

Тема 1.8 Скорость резания.
Практическая работа
Расчёт скорости резания при точении.

Формула для определения скорости резания при точении:

$$V_u = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} K_v$$

где: C_v - коэффициент, характеризующий обрабатываемый металл и условия его обработки;

T - стойкость режущего инструмента, мин (принимается в диапазоне 30...90 мин);

m - показатель относительной стойкости;

t – глубина резания, мм;

s – подача, мм/об;

x_v и y_v – показатели степеней;

K_v – общий поправочный коэффициент на изменённые условия обработки по отношению к тем, для которых дается значение коэффициента C_v (K_v равен произведению частных поправочных коэффициентов).

Значения радиуса при вершине резца брать $r = 1,2$ мм

Твёрдость чугунов: серый чугун HB = 200; ковкий чугун HB = 160

1) Глубина резания (t) - расстояние между обработанной и обрабатываемой поверхностями, измеренное перпендикулярно обработанной поверхности.

Формула для вычисления глубины резания:

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

t - глубина резания (мм),

D - диаметр детали до прохода резца при точении (мм),

d - диаметр детали после прохода резца при точении (мм).

При расчётах принимается:

Черновое точение – снимается 70% припуска;

Получистовое, чистовое (в зависимости от качества и шероховатости) – снимается 25-30% припуска;

Тонкое точение, шлифование (окончательный припуск) – снимается 5% припуска.

К примеру, нужно обработать деталь до диаметра $\varnothing 50k6$, с шероховатостью Ra1,25, из заготовки диаметром $\varnothing 60$ мм.

Тогда, величина общего припуска на сторону будет равна: $(60-50)/2 = 5$ мм

Т.к. имеем высокий квалитет точности изготовления k6 и шероховатость Ra1,25, наш припуск разделится на черновой, получистовой и окончательный, соответственно, на основании выше сказанного:

Черновой припуск = $0,7 \cdot 5 = 3,5$ мм;

Получистовой припуск = $0,25 \cdot 5 = 1,25$ мм

Окончательный = $0,05 \cdot 5 = 0,25$ мм

Глубина резания принимается в зависимости от величины припуска. Рекомендуется вести обработку за один проход. Минимальное число проходов определяется мощностью

станка, жесткостью детали и заданной точностью обработки. При черновой обработке (если условия позволяют) глубину резания назначают максимальной – равной всему припуску.

Точные поверхности обрабатывают вначале предварительно, затем окончательно. При чистовой обработке глубину резания назначают в зависимости от требуемых степени точности и шероховатости поверхности в следующих пределах: до шероховатости Ra12,5 включительно, принимают равной припуску, если это возможно; для шероховатости поверхности от Ra6,3 до Ra2,5 включительно глубина резания 0,5 – 2,0 мм; для шероховатости от Ra2,5 до Ra0,32 – 0,4 – 0,05 мм.

2) Подача (s) - выбирают из нормативных таблиц в зависимости от марки обрабатываемого материала, размеров заготовки и выбранной глубины резания.

11. Подачи при черновом наружном точении резцами с пластинами из твердого сплава и быстрорежущей стали

Диаметр детали, мм	Размер державки резца, мм	Обрабатываемый материал												
		Сталь конструкционная углеродистая, легированная и жаропрочная					Чугун и медные сплавы							
		Подача s, мм/об, при глубине резания t, мм												
		До 3	Св. 3 до 5	Св. 5 до 8	Св. 8 до 12	Св. 12	До 3	Св. 3 до 5	Св. 5 до 8	Св. 8 до 12	Св. 12			
До 20	От 16 × 25 до 25 × 25	0,3–0,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Св. 20 до 40	От 16 × 25 до 25 × 25	0,4–0,5	0,3–0,4	–	–	–	0,4–0,5	–	–	–	–	–	–	–
» 40 » 60	От 16 × 25 до 25 × 40	0,5–0,9	0,4–0,8	0,3–0,7	–	–	0,6–0,9	0,5–0,8	0,4–0,7	–	–	–	–	–
» 60 » 100	От 16 × 25 до 25 × 40	0,6–1,2	0,5–1,1	0,5–0,9	0,4–0,8	–	0,8–1,4	0,7–1,2	0,6–1,0	0,5–0,9	–	–	–	–
» 100 » 400	От 16 × 25 до 25 × 40	0,8–1,3	0,7–1,2	0,6–1,0	0,5–0,9	–	1,0–1,5	0,8–1,9	0,8–1,1	0,6–0,9	–	–	–	–
» 400 » 500	От 20 × 30 до 40 × 60	1,1–1,4	1,0–1,3	0,7–1,2	0,6–1,2	0,4–1,1	1,3–1,6	1,2–1,5	1,0–1,2	0,7–0,9	–	–	–	–
» 500 » 600	От 20 × 30 до 40 × 60	1,2–1,5	1,0–1,4	0,8–1,3	0,6–1,3	0,1–1,2	1,5–1,8	1,2–1,6	1,0–1,4	0,9–1,2	0,8–1,0	–	–	–
» 600 » 1000	От 25 × 40 до 40 × 60	1,2–1,8	1,1–1,5	0,9–1,4	0,8–1,4	0,7–1,3	1,5–2,0	1,3–1,8	1,0–1,4	1,0–1,3	0,9–1,2	–	–	–
» 1000 » 2500	От 30 × 45 до 40 × 60	1,3–2,0	1,3–1,8	1,2–1,6	1,1–1,5	1,0–1,5	1,6–2,4	1,6–2,0	1,4–1,8	1,3–1,7	1,2–1,7	–	–	–

Примечания: 1. Нижние значения подач соответствуют меньшим размерам державки резца и более прочным обрабатываемым материалам, верхние значения подач – большим размерам державки резца и менее прочным обрабатываемым материалам.

2. При обработке жаропрочных сталей и сплавов подачи свыше 1 мм/об не применять.

3. При обработке прерывистых поверхностей и при работах с ударами табличные значения подач следует уменьшать на коэффициент 0,75–0,85.

4. При обработке закаленных сталей табличные значения подачи уменьшать, умножая на коэффициент 0,8 для стали с HRC 44–56 и на 0,5 для стали с HRC 57–62.

12. Поддачи при черновом растачивании на токарных, токарно-револьверных и карусельных станках резцами с пластинами из твердого сплава и быстрорежущей стали

Резец или оправка		Обрабатываемый материал											
Диаметр круглого сечения резца или размеры прямоугольного сечения оправки, мм	Вылет резца или оправки, мм	Сталь конструкционная углеродистая, легированная и жаропрочная						Чугун и медные сплавы					
		Поддача s , мм/об, при глубине резания t , мм											
		2	3	5	8	12	20	2	3	5	8	12	20
<i>Токарные и токарно-револьверные станки</i>													
10	50	0,08	—	—				0,12—0,16	—				
12	60	0,10	0,08					0,12—0,20	0,12—0,18				
16	80	0,1—0,2	0,15	0,1				0,20—0,30	0,15—0,25	0,1—0,18			
20	100	0,5—0,3	0,15—0,25	0,12				0,3—0,4	0,25—0,35	0,12—0,25	—		
25	125	0,25—0,5	0,15—0,4	0,12—0,2	—			0,4—0,6	0,3—0,5	0,25—0,35			
30	150	0,4—0,7	0,2—0,5	0,12—0,3				0,5—0,8	0,4—0,6	0,25—0,45			
40	200		0,25—0,6	0,15—0,4			—		0,6—0,8	0,3—0,8			
40 × 40	150		0,6—1,0	0,5—0,7					0,7—1,2	0,5—0,9	0,4—0,5	—	—
	300		0,4—0,7	0,3—0,6					0,6—0,9	0,4—0,7	0,3—0,4		
60 × 60	150	—	0,9—1,2	0,8—1,0	0,6—0,8				1,0—1,5	0,8—1,2	0,6—0,9		
	300		0,7—1,0	0,5—0,8	0,4—0,7			—	0,9—1,2	0,7—0,9	0,5—0,7		
75 × 75	300		0,9—1,3	0,8—1,1	0,7—0,9				1,1—1,6	0,9—1,3	0,7—1,0		
	500		0,7—1,0	0,6—0,9	0,5—0,7					0,7—1,1	0,6—0,8		
	800			0,4—0,7						0,6—0,8	—		
<i>Карусельные станки</i>													
—	200		1,3—1,7	1,2—1,5	1,1—1,3	0,9—1,2	0,8—1,0		1,5—2,0	1,4—2,0	1,2—1,6	1,0—1,4	0,9—1,2
	300		1,2—1,4	1,0—1,3	0,9—1,1	0,8—1,0	0,6—0,8		1,4—1,8	1,2—1,7	1,0—1,3	0,8—1,1	0,7—0,9
	500	—	1,0—1,2	0,9—1,1	0,7—0,9	0,6—0,7	0,5—0,6	—	1,2—1,6	1,1—1,5	0,8—1,1	0,7—0,9	0,6—0,7
	700		0,8—1,0	0,7—0,8	0,5—0,6	—	—		1,0—1,4	0,9—1,2	0,7—0,9	—	—

Примечания: 1 Верхние пределы подачи рекомендуются для меньшей глубины резания при обработке менее прочных материалов, нижние — для большей глубины и более прочных материалов
2. См. примечание 2—4 к табл. 11.

14. Поддачи, мм/об, при чистовом точении

Параметр шероховатости поверхности, мкм		Радиус при вершине резца r , мм					
		0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
Ra	Rz						
0,63	—	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17
1,25		0,10	0,13	0,165	0,19	0,21	0,23
2,50		0,144	0,20	0,246	0,29	0,32	0,35
—	20	0,25	0,33	0,42	0,49	0,55	0,60
	40	0,35	0,51	0,63	0,72	0,80	0,87
	80	0,47	0,66	0,81	0,94	1,04	1,14

Примечание. Поддачи даны для обработки сталей с $\sigma_B = 700 \div 900$ МПа и чугунов; для сталей с $\sigma_B = 500 \div 700$ МПа значения подачи умножить на коэффициент $K_s = 0,45$; для сталей с $\sigma_B = 900 \div 1100$ МПа значения подачи умножить на коэффициент $K_s = 1,25$.

3) Коэффициент K_v — общий поправочный коэффициент на изменённые условия обработки по отношению к тем, для которых дается значение коэффициента равен произведению частных поправочных коэффициентов.

$$K_v = K_{mv} * K_{lv} * K_{iv} * K_{ov} * K_{\phi lv} * K_{rv}$$

Значение коэффициентов определяется по следующим таблицам:

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

Обрабатываемый материал	Расчетная формула
Сталь	$K_{MV} = K_T \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}$
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_T , характеризующий группу стали по обрабатываемости, и показатель степени n_V см в табл. 2

2. Значения коэффициента K_T и показатели степени n_V в формуле для расчета коэффициента обрабатываемости стали K_{MV} , приведенные в табл. 1

Обрабатываемый материал	Коэффициент K_T для материала 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		
Сталь: углеродистая ($C < 0,6\%$), σ_B , МПа: < 450 450–550 > 550 повышенной и высокой обрабатываемости резанием хромистая углеродистая ($C > 0,6\%$), хромоникелевая, хромомолибденованадиевая хромомарганцовистая, хромокремнистая, хромокремнемарганцовистая, хромоникельмолибденовая, хромомолибденоалюминиевая хромованадиевая марганцовистая хромоникельвольфрамовая, хромомолибденовая хромомолибденовая хромоникельванадиевая быстрорежущие	1,0	1,0	–1,0							
	1,0	1,0	1,75							
	1,0	1,0	1,75							
	1,2	1,1	1,75							
	0,85	0,95	1,75						1,45	
	0,8	0,9	1,5						1,35	
	0,7	0,8	1,25	1,0		1,0				1,0
	0,85	0,8	1,25							
	0,75	0,9	1,5			0,9			1,0	
	0,8	0,85	1,25							
	0,75	0,8	1,25							
	0,75	0,85	1,25							
0,6	0,7	1,25								
Чугун: серый ковкий	–	–	1,7	1,25	1,3	1,3	0,95	1,25		
	–	–	1,7	1,25	1,3	1,3	0,85	1,25		

3. Поправочный коэффициент K_{MV} , учитывающий влияние физико-механических свойств жаропрочных и коррозионно-стойких сталей и сплавов на скорость резания

Марка стали или сплава	σ_B , МПа	Усредненное значение коэффициента K_{MV}	Марка стали или сплава	σ_B , МПа	Усредненное значение коэффициента K_{MV}
12X18H9T	550	1,0	ХН60ВТ	750	0,48
13X11H2B2MФ	1100–1460	0,8–0,3	ХН77ТЮ	850–1000	0,40
14X17H2	800–1300	1,0–0,75	ХН77ТЮР		0,26
13X14H3B2ФР	700–1200	0,5–0,4	ХН35ВТ	950	0,50
37X12H8Г8МФБ	–	0,95–0,72	ХН70ВМТЮ	1000–1250	0,25
45X14H14B2М	700	1,06	ХН55ВМТКЮ	1000–1250	0,25
10X11H20Т3Р	720–800	0,85	ХН65ВМТЮ	900–1000	0,20
12X21H5Т	820–10000	0,65	ХН35ВТЮ	900–950	0,22
20X23H18	600–620	0,80	ВТ3-1; ВТ3	950–1200	0,40
31X19H9МВБТ		0,40	ВТ5; ВТ4	750–950	0,70
15X18H12С4ТЮ	730	0,50	ВТ6; ВТ8	900–1200	0,35
ХН78Т	780	0,75	ВТ14	900–1400	0,53–0,43
ХН75МБТЮ	–	0,53	12X13	600–1100	1,5–1,2
			30X13; 40X13	850–1100	1,3–0,9

4. Поправочный коэффициент K_{MV} , учитывающий влияние физико-механических свойств медных и алюминиевых сплавов на скорость резания

Медные сплавы	K_{MV}	Алюминиевые сплавы	K_{MV}
Гетерогенные: $HB > 140$ $HB \ 100-140$	0,7 1,0	Силумин и литейные сплавы (закаленные), $\sigma_B = 200 \div 300$ МПа, $HB > 60$	0,8
Свинцовистые при основной гетерогенной структуре	1,7	Дюралюминий (закаленный), $\sigma_B = 400 \div 500$ МПа, $HB > 100$	
Гомогенные	2,0	Силумин и литейные сплавы, $\sigma_B = 100 \div 200$ МПа, $HB \leq 65$. Дюралюминий, $\sigma_B = 300 \div 400$ МПа, $HB \leq 100$	1,0
Сплавы с содержанием свинца $< 10\%$ при основной гомогенной структуре	4,0		
Медь	8	Дюралюминий, $\sigma_B = 200 \div 300$ МПа	1,2
Сплавы с содержанием свинца $> 15\%$	12,0		

5. Поправочный коэффициент K_{PV} , 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_{IV} , учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания

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

18. Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние параметров реза на скорость резания

Главный угол в плане φ°	Коэффициент $K_{\varphi v}$	Вспомогательный угол в плане φ_1°	Коэффициент $K_{\varphi 1 v}$	Радиус при вершине реза r^* , мм	Коэффициент K_{rv}
20	1,4	10	1,0	1	0,94
30	1,2	15	0,97	2	1,0
45	1,0	20	0,94	3	1,03
60	0,9	30	0,91	—	—
75	0,8	45	0,87	5	1,13
90	0,7	—	—	—	—

* Учитывают только для резцов из быстрорежущей стали.

4) Значение показателя C_v и показателей степеней m ; x_v ; y_v , характеризующие обрабатываемый металл и условия его обработки, определяются по нормативной таблице.

17. Значения коэффициента C_v и показателей степени в формулах скорости резания при обработке резцами

Вид обработки	Материал режущей части реза	Характеристика подачи	Коэффициент и показатели степени			
			C_v	x	y	m

Обработка конструкционной углеродистой стали, $\sigma_b = 750$ МПа

Наружное продольное точение проходными резцами	T15K6*	s до 0,3	420	0,15	0,20	0,20		
		s св. 0,3 до 0,7	350		0,35			
		$s > 0,7$	340		0,45			
То же, резцами с дополнительным лезвием	T15K6*	$s \leq t$ $s > t$	292	0,30 0,15	0,15 0,30	0,18		
Отрезание	T5K10* P18**	—	47	—	0,80	0,20		
			23,7		0,66	0,25		
Фасонное точение	P18**	—	22,7	—	0,50	0,30		
Нарезание крепежной резьбы	T15K6*	—	244	0,23	0,30	0,20		
			P6M5	Черновые ходы: $P \leq 2$ мм	14,8	0,70	0,30	0,11
				$P > 2$ мм	30	0,60	0,25	0,08
Чистовые ходы	41,8	0,45	0,30	0,13				
Вихревое нарезание резьбы	T15K6*	—	2330	0,50	0,50	0,50		

Обработка серого чугуна, HB 190

Наружное продольное точение проходными резцами	ВК6 *	$s \leq 0,40$ $s > 0,40$	292 243	0,15	0,20 0,40	0,20
Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием	ВК6 **	$s \geq t$ $s < t$	324 324	0,40 0,20	0,20 0,40	0,28 0,28
Отрезание	ВК6 *	—	68,5	—	0,40	0,20
Нарезание крепежной резьбы			83	0,45	—	0,33

Обработка ковкого чугуна, HB 150

Наружное продольное точение проходными резцами	ВК8 *	$s \leq 0,40$ $s > 0,40$	317 215	0,15 0,15	0,20 0,45	0,20 0,20
Отрезание	ВК6 *	—	86	—	0,4	0,20

Обработка медных гетерогенных сплавов средней твердости, HB 100–140

Наружное продольное точение проходными резцами	P18 *	$s \leq 0,20$ $s > 0,20$	270 182	0,12	0,25 0,30	0,23
--	-------	-----------------------------	------------	------	--------------	------

Обработка силумина и литейных алюминиевых сплавов, $\sigma_B = 100 \div 200$ МПа, HB ≤ 65 ; дюралюминия, $\sigma_B = 300 \div 400$ МПа, HB ≤ 100

Наружное продольное точение проходными резцами	P18 *	$s \leq 0,20$ $s > 0,20$	485 328	0,12	0,25 0,50	0,28
--	-------	-----------------------------	------------	------	--------------	------

* Без охлаждения.

** С охлаждением.

Примечания: 1. При внутренней обработке (расточивании, прорезании канавок в отверстиях, внутреннем фасонном точении) принимать скорость резания, равную скорости резания для наружной обработки с введением поправочного коэффициента 0,9.

2. При обработке без охлаждения конструкционных и жаропрочных сталей и стальных отливок резцами из быстрорежущей стали вводить поправочный коэффициент на скорость резания 0,8.

3. При отрезании и прорезании с охлаждением резцами из твердого сплава Т15К6 конструкционных сталей и стальных отливок вводить на скорость резания поправочный коэффициент 1,4.

4. При фасонном точении глубокого и сложного профиля на скорость резания вводить поправочный коэффициент 0,85.

5. При обработке резцами из быстрорежущей стали термообработанных сталей скорость резания для соответствующей стали уменьшать, вводя поправочный коэффициент 0,95 – при нормализации, 0,9 – при отжиге, 0,8 – при улучшении.

6. Подача s в мм/об.

Процессы формообразования и инструмент.

Задание на практическую работу по теме 1.8

«Расчёт скорости резания при точении»

(Ф.И.О): _____

№ группы: _____

Определить скорость резания V м/мин, при точении или растачивании.

№ Варианта	Фамилия, Имя
1	Боденко Владимир; Ким Станислав; Ступков Данил
2	Вайсбек Вадим; Ковалев Данила; Томских Роман
3	Власов Кирилл; Молчаненко Кирилл; Хамитов Альберт
4	Воронков Данил; Морозова Елизавета; Шарипов Рустам
5	Данилов Иван; Новиков Артём; Шевченко Илья
6	Жараспаев Асылхан; Подлесный Артём
7	Исабаев Диас; Расегаев Даниил
8	Исаев Александр; Ронн Вадим
9	Искаков Богдан; Рузавина Ксения
10	Кивдебаев Кирилл; Семёнов Юрий

№ вар.	Обрабатываемый материал	Материал инструм.	Диаметр заготовки	Диаметр обработанной детали	Сечение державки	Тип обработки	Состояние поверхности	Ra	ϕ^0	ϕ^1
1	Сталь $\sigma_b = 650$ МПа	T5K10	20	15	12x12	Точение черновое	Прокат	12,5	20	10
2	Сталь $\sigma_b = 500$ МПа	T15K6	30	33	16x16	Растачивание чистовое	Без корки	1,25	30	15
3	Серый чугун	BK6	40	34	20x20	Точение черновое	Литьё с нормальной коркой	6,3	45	20
4	Ковкий чугун	BK8	50	57	25x25	Растачивание черновое	Литьё с загрязнённой коркой	6,3	60	30
5	Сталь $\sigma_b = 650$ МПа	P18	60	66	32x32	Растачивание черновое	Поковка	12,5	75	45
6	Сталь $\sigma_b = 500$ МПа	T5K10	70	67	25x25	Точение чистовое	Без корки	3,2	60	30
7	Серый чугун	BK6	80	84	20x20	Растачивание чистовое	Без корки	3,2	45	20
8	Ковкий чугун	BK8	90	87	16x16	Точение чистовое	Без корки	3,2	30	15
9	Сталь $\sigma_b = 650$ МПа	T15K6	100	98	12x12	Тонкое точение	Без корки	1,25	20	10
10	Сталь $\sigma_b = 500$ МПа	P18	110	112	32x32	Тонкое растачивание	Без корки	1,25	90	-

Практическая работа должна содержать:

1. Условие (что дано и что требуется найти).
2. Каждое значение искомых величин должно быть расписано с какой таблицы взято с обоснованием выбора.
3. Все формулы решений должны быть записаны и расписан ход решения, указаны все величины измерений искомых параметров.
4. Вывод.