

Практическая работа № 2

Расчёт нормы времени на сверлильные работы

Цель работы

Закрепление теоретических знаний, приобретение навыков нормирования сверлильной операции для заданной детали в различных организационно-технических условиях и для дальнейшего использования при выполнении курсового и дипломного проектов.

Общие сведения

Сверлильные операции представляют собой обработку отверстий сверлением, рассверливанием, зенкерованием, развёртыванием и нарезание резьбы метчиками на сверлильных станках.

Возможны три варианта их осуществления:

- в одну операцию при одной установке заготовки с заменой инструмента;
- выделение каждого перехода в отдельную операцию;
- в одну операцию с применением многошпиндельной головки и поворотного стола (агрегатные и специальные сверлильные станки).

На практике наиболее часто используются первые два варианта. Основное время по ним примерно одинаково, а вспомогательное время различно, т.к. при первом варианте возможны большие затраты времени на изменение режимов резания и замену инструментов.

Главным движением при сверлении, рассверливании, зенкеровании и развёртывании является вращение инструмента.

Подачу получает шпиндель вместе с инструментами или стол вместе с деталью.

Деталь устанавливается на столе и в процессе обработки неподвижна относительно стола.

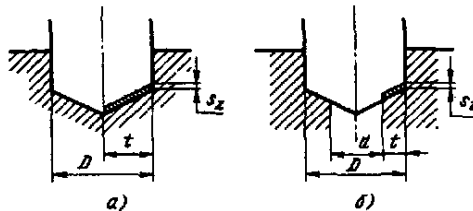


Рис. 1. Схемы резания:

а – при сверлении, б – при рассверливании, зенкеровании и развёртывании

Глубина резания определяется:

- при сверлении:

$$t = \frac{D}{2}; \quad (1)$$

- при рассверливании, зенкерования и развёртывании:

$$t = \frac{D-d}{2}; \quad (2)$$

где D – диаметр отверстия после выполнения перехода;

d – диаметр отверстия перед выполнением перехода;

Расчётная длина обработки определяется по формуле:

$$L = l + l_1 + l_2; \quad (3)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности (отверстия); принимается по чертежу;

l_1 – длина врезания, зависит от геометрической формы инструмента и глубины резания; принимается в пределах 0,5...2 мм и более, точно определяется по формуле:

- при сверлении:

$$l_1 = \frac{D}{2} \cdot \operatorname{ctg} \varphi, \quad (4)$$

где φ – главный угол в плане; для расчёта принимают $2\varphi = 118^\circ$;

- при рассверливании, зенкерования и развёртывании:

$$l_1 = \frac{D-d}{2} \cdot \operatorname{ctg} \varphi; \quad (5)$$

l_2 – величина перебега инструмента; при сверлении глухих отверстий не учитывается ($l_2 = 0$), а при работе на проход принимается до 3 мм в зависимости от размера инструмента.

Сумму значений врезания и перебега принимаем по табл. 42.

Т.к. припуск при работе режущим инструментом, имеющим постоянный размер, всегда снимается за один рабочий ход, число рабочих ходов равно единице.

Подачу на один оборот принимают по формуле:

выбирают по нормативам в зависимости от обрабатываемого материала, режущего инструмента, точности обрабатываемой поверхности и жёсткости обрабатываемой детали:

$$s_o = s_{o,t} \cdot K_s; \quad (6)$$

где $s_{o,t}$ – табличное значение подачи по нормативам в зависимости от обрабатываемого материала, режущего инструмента, точности обрабатываемой поверхности и жёсткости обрабатываемой детали; принимают по табл. 36 – 37;

K_s – поправочный коэффициент на подачу; принимают по примечаниям табл. 36 – 37.

Полученную расчётную подачу сопоставляют с подачами по паспорту станка; как правило, при сверлении принимают большие подачи, при зенкерования и, особенно при развёртывании – меньшие.

Скорость резания определяется по формуле:

- при сверлении:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^{y_v}} \cdot K_v, \quad (7)$$

– при рассверливании, зенкерования и развёртывании:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_v, \quad (8)$$

Значения коэффициентов C_v и показателей степени q , x_v , y_v , m приведены для сверления в табл. 28, для рассверливания, зенкерования и развёртывания – в табл. 29, значения периода стойкости T – в табл. 30.

Общий поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания, определяется по формуле:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{lv} \cdot K_{Пv}, \quad (9)$$

где K_{Mv} – коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал; определяется по табл. 1 – 4 [12, с.358];

$K_{Иv}$ – коэффициент, учитывающий влияние материала режущей части инструмента; принимаем по табл. 6 [12, с. 361];

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления; принимаем по табл. 31 [12, с. 368];

$K_{Пv}$ – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки при рассверливании и зенкерования литых и штампованных отверстий; принимаем по табл. 5 [12, с. 361]; для условий задачи при обработке ранее обработанных поверхностей $K_{Пv} = 1,0$.

Число оборотов детали в минуту находится в следующей зависимости от скорости резания:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (10)$$

где v – скорость резания, м/мин.;

D – диаметр обрабатываемой детали (наибольший), мм;

1000 – числовой множитель для перевода метров в миллиметры.

Расчётную частоту вращения корректируем по паспорту станка $n_{ст}$.

Фактическая скорость резания:

$$v_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000}. \quad (11)$$

Минутная подача определяется по формуле:

$$s_m = s_o \cdot n_{ст}. \quad (12)$$

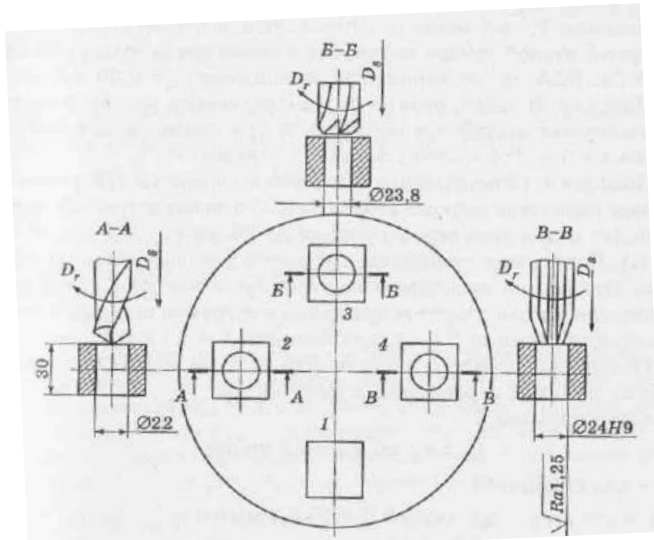
Основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L}{s_m}. \quad (13)$$

Для обработки отверстий применяют инструменты из быстрорежущей стали, а также оснащённые платинами из твёрдого сплава.

Задание для контрольной работы № 2

Определить норму времени на обработку отверстия в детали с использованием многошпиндельной головки с несколькими инструментами с применением поворотного стола (последовательная многоместная обработка).



Номер варианта	D	L	Материал обрабатываемой детали		Шероховатость Ra, мкм	Масса детали, кг
			Марка	Механические свойства		
1	50	60	Сталь 45	$\sigma_B = 610$ МПа	0,8	10
2	40	90	Сталь 50	$\sigma_B = 750$ МПа	1,6	9
3	30	220	Сталь 20Х	$\sigma_B = 800$ МПа	3,2	7
4	20	70	Сталь 40	$\sigma_B = 1000$ МПа	0,8	2,5
5	50	70	Сталь 38ХМЮА	$\sigma_B = 850$ МПа	1,6	11
6	40	130	Ст3	$\sigma_B = 450$ МПа	3,2	13
7	30	70	Ст5	$\sigma_B = 550$ МПа	0,8	3
8	20	40	Сталь 25Л	$\sigma_B = 440$ МПа	1,6	2
9	50	60	Сталь 35Л	$\sigma_B = 490$ МПа	3,2	10
10	40	300	Сталь 15Л	$\sigma_B = 390$ МПа	0,8	14
11	30	30	СЧ 15	НВ = 200	1,6	2
12	20	70	СЧ 21	НВ = 240	3,2	4
13	50	70	СЧ 32	НВ = 250	0,8	11
14	40	70	АЛ9	$\sigma_B = 200$ МПа	1,6	3,5
15	30	190	Л63	$\sigma_B = 400$ МПа	3,2	5
16	20	65	БрАЖ9-4	$\sigma_B = 400$ МПа	0,8	5,5

Пример

Исходные данные:

1. Деталь – втулка.
2. Масса детали – 4 кг.
3. Материал – сталь 50, $\sigma_b = 750$ МПа.
4. Заготовка – предварительно обработанная.
5. Диаметр отверстия $\varnothing 24H9$.
6. Шероховатость поверхности $Ra = 1,6$.
7. Длина отверстия – 75 мм.
8. Станок – вертикально-сверлильный 2A135.
9. Условия обработки – охлаждение.
10. Число деталей в партии – 100 шт.

Последовательность обработки втулки:

Позиция 1 – загрузка и выгрузка.

Позиция 2 – сверление отверстия.

Позиция 3 – зенкерование отверстия.

Позиция 4 – развёртывание отверстия.

Определяем размеры инструментов.

По табл. 42 принимаем диаметр сверла – 22 мм, зенкера – 23,8 мм, развёртки – 24 мм.

Определяем глубину резания:

– при сверлении:

$$t = \frac{D}{2} = \frac{22}{2} = 11 \text{ мм};$$

– при зенкеровании:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{23,8 - 22}{2} = 0,9 \text{ мм};$$

– при развёртывании:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{24 - 23,8}{2} = 0,1 \text{ мм};$$

Определяем подачу:

– для сверления принимаем по табл. 35 $s_{0,T} = 0,23 \dots 0,26$ мм/об., поправочный коэффициент при сверлении под развёртку $K_s = 0,7$;

$$s_0 = 0,25 \cdot 0,7 = 0,175 \text{ мм/об.}; \text{ по станку принимаем } s_0 = 0,2 \text{ мм/об.};$$

– для зенкерования принимаем по табл. 36 $s_{0,T} = 0,7 \dots 0,9$ мм/об.; поправочный коэффициент при обработке под развёртывание $K_s = 0,7$;

$$s_0 = 0,8 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ мм/об.}; \text{ по станку принимаем } s_0 = 0,57 \text{ мм/об.}$$

– для развёртывания принимаем по табл. 37 $s_{0,T} = 1,1$ мм/об.; поправочный коэффициент при чистовом развёртывании за 1 проход и точности по 9 качеству $K_s = 0,8$;
 $s_0 = 1,1 \cdot 0,8 = 0,88$ мм/об; по станку принимаем $s_0 = 0,725$ мм/об.

Определяем расчётную скорость резания по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \cdot K_v,$$

где T – период стойкость инструмента, мин; по табл. 40 для заданных диаметров обработки, материала детали – сталь, материала инструмента – быстрорежущая сталь, принимаем: для сверла $T = 50$ мин., для зенкера – $T = 40$ мин., для развёртки – $T = 80$ мин.
 C_v – постоянный коэффициент на скорость резания, характеризующий обрабатываемый материал и условия обработки;

q, x_v, y_v, m – показатели степени; принимаем по табл. 38-39:

- для сверления $C_v = 9,8, q = 0,4, y_v = 0,5, m = 0,2$;
- для зенкерования $C_v = 16,3, q = 0,3, x_v = 0,2, y_v = 0,5, m = 0,3$;
- для развёртывания $C_v = 10,5, q = 0,3, x_v = 0,2, y_v = 0,65, m = 0,4$.

K_v – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания; определяется по формуле:

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{И_v} \cdot K_{П_v} \cdot K_{L_v},$$

где K_{M_v} – коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал; определяется по табл. 1 [12, с.358]; для стали:

$$K_{M_v} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v},$$

где K_r – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости; для углеродистой стали $\sigma_B = 700$ МПа и твёрдосплавных резцов $K_r = 1,0$ [12, табл. 2, с. 359];
 n_v – показатель степени; для твёрдосплавных резцов $n_v = 0,9$ [12, табл. 2, с. 359].

Тогда:

$$K_{M_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{700} \right)^{0,9} = 1,06,$$

$K_{И_v}$ – коэффициент, учитывающий влияние материала режущей части инструмента; при обработке стали инструментами из быстрорежущей стали Р6М5 принимаем $K_{И_v} = 1,0$ [12, табл. 6, с. 361];

$K_{П_v}$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки; для обработанных поверхностей $K_{П_v} = 1,0$ [12, табл. 5, с. 361];

K_{L_v} – коэффициент, учитывающий глубину сверления; по табл.41 [12, с. 368] при глубине отверстия от 3D до 4D $K_{L_v} = 0,85$.

Тогда

$$K_v = 1,06 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,90.$$

Определяем расчётную скорость резания.

Для сверления:

$$v = \frac{9,8 \cdot 22^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,2^{0,5}} \cdot 0,90 = 31 \text{ м/мин.},$$

Для зенкерования:

$$v = \frac{16,3 \cdot 23,8^{0,3}}{40^{0,3} \cdot 0,9^{0,2} \cdot 0,57^{0,65}} \cdot 0,90 = 17 \text{ м/мин.}$$

Для развёртывания:

$$v = \frac{10,5 \cdot 24^{0,3}}{80^{0,4} \cdot 0,1^{0,2} \cdot 0,725^{0,65}} \cdot 0,90 = 63 \text{ м/мин.}$$

Определяем частоту вращения заготовки по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

Для сверления:

$$n = \frac{1000 \cdot 31}{\pi \cdot 22} = 448 \text{ об./мин.}$$

По станку принимаем $n_{\text{ст}} = 400$ об./мин.

Для зенкерования:

$$n = \frac{1000 \cdot 17}{\pi \cdot 23,8} = 227 \text{ об./мин.}$$

По станку принимаем $n_{\text{ст}} = 195$ об./мин.

Для развёртывания:

$$n = \frac{1000 \cdot 63}{\pi \cdot 24} = 835 \text{ об./мин.}$$

По станку принимаем $n_{\text{ст}} = 750$ об./мин.

Определяем фактическую скорость резания по формуле:

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{ст}}}{1000}.$$

Для сверления:

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot 22 \cdot 400}{1000} = 27,6 \text{ м/мин.}$$

Для зенкерования:

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot 23,8 \cdot 195}{1000} = 14,6 \text{ м/мин.}$$

Для развёртывания:

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot 24 \cdot 750}{1000} = 56,5 \text{ м/мин.}$$

Определяем минутную подачу по формуле:

$$s_{\text{м}} = s_0 \cdot n_{\text{ст}}.$$

Для сверления $s_{\text{м}} = 0,2 \cdot 400 = 80$ мм/мин.

Для зенкерования $s_{\text{м}} = 0,57 \cdot 195 = 111$ мм/мин.

Для развёртывания $s_{\text{м}} = 0,725 \cdot 750 = 544$ мм/мин.

Основное (машинное) время определяют по формуле:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{s_m} = \frac{L + l_1 + l_2}{s_m},$$

где L – длина отверстия, мм; принимается по чертежу;
 l_1, l_2 – длина врезания и перебега инструмента; принимаем по табл. 27 для сверления 10 мм, для зенкерования 7 мм, для развёртывания 20 мм.

Для сверления:

$$T_o = \frac{75 + 10}{80} = 1,06 \text{ мин.},$$

Для зенкерования:

$$T_o = \frac{75 + 7}{111} = 0,74 \text{ мин.}$$

Для развёртывания:

$$T_o = \frac{75 + 20}{544} = 0,17 \text{ мин.}$$

За основное время принимают наибольшее из расчётных времен переходов, т.к. обработка идёт одновременно на всех переходах.

$$T_o = 1,06 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время.

Время на установку и снятие деталей специальным приспособлении при массе детали до 8 кг принимаем $T_{y.c} + T_{z.o} = 0,15$ мин. [10, карта 16, с. 54].

Время на проход при сверлении до 25 мм $T_{np} = 0,10$ мин. [10, карта 27, с. 95].

Вспомогательное время на проход (или поверхность) предыдущего этапа предусматривает выполнение следующего комплекса приемов:

- а) подвод инструмента (резца, сверла, фрезы и др.) к детали;
- б) включение и выключение подачи;
- в) измерение детали при взятии пробных стружек;
- г) отвод инструмента в исходное положение.

Время на включение станка кнопкой 0,02 мин., время на вывод сверла для удаления стружки 0,07 мин. [10, карта 27, лист 2, с. 97].

Время одного измерения калибром-пробкой размера до 100 мм 4-5 класса точности составляет 0,09 мин. [10, карта 86, лист 4, с. 188]. Периодичность измерения 0,3 [10, карта 87, лист 1, с. 200]. Принимаем, что необходимо провести 1 измерение, тогда

$$T_{изм} = 1 \cdot 0,09 \cdot 0,3 = 0,027 \text{ мин.}$$

Суммарное вспомогательное время составит:

$$T_{всп} = 0,15 + 0,10 + 0,02 + 0,07 + 0,027 = 0,367 \text{ мин.}$$

Т.к. вспомогательное время меньше основного, то оно не включается в оперативное время.

$$T_{оп} = 1,06 \text{ мин.}$$

Дополнительное время:

– на техническое и организационное обслуживание рабочего места составляет 4% от оперативного времени [10, карта 36, с. 97].

– на отдых и естественные надобности при механизированной подаче составляет 4% от оперативного времени [10, карта 88, с. 203].

Тогда

$$T_{доп} = \frac{(4 + 4) \cdot 1,06}{100} = 0,09 \text{ мин.}$$

Штучное время $T_{шт} = 1,06 + 0,09 = 1,15 \text{ мин.}$

Подготовительно-заключительное время составляет:

- наладка станка, инструмента и приспособления – 8 мин.;
- получение инструмента и приспособлений до начала и сдача после окончания работы – 6 мин.

Тогда $T_{пз} = 8 + 6 = 14 \text{ мин.}$

Штучно-калькуляционное время определяется по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 1,15 + \frac{14}{100} = 1,29 \text{ мин.}$$

1. Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Расчетная формула
Сталь	$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{n_v}$
Серый чугун	$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}$
Ковкий чугун	$K_{mv} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_v}$

Примечания: 1. σ_b и HB – фактические параметры, характеризующие обрабатываемый материал, для которого рассчитывается скорость резания.

2. Коэффициент K_r , характеризующий группу стали по обрабатываемости, и показатель степени n_v см. в табл. 2.

2. Значения коэффициента K_r и показатели степени n_v в формуле для расчета коэффициента обрабатываемости стали K_{mv} , приведенные в табл. 1

Обрабатываемый материал	Коэффициент для инструмента		Показатели степени n_v , при обработке					
			резцами		сверлами, зенкерами, развертками		фрезами	
	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава
Сталь:								
углеродистая ($C \leq 0,6 \%$)								
σ_b , МПа:								
< 450	1,0	1,0	-1,0		-0,9		-0,9	
450 ... 550	1,0	1,0	1,75		-0,9		-0,9	
> 550	1,0	1,0	1,75		0,9		0,9	

Чугун:									
серый	-	-	1,7	1,25	1,3	1,3	0,95	1,25	
ковкий	-	-	1,7	1,25	1,3	1,3	0,85	1,25	

5. Поправочный коэффициент $K_{пв}$, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания

Состояние поверхности заготовки						
без корки	с коркой					
	Прокат	Поковка	Стальные и чугунные отливки при корке		Медные и алюминиевые сплавы	
			нормальной	сильно загрязненной		
1,0	0,9	0,8	0,8 – 0,85	0,5 – 0,6	0,9	

6. Поправочный коэффициент $K_{ин}$, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Значения коэффициента $K_{ин}$ в зависимости от инструментального материала						
	T5K12B	T5K10	T14K8	T15K6	T15K6	T30K4	BK8
Сталь конструкционная	0,35	0,65	0,8	1,00	1,15	1,4	0,4
	BK8	T5K10	T15K6	P18	-		
Коррозионно-стойкие и жаропрочные стали	1,0	1,4	1,9	0,3	-		
	35 ... 50 HRC				51 ... 62 HRC		
Сталь закаленная	T15K6	T30K4	BK6	BK8	BK4	BK6	BK8
	1,0	1,25	0,85	0,83	1,0	0,92	0,74
Серый и ковкий чугун	BK8	BK6	BK4	BK3	BK3	-	
	0,83	1,0	1,1	1,15	1,25	-	
Сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы	P6M5	BK4	BK6	9XC	XBG	Y12A	-
	1,0	2,5	2,7	0,6	0,6	0,5	-

35. Подачи, мм/об, при сверлении стали, чугуна, медных и алюминиевых сплавов сверлами из быстрорежущей стали

Диаметр сверла D , мм	Сталь			Серый и ковкий чугун, медные и алюминиевые сплавы		
	$HB < 160$	160 ... 240 HB	240 ... 300 HB	$HB > 300$	$HB \leq 170$	$HB > 170$
2 – 4	0,09 – 0,13	0,08 – 0,10	0,06 – 0,07	0,04 – 0,06	0,12 – 0,18	0,09 – 0,12
4 – 6	0,13 – 0,19	0,10 – 0,15	0,07 – 0,11	0,06 – 0,09	0,18 – 0,27	0,12 – 0,18
6 – 8	0,19 – 0,26	0,15 – 0,20	0,11 – 0,14	0,09 – 0,12	0,27 – 0,36	0,18 – 0,24
8 – 10	0,26 – 0,32	0,20 – 0,25	0,14 – 0,17	0,12 – 0,15	0,36 – 0,45	0,24 – 0,31
10 – 12	0,32 – 0,36	0,25 – 0,28	0,17 – 0,20	0,15 – 0,17	0,45 – 0,55	0,31 – 0,35
12 – 16	0,36 – 0,43	0,28 – 0,33	0,20 – 0,23	0,17 – 0,20	0,55 – 0,66	0,35 – 0,41
16 – 20	0,43 – 0,49	0,33 – 0,38	0,23 – 0,27	0,20 – 0,23	0,66 – 0,76	0,41 – 0,47
20 – 25	0,49 – 0,58	0,38 – 0,43	0,27 – 0,32	0,23 – 0,26	0,76 – 0,89	0,47 – 0,54
25 – 30	0,58 – 0,62	0,43 – 0,48	0,32 – 0,35	0,26 – 0,29	0,89 – 0,96	0,54 – 0,60
30 – 40	0,62 – 0,78	0,48 – 0,58	0,35 – 0,42	0,29 – 0,35	0,96 – 1,19	0,60 – 0,71
40 – 50	0,78 – 0,89	0,58 – 0,66	0,42 – 0,48	0,35 – 0,40	1,19 – 1,36	0,71 – 0,81

П р и м е ч а н и е. Приведенные подачи применяют при сверлении отверстий глубиной $l \leq 3D$ с точностью не выше 12-го квалитета в условиях жесткой технологической системы. В противном случае вводят поправочные коэффициенты:

- 1) на глубину отверстия: $K_{гб} = 0,9$ при $l \leq 5D$; $K_{гб} = 0,8$ при $l \leq 7D$; $K_{гб} = 0,75$ при $l \leq 10D$;
- 2) на достижение более высокого качества отверстия в связи с последующей операцией развертывания или нарезания резьбы $K_{ос} = 0,5$;
- 3) на недостаточную жесткость системы СПИЗ: при средней жесткости $K_{жс} = 0,75$; при малой жесткости $K_{жс} = 0,5$;
- 4) на инструментальный материал $K_{им} = 0,6$ для сверла с режущей частью из твердого сплава.

36. Подачи, мм/об, при обработке отверстий зенкерами из быстрорежущей стали и твердого сплава

Обрабатываемый материал	Диаметр зенкера D , мм								
	До 15	Св. 15 до 20	Св. 20 до 25	Св. 25 до 30	Св. 30 до 35	Св. 35 до 40	Св. 40 до 50	Св. 50 до 60	Св. 60 до 80
Сталь	0,5–0,6	0,6–0,7	0,7–0,9	0,8–1,0	0,9–1,1	0,9–1,2	1,0–1,3	1,1–1,3	1,2–1,5
Чугун, $HB \leq 200$ и медные сплавы	0,7–0,9	0,9–1,1	1,0–1,2	1,1–1,3	1,2–1,5	1,4–1,7	1,6–2,0	1,8–2,2	2,0–2,4
Чугун, $HB > 200$	0,5–0,6	0,6–0,7	0,7–0,8	0,8–0,9	0,9–1,1	1,0–1,2	1,2–1,4	1,3–1,5	1,4–1,5

П р и м е ч а н и я: 1. Приведенные значения подачи применять для обработки отверстий с допуском не выше 12-го квалитета. Для достижения более высокой точности (9 – 11-й квалитеты), а также при подготовке отверстий под последующую обработку их одной разверткой или под нарезание резьбы метчиком вводить поправочный коэффициент $K_{ос} = 0,7$.

2. При зенкерении глухих отверстий подача не должна превышать 0,3 – 0,6 мм/об.

37. Подачи, мм/об, при предварительном (черновом) развертывании отверстий развертками из быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал	Диаметр развертки D , мм									
	До 10	Св. 10 до 15	Св. 15 до 20	Св. 20 до 25	Св. 25 до 30	Св. 30 до 35	Св. 35 до 40	Св. 40 до 50	Св. 50 до 60	Св. 60 до 80
Сталь	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0
Чугун, $HB \leq 200$ и медные сплавы	2,2	2,4	2,6	2,7	3,1	3,2	3,4	3,8	4,3	5,0
Чугун, $HB > 200$	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	3,1	3,4	3,8

Примечания: 1. Подачу следует уменьшать:

а) при чистовом развертывании в один проход с точностью по 9 – 11-му качествам и параметром шероховатости поверхности $Ra = 3,2 \dots 6,3$ мкм или при развертывании под полирование и хонингование, умножая на коэффициент $K_{ос} = 0,8$;

б) при чистовом развертывании после черного с точностью по 7-му качеству и параметром шероховатости поверхности $Ra = 0,4 \dots 0,8$ мкм, умножая на коэффициент $K_{ос} = 0,7$;

в) при твердосплавной рабочей части, умножая на коэффициент $K_{мз} = 0,7$.

2. При развертывании глухих отверстий подача не должна превышать 0,2 – 0,5 мм/об.

Паспортные данные вертикально-сверлильного станка 2А135.

Наибольший диаметр сверла – 35 мм.

Наибольший ход шпинделя – 225 мм.

Размеры рабочей поверхности стола: длина – 500 мм, ширина – 450 мм.

Частоты вращения шпинделя – 68, 100, 140, 195, 275, 400, 530, 750, 1100 об./мин.

Подачи шпинделя – 0,115; 0,15; 0,2; 0,32; 0,43; 0,57; 0,725; 0,96; 1,22; 1,6 мм./об.

Мощность главного электродвигателя – 4,5 кВт, частота вращения – 1440 об./мин.

38. Значения коэффициента C_v и показателей степени в формуле скорости резания при сверлении

Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента	Подача s , мм/об	Коэффициент и показатели степени				Охлаждение
			C_v	q	y	m	
Сталь конструкционная углеродистая, $\sigma_s = 750$ МПа	P6M5	$\leq 0,2$	7,0	0,40	0,70	0,20	Есть
$> 0,2$		9,8	0,50				
Сталь жаропрочная 12X18H9T, 141HB		–	3,5	0,50	0,45	0,12	
Чугун серый, 190 HB	BK8	$\leq 0,3$	14,7	0,25	0,55	0,125	Нет
		$> 0,3$	17,1		0,40		
Чугун ковкий, 150 HB	P6M5	$\leq 0,3$	21,8	0,25	0,55	0,125	Есть
		$> 0,3$	25,3		0,40		
	BK8	–	40,4	0,45	0,3	0,20	Нет
Медные гетерогенные сплавы средней твердости, 100 ... 140 HB	P6M5	$\leq 0,3$	28,1	0,25	0,55	0,125	Есть
		$> 0,3$	32,6		0,40		
Силумин и литейные алюминиевые сплавы, $\sigma_s = 100 \dots 200$ МПа, HB ≤ 65 ; дюралюминий, HB ≤ 100		–	$\leq 0,3$	36,3	0,25	0,55	
$> 0,3$	40,7	0,40					

Примечание. Для сверл из быстрорежущей стали рассчитанные по приведенным данным скорости резания действительны при двойной заточке и подточенной перемычке. При одинарной заточке сверл из быстрорежущей стали рассчитанную скорость резания следует уменьшать, умножая ее на коэффициент $K_{sv} = 0,75$.

39. Значения коэффициента C_v и показателей степени в формуле скорости резания при рассверливании, зенкеровании и развертывании

Обрабатываемый материал	Вид обработки	Материал режущей части инструмента	Коэффициент и показатели степени					Охлаждение
			C_v	q	x	y	m	
Конструкционная углеродистая сталь, $\sigma_s = 750$ МПа	Рассверливание	P6M5 BK8	16,2 10,8	0,4 0,6	0,2	0,5 0,3	0,2 0,25	Есть
	Зенкерование	P6M5 T15K6	16,3 18,0	0,3 0,6		0,5 0,3	0,3 0,25	
	Развертывание	P6M5 T15K6	10,5 100,6	0,3 0,3	0,2 0	0,65 0,65	0,4	
Конструкционная закаленная сталь, $\sigma_s = 1600 \dots 1800$ МПа, 49 ... 54 HRC	Зенкерование	T15K6	10,0	0,6	0,3	0,6	0,45	Есть
	Развертывание		14,0	0,4	0,75	1,05	0,85	

Серый чугун, 190 HB	Рассверливание	P6M5 BK8	23,4 56,9	0,25 0,5	0,1 0,15	0,4 0,45	0,125 0,4	Нет
	Зенкерование	P6M5 BK8	18,8 105,0	0,2 0,4	0,1 0,15	0,4 0,45	0,125 0,4	
	Развертывание	P6M5 BK8	15,6 109,0	0,2 0,2	0,1 0	0,5 0,5	0,3 0,45	
Ковкий чугун, 150 HB	Рассверливание	P6M5 BK8	34,7 77,4	0,25 0,5	0,1 0,15	0,4 0,45	0,125 0,4	Есть
	Зенкерование	P6M5 BK8	27,9 143,0	0,2 0,4	0,1 0,15	0,4 0,45	0,125 0,4	Есть
	Развертывание	P6M5 BK8	23,2 148,0	0,2 0,2	0,1 0	0,5 0,5	0,3 0,45	Есть Нет

40. Средние значения периода стойкости сверл, зенкеров и разверток

Инструмент (операция)	Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента	Стойкость T , мин, при диаметре инструмента, мм							
			До 5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-80
Сверло (сверление и рассверливание)	Конструкционная углеродистая и легированная сталь	Быстрорежущая сталь	15	25	45	50	70	90	110	-
		Твердый сплав	8	15	20	25	35	45	-	-
	Коррозионно-стойкая сталь	Быстрорежущая сталь	6	8	15	25	-	-	-	-
Сверло (сверление и рассверливание)	Серый и ковкий чугун, медные и алюминиевые сплавы	Быстрорежущая сталь	20	35	60	75	105	140	170	-
		Твердый сплав	15	25	45	50	70	90	-	-
Зенкеры (зенкерование)	Конструкционная углеродистая и легированная сталь, серый и ковкий чугун	Быстрорежущая сталь и твердый сплав	-	-	30	40	50	60	80	100
Развертки (развертывание)	Конструкционная углеродистая и легированная сталь	Быстрорежущая сталь	-	25	40	80	80	120	120	120
		Твердый сплав	-	20	30	50	70	90	110	140
	Серый и ковкий чугун	Быстрорежущая сталь	-	-	60	120	120	180	180	180
		Твердый сплав	-	-	45	75	105	135	165	210

41. Поправочный коэффициент K_{IV} на скорость резания при сверлении, учитывающий глубину обрабатываемого отверстия

Параметр	Сверление					Рассверливание, зенкерование, развертывание
	3D	4D	5D	6D	8D	
Глубина обрабатываемого отверстия						—
Коэффициент K_{IV}	1,0	0,85	0,75	0,7	0,6	1,0

Таблица 42. Размеры инструментов и диаметры отверстий после растачивания при обработке отверстий по квалитетам 7—9 в сплошном материале

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм	Диаметр, мм						
	Сверла		Отверстия после растачивания	Зенкера	Развертки для отверстия квалитета 9(H9)	Развертки для отверстия квалитета 7(H7)	
	1-го	2-го				черновой	чистой
3	2,9	—	—	—	3	—	—
4	3,9	—	—	—	4	—	4
5	4,8	—	—	—	5	—	5
6	5,8	—	—	—	6	—	6
8	7,8	—	—	—	8	7,96	8
10	9,8	—	—	—	10	9,96	10
12	11,0	—	—	11,85	12	11,95	12
13	12,0	—	—	12,85	13	12,95	13
14	13,0	—	—	13,85	14	13,95	14
15	14,0	—	—	14,85	15	14,95	15
16	15,0	—	—	15,85	16	15,95	16
18	17,0	—	—	17,85	18	17,94	18
20	18,0	—	19,8	19,8	20	19,94	20
22	20,0	—	21,8	21,8	22	21,94	22
24	22,0	—	23,8	23,8	24	23,94	24
25	23,0	—	24,8	24,8	25	24,94	25
26	24,0	—	25,8	25,8	26	25,94	26
28	26,0	—	27,8	27,8	28	27,94	28
30	18,0	28,0	28,8	29,8	30	29,93	30
32	20,0	30,0	31,7	31,75	32	31,93	32
35	20,0	33,0	34,7	34,75	35	34,93	35
38	25,0	36,0	37,7	37,75	38	37,93	38
40	25,0	38,0	39,7	39,75	40	39,93	40
42	25,0	40,0	41,7	41,75	42	41,93	42
45	25,0	43,0	44,7	44,75	45	44,93	45
48	25,0	46,0	47,7	47,75	48	47,93	48
50	25,0	48,0	49,7	49,75	50	49,93	50

Примечания:

1. В случае применения одной развертки на нее распространяется суммарный припуск для черновой и чистой развертки, указанный в таблице.

2. При обработке отверстий диаметром до 15 мм в чугунах зенкер использовать не следует.

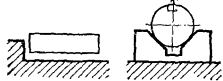
3. Растачивание резцом вместо зенкерования можно производить, например, при необходимости выправить положение оси обрабатываемого отверстия.

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ НА УСТАНОВКУ И СНЯТИЕ ДЕТАЛИ

*Установка в специальны:
приспособлениях*

КАРТА 16, ЛИСТ 1

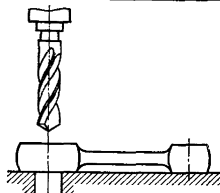
I. Установить деталь и снять вручную

№ позиции	Основные элементы приспособления	Установочная плоскость	Тип приспособления	Вес детали в кг до						
				0,25	1,0	3	8	12	20	30
				Время в мин						
1		Горизонтальная	Открытый	0,08	0,09	0,11	0,15	0,18	0,23	0,27
2			Закрытый (типа кондуктора)	0,09	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25	0,28
3		Вертикальная	Открытый	0,09	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25	0,28
4			Закрытый (типа кондуктора)	0,10	0,11	0,13	0,17	0,22	0,27	0,32

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ, СВЯЗАННОЕ С ПЕРЕХОДОМ

Вертикально-сверлильные станки

КАРТА 27, лист 1



Время на проход

№ позиции	Характер обработки	Вид подачи	Группа станков				
			I	II	III	IV	
			Наибольший диаметр просверливаемого отверстия в мм до				
			12	25	50	75	
			Время в мин				
1	Сверление по разметке	Механическая	0,07	0,10	0,11	0,13	
2		Ручная	0,05	0,07	0,08	0,10	
3	Сверление по кондуктору, рассверливание, зенкование, развертывание	Механическая	0,06	0,08	0,08	0,10	
4		Ручная	0,04	0,05	0,05	0,07	
5	Зенкование, цекование	Ручная	верхней плоскости	0,04	0,05	0,05	0,07
6			нижней плоскости	—	0,38	0,39	0,41
7	Нарезание резьбы машинными метчиками	—	без реверса	0,04	0,05	0,05	0,07
8			с реверсом	0,08	0,09	0,11	0,13

Примечание. При сверлении с предварительной засверловкой отверстия по кондукторной втулке и последующем сверлении без втулки время по поз. 3—4 удваивается.

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ, СВЯЗАННОЕ С ПЕРЕХОДОМ

Вертикально-сверлильные станки

КАРТА 27, лист 2

Время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплексы

№ позиции	Наименование приемов				Время в мин		
			кнопкой	Группа станков			
9	Включить или выключить вращение шпинделя		—	—	0,02		
10			рычагом	Группа станков	I—II	0,02	
11					III—IV	0,03	
12	Изменить число оборотов шпинделя или величину подачи				0,08		
13	Установить и снять инструмент	в быстросменном патроне	без выключения вращения шпинделя ¹ с выключением вращения шпинделя	Диаметр инструмента в мм до	15	0,05	
14				25	0,06		
15				30	0,09		
16				св. 30	0,12		
17		в кулачковом патроне				0,17	
18		в конусе шпинделя при конусе Морзе №				2	0,12
19						3	0,15
20						4	0,18
21						5	0,20
22						6	0,24
23	в державку				для зенковки, цековки или подрезного ножа	0,24	
24					для метчика	0,08	
25	Поставить и снять кондукторную втулку при внутреннем диаметре втулки в мм до				20	0,07	
26					40	0,09	
27					св. 40	0,12	
28	Смазать деталь, инструмент				0,05		

№ позиции	Наименование приемов	Вес детали или детали с приспособлением в кг до			
		5	15	30	
		Время в мин			
29	Переместить деталь или деталь с приспособлением на длину в мм	150—400	0,015	0,02	0,06
30		св. 400	0,03	0,04	0,08
31	Кантовать приспособление	0,04	0,06	0,12	

Время на выводы сверла при сверлении для удаления стружки²

№ позиции	Обрабатываемый материал	Диаметр сверла в мм до	Длина сверления в диаметрах сверла					
			3 d	4 d	6 d	8 d	10 d	Св. 10 d
			Время в мин					
32	Стали углеродистые вязкие, стали жаропрочные	1—2,9	0,03	0,06	0,12	0,18	0,27	0,40
33		10	—	0,05	0,07	0,11	0,18	0,28
34		20	—	0,07	0,14	0,24	0,35	0,50
35		30	—	0,07	0,16	0,30	0,49	0,70
36	Стали конструкционные, латунь и алюминий	1—2,9	0,03	0,05	0,10	0,15	0,25	0,36
37		10	—	0,04	0,06	0,10	0,15	0,22
38		20	—	0,07	0,13	0,20	0,28	0,40
39		30	—	0,07	0,15	0,27	0,42	0,60
40	Чугун, бронза	3—10	—	0,03	0,05	0,07	0,09	0,13
41		20	—	0,07	0,11	0,16	0,21	0,32
42		30	—	0,07	0,15	0,27	0,42	0,60

¹ Применяется только для патронов безопасной конструкции.

² Время на выводы сверла для удаления стружки рассчитано для работы сверлами до 10 мм с ручной подачей и сверлами свыше 10 мм с механической подачей.

**ВРЕМЯ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА
И ПОДГОТОВИТЕЛЬНО-ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ**

Вертикально-сверлильные станки

КАРТА 28

I. Время на обслуживание рабочего места

	Группа станков			
	I	II	III	IV
Наибольший диаметр просверливаемого отверстия в мм до	12	25	50	75
Процент от оперативного времени	3,5	4,0	4,0	4.5

II. Подготовительно-заключительное время на партию

A. На наладку станка, инструмента и приспособлений

№ позиции	Способ установки детали	Количество режущих инструментов в наладке до	Группа станков				
			I	II	III	IV	
			Наибольший диаметр просверливаемого отверстия в мм до				
			12	25	50	75	
			Время в мин				
1	В универсальном приспособлении (тиски, болты с планками, патрон) В кондукторе при установке кондуктора	3	10	11	11	13	
2			6	11	13	13	15
3			Ср. 6	12	14	14	17
4		вручную	3	11	13	13	14
5			6	12	15	15	16
6			Св. 6	13	17	17	18
7		краном	3	14	16	16	17
8			6	15	18	18	19
9			Св. 6	16	20	20	21
10	В универсальном или специальном приспособлении при групповой обработке деталей (частичная наладка станка без смены зажимного приспособления)	3	7	8	8	9	
11		6	8	9	9	11	
12		Св. 6	9	10	10	12	

B. На дополнительные приемы

13	Установить и снять многошпиндельную головку	—	20	20	25
----	---	---	----	----	----

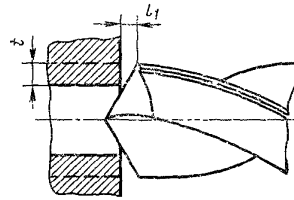
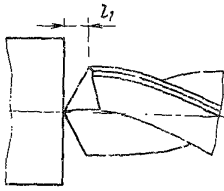
B. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки

14	Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдачу их после окончания обработки партии деталей	5—7			
----	--	-----	--	--	--

**ВЕЛИЧИНЫ ВРЕЗАНИЯ
И ПЕРЕБЕГА ИНСТРУМЕНТА**

*Инструменты для
обработки отверстий*

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1,
лист 2**




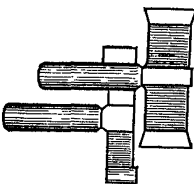
Характер обработки			Диаметр инструмента в мм до										
			3	5	10	15	20	25	30	40	50	60 и более	
			Врезание и перебег l_1 в мм										
Сверление на проход сверлами	с одинарной заточкой		2	2,5	5	6	8	10	12	15	18	23	
	с двойной заточкой		—	—	5	8	10	15	16	18	22	27	
Сверление в упор			1,5	2	4	6	7	9	11	14	17	21	
Расверливание при глубине резания t в мм до			5	—	—	—	4	4	5	5	5	6	
			10	—	—	—	—	—	8	8	8	9	
			15	—	—	—	—	—	—	11	11	12	12
			20	—	—	—	—	—	—	—	14	15	15
			30	—	—	—	—	—	—	—	—	18	18
Зенкование	на проход	Глубина резания t в мм до	1	—	—	—	3	3	3	4	4	5	
			3	—	—	—	5	5	5	6	6	7	
5			—	—	—	—	7	7	8	8	9		
10			—	—	—	—	—	12	13	13	14		
	в упор		—	—	—	2	2	2	3	3	4		
Развертывание цилиндрических отверстий		на проход в упор	—	8	9	15	18	19	19	24	25		
			—	2	3	3	3	3	4	4	4		
Развертывание конических отверстий			1	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5		
Центрование отверстий			1—2	2	—	—	—	—	—	—	—		
Зенкование коническими зенковками			0,5	0,5	1	1	1	1	1	1,5	1,5		
Зенкование и цекование облицовочными инструментами			—	0,5	1	1	1	1	1	1,5	1,5		

Характер подачи	Вес детали в кг до	Машинно-ручное время в оперативном в %	Оперативное время операции в мин до			
			0,1	0,2	0,5	1,0 выше
			Время в % от оперативного времени			
Ручная	1	20	7	6	5	4
		40	7	6	6	5
		80	7	7	7	7
	5	20	—	7	6	5
		40	—	7	6	6
		80	—	7	7	8
	10	20	—	—	7	5
		40	—	—	7	6
		80	—	—	8	8
	20 и выше	20	—	—	8	7
		40	—	—	8	8
		80	—	—	8	9
Механическая	—	—	4	4	4	4

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ
НА КОНТРОЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Измерения

КАРТА 86, лист 4

№ позиции	Измерительный инструмент	Точность измерения	Измеряемый размер в мм до	Длина измеряемой поверхности в мм до				
				25	50	100	200	
				Время в мин				
68	 <p>Калибр-пробка гладкая двусторонняя</p>	4—5-й классы	25	0,06	0,07	0,09	0,11	
69			50	0,08	0,09	0,11	0,17	
70			100	0,10	0,11	0,13	0,18	
71			2—3-й классы	25	0,10	0,11	0,14	0,20
72				50	0,12	0,13	0,16	0,22
73				100	0,15	0,16	0,20	0,27
74			1-й класс	25	0,18	0,20	0,24	0,32
75				50	0,20	0,22	0,27	0,36
76				100	0,27	0,30	0,36	0,48
77		 <p>Калибр пробка неполная (плоская)</p>	4—5-й классы	100	0,12	0,13	0,16	0,22
78				200	0,16	0,19	0,22	0,30
79				300	0,19	0,21	0,26	0,35
80			2—3-й классы	100	0,21	0,23	0,29	0,38
81				200	0,27	0,30	0,37	0,50
82				300	0,32	0,36	0,44	0,60

**ПЕРИОДИЧНОСТЬ КОНТРОЛЬНЫХ
ИЗМЕРЕНИЙ ДЕТАЛИ НА ОПЕРАЦИЮ**

Измерения

КАРТА 87, лист 1

Виды обрабатываемых поверхностей. Характер обработки		Точность измерения	Измеряемый размер в мм до	Способ достижения размеров обработки			
				Обеспечивается конструктивными размерами режущего инструмента	Работа инструментом, установленным на размер	Работа с пробниками стружками или по лимбу	
							Периодичность промеров — коэффициенты
Цилиндрические	Точение, растачивание, развертывание, наружное шлифование и внутреннее протягивание	4—5-й классы	50 200 Св. 200	0,3 0,4 0,5	0,4 0,5 0,6	0,8 0,9 1,0	
		2—3-й классы	50 200 Св. 200	0,4 0,5 0,6	0,5 0,6 0,7	1,0 1,0 1,0	
		1-й класс	100	1,0	1,0	1,0	
	Бесцентровое шлифование	4—5-й классы	100	—	0,01	—	
		2—3-й классы		—	0,02	—	
		1-й класс		—	0,03	—	
	Хонингование, суперфиниш	1—2-й классы	—	—	1	—	
	Цилиндрические и плоскости	Лапингование	1—2-й классы	—	—	1	—
	Плоскости	Шлифование	0,01 мм	200	—	—	1,0
			0,05 мм	50 200 Св. 200	— — —	— — —	0,8 0,9 1,0
0,10 мм				50 200 Св. 200	— — —	— — —	0,7 0,8 0,9
				0,20 мм	50 200 Св. 200	— — —	— — —
Фрезерование, строгание			0,10 мм		50 200 Св. 200	— — —	0,3 0,4 0,5
				0,20 мм	50 200 Св. 200	— — —	0,2 0,3 0,4
		0,50 мм			50 200 Св. 200	— — —	0,1 0,2 0,3
			Св. 200		50 200	— —	0,1 0,1
				0,50 мм	Св. 200	—	0,2