100—110	0,30	—
		3,42—3,28	317—345	110—120	0,26	—
		—	—	120—130	0,22	—
IV	Инструментальные углеродистые стали	3,8—4,2	—	70—80	0,75	—
		—	—	80—90	0,65	—
		—	—	90—100	0,55	—
V	Инструментальные легированные стали	3,8—4,2	—	—	0,70	—
VI	Быстрорежущие стали	3,8—4,2	—	—	0,50	—

В сравнении с чугуном $H_B = 180 - 200$

В зависимости от обрабатываемого металла (группа и механические свойства)						
Группы м		Механические свойства			Значение поправочного коэффициента при работе фрезами	
№	Наименование	Диаметр отпечатка d по Бринеллю в мм	Твердость по Бринеллю H_B	Предсл прочности σ_b в кг/мм ²	из быстро-режущей стали	из инструментальной стали
					P18; P9	9XC; Y12A; Y10A
VII	Нержавеющие и жароупорные	3,8—4,2	—	—	0,40	—
VIII	Латунь	—	—	—	3,0	1,70
IX	Дюралюминий и силумин	—	—	—	5,0	2,8
X	Электрон	—	—	—	7,0	3,8
XI	Чугун серый	5,05—4,74	140—160	—	1,20	0,65
		4,74—4,48	160—180	—	1,10	0,60
		4,48—4,26	180—200	—	1,0	—
		4,26—4,08	200—220	—	0,90	—
		4,08—3,91	220—240	—	0,80	—
		3,91—3,76	240—260	—	0,75	—
XII	Чугун ковкий	5,42—5,05	120—140	—	1,40	0,80
		5,05—4,74	140—160	—	1,10	0,65
		4,74—4,48	160—180	—	1,10	0,60
		4,48—4,26	180—200	—	1,0	—
XIII	Бронза	—	—	—	3,0	—

Поправочные коэффициенты K_{VT} на скорость резания v , число оборотов n и минутную подачу S_M для измененных условий эксплуатации быстрорежущих фрез

В зависимости от стойкости фрезы T

Наименование фрез	Обрабатываемый металл	Стойкость T в мин.								
		20	40	60	180	240	300	360	600	1000
		Значения поправочного коэффициента								
Фрезы цилиндрические	Сталь	—	—	1,44	1,0	0,91	0,84	0,80	0,67	0,57
	Чугун	—	—	1,32	1,0	0,93	0,88	0,84	0,74	0,65
Фрезы концевые диаметром 4—16 мм	Сталь	1,0	0,79	0,70	0,48	0,44	—	—	—	—
	Чугун	1,0	0,81	0,76	0,58	0,55	—	—	—	—
Фрезы концевые диаметром 20—50 мм	Сталь	1,26	1,0	0,88	0,61	0,55	0,51	—	—	—
	Чугун	1,22	1,0	0,93	0,71	0,68	0,62	—	—	—
Фрезы торцовые	Сталь	—	—	1,38	1,11	1,05	1,0	0,97	0,87	0,79
	Чугун	—	—	1,27	1,08	1,03	1,0	0,98	0,90	0,83
Фрезы дисковые	Сталь	—	—	1,32	1,07	1,0	0,96	0,93	0,83	—
	Чугун	—	—	1,24	1,05	1,0	0,97	0,94	0,87	—
Фрезы прорезные и отрезные	Сталь	—	—	1,0	0,81	0,76	0,73	—	—	—
	Чугун	—	—	1,0	0,84	0,81	0,79	—	—	—
Фрезы фасонные	Сталь	—	—	1,44	1,0	0,91	0,84	0,80	0,67	—

Поправочные коэффициенты K_{vB} на скорость резания v , число оборотов n и минутную подачу S_m для измененных условий эксплуатации быстрорежущих фрез

В зависимости от ширины фрезерования B

Наименование фрез	Обрабатываемый материал	Отношение фактической ширины фрезерования к нормативной $\frac{B_{ф}}{B_n}$											
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	4,0
		Значения поправочного коэффициента K_{vB}											
Фрезы цилиндрические	Сталь	1,17	1,09	1,05	1,02	1,0	0,98	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87
	Чугун	1,62	1,33	1,16	1,07	1,0	0,94	0,89	0,84	0,81	0,76	0,72	0,66
Фрезы концевые	Сталь	1,17	1,09	1,05	1,02	1,0	0,98	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87
	Чугун	1,62	1,33	1,16	1,07	1,0	0,94	0,89	0,84	0,81	0,76	0,72	0,66
Фрезы торцовые	Сталь	1,27	1,15	1,08	1,04	1,0	0,97	0,95	0,92	0,90	0,88	0,86	0,82
	Чугун	1,17	1,09	1,05	1,02	1,0	0,98	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87
Фрезы дисковые	Сталь	1,17	1,09	1,05	1,02	1,0	0,98	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87
Фрезы прорезные и отрезные	Сталь	1,37	1,21	1,11	1,04	1,0	0,95	0,93	0,90	0,87	0,83	0,80	0,75
Фрезы фасонные и угловые	Сталь	1,17	1,09	1,05	1,02	1,0	0,98	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87

Таблица 191

Поправочные коэффициенты K_{vp} на скорость резания v , число оборотов n и минутную подачу S_m в зависимости от состояния поверхности заготовки

Обрабатываемый материал	Условия работы	
	по корке	без корки
	Состояние поверхности заготовки	
	отливка чугуна, отливка стальная, поковка	поверхность, предварительно обработанная; поверхность, необработанная у заготовки из проката; поверхность, необработанная у заготовки из поковки после отжига и травления
Значение поправочного коэффициента		
Сталь	1,0	1,67
Чугун	1,0	2,0

Таблица 192

Поправочные коэффициенты K_{vp} на скорость резания v , число оборотов n и минутную подачу S_m в зависимости от охлаждения

Обрабатываемый металл	Работа с охлажденным	Работа без охлаждения
	Значение поправочного коэффициента	
Сталь	1,0	0,5
Чугун	—	1,0

Поправочные коэффициенты на эффективную мощность для измененных условий эксплуатации быстрорежущих фрез

1. В зависимости от обрабатываемого материала K_{vM}											
Сталь	Алюминиевые сплавы	Чугун				Бронза					
Значение поправочных коэффициентов											
1,0	0,25	1,0				0,75					
2. В зависимости от ширины фрезерования K_{vB}											
Наименование фрез	Обрабатываемый материал	Отношение фактической ширины фрезерования к нормативной (табличной)									
		$\frac{B_{\phi}}{B_H}$									
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
Значение поправочных коэффициентов											
Фрезы цилиндрические и концевые	—	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
Фрезы торцовые и дисковые	Сталь	0,17	0,37	0,57	0,78	1,0	1,57	2,14	2,75	3,36	
Фрезы прорезные	Чугун	0,16	0,35	0,56	0,77	1,0	1,59	2,2	2,85	3,5	
Фрезы фасонные и угловые	—	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
3. В зависимости от скорости резания K_{vN}											
Отношение фактической скорости резания к нормативной (табличной)						0,25	0,5	1,0	1,25	1,5	2,0
Значение коэффициентов						0,25	0,5	1,0	1,2	1,5	2,0

Таблица 194

Поправочные коэффициенты $K_{v\varphi}$ на скорость резания v , число оборотов n и минутную подачу s_M в зависимости от угла в плане угловой кромки у торцовых и торцово-конических фрез (при работе с глубиной резания, не превышающей высоты угловой кромки)

Обрабатываемый металл	Угол в плане угловой кромки φ°					
	90	60	45	30	15	10
	Значение поправочного коэффициента					
Сталь	0,89	1,0	1,05	1,18	1,34	1,5
Чугун	0,85	1,0	1,14	1,38	1,85	2,25

Таблица 195

Поправочные коэффициенты на скорость резания v , число оборотов n и минутную подачу s_M для измененных условий эксплуатации торцовых фрез, оснащенных твердыми сплавами

1. В зависимости от обрабатываемого металла K_{vm}

Обрабатываемый металл	Механические свойства		Значение поправочного коэффициента
	твердость по Бринеллю H_B	предел прочности σ_b в $кг/мм^2$	
Сталь	—	До 60	1,2
	—	60—80	1,0
	—	80—100	0,7
	—	100—120	0,52
	—	120—140	0,40
Чугун	140—160	—	1,51
	160—180	—	1,21
	180—200	—	1,0
	200—220	—	0,85
	220—240	—	0,72
	240—260	—	0,63

2. В зависимости от ширины фрезерования K_{vB}

Обрабатываемый	Отношение фактической ширины фрезерования к нормативной $\frac{B_{ф}}{B_{н}}$					
	0,25	0,50	0,75	1,0	1,25	1,5
	Значение коэффициента					
Сталь	1,33	1,15	1,07	1,0	0,97	0,95
Чугун	1,15	1,07	1,03	1,0	0,97	0,95

3. В зависимости от стойкости фрезы K_{vT}

Обрабатываемый металл	Стойкость T в мин.							
	60	120	180	240	300	450	600	1000
	Значение коэффициента							
Сталь:								
σ_b до 100 кг/мм ²	1,38	1,20	1,11	1,05	1,0	0,92	0,87	0,78
σ_b более 100 кг/мм ²	1,50	1,26	1,14	1,06	1,0	0,90	0,84	0,74
Чугун	1,50	1,26	1,14	1,06	1,0	0,90	0,84	0,74

Смазочно-охлаждающие жидкости и способы охлаждения при выполнении фрезерных работ

Обрабатываемый материал	Способ охлаждения	
	для чернового фрезерования	для чистового фрезерования
Машиноподелочные конструкционные и инструментальные стали	Водный раствор соды Эмульсия ¹	Водный раствор мыла. Эмульсия Осерненное масло Смешанные масла ²

¹ Эмульсия—раствор мыла в минеральных маслах, хорошо смешанный с водой, обладает хорошими охлаждающими и удовлетворительными смазочными свойствами.

² Смешанные масла—минеральное масло в смеси с продуктом, содержащим жирные кислоты.

Обрабатываемый материал	Способ охлаждения	
	для черного фрезерования	для чистового фрезерования
Стальное литье	Эмульсия	Эмульсия. Смешанные ма- сла
Чугунное литье	Без охлажде- ния. Сжатый воз- дух. Водный рас- твор соды. Эмуль- сия	Без охлажде- ния. Сжатый воз- дух
Ковкий чугун	Без охлажде- ния. Эмульсия	Без охлажде- ния. Осерненное масло
Бронза	Без охлажде- ния. Эмульсия	Эмульсия. Смешанные ма- сла
Латунь	Эмульсия	Эмульсия. Смешанные ма- сла
Алюминий	Смесь неочищенного сурепного масла с очищенными минеральными маслами	

Глава XII

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

1. Состав технической нормы времени

Техническая норма времени определяется по формуле:

$$T = \frac{T_{пз}}{n} + T_o + T_v + T_{обс} + T_{отд} \text{ мин.},$$

где T — техническая норма времени в мин.;

$T_{пз}$ — подготовительно-заключительное время;

T_o — основное время;

T_v — вспомогательное время;

$T_{обс}$ — время обслуживания рабочего места;

$T_{отд}$ — время перерывов на отдых и естественные потребности;

n — количество деталей в партии.

Основное и вспомогательное время составляют оперативное время, которое вместе с временем на обслуживание рабочего места и временем перерывов на отдых и естественные потребности образует норму штучного времени ($T_{шт}$):

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{отд} \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время не входит в норму штучного времени и нормируется отдельно, так как подготовительно-заключительное время затрачивается рабочим один раз на всю партию и величина подготовительно-заключительного времени от размера партии не зависит.

Примерное распределение затрат времени на фрезерные работы (по данным ЭНИМС):

Подготовительно-заключительное время	3,5—5,0%
Основное время	37 — 49%
Вспомогательное время	38 — 48%
Время на организационно-техническое обслуживание	8 — 11%

Повышение производительности труда при работе на фрезерных станках производится за счет сокращения всех элементов общего времени и в основном за счет сокращения подготовительно-заключительного и вспомогательного времени.

2. Подготовительно-заключительное время $T_{пз}$

Подготовительно-заключительное время затрачивается рабочим один раз на всю партию деталей и не зависит от величины партии. Подготовительно-заключительное время затрачивается:

- 1) на инструктаж;
- 2) на получение наряда, заготовок, инструмента и приспособлений;
- 3) на установку и наладку приспособлений и снятие их;
- 4) на настройку и наладку станка;
- 5) на установку и наладку режущего инструмента и снятие его;
- 6) на пробную обработку;
- 7) на сдачу работы, наряда, инструмента и приспособлений.

Подготовительно-заключительное время при работе на фрезерных станках определяется по нормативам.

По трудоемкости работы (в зависимости от размеров) фрезерные станки разбиты на группы:

Консольно-фрезерные станки

- I группа — с наибольшей длиной стола до 700 мм;
- II группа — с наибольшей длиной стола до 1200 мм;
- III группа — с длиной стола свыше 1200 мм.

Продольно-фрезерные станки

- I группа — с наибольшей длиной стола до 1200 мм;
- II группа — с наибольшей длиной стола до 2000 мм;
- III группа — с длиной стола свыше 2000 мм.

**Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе
на универсально- и горизонтально-фрезерных станках без установки режущего
инструмента на размер и дополнительных операций**

№ /п	Крепежные приспособления	Сменяемость крепежного приспособления	Группа станков								
			I			II			III		
			Длина стола в мм								
			700			1200			св. 1200		
			Суммарное количество фрез в настраиваемой операции								
			1	2	4	1	2	4	1	2	4
Время в мин.											
1	Тиски, закрепленные на столе	Не меняется	7,9	8,7	11,1	8,7	9,7	12,4	9,5	10,7	14,5
2		Меняется	8,9	10,7	13,1	11,0	12,0	14,7	12,3	13,5	17,3
3	Центры с делительным приспособлением	Не меняется	7,9	8,8	11,2	8,8	9,8	12,5	9,6	10,8	14,6
4		Меняется	12,1	13,0	15,4	13,7	14,7	17,4	14,9	16,1	19,9
5	Центры с оправкой и делительным приспособлением	Не меняется	8,1	9,0	11,4	9,0	10,0	12,7	9,9	11,1	14,9
6		Меняется	12,3	13,2	15,6	13,9	14,9	17,6	15,2	16,4	20,2
7	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон	Не меняется	7,6	8,5	10,9	8,4	9,4	12,1	9,1	10,3	14,1
8		Меняется	10,2	11,1	13,5	11,2	12,2	14,9	12,0	13,2	17,0

№ п/п	Крепежные приспособления	Сменяемость крепежного приспособления	Группа станков								
			I			II			III		
			Длина стола в мм								
			700			1200			св. 1200		
			Суммарное количество фрез в настраиваемой операции								
1	2	4	1	2	4	1	2	4			
Время в мин.											
9	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с делительным приспособлением	Не меняется	7,8	8,7	11,1	8,6	9,6	12,3	9,4	10,6	14,4
10		Меняется	10,4	11,3	13,7	11,4	12,4	15,1	12,2	13,5	17,2
11	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с делительным приспособлением и центром задней бабки	Не меняется	8,2	9,0	11,4	9,0	10,0	12,7	9,9	11,1	14,9
12		Меняется	10,7	11,6	14,0	11,8	12,8	15,5	12,8	14,0	17,8
13	Цанговый патрон с делительным приспособлением	Не меняется	7,6	8,5	10,9	8,4	9,4	12,1	9,1	10,3	14,1
14		Меняется	10,0	10,9	13,3	11,0	12,0	14,7	11,9	13,1	16,9
15	Специальное приспособление	Не меняется	7,6	8,5	10,9	8,4	9,4	12,1	9,1	10,3	14,1

№ п/п	Крепежные приспособления	Сменяемость крепежного приспособления	Группа станков											
			I			II			III					
			Длина стола в мм											
			700			1200			св. 1200					
			Суммарное количество фрез в настраиваемой операции											
1	2	4	1	2	4	1	2	4						
Время в мин.														
16	Специальное приспособление меняется с учетом веса приспособления	До 20 кг	Количество болтов	Без выверки	2	9,6	10,5	12,9	10,8	11,8	14,5	11,9	13,1	16,9
17				С выверкой	2	11,0	11,9	14,3	12,3	13,3	16,0	13,5	14,7	18,5
18				Без выверки	4	10,6	11,5	13,9	12,0	13,0	15,7	13,3	14,5	18,3
19				С выверкой		4	12,0	12,9	15,3	13,5	14,5	17,2	14,9	16,1
20				Без выверки	4	14,1	15,0	17,4	15,8	16,8	19,5	17,4	18,6	22,4
21				С выверкой		4	15,5	16,4	18,8	17,3	18,3	21,0	19,0	20,2
22				Без выверки	6	16,1	16,0	18,4	17,0	18,0	20,7	18,8	20,0	23,8
23				С выверкой		6	16,5	17,4	19,8	18,5	19,5	22,2	20,4	21,6

Таблица 197

Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на вертикально-фрезерных станках без установки режущего инструмента на размер и дополнительные операции

№ п/п	Крепежные приспособления	Сменяемость крепящего приспособления	Группа станков					
			I	II	III			
			Длина стола в мм					
			700	1200	свыше 1200			
			Способ установки фрезы в конусе шпинделя					
			с креплением	без крепления	с креплением	без крепления		
			Время в мин.					
1	Тиски, закрепленные на столе	Не меняется	3,4	4,8	3,8	5,4	4,2	6,1
2		Меняется	5,4	6,8	6,1	7,7	7,0	8,9
3	Центры с делительным приспособлением	Не меняется	3,4	4,8	3,9	5,5	4,3	6,2
4		Меняется	7,6	9,0	8,8	10,4	9,6	11,5
5	Центры с оправкой и делительным приспособлением	Не меняется	3,6	5,0	4,1	5,7	4,6	6,5
6		Меняется	7,8	9,2	9,0	10,6	9,9	11,8

№ в/п	Крепежные приспособления	Сменяемость крепежного приспособления	Группа станков					
			I		II		III	
			Длина стола в мм					
			700		1200		свыше 1200	
			Способ установки фрезы в конусе шпинделя					
			без крепле- ния	с креплением	без крепле- ния	с креплением	без крепле- ния	с креплением
Время в мин.								
7	Трехкулачковый самоцентриру- ющий патрон	Не меняется	3,1	4,5	3,5	5,1	3,8	5,7
8		Меняется	5,7	7,1	6,3	7,9	6,7	8,6
9	Трехкулачковый самоцентриру- ющий патрон с делительным при- способлением	Не меняется	3,3	4,7	3,7	5,3	4,1	6,0
10		Меняется	5,9	7,3	6,5	8,1	6,9	8,8
11	Трехкулачковый самоцентриру- ющий патрон с делительным при- способлением и центром задней бабки	Не меняется	3,6	5,0	4,1	5,7	4,6	6,5
12		Меняется	6,2	7,6	6,9	8,5	7,5	9,4
13	Цанговый патрон с делитель- ным приспособлением	Не меняется	3,1	4,5	3,5	5,1	3,8	5,7
14		Меняется	5,5	6,9	6,1	7,7	6,6	8,5

№	п	Крепежные приспособления	Сменяемость крепежного приспособления	Группа станков								
				I		II		III				
				Длина стола в мм								
				700		1200		свыше 1200				
				Способ установки фрезы в конусе шпинделя								
без крепле- ния	с креплением	без крепле- ния	с креплением	без крепле- ния	с креплением	Время в мин.						
15		Специальное приспособление	Не меняется	3,1	4,5	3,5	5,1	3,8	5,7			
16	до 20 кг	Специальное приспособ- ление меняется с учетом веса приспособления	Без вы- верки	Количество болтов	2	3,1	6,5	5,9	7,5	6,6	8,5	
17						С вывер- кой	6,5	7,9	7,4	9,0	8,2	10,1
18					4	Без вы- верки	6,1	7,5	7,1	8,7	8,0	9,9
19						С вывер- кой	7,5	8,9	8,6	10,2	9,6	11,5

№ п/п	Крепежные приспособления	Сменяемость крепежного приспособления	Группа станков								
			I		II		III				
			Длина стола в мм								
			700		1200		свыше 1200				
			Способ установки фрезы в конусе шпинделя								
			без крепле- ния	с креплением	без крепле- ния	с креплением	без крепле- ния	с креплением			
							Время в мин.				
20	Специальное приспособ- ление меняется с учетом веса приспособления	свыше 20 кг	Количество болтов	4	Без вы- верки	9,6	11,0	10,9	12,5	12,1	14,0
21					С вывер- кой	11,0	12,4	12,4	14,0	13,7	15,6
22				5	Без вы- верки	10,6	12,0	12,1	13,7	13,5	15,4
23					С вывер- кой	12,0	13,4	13,6	15,2	15,1	17,0

**Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе
на продольно-фрезерных станках без установки режущего инструмента
на размер и дополнительных операций**

№ п/п	Крепежные приспособления	Сменяемость крепежного приспособления	Группа станков											
			I				II				III			
			Длина стола в мм											
			1200				2000				свыше 2000			
			Суммарное количество фрез в настраиваемой операции											
			1	2	4	6	1	2	4	6	1	2	4	6
Время в мин.														
1	Тиски	Не меняется	8,0	8,9	11,4	16,1	8,9	10,1	12,9	18,6	9,7	11,0	15,5	21,4
2	Тиски	Меняется	10,0	10,9	13,4	18,1	11,2	12,4	15,2	20,9	12,5	13,8	18,3	24,2
3	Специальное приспособление	Не меняется	7,8	8,7	11,2	15,9	10,9	12,1	14,9	20,6	12,1	13,4	17,9	23,8

№ п/п	Крепежные приспособления	Сменяемость крепежного приспособления	Группа станков														
			I				II				III						
			Длина стола в мм														
			1200				2000				свыше 2000						
			Суммарное количество фрез в настраиваемой операции														
			1	2	4	6	1	2	4	6	1	2	4	6			
Время в мин.																	
8	Специальное приспособление меняется с учетом веса приспособления	свыше 20 кг	Без выверки	Количество болтов	4	14,3	15,2	17,7	22,4	18,3	19,5	22,3	28,0	20,4	21,7	26,2	32,1
9			С выверкой			15,7	16,6	19,1	23,8	19,8	21,0	23,8	29,7	22,0	23,3	27,8	33,7
10			Без выверки			15,3	16,2	18,7	23,4	19,5	20,7	23,5	29,4	21,8	23,1	27,6	33,5
11			С выверкой			16,7	17,6	20,1	24,8	21,0	22,1	25,0	30,7	23,4	24,7	29,2	35,1

Полное подготовительно-заключительное время получается суммированием настоящих нормативов и нормативов на установку режущего инструмента на размер (с учетом пробных проходов) и дополнительных операций.

Таблица 199

**Нормативы подготовительно-заключительного времени
на установку режущих инструментов на размер
(с учетом пробных проходов)**

Число выдерживаемых размеров настраиваемой операции		Оперативное время обработки детали в мин.						
		1	2	4		10	20	свыше 20
по высоте	по ширине или длине	Подготовительно-заключительное время в мин.						
		—	1	3,4	3,8	4,5	5,0	5,9
—	2	5,6	6,1	6,7	7,2	8,1	9,8	13,3
—	4	8,4	9,0	9,8	10,5	11,6	14,0	19,5
—	6	11,4	12,0	12,8	13,5	14,6	17,0	22,5
1	—	4,3	4,7	5,3	5,9	6,8	8,5	12,0
1	1	5,6	6,0	7,1	7,9	9,0	11,4	16,8
1	2	7,6	8,2	9,0	9,7	10,8	13,2	18,6
1	4	11,2	11,7	12,6	13,3	14,4	16,8	22,2
1	6	13,4	14,0	14,8	15,5	16,6	19,0	24,4
2 и более	1	6,5	7,0	7,9	8,6	9,7	12,1	17,5
2 „	2	8,6	9,1	10,0	10,7	11,8	14,2	19,6
2 „	4	12,7	13,2	14,1	14,8	15,9	18,9	23,7
2 „	6	14,9	15,4	16,3	17,0	18,1	20,5	25,9

Оперативное время $T_{оп} = T_o + T_v$.

Таблица 200

**Нормативы подготовительно-заключительного времени
на дополнительные операции**

№ п/п	Операции	Тип фрезерного станка	Группа станков		
			I	II	III
			Время в мин.		
1	Повернуть тиски .	Любой	0,8	0,9	1,1
2	Сменить одну губку тисков .		2,0	2,3	2,5
3	Установить на хобот и снять промежуточ- ную подвеску	Универсаль- ный и гори- зонтальный	1,8	2,0	2,2

Продолжение табл. 200

№ п/п	Операции	Тип фрезерного станка	Группа станков		
			I	II	III
			Время в мин.		
4	Повернуть кронштейн	Универсальный и горизонтальный	0,5	0,6	0,7
5	Сменить (переставить) кулачки патрона	Любой	1,5	2,0	3,0
6	Установить между боковыми шпинделями оправку и снять ее	Продольный	3,0	3,5	4,0
7	Повернуть шпиндельную головку	Вертикальный и продольный	1,2	1,3	1,5
8	Установить и снять домкратик	Любой	0,3	0,4	0,4
9	Установить на стол станка круглый стол и снять его	Вертикальный	4,5	6,5	8,0
10	Установить две подержки, придерживающие хобот, и снять их	Горизонтальный	1,8	2,0	2,4

3. Основное время

Основное время на переход, выполняемый на фрезерных станках, определяется по следующим формулам:

1) для случая обработки одной детали или нескольких параллельно закрепленных деталей:

$$T_o = \frac{L + l + l_3}{s_m \cdot k} \cdot i \text{ мин};$$

2) для обработки нескольких последовательно закрепленных деталей:

$$T_o = \frac{L \cdot k}{s_m} + \frac{l + l_3}{s_m \cdot k} \cdot i \text{ мин},$$

где \dot{L} — длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, определяемая по чертежу детали, равная: а) для фрезерования плоскостей, фасонных поверхностей, пазов и уступов — длине обрабатываемой поверхности в мм; б) для фрезерования пазов под сегментные шпонки — глубине паза в мм; в) для фрезерования шпоночного паза, закрытого с двух сторон, — длине паза за вычетом диаметра фрезы в мм;

l — длина пути врезания;

l_1 — длина перебега;

l_2 — длина инструмента в мм;

l_3 — дополнительная длина на взятие пробной стружки, равная 5 мм плюс величина врезания l_1 при взятии пробной стружки;

s_m — минутная подача в мм;

i — число проходов при фрезеровании шпоночных канавок на шпоночно-фрезерных станках с маятниковой подачей:

$$i = \frac{h}{t},$$

где h — глубина шпоночной канавки в мм;

t — углубление шпоночной фрезы на каждый двойной ход в мм.

При определении основного времени на фрезерование шпоночных канавок, закрытых с двух сторон, следует учитывать, кроме того, время на врезание фрезы на заданную глубину канавки h . В этом случае формула T_0 примет следующий вид:

$$T_0 = \frac{h}{s_{\text{верт}}} + \frac{L - D}{s_m} \cdot i \text{ мин.},$$

где h — глубина шпоночной канавки в мм;

$s_{\text{верт}}$ — вертикальная подача в мм/мин;

D — диаметр фрезы в мм.

Величины врезания и перебега при работе цилиндрическими, дисковыми, прорезными и фасонными фрезами, а также торцовыми и концевыми фрезами при несимметричном фрезеровании

Глубина резания или ширина фре- зерования в мм	l_2 — перебеги фрезы в мм														
	1	1	1,5	2	2	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4	4	4	4
	Диаметр фрезы в мм														
	10	20	30	40	50	60	75	90	110	130	150	175	200	225	250
Величина врезания фрезы l_1 в мм															
0,5	2,2	3,1	3,8	4,5	5,0	5,5	6,1	6,7	7,4	8,1	8,6	9,4	10,0	10,6	11,5
1,0	3,0	4,4	5,4	6,6	7,0	7,7	8,6	9,4	10,5	11,4	12,2	13,2	14,1	15,0	16,0
1,5	3,6	5,3	6,6	7,6	8,5	9,4	10,5	11,5	12,7	13,9	14,9	16,2	17,3	18,3	19,5
2,0	4,0	6,0	7,5	8,7	9,8	10,8	12,1	13,3	14,7	16,0	17,2	18,6	19,9	21,2	22,5
3,0	4,6	7,2	9,0	10,5	11,9	13,1	14,7	16,2	17,9	19,5	21,0	22,8	24,3	25,8	27,5
4,0	4,9	8,0	10,2	12,0	13,6	15,0	16,9	18,6	20,6	22,5	24,2	26,2	28,0	30,0	31,0

Глубина резания или ширина фре- зерования в мм	l_2 — перебег фрезы в мм														
	1	1	1,5	2	2	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4	4	4	4
	Диаметр фрезы в мм														
	10	20	30	40	50	60	75	90	110	130	150	175	200	225	250
Величина врезания фрезы l_1 в мм															
5,0	5,0	8,7	11,2	13,2	15,0	16,6	18,7	20,6	22,9	25,0	26,9	29,2	31,2	33,0	35,0
6,0	—	9,2	12,0	14,3	16,2	18,2	20,4	22,5	25,0	27,3	29,4	32,4	34,2	36,0	38,0
7,0	—	9,5	12,7	15,2	17,3	19,3	21,8	24,1	26,9	29,4	31,6	34,0	36,8	39,0	41,0
8,0	—	9,8	13,3	16,0	18,3	20,4	23,2	25,6	28,6	31,2	33,7	36,5	39,2	42,0	44,0
9,0	—	—	13,8	16,7	19,2	21,4	24,4	27,0	30,2	33,0	35,6	38,7	41,5	44,0	47,0
10,0	—	—	14,2	17,3	20,0	22,4	25,5	28,3	31,6	34,7	37,4	40,5	43,6	46,5	49,0
11	—	—	—	—	20,7	23,2	26,5	29,5	33,0	36,2	39,1	42,5	45,6	48,5	52,0
12	—	—	—	—	21,4	24,0	27,5	30,6	34,3	37,7	40,7	44,5	47,5	50,5	54,0
13	—	—	—	—	—	24,7	28,4	31,6	35,5	39,0	42,2	46,0	49,4	53,0	56,0
14	—	—	—	—	—	25,4	29,2	32,7	36,7	40,3	43,6	47,5	51,1	44,5	57,5
15	—	—	—	—	—	—	30,0	33,5	37,8	41,5	45,0	49,0	52,7	56,0	59,5

Глубина резания или ширина фре- зерования в мм	l_2 — перебег фрезы в мм														
	1	1	1,5	2	2	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4	4	4	4
	Диаметр фрезы в мм														
	10	20	30	40	50	60	75	90	110	130	150	175	200	225	250
Величина врезания фрезы l_1 в мм															
16	—	—	—	—	—	—	30,7	34,4	38,7	42,7	46,3	50,5	54,3	58,0	61,0
18	—	—	—	—	—	—	32,2	36,0	40,7	45,0	48,8	53,3	57,2	61,0	64,0
20	—	—	—	—	—	—	—	37,4	42,4	47,0	51,0	55,6	60,0	64,0	68,0
22	—	—	—	—	—	—	—	—	44,2	48,8	53,1	58,0	62,6	67,0	71,0
25	—	—	—	—	—	—	—	—	47,0	51,0	56,0	61,0	66,0	71,0	75,0
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	54,0	58,5	64,0	69,0	74,0	79,0
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56,0	61,0	66,0	71,0	76,0	82,0
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64,0	70,0	76,0	82,0	86,0
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73,5	79,0	86,0	92,0
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87,0	93,0	100
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,0	107

**Величины врезания l_1 и перебега l_2 при
при симметричном**

Ширина фрезерования или ширина паза в мм <i>B</i>	<i>l</i> ₂ — перебер									
	1,0	1,0	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	3	3,5
	Диаметр									
	15	20	30	40	50	60	75	90	110	130
Величина вре										
10	1,9	1,4	1,0	—	—	—	—	—	—	—
15	—	4,5	2,0	1,5	1,2	1,0	—	—	—	—
20	—	—	3,8	2,7	2,1	1,7	1,4	1,0	1,0	—
25	—	—	6,7	4,4	3,4	2,8	2,2	1,8	1,5	1,1
30	—	—	—	6,8	5,0	4,0	3,3	3,0	2,0	1,7
40	—	—	—	—	10,0	7,5	5,8	4,5	4,0	3,2
60	—	—	—	—	—	30,0	15,8	11,5	9,0	7,3
80	—	—	—	—	—	—	—	25,0	17,0	13,5
100	—	—	—	—	—	—	—	—	32,0	23,5
120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40,0
140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
320	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
340	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. При получистовой обработке величин фрезы для получения чистой поверхности при выходе

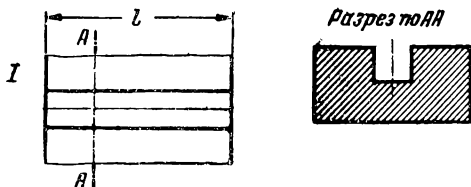
Таблица 202

**работе торцовыми и концевыми фрезами
фрезеровании**

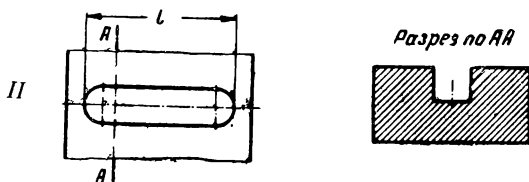
фрезы в мм										Ширина фрезеро- вания или ширина паза в мм В
3,5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	
фрезы в мм										
150	175	200	225	250	275	300	325	350	400	
занимаемая фрезой L_1 в мм										
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
1,1	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	25
1,5	1,2	1,2	—	—	—	—	—	—	—	30
2,8	2,2	2,0	—	—	—	—	—	—	—	40
6,8	5,5	4,8	4,0	3,5	—	—	—	—	—	60
11,5	9,5	8,2	7,5	6,5	6,0	5,0	—	—	—	80
19,5	15,5	18,2	11,5	10,5	9,5	8,5	8,0	7,0	6,0	100
30,0	23,7	20,0	17,0	15,5	14,0	12,5	11,5	10,5	9,0	120
66,0	35,0	23,5	24,5	21,5	9,0	17,5	16,0	15,0	12,5	140
—	51,0	40,0	33,5	29,0	25,5	23,0	21,0	19,5	16,0	160
—	—	56,0	44,5	38,0	33,5	30,0	27,0	25,0	21,0	180
—	—	100,0	60,5	50,0	43,0	38,0	34,0	31,0	27,0	200
—	—	—	87,0	66,5	55,0	48,0	42,0	38,5	33,0	220
—	—	—	—	90,0	70,0	60,0	52,0	47,5	40,0	240
—	—	—	—	—	92,0	75,0	65,0	58,0	48,0	260
—	—	—	—	—	—	99,0	79,0	70,0	56,0	280
—	—	—	—	—	—	150,0	99,0	85,0	67,0	300
—	—	—	—	—	—	—	132	104	79,0	320
—	—	—	—	—	—	—	—	133	95,0	340

ну врезания фрезы следует считать равной 0,5 диаметра D фрезы.

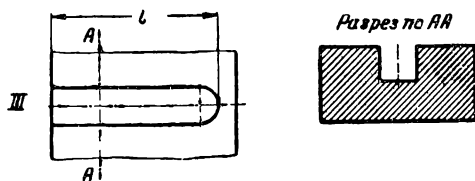
I — шпоночный паз, открытый с двух сторон.



II — шпоночный паз, закрытый с двух сторон.



III — шпоночный паз, закрытый с одной стороны.


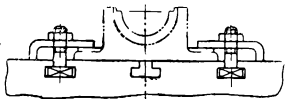
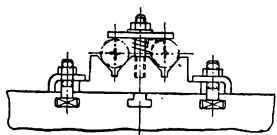
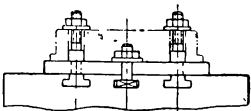
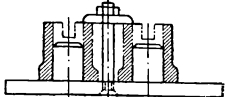


4. Нормативы вспомогательного времени

Нормативы вспомогательного времени включают затраты на:

- а) установку, закрепление, открепление и снятие деталей;
- б) на осуществление рабочего цикла (управление станком);
- в) на контрольные измерения детали.

Вспомогательное время на установ горизонтально- и вертика

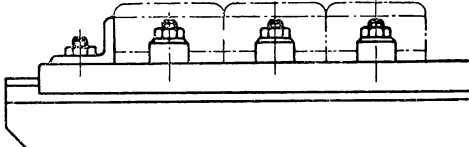
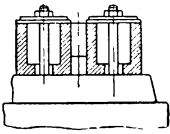
№ позиции	Способ установки				
1	Установка в тисках	Состояние устано- вочной поверхности	Обрабо- танная	Без вы- верки	
2					
3					
4				Необра- ботанная	С вы- вер- кой
5					
6					
7					
8	Установка на столе с креп- лением бол- тами с план- ками		Обработан- ная	Без вывер- ки	
9			Необрабо- танная	С вы- веркой	
10					
11	Установка в приспособ- лении с фиксацией по контуру		Колоче- ство болтов	1	
12				2	
13					
14					
15	Установка в приспособ- лении с фик- сацией детали на два штыря		Колоче- ство болтов	1	
16				2	
17					
18	Установк в приспособ- лении с фик- сацией дета- ли на один штырь		Колоче- ство болтов	1	
19				2	
20					
21					
22					

ку и снятие детали при работе на
льно-фрезерных станках

Таблица 204

Количество устанавли- ваемых дета- лей	Вес детали (в кг) до										
	1	3	5	8	12	16	20	30	50	80	120
	Время в мин.										
	Вручную						Краном				
1	0,35	0,44	0,51	0,57	0,63	0,69	0,74	0,92	—	—	—
2	0,46	0,58	0,71	0,80	—	—	—	—	—	—	—
3	0,55	0,71	0,86	—	—	—	—	—	—	—	—
4	0,63	0,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	0,72	0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	0,49	0,64	0,74	0,84	0,93	1,02	1,10	1,22	—	—	—
1	0,74	0,98	1,16	1,32	1,50	1,60	1,80	2,0	—	—	—
1	0,61	0,70	0,80	0,89	0,98	1,05	1,11	1,20	2,10	2,30	2,50
1	0,70	0,85	1,03	1,19	1,34	1,47	1,58	1,80	2,80	3,05	3,40
1	0,85	1,05	1,28	1,47	1,70	1,88	2,01	2,30	3,40	3,85	4,30
1	0,19	0,26	0,33	0,39	0,44	0,49	0,54	—	—	—	—
2	0,27	0,37	0,47	0,55	0,63	0,70	0,77	—	—	—	—
1	0,24	0,35	0,47	0,57	0,67	0,77	0,85	—	—	—	—
2	0,45	0,51	0,66	0,80	0,92	1,04	1,15	—	—	—	—
1	0,28	0,42	0,55	0,67	0,79	0,90	1,0	—	—	—	—
2	0,41	0,58	0,74	0,88	1,05	1,18	1,30	—	—	—	—
1	0,38	0,57	0,75	0,91	1,10	1,26	1,40	—	—	—	—
2	0,51	0,75	0,97	1,16	1,39	1,58	1,75	—	—	—	—
1	0,23	0,32	0,42	0,52	0,62	0,72	0,80	—	—	—	—
2	0,36	0,50	0,62	0,73	0,83	0,94	1,05	—	—	—	—
1	0,33	0,48	0,62	0,76	0,88	1,02	1,15	—	—	—	—
2	0,46	0,65	0,83	1,0	1,16	1,32	1,45	—	—	—	—

Вспомогательное время на установ на продольно-фре

№ позиции	Способ установок								
1		Состояние устано- вочной поверх- ности	Обра- ботан- ная	Без вы- верки					
2					Установка на столе с креплением болта- ми с планками				
3									
4									
5						Необ- рабо- танная			
6									
7							Простая		
8									
9									
10								Средней сложности	
11									Сложная
12	Установка в приспособлении с фиксацией на отверстие	—							
13									
14				Установка в приспособлении коробчатой фор- мы	—				
15									

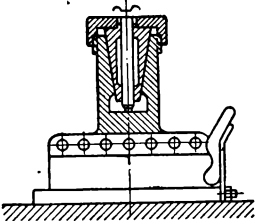
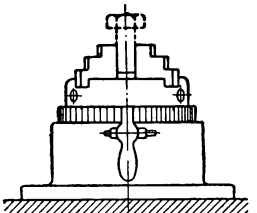
ку и снятие детали при работе
зерных станках

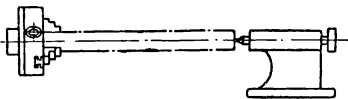
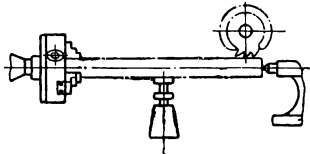
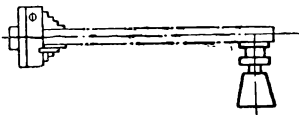
Таблица 205

Количество установившихся деталей	Вес детали (в кг) до											
	10	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000
	Время в мин.											
	Вручную			Краном								
1	0,95	1,15	1,35	2,25	2,48	2,70	2,92	3,20	3,55	4,10	4,65	5,20
2	1,65	2,05	2,45	3,75	4,15	4,55	5,0	5,45	6,10	—	—	—
3	2,35	2,85	3,45	5,15	5,70	6,25	7,0	7,75	—	—	—	—
4	2,95	3,75	4,55	6,65	7,35	8,15	9,10	—	—	—	—	—
1	1,25	1,45	1,80	2,95	3,23	3,60	3,97	4,35	4,85	5,35	5,85	6,50
1	1,75	2,15	2,55	3,55	4,05	4,50	4,97	5,45	6,05	6,75	7,55	8,50
2	3,05	3,65	4,35	5,75	6,60	7,15	7,90	8,75	9,75	—	—	—
3	4,25	5,05	5,95	7,85	8,75	9,75	11,10	12,45	—	—	—	—
4	6,45	7,75	10,0	11,4	12,7	14,10	—	—	—	—	—	—
1	2,90	3,20	4,0	5,45	6,0	6,70	7,40	8,10	8,90	9,9	10,90	11,90
1	3,60	4,30	5,50	7,15	8,20	9,30	10,6	12,0	13,6	15,7	17,8	20,9
1	1,0	1,15	1,35	2,35	2,55	2,80	3,10	3,40	3,65	—	—	—
2	1,75	2,0	2,25	3,85	4,20	4,75	—	—	—	—	—	—
1	0,90	1,0	1,10	2,05	2,25	2,50	2,70	2,95	3,25	—	—	—
2	1,10	1,30	1,50	3,20	3,55	3,9	—	—	—	—	—	—

**Вспомогательное время на установку и снятие детали при работе
на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках**

№ позиции	Способ установок				Вес детали с оправкой (в кг) до							
					1	3	5	8	12	16	20	
					Время в мин.							
1	В центрах с делительной головкой				0,35	0,44	0,54	0,64	0,72	0,80	0,87	
2	На гладкой оправке				0,42	0,53	0,67	0,79	0,91	1,01	1,10	
3	На оправке с гайкой	Диаметр оправки в мм до	30	Шайба	Простая	0,75	0,85	1,0	1,10	1,15	1,25	1,35
4					Быстро- съемная	—	0,58	0,65	0,72	0,82	0,90	0,95
5			50		Простая	—	—	—	—	1,73	1,84	1,94
6					Быстро- съемная	—	—	—	—	0,93	1,03	1,14
7	На каждую последующую деталь при одновременной установке на оправке нескольких деталей				0,1	0,2	0,3	—	—	—	—	
8	На разжимной оправке				0,59	0,71	0,87	1,04	1,20	1,34	1,46	

№ позиции	Способ установк	Вес детали с оправкой (в кг) до						
		1	3	5	8	12	16	20
		Время в мин.						
9	При работе с двумя оправками (надеванием детали на оправку во время работы станка)	0,20	0,27	0,32	0,37	0,42	0,47	0,50
10	В цанговом патроне							
11	В самоцентрирующем патроне							

№ позиции	Способ установки	Вес детали с оправкой (в кг) до						
		1	3	5	8	12	16	20
		Время в мин.						
12	В самоцентрирующем патроне с поджатием центром задней бабки 	0,30	0,33	0,43	0,48	0,53	0,56	0,59
13	В самоцентрирующем патроне с поджатием центром задней бабки и с подпором домкратиком 	0,35	0,44	0,51	0,56	0,61	0,65	0,68
14	В самоцентрирующем патроне с подпором домкратиком 	0,29	0,35	0,40	0,44	0,48	0,52	0,55

Вес и размеры центровых оправок

Гладкие оправки	<i>D</i> в мм	15	20	25	30	35	40	50	60
	<i>L</i> в мм	130	150	160	180	220	240	260	300
	Вес в кг	0,15	0,40	0,50	1,0	1,6	2,4	4,0	5,5
Оправка с гайкой и разжимная оправка	<i>D</i> в мм	20		30		50		60	
	<i>L</i> в мм	75	150	75	150	100	200	100	200
	Вес в кг	0,30	0,50	0,75	1,2	2,6	4,2	3,5	5,5

Таблица 207

Снижение затрат времени при применении механизмирующих и автоматизирующих устройств

№ п/п	Наименование устройства	Время в мин.	
		до применения устройства	с применением устройства
1	Пневматический зажим и освобождение детали при помощи одной рукоятки (по сравнению с винтовым зажимом)	0,27	0,04
2	Зажим и освобождение детали движущимся столом (по сравнению с винтовым зажимом)	0,27	Совмещается с машинным временем
3	Автоматизация цикла фрезерования (с заменой обратного хода стола автоматическим)	0,6	0,12
4	Механизация загрузки деталей при помощи магазинного устройства (по сравнению с ручной загрузкой)	0,24	0,08
5	Автоматизация поворота и закрепление заготовки при работах с делительным приспособлением, рассчитанным на два поворота (по сравнению с ручной подачей)	0,17	0,06
6	Применение быстрозажимного патрона до крепления фрез	2,8	0,16

Время на управление станком включает следующие приемы: а) установка на стружку; б) перемещение частей станка; в) включение и выключение подачи; г) включение и выключение вращения шпинделя; д) измерение при взятии пробных стружек.

**Вспомогательное время, связанное с переходом при работе на горизонтально-
и вертикально-фрезерных станках**

№ позиции	Характер обработк		Измерительный инструмент	Измеряемая длина в мм	Станки с длиной стола (в мм) до									
					1000		1500		2000					
					Длина обработки (в мм) до									
					200	500	200	500	800	200	500	1000		
Время в мин.														
1 2	Фрезерование по всем классам чистоты и точности	с установкой фрезы по разметке или по лимбу	—	—	0,48	0,58	0,55	0,68	0,80	0,67	0,84	1,20		
		фрезой, установленной на размер	—	—	0,20	0,31	0,23	0,35	0,53	0,29	0,46	0,82		
3	Грубое фрезерование (обдирка)	с предварительным измерением	Линейка, шаблон, штангенциркуль	500	0,55	0,68	0,64	0,77	0,94	0,72	0,89	1,25		
4	Получистовое фрезерование	со взятием одной пробной стружки	Линейка, штангенциркуль	500	0,84	0,94	0,95	1,05	1,22	1,10	1,27	1,63		

№ позиции	Характер обработок	Измерительный инструмент	Измеряемая длина в мм	Станки с длиной стола (в мм) до								
				1000			1500			2000		
				Длина обработки (в мм) до								
				200	500	200	500	800	200	500	1000	
Время в мин.												
5	Получистовое фрезерование	со взятием двух пробных стружек	Линейка, шаблон, глубиномер	500	1,22	1,33	1,40	1,52	1,70	1,62	1,79	2,15
6				500	1,35	1,46	1,53	1,65	1,83	1,75	1,92	2,28
Изменение режима работы станка												
7	Изменить число оборотов шпинделя	перебором	—	—	0,14		0,16		0,19			
8		рычагом коробки скоростей	—	—	0,10		0,11		0,12			
9		перекидкой ремня	—	—	0,20		0,25		0,30			
10	Изменить величину подачи	рычагом коробки подач	—	—	0,05		0,06		0,07			
11		перекидкой ремня	—	—	0,15		—		—			

Примечание. При работе с делительной головкой к каждому проходу добавлять на поворот делительной головки 0,04 мин.

Таблица 209

Вспомогательное время на измерения

№ позиции	Измерительный инструмент		Измеряемый размер (в мм) до			
			50	100	300	500
	Время в мин.					
1	Линейка масштабная		0,07	0,07	0,09	0,10
2	Линейный шаблон		0,08	0,08	0,10	0,11
3	Фасонный шаблон (простой)		0,11	0,11	0,13	0,16
4	Фасонный шаблон (сложный)		0,24	0,24	0,29	—
5	Штангенциркуль	установленный предварительно на размер	0,07	0,09	0,13	0,19
6		с установкой на размер в процессе измерения с точностью до 0,1 мм	0,12	0,13	0,13	0,26
7		с установкой на размер в процессе измерения с точностью до 0,02 мм	0,21	0,23	0,34	0,42
8	Глубиномер	установленный предварительно на размер	0,07	0,07	0,08	0,10
9		с установкой на размер в процессе измерения	0,12	0,12	0,14	0,18
10	Скоба гладкая		0,06	0,07	0,11	—
11	Микрометр гладкий		0,19	0,22	—	—
12	Угломер	установленный предварительно на размер	0,19	—	—	—
13		с установкой на размер в процессе измерения	0,28	—	—	—

Время на контрольные измерения не зависит от количества проверяемых деталей в партии и дается в зависимости от типа измерительного инструмента и размера измеряемой поверхности.

Таблица 210

Примерное распределение вспомогательного времени по элементам (по данным ЭНИМСа)

Наименование основных приемов	Средние значения в % ко времени	
	оперативному	вспомогательному
Приемы, связанные с поднесением детали к станку	2,62—4,3	6,9—9,1
Приемы, связанные с установкой и закреплением детали	20,3—25,0	57,0—52,15
Приемы, связанные с осуществлением рабочего цикла	6,11—12,22	20,94—28,18
Приемы, связанные с измерением детали	2,5	8—5,4
Приемы, связанные с удалением стружки из приспособления	2,4	7,16—5,2
Итого	33,93—46,42	100

Из этих значений вытекает, что основная часть вспомогательного времени затрачивается на установку, закрепление, открепление и снятие детали. Эти затраты времени не зависят от типа и размеров станка, а зависят от веса деталей, характера базовых поверхностей, типа установочно-крепежных приспособлений и от количества закрепляемых одновременно деталей.

Применение механизированных и автоматических устройств позволяет резко сократить длительность отдельных приемов, входящих в общие затраты вспомогательного времени.

5. Время на обслуживание рабочего места и естественные надобности

Время на обслуживание рабочего места предусматривает выполнение следующих приемов:

- а) смазку и чистку станка;
- б) смену инструмента вследствие притупления;
- в) регулирование и подналадку станка в процессе работы;
- г) сметание стружки со станка в процессе работы;
- д) уборку инструмента.

Время на естественные надобности берется в размере 2%.

Таблица 211

№ позиции	Станки	Длина стола станка в мм	Время на обслуживание рабочего места и естественные надобности в % от оперативного времени
1	Консольные горизонтально- и вертикально-фрезерные	до 700	4,1
2		до 1200	4,7
3		св. 1200	5,2
4	Продольно-фрезерные	до 1200	4,8
5		до 2000	5,5
6		св. 2000	6,4
7	Шпоночно-фрезерные	до 700	4,1
8		св. 700	5,2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

1. Элементы технологического процесса

Технологическим процессом механической обработки называется последовательное превращение заготовки в готовую деталь путем изменения ее размеров и формы обработкой на металлорежущих станках.

Операцией называется часть технологического процесса, выполняемая над определенной деталью (или над несколькими одновременно обрабатываемыми деталями) одним рабочим (или группой рабочих) непрерывно и на одном рабочем месте.

Установкой называется часть операции, выполняемая в период между закреплением заготовки для обработки и ее раскреплением.

Переходом называется часть операции, на всем протяжении которой не меняется ни поверхность обработки, ни режущий инструмент, ни режим работы станка.

Проходом называется часть перехода, в течение которого снимается один слой металла.

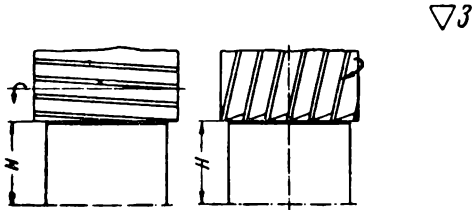
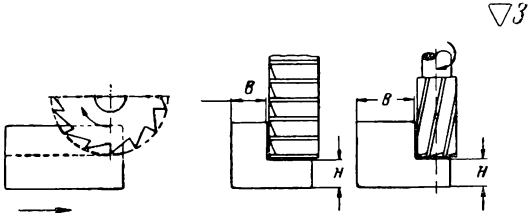
Приемом называется законченное действие рабочего в процессе выполнения операции.

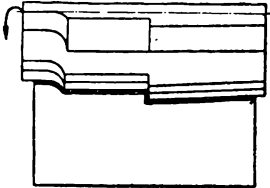
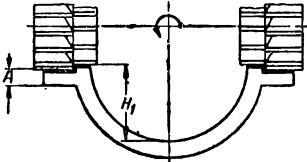
Для установки детали на станке, контроля размеров принимают поверхности, называемые технологическими базами, которые разделяются на:

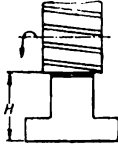
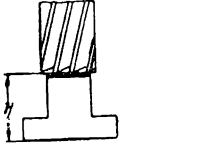
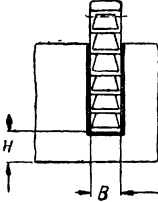
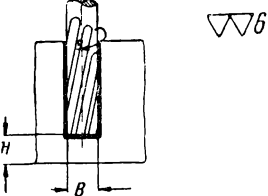
а) установочную базу — поверхность для установки детали на станке и правильной ориентации по отношению к режущему инструменту;

б) измерительную базу — поверхность, от которой при ее обработке производят отсчет размеров.

2. Классификация переходов

Наименование переходов	Эскиз
Фрезеровать плоскость в размер H начерно	
Фрезеровать уступ в размер $H \times B$ начерно	

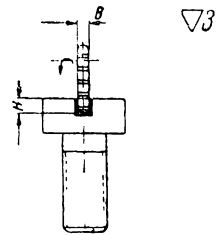
Наименование переходов	Эскиз
Фрезеровать фасонную поверхность начисто	 <p>Technical sketch of a cylindrical part with a chamfered end. The sketch shows the part with a chamfered edge and a smooth surface. A symbol consisting of two inverted triangles with the number 5 is placed to the right of the sketch, indicating the surface finish requirement.</p>
Фрезеровать 4 плоскости набором фрез начисто	 <p>Technical sketch of a U-shaped part with four flat surfaces. The sketch shows the part with four flat surfaces and a curved bottom. A symbol consisting of two inverted triangles with the number 6 is placed to the right of the sketch, indicating the surface finish requirement.</p>

Наименование переходов	Эскиз	
Фрезеровать ребро в размер H под шлифование		
Фрезеровать паз B в размер H начисто		

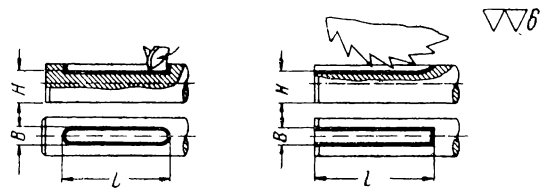
Наименование переход

Эск

Фрезеровать шлиц в размер $B \times H$



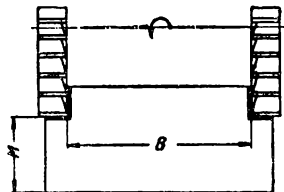
Фрезеровать шпоночную канавку $B \times L$ в размер H на чисто



Наименование переходов

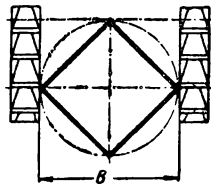
Эск

Фрезеровать грани в размер B
начерно

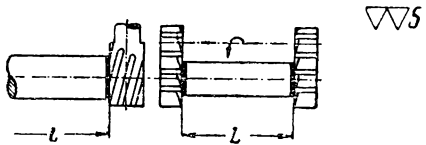
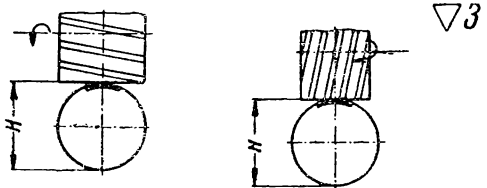


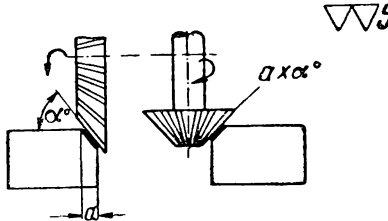
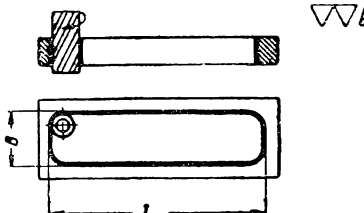
▽3

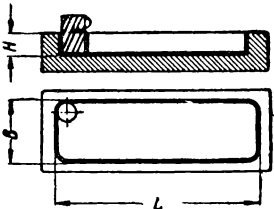
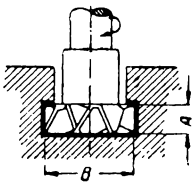
Фрезеровать шестигранник
(квадрат и т. п.) в размер B
начисто

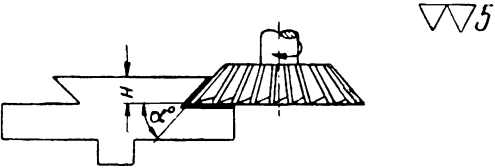
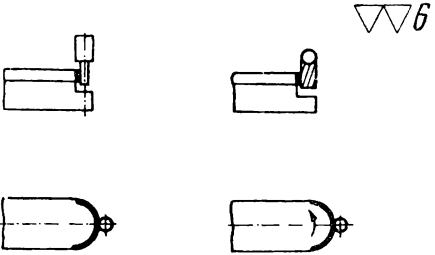


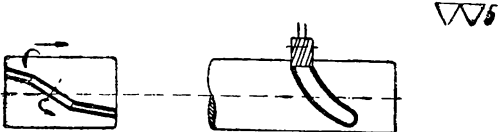
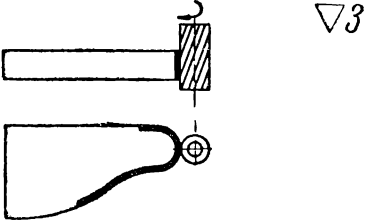
▽▽5

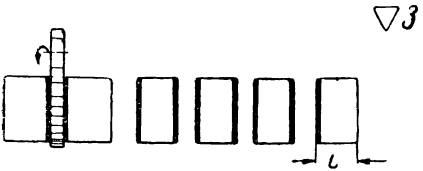
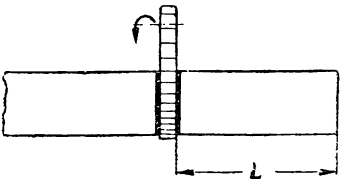
Наименование переходов	Эскиз
Фрезеровать торец в размер l начисто	
Фрезеровать лыску в размер h начерно	

Наименование переходов	Эскиз
Фрезеровать фаску $a \times \alpha^\circ$ начисто	
Фрезеровать окно $B \times L$ начисто	

Наименование переходов	Эскиз
Фрезеровать гнездо $B \times L$ на глубину H начисто	
Фрезеровать Т-образный паз в размер $H \times B$	

Наименование переходов	Эск
<p>Фрезеровать „ласточкин хвост“ с одной стороны под α° в размер H начисто. То же с другой стороны</p>	
<p>Фрезеровать радиус (внутренний контур) по копиру начисто</p>	

Наименование переходов	Эскиз
Фрезеровать винтовую канавку с шагом S мм	
Фрезеровать криволинейную поверхность начерно	

Наименование переходов	Эскиз
Разрезать на в размер L штук	
Отрезать в размер L	

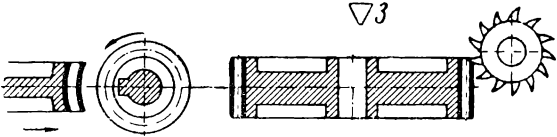
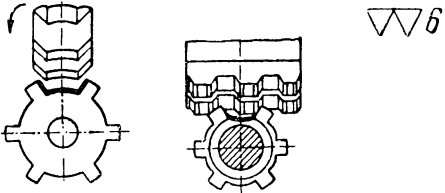
Наименование переходов	Эскиз
Фрезеровать зубья зубчатого колеса m - z начерно	
Фрезеровать шлицы начисто	

Таблица 213

3. Операционные припуски на обработку

Припуски на отрезку пруткового материала всех профилей

Метод отрезк	Размер стороны сечения материала в мм							
	до 20	21-30	31-45	46-75	76-100	101-125	126-150	свыше 150
	Величина припуска на отрезку в мм							
Отрезка на ножовке	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Отрезка на дисковой пиле . .	4,0	4,0	4,0	4,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Отрезка на фрезерном станке	2,0	2,0	2,0	3,0	—	—	—	—

Допуски на длину отрезаемой детали

Для грубых размеров	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$
---------------------	-----------	-----------	-----------	-----------

Таблица 214

Средние припуски на чистовое фрезерование плоскостей после черного и на шлифование плоскостей после чистового фрезерования в мм на сторону

Длина поверхностей в мм	Припуск на чистовое фрезерование после черного			Припуск на шлифование сырых поверхностей после чистового фрезерования			Припуск на шлифование закаляемых поверхностей после чистового фрезерования		
	Ш и р и н а в м м								
	до 100	101-200	св. 201	до 100	101-200	св. 200	до 100	101-200	св. 201
До 100	0,85	—	—	0,25	—	—	0,25	—	—
101-250	1,00	1,20	—	0,35	0,45	—	0,45	0,55	—
251-500	1,20	1,30	1,40	0,45	0,50	0,55	0,55	0,60	0,65
Св. 501	1,40	1,40	1,50	0,55	0,55	0,60	0,65	0,65	0,70

Таблица 215

Припуски на обработку зубьев зубчатого колеса

Вид припуск	Модуль нарезаемого зубчатого колеса						
	2	3	3,5	4	4,5	5	6
	Припуск на обе стороны профиля зуба в мм						
На чистовое фрезерование	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
На шлифование	0,18	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,35
На шевингование	0,09— 0,12	0,10— 0,15	0,10— 0,15	0,10— 0,15	0,12— 0,16	0,12— 0,16	0,12— 0,16

Таблица 216

Припуски на обработку червяков

Вид припуск	Модуль нарезаемого червяка	
	до 2,5	3—4,5
	Припуск на обе стороны в мм	
На чистовое нарезание винтовой канавки после предварительного фрезерования	1,0	1,2
На шлифование	0,20—0,30	0,20—0,30

Припуски на обработку шлицевых валков

Вид припуск	Длина вала в мм					
	до 200	200—400	свыше 400	до 200	200—400	свыше 400
	Припуск на обе стороны шлица			Припуск на внутренний диаметр		
На чистовое фрезерование	0,40— 0,60	0,60— 0,80	0,80— 1,00	0,20— 0,30	0,30— 0,40	0,40— 0,50
На шлифование	0,10— 0,15	0,15— 0,20	0,20— 0,25	0,20— 0,30	0,30— 0,40	0,40— 0,50

Пределы припусков под первый черновой проход режущего инструмента на каждую грань в мм

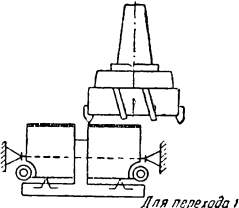
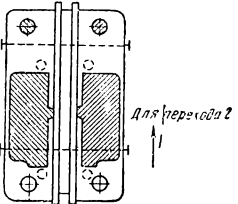
Наибольший размер обработываемой поверхности в мм	Пределы припуска	Литье			Свободнаяковка	Штамповка	
		серый чугун	бронза	ковкий чугун		горяч	холодная
До 50	Наибольш.	1,5	1,3	1,1	1,4	1,1	0,8
	Наименьш.	1,0	1,0	0,8	1,0	0,8	0,6
51—120	Наибольш.	2,0	1,7	1,8	1,8	1,8	1,1
	Наименьш.	1,5	1,3	1,3	1,4	1,3	0,8
121—260	Наибольш.	2,7	2,2	1,8	2,5	1,8	1,4
	Наименьш.	2,0	1,7	1,5	1,5	1,5	1,0
261—500	Наибольш.	3,5	3,0	2,2	3,0	2,2	1,8
	Наименьш.	2,7	2,2	1,8	2,5	1,8	1,3

Примечание. Припуски даны в мм.

Таблица 218

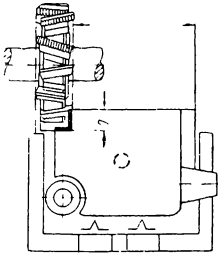
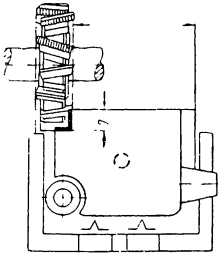
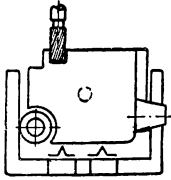
фрезерной обработки

Токарно-винторезный станок Т-4		№ чертежа	
Корпус фартука		401	
О б о р у д о в а н и е			
Наименование и тип	Операции I, II и IV	Вертикально-фрезерный станок 6Н12	
	Операция III	Горизонтально-фрезерный станок 6Н81Г	
Завод-изготовитель.		Горьковский завод фрезерных станков Дмитровский завод фрезерных станков	
Максимальное перемещение стола		6Н12	6Н81Г
		в продольном направлении 700 мм	600 мм
		в поперечном направлении 240 мм	190 мм
		в вертикальном направлении 370 мм	300 мм
Проверил		Дата	
Петров		25/VII-195 г.	
Приспособлен	Инструмент		Режим резания
	режущий	измерительный	
	Расчетная длина обработки в мм	Число проходов	Количество одновременно обрабатываемых заготовок
	ширина фрезерования в мм	глубина резания в мм	
	подача в мм/мин	скорость резания в м/мин	Число оборотов шпинделя в об/мин
	Основное время в мин. на 1 шт.		
Т-4 401/1	Твердосплавная фрезерная головка D=150 мм, z=8, BK8	Штангенрейсмас	
	375	1	1
	104	4	375
	70	150	1.0

Операции	Установки	Переходы	Содержание установок и переходов	Схемы переходов
			II	A
			Установить по две заготовки в приспособлении и закрепить	
		1	Фрезеровать бобышку 3 в обеих заготовках поперечной подачей, выдержав размер 106 мм от центра прилива под червяк, с чистотой $\nabla \nabla 5$	
		2	Фрезеровать переднюю плоскость 2 (130×175 мм) поочередно в каждой заготовке продольной подачей, выдержав размер 106 мм от центра прилива под червяк, с чистотой $\nabla \nabla 5$	

Продолжение табл. 218

Приспособления	Инструмент		Расчетная длина обработки в мм	Число проходов	Количество одновременно обрабатываемых заготовок	Режим резания	Основное время в мин. на 1 шт.				
	режущий	измерительный						ширина фрезерования в мм	глубина резания в мм	подача в мм/мин	скорость резания в м/мин
Т-4 401/32	Твердосплавная фрезерная головка $D=200$ мм, $z=10$, BK8	Штангенрейсмас	190	1	2	50	4	375	74	118	0,30
	Твердосплавная фрезерная головка $D=200$ мм, $z=10$, BK8		200	1	1	130	4	375	74	118	0,65

Операции	Установки	Переходы	Содержание установок и переходов	Схемы переходов
				
III	A	—	<p>Установить заготовку в приспособлении и закрепить</p>	
		1	<p>Фрезеровать уступ 6×7 мм, выдержав размер 110 мм от передней плоскости 2 („зеркала“) на длину 133 мм с чистотой $\nabla \nabla 5$</p>	
	IV	A	<p>Установить заготовку в приспособлении и закрепить</p>	
	поз 1	1	<p>Фрезеровать канавку для смазки диаметром 6 мм на длине 120 мм при глубине 5 мм с чистотой $\nabla \nabla 5$</p>	
		2	<p>Фрезеровать канавку для смазки диаметром 6 мм на длине 14 мм при глубине 5 мм с чистотой $\nabla \nabla 5$</p>	
	A	—	<p>Повернуть деталь с приспособлением 401/4 на круглом столе на 30° и закрепить</p>	
	поз 2	2	<p>Фрезеровать канавку для смазки диаметром 6 мм на длине 25 мм при глубине 5 мм с чистотой $\nabla \nabla 5$</p>	

Продолжение табл. 218

Приспособления	Инструмент		Расчетная длина обработки в мм	Число проходов	Количество одновременно обрабатываемых заготовок	Режим резания ширина фрезерования в мм	глубина резания в мм	подача в мм/мин	скорость резания в м/мин	Число оборотов шпинделя в об/мин	Основное время в мин. на 1 шт.
	режущий	измерительный									
Т-4 401/1	Твердосплавная фреза трехсторонняя $D=90$ мм, $B=14$ мм $z=6$, ВК8	Шаблон	160	1	1	6	7	300	85	300	0,55
Т-4 401/4 и круглый поворотный стол 250 мм	Концевая фреза $D=6$ мм, $z=6$, P9	Шаблон	125	1	1	6	5	118	29	1500	1,1
То же	То же	То же	20	1	1	6	5	118	29	1500	0,2
			30	1	1	6	5	118	29	1500	0,25

4. Экономическая точность обработки

Экономическая точность обработки характеризуется средним отклонением фрезеруемых деталей от номинальных размеров.

Экономической точностью обработки называются такие методы обработки, выбранные при разработке технологического процесса, которые обеспечивают получение необходимой точности при наименьшей продолжительности этой обработки.

Таблица 219

При фрезеровании плоскостей (отклонения в мм)

Метод обработки		Длина плоскости в мм						
		до 120	121—360	361—500	501—1000			
		Ширина плоскости в мм						
		до 120	до 120	свыше 121 до 360	до 120	свыше 120 до 360	до 120	свыше 121 до 360
Фрезерование торцовой фрезой	черновое	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45
	полу- чистовое	0,08	0,12	0,15	0,15	0,18	0,18	0,25
Фрезерование цилиндрической фрезой	черновое	0,20	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,50
	полу- чистовое	0,10	0,15	0,18	0,18	0,20	0,20	0,25

Таблица 220

**При одновременном фрезеровании параллельных
плоскостей дисковыми фрезами (отклонения в мм)**

Метод обработки	Длина плоскости в мм					
	до 100			101—300		
	Высота поверхности в мм					
до 50	свыше 51 до 80	свыше 81 до 120	до 50	свыше 51 до 80	свыше 81 до 120	
Одновременное фрезерование дисковыми фрезами	0,05	0,06	0,08	0,06	0,08	0,10

Таблица 221

**При обработке поверхностей фасонной фрезой
(отклонения в мм)**

	Черновая обра- ботка		Чистовая обра- ботка	
	Ширина фрезы в мм			
	до 120	свыше 121 до 180	до 120	свыше 121 до 180
До 100	0,25	—	0,10	—
Свыше 101 до 300	0,35	0,45	0,15	0,20
301 „ 600	0,45	0,5	0,20	0,25

Таблица 222

**При обработке шпоночных канавок шпоночной
торцевой фрезой (отклонения в мм)**

Ширина шпоночной канавки в мм	Черновой проход	Чистовой проход
6—10	0,10	0,03
11—18	0,15	0,04
19—30	0,20	0,05

ЛИТЕРАТУРА

- Аврутин С. В., Фрезерное дело, Трудрезервиздат, 1955.
- Аврутин С. В., Рациональная работа фрезеровщика, Машгиз, 1953.
- Хаймович Я. М., Фрезерное дело, Машгиз, 1948.
- Ларин М. Н., Основы фрезерного дела, Машгиз, 1947.
- Оглоблин А. Н., Фрезерные станки и работа на них, Гостехиздат, 1934.
- Плотицын В. Г. Работа на фрезерных станках, Лениздат, 1944.
- Кувшинский В. В., Фрезерование, Машгиз, 1955.
- Маркелов П. А., Фрезеровщик, Оборонгиз, 1945.
- Маслов Е. Н. Фрезеровщик-инструментальщик, ОНТИ, 1934.
- Четвериков С. С., Металлорежущий инструмент, Машгиз, 1953.
- Долматовский Г. А., Справочник технолога, Машгиз, 1954.
- Меламед В. И., Обработка на металлорежущих станках, Машгиз, 1949.
- Справочник машиностроителя, т. 1—6, Машгиз, 1956.
- ГОСТ и ОСТ — официальные издания.
- Нормативы Министерства АП СССР, Оборонгиз, 1954.
- Политехнический словарь, Технико-теоретическое издательство, 1955.
- Апарин Н. А., Допуски и техническое измерение, Машгиз, 1954.
- Нерода В. А., Современные станочные приспособления, Трудрезервиздат, 1956.
- Ансеров М. А., Приспособления для фрезерных станков, Лениздат, 1955.
- Долматовский Г. А., Универсальные и нормальные приспособления и принадлежности для фрезерования, Машгиз, 1950.

- Кувшинский В. В., Фрезерные станки, Машгиз, 1955.
- Слепак А. В., Металлорежущие станки, Машгиз, 1948.
- Кучер И. М. и Кучер А. М., Фрезерные станки и их модернизация и автоматизация, Лениздат, 1954.
- Блюмберг В. А. и Тыминский Ю. Г. Фрезы, Лениздат, 1954.
- Горелов В. М., Геометрия режущих инструментов, Машгиз, 1954.
- Горелов В. М., Износ режущего инструмента, Машгиз, 1954.
- Климов В. И., Материалы режущих инструментов, Машгиз, 1954.
- Брюханов А. М. и др., Технология металлов, Машгиз, 1955.
- Справочник инструментальщика, Машгиз, 1949.
- Краткий технический справочник I и II части, Машгиз, 1950.
- Завод «Динамо» имени С. М. Кирова, Инструкция-памятка фрезеровщика-скоростника, ЦБТИ МЭП, 1950.
- Горошкин А. К., Приспособления для станков, Машгиз, 1947.
- Работин А. Н., Точность обработки деталей машин, Машгиз, 1954.
- Мягков В. Д., Допуски и посадки, Машгиз, 1954.
- Справочные материалы для нормирования учебно-производственных работ на фрезерных станках, Трудрезервиздат, 1951.
- Измерительный инструмент, Трудрезервиздат, 1947.
- Славин Д. О. и Остапенко Н. Н., Материаловедение, Трудрезервиздат, 1951.
- Родионов Е. П., Справочник по инструментальным и конструкционным материалам, ВИА, 1953.
- Мягков В. Д., Краткий справочник конструктора-машиностроителя, Машгиз, 1947.
- Черчение в машиностроении, ГОСТ, 1956.
- Федоренко В. А. и Шошин А. И., Справочник по машиностроительному черчению, Машгиз, 1953.
- Сергеев А. В., Техническое нормирование в механических цехах, Машгиз, 1951.
- Власов А. Ф., Техника безопасности при обработке металлов резанием, Профиздат, 1954.

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр</i>
Глава I. Общие сведения	3
Глава II. Краткие сведения по математике	8
1. Математические обозначения	8
2. Формулы для вычисления площадей, по- верхностей и объемов тел	9
3. Сведения по тригонометрии	21
4. Понятие о винтовой линии	22
5. Передаточное отношение	23
6. Общеупотребительные таблицы сведений	25
Глава III. Сведения о металлах	46
А. Черные металлы	46
1. Чугун	46
2. Сталь	48
3. Термическая обработка металлов	56
Б. Цветные металлы и сплавы	59
1. Медь и ее сплавы	59
2. Алюминий и его сплавы	66
3. Магниеые сплавы	70
4. Антифрикционные сплавы	71
5. Твердые сплавы	72
Глава IV Чтение чертежей	78
1. Общие сведения	78
2. Обозначение допусков на чертежах (по ГОСТ 3457—46)	85
3. Обозначение резьб и зубчатых зацеплений	89
4. Изображение кинематических схем (по ГОСТ 3462—52)	89

5. Изображение допустимых отклонений формы и расположения поверхностей (по ГОСТ 3457—46)	95
6. Обозначение чистоты поверхностей	99
Глава V. Фрезерные работы	100
1. Фрезерование плоскостей	100
2. Фрезерование пазов и канавок	108
3. Фрезерование зубчатых колес	112
Глава VI. Допуски и посадки	123
1. Нормальные диаметры (по ОСТ ВКС 6270)	123
2. Допуски, отклонения (по ГОСТ 7713—55)	124
3. Зазор, натяг, посадка	126
4. Классы точности, системы допусков	128
Глава VII. Измерительный инструмент	162
1. Выбор измерительных инструментов	162
2. Чистота поверхности	177
3. Правила ухода за измерительным и поверочным инструментом	180
4. Измерительные приборы	180
Глава VIII. Приспособления для фрезерования	181
1. Классификация приспособлений	181
2. Приспособления для фиксирования и закрепления деталей	182
3. Вспомогательный инструмент для закрепления фрез	191
4. Делительные приспособления	211
5. Фрезерование винтовых канавок	231
Глава IX. Режущий инструмент	242
1. Элементы фрезы	242
2. Назначение и классификация фрез	250
Глава X. Фрезерные станки	303
1. Основные модели отечественных фрезерных станков	303
2. Модернизация фрезерных станков для скоростных режимов работы	313

3. Крепильные размеры фрезерных станков	318
4. Порядок проверки станка и нормы точности (по ГОСТ 13—54)	323
5. Уход за станком и его смазка	328
Глава XI. Режимы резания	330
Глава XII. Техническое нормирование	394
1. Состав технической нормы времени	394
2. Подготовительно-заключительное время $T_{пз}$	395
3. Основное время	407
4. Нормативы вспомогательного времени	415
5. Время на обслуживание рабочего места и естественные надобности	429
Глава XIII. Технологический процесс	430
1. Элементы технологического процесса	430
2. Классификация переходов	431
3. Операционные припуски на обработку	443
4. Экономическая точность обработки	452
Литература	. 454

Автор *Френкель Семен Шмульевич*
Справочник молодого фрезеровщика
Научный редактор *Радзевич Сергей Сергеевич*
Редакторы *Д. Я. Коптевский и Ф. В. Рогачев*
Техн. редактор *С. И. Раков*

Сдано в набор 19/XI 1957 г. Подписано к печати 19/IV 1958 г.
A00592. Бумага $70 \times 92^{1/32} = 14^{2/3}$ п.л. + 2 цветные вклейки (усл. 16,82 + 0,07).
Уч.-изд. 18,25 + 0,14 п. л. Уч. № 176/2953. Тираж 55 000 экз.
Цена 7 р. 45 к. Зак. 1494.

Типография Трудрезервиздата. Москва, Хохловский пер., 7.

