

ОПД 06 Процессы формообразования и инструменты

Тема: Основные элементы режимов резания при точении . Основы конструирования токарных резцов

Задание для студентов

1. Ознакомиться с теоретическим материалом
2. *Дополнительную информацию по данной теме можно получить по ссылкам:*

Обработка материалов резанием	https://www.youtube.com/watch?v=lxXB2qW0Isc
Обработка резанием	https://www.youtube.com/watch?v=6V0zIM_0KnU&t=3s
Теплообразование при обработке резанием	https://www.youtube.com/watch?v=mRd7Tn6Y-zs

3. Составить конспект лекции
4. Ответить на контрольные вопросы в **письменном виде**
5. Предоставить **конспект лекции и ответы** на контрольные вопросы в электронном виде на проверку.

С уважением, *Гнатюк Ирина Николаевна.*

При необходимости вопросы можно задать по телефону: 072-136-54-46

Работы отправлять на электронную почту ira.gnatyuk.60@inbox.ru

ЛЕКЦИЯ

План

- 1.Основные элементы режимов резания при точении
- 2.Основы конструирования токарных резцов

1.Основные элементы режимов резания при точении

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

Скорость резания v — это скорость рассматриваемой точки режущей кромки инструмента или заготовки в главном движении. Скорость резания измеряют в м/мин

Скорость резания определяют по формуле $v = \pi D n / 1000$,

где D — наибольший диаметр заготовки , мм

n — частота вращения заготовки или инструмента, мин⁻¹.

Подача S — это отношение расстояния, пройденного рассматриваемой точкой режущей кромки или заготовки в направлении движения подачи за один оборот заготовки. Подача при точении измеряется в мм/об

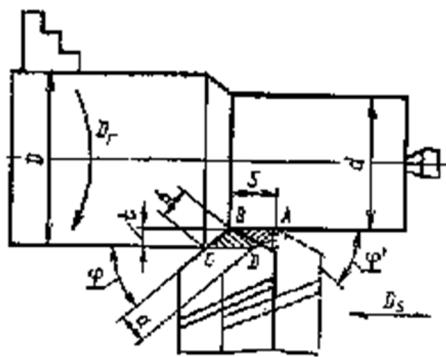


Рисунок 1 - Элементы режима резания при токарной обработке

Глубина резания t определяется как расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями заготовки, измеренное перпендикулярно к последней. Глубину резания измеряют в мм.

При точении цилиндрической поверхности глубину резания определяют как полуразность диаметров до и после обработки: $t = (D - d)/2$, где D, d — соответственно диаметры заготовки и детали, мм.

На рис.1 показано положение режущей кромки резца после перемещения его на расстояние, численно равное подаче, заштрихованный участок представляет собой площадь срезаемого слоя, $f = ab = St$,

где a и b — соответственно толщина и ширина срезаемого слоя, мм.

Толщина срезаемого слоя d — длина нормали к поверхности резания, проведенной через рассматриваемую точку режущей кромки, ограниченная сечением срезаемого слоя.

Ширина срезаемого слоя b — это длина стороны сечения, срезаемого слоя, образованной поверхностью резания.

Между толщиной и шириной срезаемого слоя, глубиной резания и подачей существуют следующие соотношения:

$$a = S \sin \varphi; b = t / \sin \varphi$$

Площадь срезаемого слоя f = f_{ABCD} представляет собой площадь номинального или расчетного сечения.

Эффект от влияния СОЖ увеличивается с уменьшением толщины срезаемого слоя.

Силы резания

Для осуществления резания к инструменту должны быть приложены силы, которые определяются сопротивлением металла стружкообразованию. В результате сопротивления деформированию возникают реактивные силы, действующие на рабочие поверхности лезвия со стороны обрабатываемого материала (рисунок 2): сила упругого и пластиического деформирования P_1 действующая перпендикулярно передней поверхности инструмента; сила P_2 , действующая перпендикулярно главной задней поверхности инструмента. В

результате относительного перемещения инструмента и заготовки на передней и задней поверхностях инструмента действуют силы трения $T_1 = \mu_1 P_1$ и $T_2 = \mu_2 P_2$, где μ_1 и μ_2 — коэффициенты трения соответственно стружки о переднюю поверхность лезвия и задней поверхности лезвия о заготовку. Считая клин режущего инструмента абсолютно жестким телом, после сложения всех действующих на него сил можно получить равнодействующую силу P . Для практических целей обычно рассматривается не сама сила P , а ее составляющие. Рассмотрим схему сил, действующих на резец в процессе точения (рисунок 2).

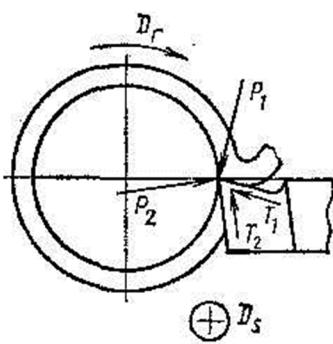


Рисунок 2 – Схема сил, действующих на резец

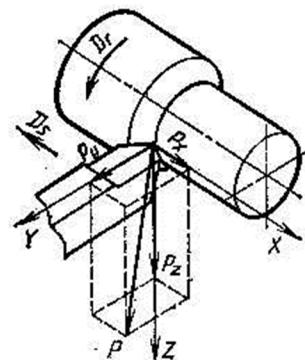


Рисунок 3 – Разложение силы резания на составляющие

При точении силу P раскладывают на три составляющие, действующие вдоль осей, принятых в теории резания. Такими осями для токарного станка являются: ось X — линия центров станка; ось Y — линия, перпендикулярная к линии центров станка; ось Z — линия, перпендикулярная к плоскости XY .

Главная (касательная) составляющая силы резания P_z совпадает по направлению со скоростью главного движения резания в вершине лезвия. С учетом силы P_z рассчитывают на прочность детали и узлы коробки скоростей станка, а также прочность резца.

Радиальная составляющая силы резания P_y направлена по радиусу вращательного движения резания в вершине лезвия (перпендикулярно оси заготовки). Эта составляющая определяет силу отжима резца от заготовки и прогиб заготовки, влияющие на точность изготовления детали; по силе P_y рассчитывают на прочность механизм поперечной подачи.

Осевая составляющая силы резания P_x действует параллельно оси главного вращательного движения резания. По этой силе рассчитывают механизм продольной подачи станка и изгибающий момент, действующий на стержень резца M_x . По величине суммарного изгибающего момента от сил P_z и P_x рассчитывают на прочность крепежную часть резца. Равнодействующая силы определяется как сумма векторов трех составляющих (диагональ параллелепипеда); $P = \sqrt{P_z^2 + P_y^2 + P_x^2}$. В некоторых случаях одной из двух

составляющих P_x или P_y может и не быть. Например, при разрезании заготовки отрезным резцом отсутствует сила P_x , тогда $P = \sqrt{P_z^2 + P_y^2}$; при обработке резцом с углом в плане $\varphi = 90^\circ$ и $\lambda = 0$ отсутствует составляющая P_y , тогда $P = \sqrt{P_z^2 + P_x^2}$

Соотношение между величинами P_z , P_y , P_x зависит от геометрических параметров лезвия инструмента, элементов режима резания (v , S , t), физико-механических свойств обрабатываемого материала, износа резца, условий обработки и приближенно равно $P_z : P_y : P_x = 1 : (0,5 \dots 0,3) : (0,4 \dots 0,25)$. Тогда $P = (1,1 \dots 1,15) \cdot P_z$. Поэтому силу P_z называют главной составляющей силы резания. Мощность (кВт), расходуемая на резание, складывается из мощностей, затрачиваемых на преодоление трех составляющих сил резания:

$$N_{e_z} + N_{e_y} + N_{e_x} = \frac{P_z v}{60 \cdot 102} + \\ + \frac{P_y n S_{\text{поп}}}{60 \cdot 102 \cdot 1000} + \frac{P_x n S_{\text{пр}}}{60 \cdot 102 \cdot 1000},$$

где v — скорость резания, м/мин;

n — частота вращения заготовки, мин⁻¹;

$S_{\text{поп}}$ и $S_{\text{пр}}$ — поперечная и продольная подачи инструмента, мм/об.

При обработке цилиндрической поверхности на токарном станке перемещение жестко закрепленного резца в направлении силы P_y не происходит, поэтому $N_{e_y} = 0$. Следовательно,

$$N_e = \frac{P_z v}{60 \cdot 102} + \frac{P_x n S_{\text{пр}}}{60 \cdot 102 \cdot 1000}.$$

При отрезании заготовки $N_{e_x} = 0$ (нет перемещения в направлении действия силы P_x), тогда

$$N_e = \frac{P_z v}{60 \cdot 102} + \frac{P_y n S_{\text{поп}}}{60 \cdot 102 \cdot 1000}.$$

Значения N_{e_x} и N_{e_y} во много раз меньше составляющей N_{e_z} , так как скорость подачи во много раз меньше скорости резания. Поэтому на практике эффективную мощность рассчитывают только по силе P_z , т. е.

С учетом КПД станка η можно подсчитать необходимую мощность электродвигателя: $N_{\text{эд}} = N_e / \eta$ где $\eta = 0,75 \dots 0,80$.

Основными факторами, влияющими на силы резания, являются физико-механические свойства и структура обрабатываемого материала, геометрические параметры лезвия инструмента, элементы режима резания, условия обработки.

При практических расчетах используют полученные экспериментально зависимости; $P_z = C_z(\text{HB})^{x_1}$; $P_y = C_y(\text{HB})^{x_2}$; $P_x = C_x(\text{HB})^{x_3}$ где HB — твердость

обрабатываемого материала по Бринеллю. Коэффициенты C_z , C_y , C_x и показатели степеней x_{Pz} , x_y , x_x , зависящие от физико-механических свойств обрабатываемого материала и условий обработки, выбирают по справочнику по нормативам режимов резания.

Изменение глубины резания t и подачи S сопровождается изменением всех трех составляющих силы резания P_z , P_y , P_x . Чем больше глубина и подача, тем больше площадь поперечного сечения срезаемого слоя и объем деформируемого металла, тем больше сопротивление стружкообразованию и силы резания. Влияние глубины резания и подачи на силы резания различно: глубина резания оказывает большее влияние на силы резания, чем подача.

Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОЖ), применяемые при резании металлов, уменьшают трение, облегчают процесс стружкообразования и, следовательно, уменьшают силы резания, действующие на резец.

Влияние различных факторов на силы резания весьма сложно. Учитывая это, Комиссия по резанию металлов предложила использовать для определения сил резания упрощенные обобщенные эмпирические формулы:

$$P_z = C_{Pz} t^{x_{Pz}} S^{y_{Pz}} v^{z_{Pz}} k_{Pz};$$

$$P_y = C_{Py} t^{x_{Py}} S^{y_{Py}} v^{z_{Py}} k_{Py};$$

$$P_x = C_{Px} t^{x_{Px}} S^{y_{Px}} v^{z_{Px}} k_{Px},$$

где x , y , z — показатели степеней, учитывающие влияние элементов режима резания (t , S , v) на величину силы резания; например, при обработке сталей в первом грубом приближении $x_{Pz} = 1$, $y_{Pz} = 0,75$, $z_{Pz} = -0,15$; k_{Py} , k_{Px} — обобщенные поправочные коэффициенты, численно равные произведениям коэффициентов, учитывающих условия обработки, не вошедшие в коэффициенты C_{Pz} , C_{Py} и C_{Px} (углы ϕ и γ , применяемую СОЖ, износ, радиус кривизны вершины лезвия и т. п.). Все коэффициенты и показатели степеней даны в справочниках по режимам обработки. На практике определяют лишь силу P_z , а силы P_y и P_x берут волях от P_z .

Для измерения составляющих сил резания и изучения влияния на них различных факторов применяют динамометры различных конструкций. В зависимости от метода обработки применяют одно-, двух- и трехкомпонентные динамометры. По принципу действия их делят на упругомеханические, гидравлические и упругоэлектрические.

2.Основы конструирования токарных резцов

По форме, конструкции и виду обработки различают токарные резцы призматические общего назначения и фасонные. Токарные призматические резцы делят на токарные проходные прямые (правые и левые), упорные, расточные для сквозных и глухих отверстий, подрезные (торцевые), отрезные, галтельные, затыловочные, резьбовые и специальные.

Режущая часть резцов в большинстве случаев представляет собой пластину из металлокерамического твердого сплава, которую крепят на резцах следующими способами:

- а) напайкой непосредственно на державку;
- б) механически;
- в) с помощью сил резания;
- г) механическим креплением вставки с напаянной пластиной

Геометрические параметры режущих частей определяют *по справочной литературе* по обработке материалов резанием:

Основные размеры токарных резцов общего назначения с напаянными пластинами из твердого сплава приведены в стандартах с ГОСТ 18877-73 по ГОСТ 188885-73, с пластинами из быстрорежущей стали - в стандартах с ГОСТ 18870-73 по ГОСТ 18876-73;

Размеры специальных резцов приведены в соответствующих стандартах. Технические требования к резцам, оснащенным пластинами из твердых сплавов, приведены в ГОСТ 5688-61; к резцам из быстрорежущей стали — в ГОСТ 10047-62.

Преобладает прямоугольная форма сечения державки резцов, при которой врезание резцов меньше ослабляет державку. Державки с квадратной формой сечения лучше сопротивляются деформированию сложного изгиба и применяются для расточных и автоматно-револьверных резцов и в других случаях, когда расстояние от линии центров станка до опорной поверхности недостаточно велико.

Державку с круглой формой сечения применяют для расточных, резьбовых, токарно-затыловочных и других резцов, так как она позволяет осуществлять поворот резца и изменять углы его заточки.

Размеры поперечного сечения резца выбирают в зависимости от силы резания, материала державки, вылета резца и других факторов. Нормализованные размеры поперечного сечения державок резца выбирают по СТ СЭВ 153-75.

Сторону **b** или диаметр **d** поперечного сечения державки резца можно определить по формулам:

- при квадратном сечении ($h=b$) $b = \sqrt[3]{\frac{6Pzl}{\sigma_u}}$

- при прямоугольном сечении ($h=1,6b$) $b = \sqrt[3]{\frac{6Pzl}{2,56\sigma_u}}$

- при круглом сечении $b = \sqrt[3]{\frac{10Pzl}{\sigma_u}}$

где Pz - сила резания, Н

l - вылет резца, м

σ_u - допустимое напряжение на изгиб материала державки, МПа

Для державок из незакаленной углеродистой стали $\sigma_u = 200 \dots 300$ МПа, для державок из углеродистой стали, подвергнутой термической обработке по режиму быстрорежущей стали σ_u можно максимально увеличить в 2 раза, при прерывистом процессе снятия стружки.

При расчете отрезных резцов на прочность учитывают, что опасным сечением отрезного резца является место перехода от головки резца к телу. Для резцов с наиболее часто встречающимся соотношением размеров сечения $b/h = 1,6$ ширина опарного сечения

$$b = \sqrt[3]{\frac{6Pzl}{36\sigma_u}} = \sqrt[3]{\frac{Pzl}{6\sigma_u}}$$

Максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца при известных размерах сечения державки резца:

- для резца прямоугольного сечения

$$P_{Z_{\text{доп}}} = \frac{bh\sigma_u}{6*l}$$

- для резца круглого сечения

$$P_{Z_{\text{доп}}} = \frac{\pi d^2 \sigma_u}{32*l} = \frac{d^2 \sigma_u}{10*l}$$

Максимальная нагрузка, допускаемая жесткостью резца, определяется с учетом допустимой стрелы прогиба резца:

$$P_{Z_{\text{жест}}} = \frac{3fEJ}{l^3}$$

где f - допускаемая стрела прогиба резца, м

при черновом точении $f = 0,1 \times 10^3$ м

при чистовом точении $f = 0,05 \times 10^3$ м

$E = 2 \times 10^5$ МПа – модуль упругости материала державки резца;

l – вылет резца (расстояние от вершины резца до рассматриваемого (опасного) сечения, м;

$J = bh^3/12$ - момент инерции прямоугольного сечения державки, m^4

Необходимо, чтобы сила Рz была меньше максимально допустимых нагрузок Рz_{доп} и Рz_{жест} (или равна им)

Резец обладает достаточными прочностью и жесткостью, если

$$Pz_{\text{доп}} > Pz < Pz_{\text{жест}}$$

Контрольные вопросы:

1. Какие Вы знаете виды токарной обработки?
2. Какие виды токарных резцов Вы знаете?
3. Почему чаще всего используется прямоугольная форма сечения державки резцов?
4. Как определить углы заточки резца?
5. От чего зависит значение переднего угла резца?
6. Как проверить резец на прочность и жесткость?

