

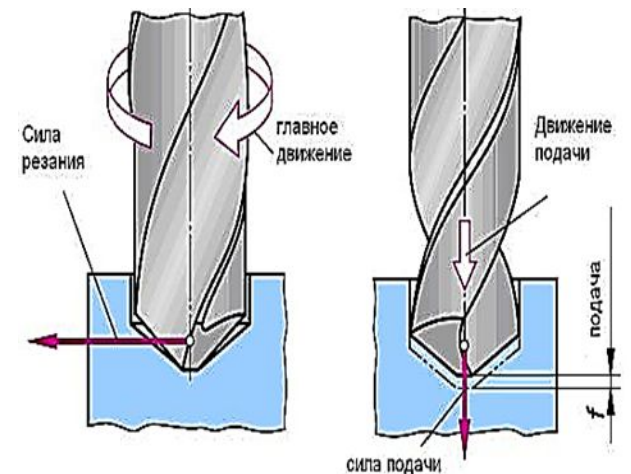
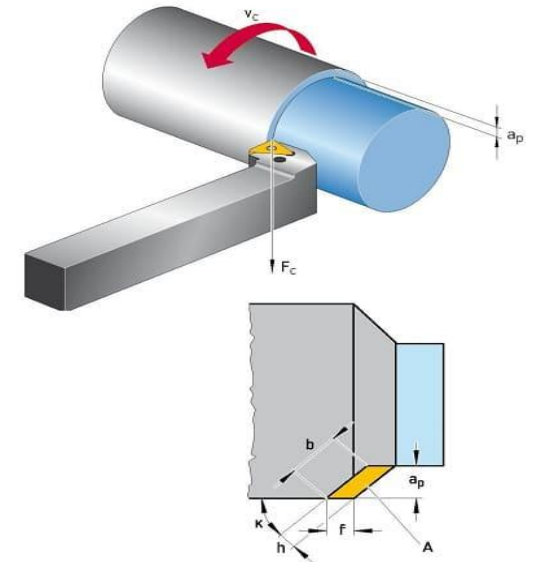
Основные технологические параметры для токарного оборудования это :

- ✓ глубина резания;
- ✓ подача и обороты шпинделя;
- ✓ скорость резания.

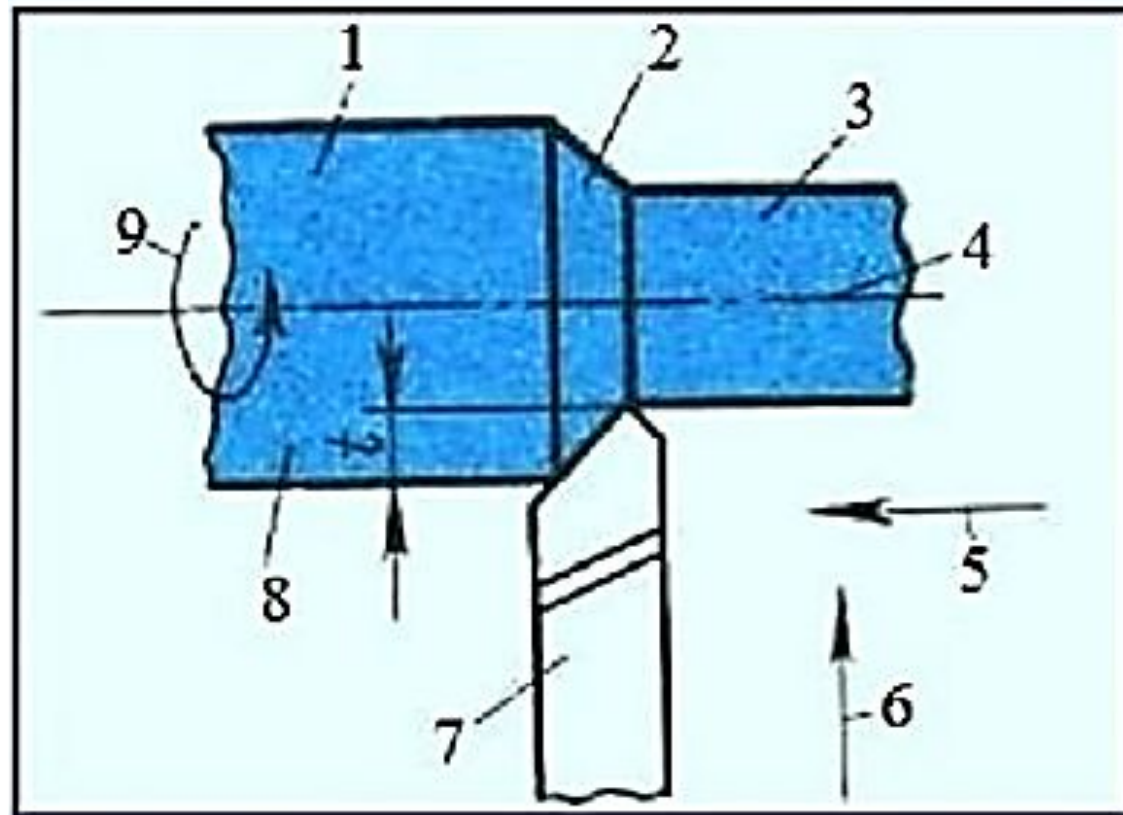
Существует взаимовлияние режимов резания и основных элементов производственной экономики. Среди них самые значимые — это:

- ✓ производительность оборудования;
- ✓ качественные показатели производства;
- ✓ стоимость выпускаемых изделий;
- ✓ износ оборудования;
- ✓ стойкость инструмента;
- ✓ безопасность труда.

Токарная обработка один из важных способов обработки (ремонта) изделий из металла путем срезания с заготовки лишнего слоя металла до получения детали требуемой формы, размеров и шероховатости поверхности



Основные поверхности заготовки и основные движения, осуществляющие процесс резания



1 – обрабатываемая поверхность , 2- поверхность резания, 3- обработанная поверхность,
4 – ось вращения заготовки, 5 – продольная подача, 6- поперечная подача, 7 – резец,
8 – заготовка, 9 – главное (вращательное) движение, t – глубина резания

Глубина

Припуск — это толщина металла, удаляемого токарным резцом с заготовки до достижения ею чистового размера. При обточке и расточке он удаляется поэтапно за заданное число резов. Толщина металла, удаляемого за единичный проход резца, в механообработке носит название глубина резания и измеряется в миллиметрах. В технологических расчетах и таблицах этот параметр обозначают буквой **t**.

При операциях обточки она равна $1/2$ разности диаметров перед и после обточки детали и вычисляется по формуле:

$$t = (D-d)/2,$$

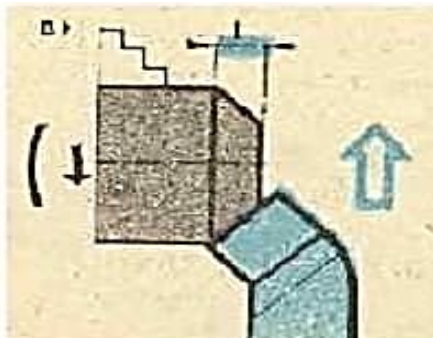
где **t** — глубина резания;

D — диаметр заготовки;

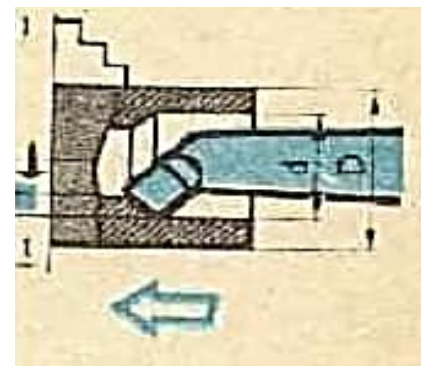
d — заданный диаметр детали.

При операциях подрезки — это размер слоя металла, удаляемого с торца заготовки за единичный проход резца, а при проточке и отрезке — глубина канавки.

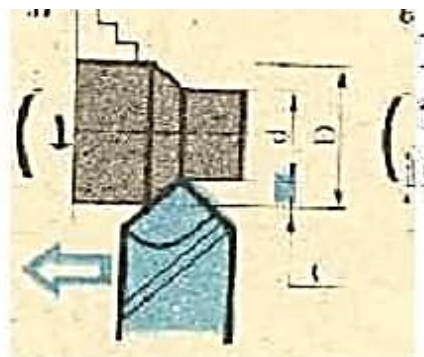
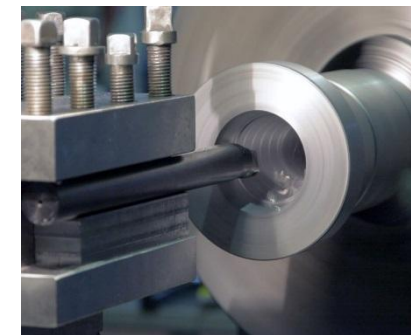
Глубина резания при различных видах обработки



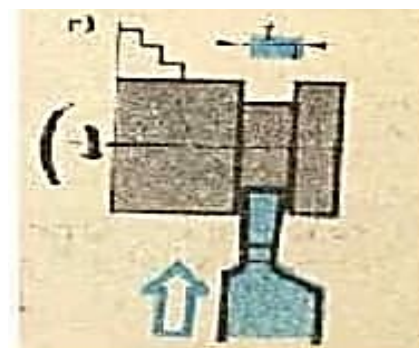
Подрезание торца



Растачивание



Наружное точение (обтачивание)



Отрезание



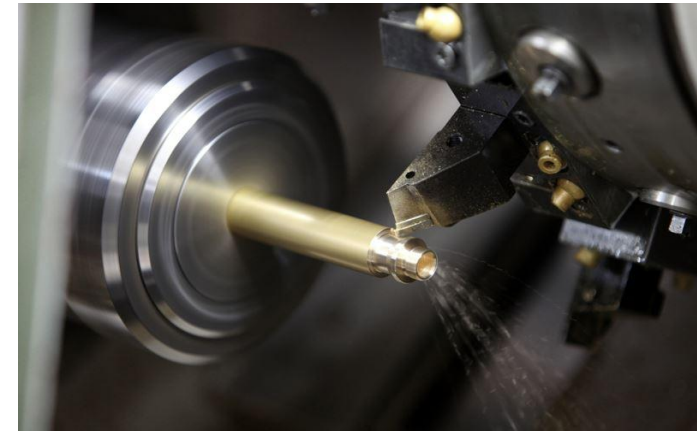
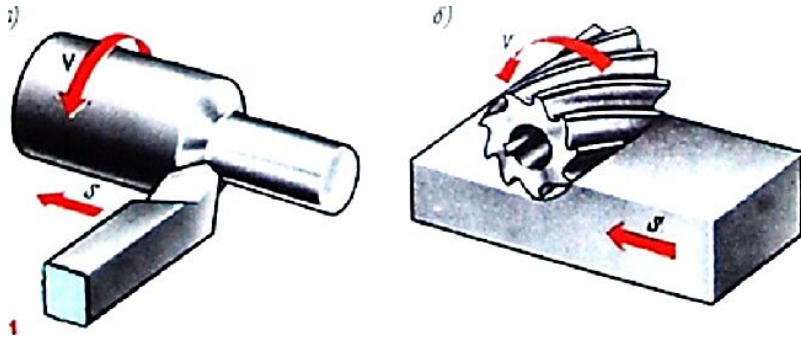
Подача

Подача при токарной обработке — это длина пути при поперечном перемещении режущей кромки резца, совершаемом ей за единственный оборот шпинделя. Ее измеряют в мм/об, в технологической документации обозначают буквой S и подбирают по технологическим справочникам. Величина подачи зависит от мощности главного привода, значения t , габаритов и физических свойств обрабатываемой заготовки. При точении она рассчитывается по формуле:

$$S=(0,05...0,25) \times t,$$

где t — глубина резания;

S — подача режущего инструмента.



При операции точения подача на токарном станке должна устанавливаться на максимально возможное число, но с учетом технологических параметров станка и применяемого инструмента.

При операциях **по черновому точению** она зависит от мощности главного привода и устойчивости детали, а **при чистовом точении** основным критерием является заданный класс шероховатость поверхности

Скорость

Скорость резания при токарной обработке — это суммарная траектория режущей кромки резца за единицу времени. Ее размерность — в м/мин, а в таблицах и расчетах ее обозначают буквой **V** и подбирают по технологической документации или рассчитывают по формулам. В последнем случае расчет происходит в следующей последовательности:

- ✓ вычисляется величина **t**;
- ✓ по справочнику выбирается значение **S**;
- ✓ определяется табличное значение **v_T**;
- ✓ рассчитывается уточненное значение **v_{уТ}** (умножением на корректирующие коэффициенты);
- ✓ с учетом скорости вращения шпинделя выбирается фактическое значение **v_ф**.

При продольном и поперечном точении, при растачивании скорость резания, м/мин, рассчитывают по эмпирической формуле

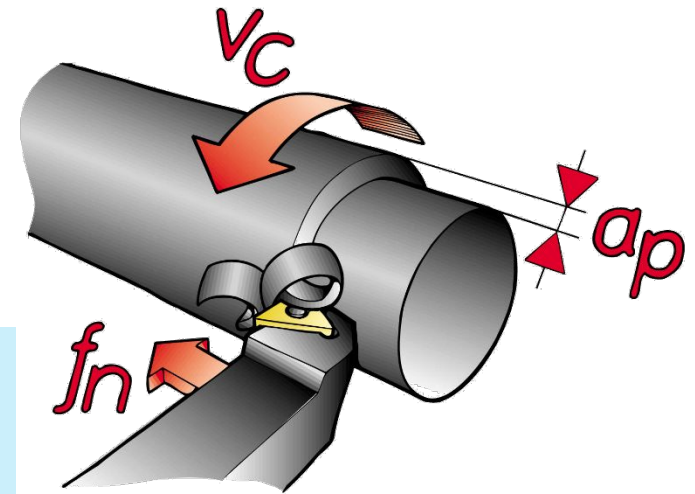
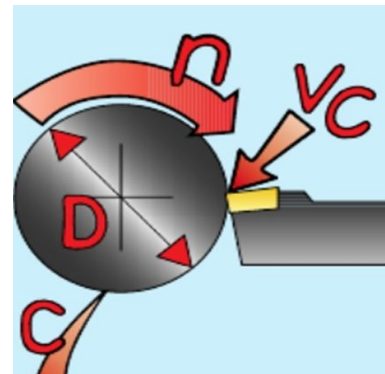
$$V = \frac{C_v}{T^{mv} \cdot S^{uv}} \cdot k_v$$

где: **C_v**, **x_v**, **u_v**, **m_v** - эмпирические коэффициенты и показатели степени, приведенные в таблице(1), для (стандартных – обработка стали 45, с s_B = 750 МПа без корки, режущим инструментом из твёрдого сплава Т15К6 и т.д.) условий обработки

T – период стойкости режущего инструмента в мин.

S — подача режущего инструмента

t – глубина резания;



Скорость резания **V** имеет размерность м/мин и в общем виде вычисляется по формуле:

$$V = \pi \times D \times n / 1000,$$

где **D** — диаметр заготовки в мм;

n — скорость шпинделя в об/мин

π - математическая постоянная равная 3,14

По расчетам скорости резания определяем требуемую частоту вращения шпинделя станка , мин , а затем корректируем по пасторату станка

$$n = 1000 \cdot V / \pi \cdot D$$

где: **V** – скорость резанья,

D – диаметр заготовки,

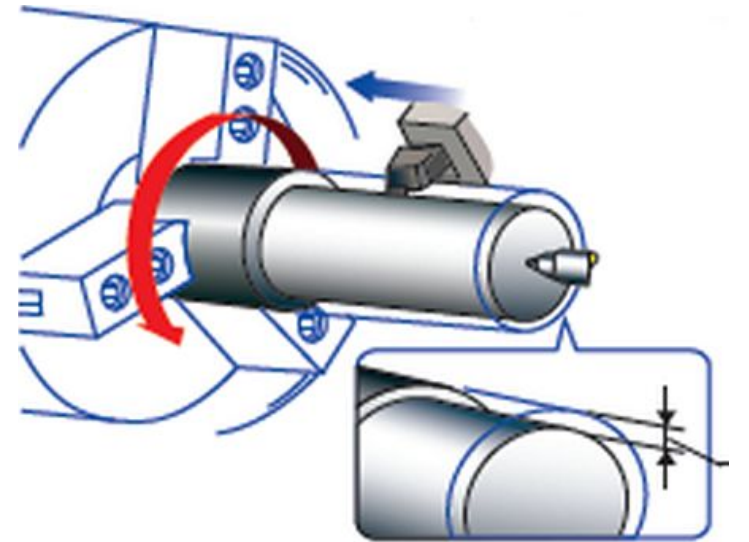
π – постоянный коэффициент (**3,14**)

Определяем фактическую скорость резанья по формуле

$$V_{\text{фк}} = \pi \cdot D \cdot n / 1000$$

где: **D** – диаметр заготовки,

n – частота вращения шпинделя



Значения коэффициента C_v и показателей степени в формулах скорости резания при точении (1)

Вид обработки	Инструментальный материал	Подача, мм/об	C_v	xv	yv	mv
Обработка конструкционной стали, $S_B = 750$ МПа						
Наружное продольное точение	T15K6	SJ0,3	420	0,15	0,2	0,2
		0,3<SJ0,7	350		0,35	
		S>0,7	340		0,45	
Отрезание	T5K10	-	47	0	0,8	0,2
	P18*		23,7	0	0,66	0,25
Фасонное	P18*		22,7	0	0,5	0,3
Нарезание резьбы	T15K6		244	0,23	0,3	0,2
	P6M5	SJ2	14,8	0,7	0,3	0,11
		S>2	30	0,6	0,25	0,08
Обработка серого чугуна , HB 150						
Наружное точение	BK6	SJ0,4	292	0,15	0,2	0,2
		S>0,4	243	0,15	0,4	0,2
Отрезание		-	68,5	0	0,4	0,2
Резьба		-	83	0,45	-	0,33
Обработка медных сплавов, HB 100 - 140						
Наружное точение	P18	SJ0,2	270	0,12	0,25	0,23
		S>0,2	182		0,3	
Обработка алюминиевых сплавов						
Наружное точение	P18	SJ0,2	485	0,12	0,25	0,28
		S>0,2	328		0,5	

Примечания: * - работа с охлаждением; при растачивании принимать скорость резания, равную скорости резания для наружного точения с введением поправочного коэффициента 0,9.

Значения коэффициента C_v и показателей степени в формуле скорости резания при обработке материалов осевым режущим инструментом (2)

Обрабатываемый материал	Вид обработки	Инструментальный материал	C_v	qv	xv	yv	mv
Сталь конструкционная, $s_B = 750$ МПа	Сверление	P6M5	9,8	0,4	-	0,5	0,2
	Рассверливание	P6M5	16,2	0,4	0,2	0,5	0,2
		BK8	10,8	0,6	0,2	0,3	0,25
	Зенкерование	P6M5	16,3	0,3	0,2	0,5	0,3
		T15K6	18	0,6	0,2	0,3	0,25
	Развёртывание	P6M5	10,5	0,3	0,2	0,65	0,4
T15K6		100,6	0,3	0	0,65	0,4	
Чугун серый НВ 190	Сверление	P6M5	14,7	0,25	-	0,55	0,125
		BK8	34,2	0,45	-	0,3	0,2
	Рассверливание	P6M5	23,4	0,25	0,1	0,4	0,125
		BK8	56,9	0,5	0,15	0,45	0,4
	Зенкерование	P6M5	18,8	0,2	0,1	0,4	0,125
		BK8	105	0,4	0,15	0,45	0,4
	Развёртывание	P6M5	15,6	0,2	0,1	0,5	0,3
		BK8	109	0,2	0	0,5	0,45
Медные сплавы	Сверление	P6M5	28,1	0,25	-	0,55	0,125
Силумин и литейные алюминиевые сплавы	Сверление	P6M5	36,3	0,25	-	0,55	0,125

Значения коэффициента C_v и показателей степени в формуле скорости резания при фрезеровании(3)

Фрезы	Инструментальный материал	S_z	C_v	qv	xv	yv	uv	pv	mv
Обработка конструкционной стали, $s_B=750$ МПа									
Торцовые	T15K6	-	332	0,2	0,1	0,4	0,2	0	0,2
	P6M5*	J0,1	64,7	0,25		0,2	0,15		
		>0,1	41			0,4			
Цилиндрические	P6M5*	J 0,1	55	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
		>0,1	35,4			0,4			
Дисковые совставными ножами	T15K6	<0,06	1825	0,2	0,3	0,12	0,1	0	0,35
		0,06-0,12	1340		0,4		0		
		i0,12	740		0,4				
	P6M5*	J0,1	75,5	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
		>0,1	48,5			0,4			
Дисковые цельные	P6M5*	-	68,5	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Отрезные	P6M5*	-	53	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Концевые	T15K6	-	234	0,44	0,24	0,26	0,1	0,1	0,37
	P6M5*	-	46,7	0,45	0,5	0,5	0,1	0,1	0,33
Угловые и фасонные	P6M5*	-	48,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Шпоночные		-	12	0,3	0,3	0,25	0	0	0,26

Фрезы	Инструментальный материал	S_z	C_v	qv	xv	yv	uv	pv	mv
Обработка конструкционной стали, $s_B=750$ МПа									
Торцовые	T15K6	-	332	0,2	0,1	0,4	0,2	0	0,2
	P6M5*	J0,1	64,7	0,25		0,2			
		>0,1	41			0,4			
Цилиндрические	P6M5*	J 0,1	55	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
		>0,1	35,4			0,4			
Дисковые совставными ножами	T15K6	<0,06	1825	0,2	0,3	0,12	0,1	0	0,35
		0,06-0,12	1340		0,4		0		
		i0,12	740		0,4				
	P6M5*	J0,1	75,5	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
		>0,1	48,5			0,4			
Дисковые цельные	P6M5*	-	68,5	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Отрезные	P6M5*	-	53	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Концевые	T15K6	-	234	0,44	0,24	0,26	0,1	0,1	0,37
	P6M5*	-	46,7	0,45	0,5	0,5	0,1	0,1	0,33
Угловые и фасонные	P6M5*	-	48,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Шпоночные		-	12	0,3	0,3	0,25	0	0	0,26

Продолжение таблицы (3)

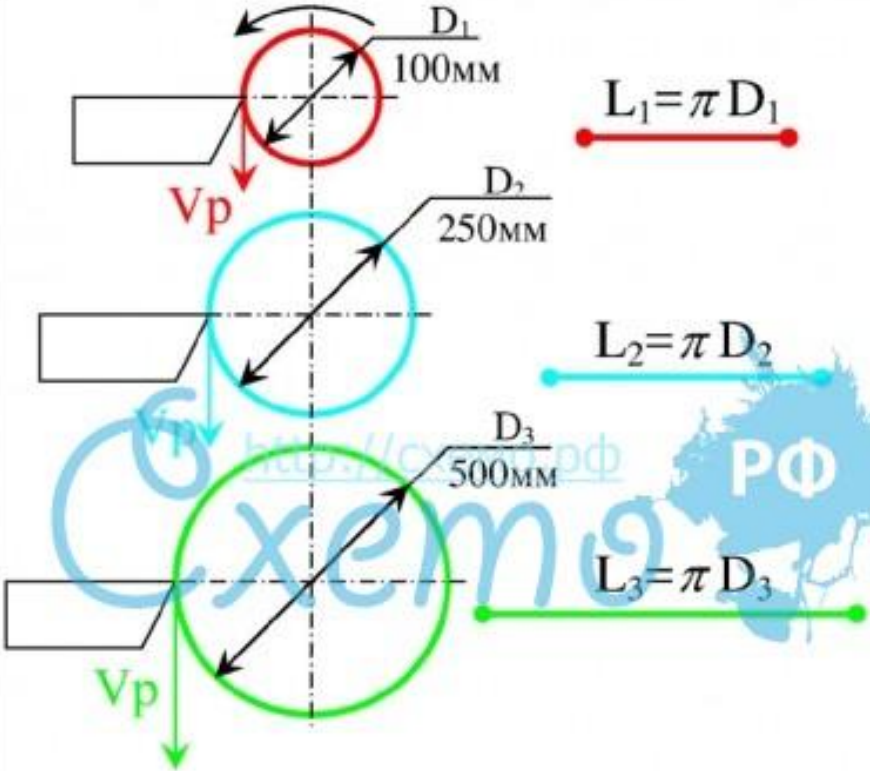
Обработка алюминиевых сплавов, $S_B=100-200$ МПа, НВ J 65									
Торцовые	P6M5*	J 0,1	245	0,25	0,1	0,2	0,15	0,1	0,2
		>0,1	155			0,4			
Цилиндрические		J 0,1	208	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
		>0,1	133,5			0,4			
Дисковые		J 0,1	285	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
		>0,1	183,4			0,4			
Отрезные		-	200	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Концевые		-	185,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33

* - обработка с охлаждением

Значения коэффициентов и показателей степени в формулах скорости резания для резьбовых инструментов

Обрабатываемый материал	Нарезание резьбы	Материал режущей части	Условия резания или конструкции инструмента	Коэффициент и показатели степени					Среднее значение периода стойкости T, мин	
				C_v	x	y	q	t		
Сталь конструкционная углеродистая, $s_B = 750$ МПа	Крепежной резцами	T15K6	-	244,0	0,23	0,30	-	0,20	70	
		P6M5	Черновые ходы: P < 2 мм P > 1 мм	14,8	0,70	0,30	-	0,11	80	
				30,0	0,60	0,25	0,08			
		Чистовые ходы	41,8	0,45	0,30	-	0,13			
	Трапецеидальной, резцами	P6M5	Черновые ходы	32,6	0,60	0,20	-	0,14	70	
			Чистовые ходы	47,8	0,50	0	-	0,18		
		Метчиками	P6M5	-	64,8	-	0,5	1,2	0,90	90
		Круглыми плашками	9XC У12А	-	2,7	-	1,2	1,2	0,50	90
Серый чугун, НВ 190	Крепежной резцами	ВК6	-	83,0	0.45	0	-	0,33	70	
Силумин	Метчиками	P6M5	-	20,0	-	0.5	1,2	0,9	90	

Скорость резания

Физика	Обработка резанием	
<p>1. 100мм</p> <p>2. 250мм</p> <p>3. 500мм</p> <p>$V_1 < V_2 < V_3$</p>	 <p>$L_1 = \pi D_1$</p> <p>$L_2 = \pi D_2$</p> <p>$L_3 = \pi D_3$</p> <p>$V_1 < V_2 < V_3$ при $n = \text{const}$</p>	<p>$n_1 = 1 \text{ мин}^{-1}$</p> <p>$n_2 = 50 \text{ мин}^{-1}$</p> <p>$n_3 = 100 \text{ мин}^{-1}$</p> <p>$V_1 < V_2 < V_3$ при $D = \text{const}$</p>
$V = \frac{S}{t} \left[\frac{\text{мм}}{\text{мин}} \right]$	$V = \pi D n \left[\frac{\text{мм}}{\text{мин}} \right] \longrightarrow V = \frac{\pi D n}{1000} \left[\frac{\text{м}}{\text{мин}} \right]$	

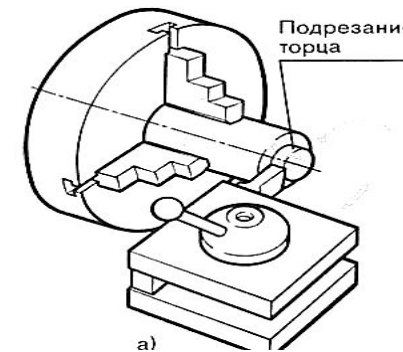


Рис. 1.13. Скорость резания

Выбор режимов резания при сверлении

Скорость резания V — это путь, проходимый в направлении главного движения наиболее удаленной от оси сверла точкой режущей кромки в единицу времени:

$$V = \pi \cdot d \cdot n / 1000 \text{ (м/мин)}$$

где: V — скорость резанья,

D — диаметр заготовки,

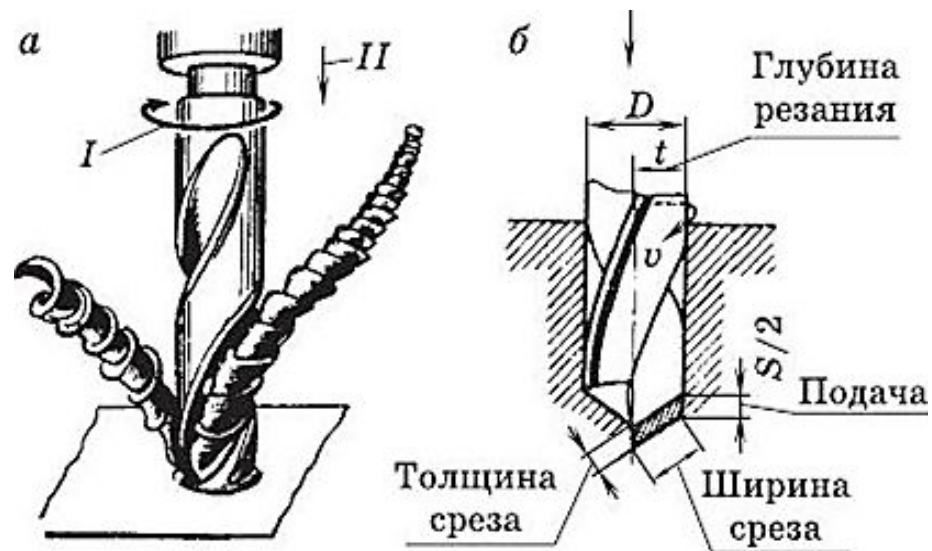
π — постоянный коэффициент (**3,14**)

Подача S — величина перемещения сверла вдоль оси за один его оборот (или за один оборот заготовки, если она вращается, а сверло движется только поступательно). Подача измеряется в миллиметрах на оборот (мм/об). В некоторых случаях приходится пользоваться минутной подачей $S_{\text{МИН}}$ (это осевое перемещение сверла за одну минуту):

$$S_{\text{МИН}} = S \cdot n \text{ (мм/мин)}$$

где: S — подача,

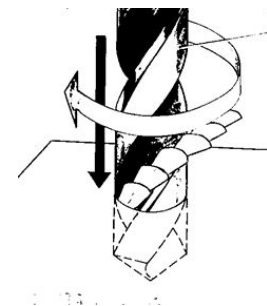
n — частота вращения шпинделя



Глубина резания t — расстояние от обработанной поверхности до оси сверла.
При сверлении глубина резания равна половине диаметра сверла:

$$t = d/2 \text{ (мм)}$$

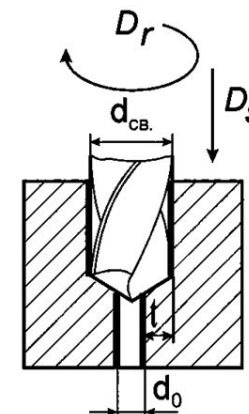
где **t** — глубина резания;
 d — диаметр сверла.



При рассверливании **глубина резания t** определяется как половина разности между диаметром сверла **D_c** (мм) и диаметром ранее полученного отверстия **d_o** (мм):

$$t = (D - d)/2 \text{ (мм)}$$

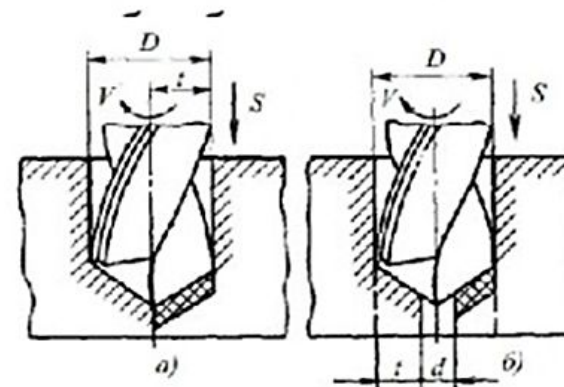
где **t** — глубина резания;
 D — диаметр сверла;
 d — диаметр отверстия.



Частота вращения n - шпинделя по формуле

где: **V** — скорость резанья,
 D — диаметр сверла,
 π — постоянный коэффициент (**3,14**)

$$n = 1000 \cdot V / \pi \cdot D$$



Рекомендуемые значения подачи и скорости резания при сверлении

Сверло		Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин, для обрабатываемого материала		
Материал	Диаметр,мм		Сталь	Чугун	Латунь
Углеродистая сталь	5...10	0,15...0,20	12...8	10...8	13...10
	10...20	0,25...0,15	10...13	10...13	13...15
	Свыше 20	0,15...0,05	13...10	13...10	16...13
Быстрорежущая сталь	5...10	0,15...0,20	30...20	25...20	30...25
	10...20	0,25...0,15	25...35	25...35	30...40
	Свыше 20	0,15...0,05	35...30	35...30	40...35

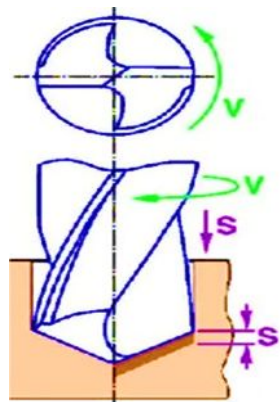
Частота вращения шпинделя станка для заданной скорости резания

Таблица 1

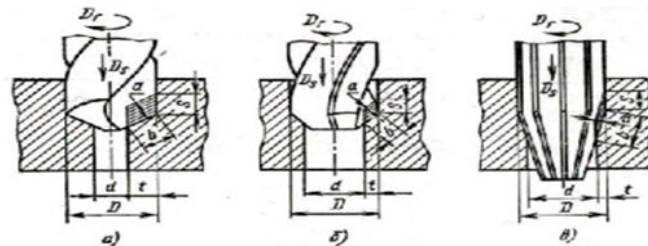
Диаметр сверла, мм	Значение частоты вращения, об/мин, при скорости резания, м/мин						
	10	15	20	25	30	40	50
1	3 180	4 780	6 370	7 960	9 550	12 730	15 920
2	1 590	2 390	3 190	3 980	4 780	6 370	7 960
3	1 061	1 590	2 120	2 660	3 180	4 250	5 320
4	796	1 195	1 595	1 990	2 390	3 185	3 980
5	637	955	1 275	1 590	1 910	2 550	3 180
6	530	796	1 061	1 326	1 590	2 120	2 652
8	398	597	796	996	1 190	1 590	1 992
10	318	478	637	796	955	1 273	1 592

Продолжение таблицы 1

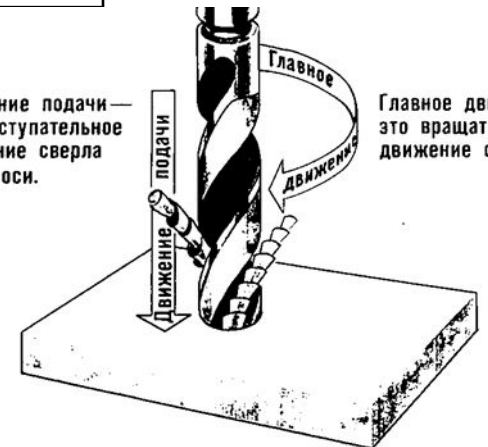
Диаметр сверла, мм	Значение частоты вращения, об/мин, при скорости резания, м/мин						
	10	15	20	25	30	40	50
12	265	398	530	663	796	1 060	1 326
14	227	341	455	568	682	910	1 136
16	199	298	398	497	597	795	994
18	177	265	353	442	531	708	884
20	159	239	318	398	478	637	796



S- Движение подачи;
V- Главное движение (вращение);



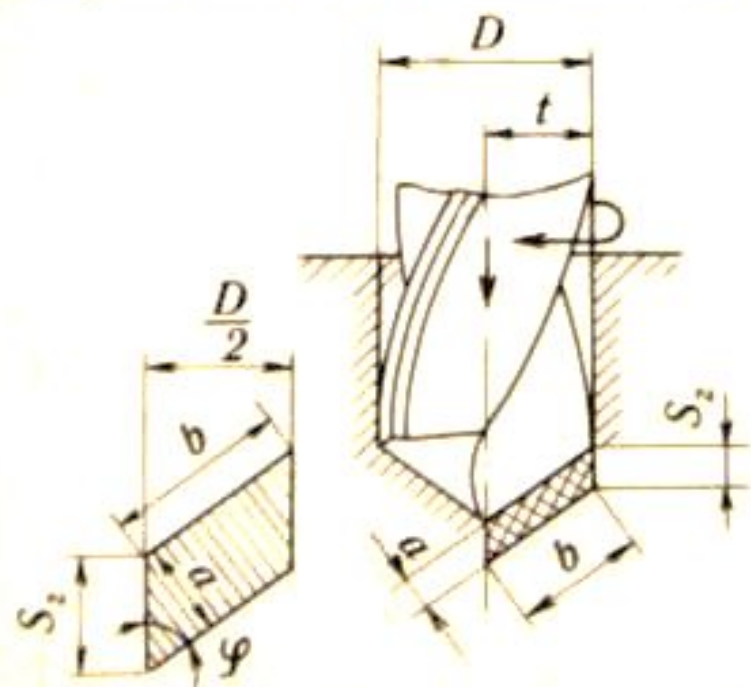
Движение подачи — это поступательное движение сверла вдоль оси.



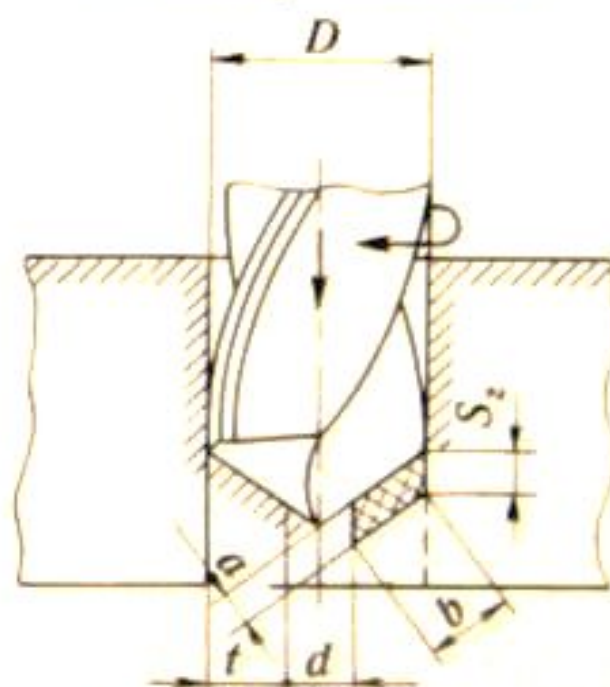
Главное движение это вращательное движение сверла.

Сверление осуществляется в результате двух совместных движений сверла: главного движения и движения подачи.

Сверление в сплошном материале



Рассверливание



Скорость резания $v = \frac{\pi D n}{1000}$ м/мин

Подача $S_z = \frac{S_0}{2}; S_m = S_0 n$ мм/мин

$t = \frac{D}{2}$ мм (при сверлении)

Глубина резания

$t = \frac{D - d}{2}$ мм (при рассверливании)