

Практическое занятие

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

Элементами режима резания являются: глубина резания, подача и скорость резания.

Глубина резания t (мм) – расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное по нормали к последней. При точении – это толщина слоя металла срезаемого за один проход резца. При обтачивании, растачивании, рассверливании

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

где D – наибольший диаметр касания инструмента с деталью, мм; d – наименьший диаметр касания инструмента с заготовкой, мм.

При сверлении $t = D / 2,$

где D – диаметр отверстия, мм.

При отрезании и вытачивании канавки глубина резания соответствует ширине прорези, выполняемая резцом за один проход.

Подача S (мм/об) – величина перемещения инструмента за один оборот заготовки. Различают продольную, поперечную и наклонную подачи в зависимости от направления перемещения резца. Рекомендуется для данных условий обработки выбирать максимально возможную величину подачи.

Скорость резания V (м/мин) – путь, который проходит наиболее удаленная от оси вращения точка поверхности резания относительно режущей кромки в направлении главного движения в единицу времени. Скорость резания для станков с главным вращательным движением (токарных, сверлильных, фрезерных) подсчитывается по формуле

$$V = \pi \cdot D \cdot n / 1000 \approx D \cdot n / 320,$$

где D – наибольший диаметр заготовки (при токарной обработке), диаметр сверла (при сверлении) или диаметр фрезы (при фрезеровании), мм; n – частота вращения заготовки или инструмента, об/мин.

Режим резания, который обеспечивает наиболее полное использование режущих свойств инструмента и возможностей станка при условии получения необходимого качества обработки, называется рациональным.

Для повышения производительности труда рекомендуется работать с возможно большим режимом резания. Однако его увеличение ограничивается стойкостью инструмента, жесткостью и прочностью обрабатываемой детали, узлов станка и его мощностью.

Высокая производительность может быть достигнута, если в первую очередь будут приняты наибольшие возможные значения глубины резания и подачи и в зависимости от них – допустимая скорость резания, обеспечивающая принятую стойкость инструмента.

Выбор режима резания выполняют на основании исходных данных: чертежа обрабатываемой детали, размеров заготовки, типа, материала и геометрии инструмента, паспортных данных станка в следующем порядке.

1. 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: для шероховатости поверхности Rz от 10 до 20 включительно глубина резания 0,5–2,0 мм, для Ra от 2,5 до 0,063 – 0,1–0,4 мм.

2. Подачу выбирают из нормативных таблиц в зависимости от марки обрабатываемого материала, размеров заготовки и выбранной глубины резания. Рекомендуется для данных условий обработки выбирать максимально возможную величину подачи. При черновой обработке ее значение ограничивается жестко-

стью детали, инструмента и допустимым усилием предохранительного механизма подачи станка. Подача для чистовой обработки определяется главным образом шероховатостью обрабатываемой поверхности. Для уменьшения шероховатости подачу следует принимать меньшей.

Окончательно подачу корректируют исходя из данных станка и принимают ближайшую из имеющихся на станке.

3. Скорость резания, допускаемая инструментом, определяется заданной стойкостью резца, глубиной резания, подачей, твердостью обрабатываемого материала и рядом других факторов. Скорость резания назначают по соответствующим нормативным таблицам в зависимости от свойств обрабатываемого материала, принятых значений глубины резания и подачи. Такие таблицы составлены для определенных условий работы. Поэтому если действительные условия резания отличаются от нормативных, выбранную скорость надо умножить на поправочные коэффициенты, прилагаемые к таблицам, т. е. расчетная скорость резания V_p будет определяться по формуле

$$V_p = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_5,$$

где V_T – выбранное табличное значение скорости резания, м/мин; K_1 – K_5 – поправочные коэффициенты к таблицам скорости резания, зависящие от конкретных условий обработки:

K_1 – от стойкости инструмента, под которой понимают суммарное время работы между переточками (T , мин). Стойкость зависит, в основном, от материала инструмента и обрабатываемой детали, геометрии режущего инструмента, скорости резания и других факторов. При токарной обработке $T = 30$ – 90 мин, для фрез $T = 180$ – 240 мин, для сверл $T = 6$ – 270 мин;

K_2 – от механических свойств обрабатываемого материала (для чугуна – твердости НВ, для стали – временного сопротивления при растяжении σ_B);

K_3 – от состояния обрабатываемой поверхности (без корки, с коркой, с загрязненной поверхностью);

K_4 – от материала инструмента;

K_5 – от главного угла в плане резца ϕ .

4. Зная скорость резания, определяют частоту вращения n (об/мин) по формуле

$$n = 1000 \cdot V / \pi \cdot D \approx 320 \cdot V / D,$$

где V – скорость резания, м/мин; D – наибольший диаметр касания инструмента с заготовкой, мм.

Так как станок точно такой частоты вращения шпинделя может не иметь, вследствие ее ступенчатого регулирования, то назначают ближайшую меньшую величину. В результате этого незначительно снижается скорость резания, но зато стойкость режущего инструмента повышается.

5. По принятой частоте вращения подсчитывается действительная скорость резания (м/мин):

$$V = D \cdot n / 320.$$

6. Проверку режима резания по мощности при черновом точении можно выполнить, пользуясь формулой

$$N_{\text{рез}} = P_z \cdot V / 60 \cdot 1020,$$

где V – скорость резания, м/мин.; 1020 – коэффициент перевода $\text{Н} \times \text{м/с}$ в кВт; P_z – вертикальная составляющая силы резания, Н.

Вертикальная составляющая силы резания P_z (Н) – сила сопротивления резанию, действующая в вертикальном направлении касательно к поверхности резания. Для приближенных расчетов ее можно определить из формулы

$$P_z = K \cdot t \cdot S,$$

где K – коэффициент резания, равный силе резания, приходящейся на 1 мм^2 площади поперечного сечения срезаемой стружки, МПа (табл. 11); t – глубина резания, мм; S – подача, мм/об.

Таблица 11

Средние значения коэффициента резания K при точении

Обрабатываемый материал	Предел прочности σ_b , МПа	Твёрдость по Бригеллю HB, МПа	K , МПа
Углеродистые и легированные конструкционные стали	400–500		1500
	500–600		1600
	600–700		1780
	700–800		2000
	800–900		2200
	900–1000		2350
	1000–1100		2550
Чугун серый		1400–1600	1000
		1600–1800	1080
		1800–2000	1140
		2000–2200	1200
Бронза средней твёрдости			550
Силумин			400
Дуралюмин	250		600
	350		800
	Свыше 350		1100

Примечание. Коэффициент резания определяется при следующих условиях: $t = 5 \text{ мм}$, $S = 1 \text{ мм/об}$, $\gamma = 15^\circ$, $\varphi = 45^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, режущая кромка прямолинейна, работа без охлаждения.

После подсчета мощности резания должно соблюдаться условие

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

где $N_{\text{рез}}$ – мощность, необходимая на резание; $N_{\text{шп}}$ – мощность на шпинделе.

Пример. Выбрать режимы резания для обтачивания вала из стали 45 ($\sigma_b = 650$ МПа) при следующих данных: диаметр заготовки $D = 45$ мм, диаметр детали $d = 40_{-0,05}$ мм, длина обрабатываемой поверхности $L = 200$ мм, шероховатость $Ra = 2,5$ мкм, установка в патроне и заднем центре.

Станок токарно-винторезный 1К62; резец – проходной упорный с пластижкой из твёрдого сплава Т15К6.

Геометрия резца: $\gamma = 12^\circ$, $\alpha = 10^\circ$, $\phi = 90^\circ$, $r = 1$ мм; форма передней поверхности – плоская с положительным передним углом.

Решение. Учитывая высокую точность и малую шероховатость поверхности детали, обтачивание следует выполнять за два перехода. На чистовое точение оставлен припуск 1 мм на диаметр.

Назначаем режим резания для чернового перехода.

1. Глубина резания

$$t = (D - d) / 2 = (45 - 41) / 2 = 2 \text{ мм.}$$

2. Из табл. 20 выбираем подачу, равную $S = 0,5$ мм/об.

3. По табл. 27 выбираем скорость резания $V = 166$ м/мин.

По табл. 28 устанавливаем поправочные коэффициенты для заданных условий работы: $K_1 = 1$; $K_2 = 1,15$; $K_3 = 1$; $K_4 = 1$; $K_5 = 0,8$.

Умножаем табличную скорость на поправочные коэффициенты:

$$V = 166 \cdot 1,15 \cdot 0,8 = 152 \text{ м/мин.}$$

4. Определяем необходимую частоту вращения заготовки

$$n = 320 \cdot V / D = 320 \cdot 152 / 45 = 1080 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка (табл. 31) принимаем ближайшую меньшую частоту вращения $n = 1000$ об/мин.

5. Уточняем действительную скорость резания

$$V = D \cdot n / 320 = 45 \cdot 1000 / 320 = 140 \text{ м/мин.}$$

6. Проверяем режим резания по мощности на шпинделе станка. Вычисляем усилие резания: $P_z = K \cdot t \cdot S$.

Из табл. 11 коэффициент резания $K = 1780$ МПа, тогда

$$P_z = 1780 \cdot 2 \cdot 0,5 = 1780 \text{ Н.}$$

Мощность, необходимая на резание,

$$N_{рез} = P_z V / 60 \cdot 1020 = 1780 \cdot 140 / 60 \cdot 1020 = 4,1 \text{ кВт.}$$

Из табл. 14 мощность двигателя станка $N_{дв} = 10$ кВт.

КПД станка принимаем $\eta = 0,75$. Тогда мощность на шпинделе составит

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт,}$$

что вполне достаточно для осуществления выбранного режима резания.

Назначаем режим резания для чистового перехода.

1. Глубина резания

$$t = (41 - 40) / 2 = 0,5 \text{ мм.}$$

2. Подача (табл. 21) $S = 0,2$ мм/об.

3. Скорость резания из табл. 27 составляет 235 м/мин.

Уточняем скорость резания соответственно изменённым условиям работы:

$$V = 235 \cdot 1,15 \cdot 0,8 = 216 \text{ м/мин.}$$

4. Определяем частоту вращения заготовки:

$$n = 320 \cdot V / D = 320 \cdot 216 / 41 = 1680 \text{ об/мин.}$$

С учетом данных станка (табл. 31), принимаем $n = 1600 \text{ об/мин.}$

5. Действительная скорость резания

$$V = D \cdot n / 320 = 41 \cdot 1600 / 320 = 205 \text{ м/мин.}$$

2.2.1. Основное технологическое (машинное) время

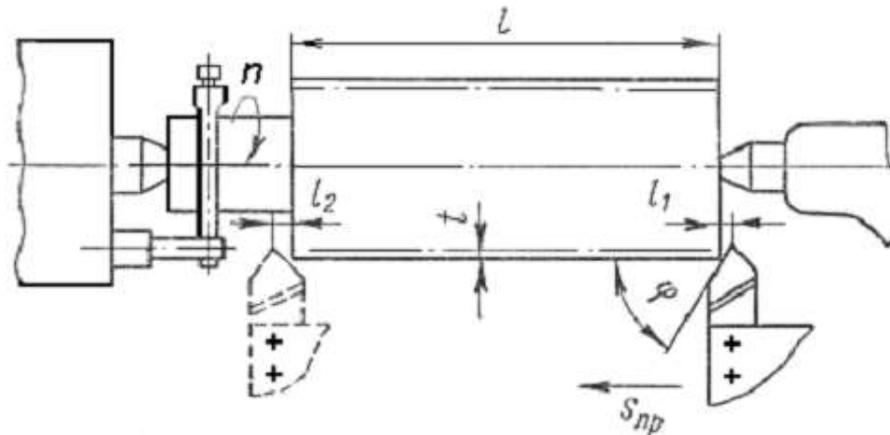


Рис. 6. Схема к расчёту основного технологического времени при обтачивании цилиндрической поверхности

Основным технологическим (машинным) временем называется время, затрачиваемое непосредственно на процесс изменения формы и размеров заготовки и получение поверхности требуемой шероховатости. В общем случае время равно пути, делённому на скорость. Путь при точении – это длина обработки, скорость – это скорость подачи в м/мин, равная произведению $n \cdot S$. Следовательно, при токарной обработке основное технологическое время T_0 (мин) определяется по формуле

$$T_0 = L \cdot i / n \cdot S,$$

где L – расчётная длина пути режущего инструмента в направлении подачи, мм; i – число проходов; n – частота вращения заготовки, об/мин; S – подача, мм/об.

$$L = l + l_1 + l_2,$$

где l – расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1 = t \cdot \text{ctg} \varphi$ – величина врезания резца, мм;

t – глубина резания, мм; φ – главный угол в плане резца;

$l_2 = 1-3 \text{ мм}$ – выход (перебег) резца.