

вывод о том, что проводимость такой системы обусловлена прыжковым переносом электронов по зоне локализованных состояний, расположенных вблизи уровня Ферми. Процесс роста проводимости МДМ-системы во время прохождения

в ней первой стадии формовки вызван увеличением концентрации дефектов с энергетическими уровнями, расположенными вблизи уровня Ферми, и может быть описан в рамках модели неомической прыжковой проводимости.

Литература

1. Pagnia H., Sotnik N. // Phys. Stat. Sol. 1988. V. 108. N. 11. P.11-65.
2. Lubsanov R.B. Water adsorption influence on the conductivity and emission properties in formed MIM devices: Abstracts of the 5th Int. Vacuum Microelectronics Conf. Vienna, 1992. P. 1-16.
3. Баренгольц Ю.А. и др. // РЭ. 1992. Т. 37. № 2. С. 334-339.
4. Шкловский Б.И. // ФТП. 1979. Т.13. № 1. С. 93-97.

УДК 620.22

Г.П. Пилипенко

ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ И СЕБЕСТОИМОСТЬ ИЗДЕЛИЙ

Министерство экономического развития и торговли Российской Федерации

В современном машиностроении ковкой, штамповкой и литьем в большинстве случаев получают только заготовки. Окончательная обработка производится в механических цехах и заключается в снятии с поверхности заготовки слоя металла (припуска) при помощи разнообразных режущих инструментов. В результате такой обработки заготовка приобретает требуемую форму, точные размеры и необходимую чистоту поверхности, т.е. превращается в деталь.

Рациональность выбора заготовки

Основным критерием при выборе заготовок для механической обработки является коэффициент использования материала, определяемый от-

ношением $K_n = \frac{G}{G_3}$, где G – вес готовой детали,

кг; G_3 – вес взятой заготовки, кг.

Чем больше значение указанного коэффициента использования материала, тем меньше количество металла, подлежащего удалению, тем производительней и экономичней обработка резанием.

Из этого следует, что форма и размеры заготовки должны максимально приближаться к форме и размерам окончательно обработанной детали, а это возможно лишь при уменьшении припусков на заготовке. Однако повышение точности заготовки увеличивает ее себестоимость, поэтому необходимо выбирать заготовки с такими припусками, которые обеспечивали бы не только хорошее качество детали (отсутствие брака по черноте), но и имели бы наименьшую себестоимость обработки как в механических, так и в заготовительных цехах.

Общий припуск на обработку представляет сумму межоперационных припусков и межоперационных допусков, за исключением допуска на окончательную обработку (последнюю операцию),

$n_{обр} = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_n + \Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_{n-1}$, где $n_{обр}$ – общий припуск на обработку; $n_1, n_2, n_3, \dots, n_n$ – припуски на 1, 2, ..., n операции; $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_{n-1}$ – межоперационные допуски (кроме последней операции).

Припуски и допуски устанавливаются по соответствующим таблицам ГОСТа или по техническим справочникам.

Режимы резания

Снятие припуска производится при помощи резания. Обработка резанием бывает двух видов: слесарная (ручная) и механическая (станочная). Последняя производится на металлорежущих станках. Так как обрабатываемые заготовки, а следовательно, и получаемые детали имеют различную форму, размеры, назначение, то обработка их производится разными способами и инструментами при различной относительности движений заготовки и инструмента. Эта относительность и определяет вид обработки. Основные виды обработки резанием: точение, строгание, фрезерование, сверление, протягивание и шлифование.

Процесс станочной обработки характеризуется определенными показателями – режимами резания. К режимам резания относят скорость и глубину резания, подачу, сечение снимаемой стружки, силу резания и ряд других. Правильный выбор этих показателей обеспечивает не только

наибольшую производительность процесса резания, но и его экономичность.

Вскрыть экономичность тех или иных способов обработки можно лишь при условии глубокого знания процессов резания и его режимов.

Режим резания устанавливают в следующей последовательности: сначала определяют глубину резания t и число проходов i затем выбирают подачу s и в зависимости от них – скорость резания v .

Выбор глубины резания и числа проходов. При **черновой** обработке следует назначать наибольшую глубину резания, чтобы снять припуск по возможности за один проход.

При очень больших припусках приходится производить черновую обработку в 2–3 прохода.

Получистовая обработка выполняется в 1–2 прохода. Глубина резания в зависимости от требуемой точности и шероховатости поверхности назначается в пределах 1–4 мм. При работе с большими подачами резцами с дополнительными (зачистными) режущими кромками, имеющими угол в плане $\phi = 0^\circ$, глубина резания ограничивается прочностью дополнительного режущего лезвия или пластинки твердого сплава.

При **чистовой** обработке весь припуск, как правило, снимается за один проход.

Выбор **подачи**. Подача назначается с учетом следующих факторов; требований к шероховатости обработанной поверхности, жесткости и виброустойчивости системы станок – деталь – инструмент, геометрии инструмента, прочности инструмента, мощности станка. Практически для выбора подачи пользуются таблицами, составленными на основании расчетов и производственного опыта.

Выбранная по таблице подача должна быть проверена по прочности пластинки твердого сплава и державки резца, а также по прочности механизма подачи станка и допускаемому им двойному крутящему моменту. Для этого требуется определить величину силы P_x (при данном материале, глубине резания и подаче) и сопоставить ее с силой, допускаемой механизмом подачи станка.

Величина силы указывается в паспорте станка.

Возникающий в процессе резания двойной крутящий момент $2M_{кр}$ должен быть меньше $2M_{кр}$, допускаемого механизмом главного привода станка.

Двойные крутящие моменты, соответствующие определенным числам оборотов, принимаются по слабому звену станка и указываются в паспорте. Слабым звеном могут быть привод, фрикционная муфта, зубчатые колеса и др.

Подача должна быть снижена, если сила или $2M_{кр}$ превышает паспортные данные станка.

Величина силы P_z для определения двойного крутящего момента рассчитывается по формуле, P_z можно определить и по таблицам режимов резания.

При **получистовом** и **чистовом** точении величину подачи устанавливают в зависимости от допускаемой шероховатости обработанной поверхности. Поддачи, рекомендуемые для получистового точения, уменьшаются с повышением класса шероховатости поверхности и возрастают с увеличением радиуса при вершине резца.

При **чистовом** точении резцами с $r < 0,5$ мм подача берется в пределах 0,06–0,12 мм/об, а при чистовом точении широкими резцами в зависимости от ширины работающей части лезвия она может колебаться в пределах 1–8 мм/об и в отдельных случаях даже превышать 8 мм/об.

Выбор **скорости** резания. Скорость резания зависит от ряда условий, и в первую очередь от материала и стойкости резца, геометрии режущей части резца, материала обрабатываемой детали, глубины резания и скорости подачи, вида обработки, применения охлаждения.

Практически скорость резания при принятых ранее величинах подачи и глубины резания выбирают по нормативным таблицам, составленным отдельно для быстрорежущих и твердосплавных резцов.

Стоимость материала заготовки C_3 определяют по формуле $G_3 = G_3 z - qz_0$, где G_3 – вес заготовки, кг; z – преysкурантная цена 1 кг материала, р.; q – вес полученных при обработке отходов, кг; z_0 – цена 1 кг отходов, р.

Стоимость заготовки (с учетом затрат на ее получение) находят по формуле $S = E + \frac{\Pi}{N}$, где

S – стоимость заготовки, р.; E – переменные затраты при получении заготовки (стоимость материала, энергии, топлива, заработная плата и т.п.), р.; Π – постоянные затраты при получении заготовок (затраты на штампы, модели, прессформы и т.д.), р.; N – количество выпускаемых заготовок, шт.

Экономическая точность обработки вытекает из требований к готовому изделию и тех технических возможностей оборудования (станки, механизмы и т.п.), которыми располагает предприятие, выпускающее данное изделие.

Обеспечение заданной точности деталей – одна из основных задач обработки резанием. Недостаточная точность обработки нарушает заменяемость деталей, усложняет сборку и отрицательно сказывается на машинах при эксплуатации. Но чем выше точность обработки деталей, тем выше их себестоимость. Поэтому точ-

ность обработки необходимо устанавливать с учетом экономической целесообразности.

Например, при чистовой обработке цилиндра стоимость раскатывания внутренней поверхности в зависимости от точности обработки изменяется по кривой А (см. рис. 1). Стоимость шлифования этой же детали изменяется по кривой В. Какой способ более экономичен?

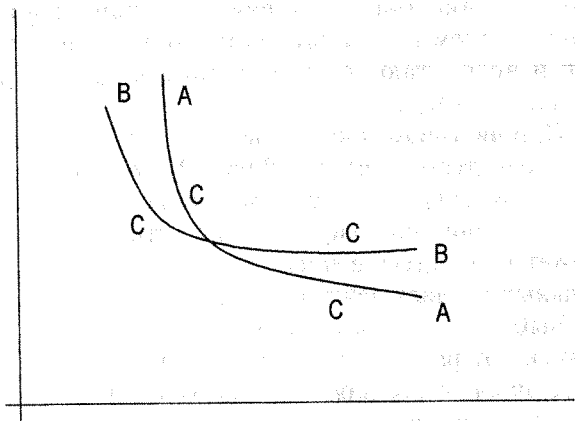


Рис. 1. Изменение себестоимости детали в зависимости от степени точности обработки

Очевидно, что при величине допуска больше Δ выгоднее производить обработку раскатыванием, если же допуск на обработку будет меньше Δ , то выгоднее применить шлифование. Следовательно, величина Δ соответствует предельной экономической точности при точении.

Экономической точностью обработки называют такую, затраты на получение которой при данном способе обработки не превышают затрат при другом способе, пригодном для этой же цели. Определяют экономическую точность путем сопоставления себестоимостей процессов, дающих требуемую степень точности.

Экономическая точность зависит от ряда факторов: видов обработки, производительности и мощности станка, режимов резания, времени обработки, стойкости инструмента и т.д.

Рассмотрим некоторые из них.

Токарная обработка

При токарной обработке (точении), производимой на токарных станках, заготовка вращается вокруг своей оси, а инструмент (резец) может перемещаться как вдоль, так и поперек обрабатываемой поверхности. Режимы токарной обработки указаны ниже.

1. Скорость резания — это путь, который проходит режущая кромка резца относительно обрабатываемой поверхности в единицу времени. Скорость резания определяют по формуле:

$$v = \frac{\pi dn}{1000},$$

где v — скорость резания, м/мин; d — наибольший

диаметр обрабатываемой заготовки, мм; n — число оборотов шпинделя станка при обработке, об/мин; π — 3,14.

Исходя из определенной экономической стойкости резца (см. дальше), нормативную скорость резания определяют по упрощенным формулам:

а) для резцов из быстрорежущей стали

$$v = \frac{C_v}{t x_v s y_v},$$

где C_v — слой металла, подлежащий удалению (припуск); t — слой металла, снимаемый при одном проходе резца;

б) для резцов с пластинками твердого сплава

$$v = \frac{C_v}{T m t x_v s y_v},$$

где C_v — коэффициент, характеризующий механические свойства обрабатываемого материала и условия резания; t — глубина резания, мм; s — подача, мм/об; x_v и y_v — показатели степени соответственно при t и s ; T — стойкость инструмента, мин; m — показатель стойкости.

Пример. При точении валика диаметром 50 мм из конструкционной стали ($\delta_b = 50-60$ кг/мм) резцом из быстрорежущей стали Р-18 с применением охлаждения. Технологическим расчетом предусмотрена глубина резания $t=3$ мм, подача $s=0,3$ мм/об. Определить расчетную и действительную скорости резания, если обработку данной детали токарь ведет при 400 об/мин. Показатели степени соответственно равны: $x_v=0,28$ и $y_v=0,40$. Коэффициент резания $C_v=54$.

Решение. Определяем нормативную (расчетную) скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{t x_v s y_v} = \frac{54}{30 \times 28 \times 0,30 \times 40} = 64,3 \text{ м/мин.}$$

Фактическая скорость резания при 400 об/мин

$$\text{составит } v = \frac{\pi dn}{1000} = 3,14 \frac{50 \times 400}{1000} = 62,8 \text{ м/мин.}$$

2. Глубина резания. Слой металла, снимаемый за один проход резца, называют глубиной резания. Ее можно определить по формуле

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

где t — глубина резания, мм; D — диаметр заготовки до обработки, мм; d — диаметр заготовки после прохода резца, мм.

3. Число проходов. Чем больше припуск на обработку, тем больше проходов должен сделать резец. Следовательно, число проходов резца мож-

но определить из отношения $i = \frac{h}{t}$, где i — число

проходов резца при обработке поверхности детали; h — слой металла, подлежащий удалению

(припуск); t – слой металла, снимаемый при одном проходе резца.

Пример. Заготовка втулки с внутренним \varnothing 80 мм должна быть расточена до \varnothing 90 мм. Определить припуск на обработку и количество проходов, если, согласно режимам работ, глубина резания 2,5 мм.

Решение. Припуск на обработку равен $(90-80)/2=5$ мм на сторону. Следовательно, $i=h/t=5/2,5=2$ прохода.

4. Подача. Перемещение резца за один оборот детали называют подачей; ее можно определить, зная сечение снимаемой стружки и глубину

резания: $s = \frac{f}{t}$, где s — подача, мм/об; f – сечение снимаемой стружки, мм².

5. Сила резания. Усилие, которое необходимо приложить, чтобы отделить от заготовки слой металла, снимаемый в виде стружки, называют силой резания. Сила резания зависит от целого ряда факторов. Достаточно точно она может быть определена по следующей формуле: $P_z = C_p t x_p s y_p$, где P_z – сила резания, кг; C_p – коэффициент, зависящий от свойств обрабатываемого материала и условий работы; x_p и y_p – показатели степени (при глубине резания t и подаче s), зависящие от обрабатываемого материала.

Пример. Обработка стальной заготовки ($\sigma_s=55$ кг/мм³) производится с глубиной резания 5 мм и подачей 0,4 мм/об. Определить усилие резания, если $C_p=157$; $x_p=1,0$; а $y_p=0,75$.

Решение.

$$P_z = C_p t x_p s y_p = 157 \cdot 1,0 \cdot 0,4 \cdot 0,75 = 392,5 \text{ кг.}$$

Литература

1. Богомолов И.Ю. Формирование производственной программы промышленного предприятия в условиях рыночной конъюнктуры: Автореф. дис. ... канд. эконом. наук. М., 1995.
2. Васильева Н.Э., Козлова Л.И. Формирование цены в рыночных условиях. М., 1995.
3. Горфинкель В.Я. Научно-технический прогресс и себестоимость продукции машиностроения. 2-е изд. М., 1988.
4. Казанцев А.К. Экономический анализ в управлении исследованиями и разработками. Л., 1985.
5. Макаров Г.А. Воспроизводство и эффективность промышленных предприятий: Автореф. дис. ... канд. эконом. наук. СПб., 1993.
6. Новожилов Э.Д. Приспособления в единичном производстве. М., 1983.