

Событие, состоящее в безотказной работе инструмента в момент t , равносильно событию, заключающемуся в том, что $H \geq 0$. Поэтому, исходя из общей теории надежности, можем записать $R(t) = P(H \geq 0) = \int_0^{\infty} f(H) dH$. Здесь $P(H \geq 0)$ обозначает событие, состоящее в том, что $H \geq 0$; $f(H)$ — плотность распределения H .

Из нормальности распределения H следует

$$f(H) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_H} \exp\left[-\frac{(H-\bar{H})^2}{2\sigma_H^2}\right].$$

Вероятность безотказной работы инструмента до момента t

$$R(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_H} \int_0^{\infty} \exp\left[-\frac{(H-\bar{H})^2}{2\sigma_H^2}\right] dH.$$

Введем новую переменную: $Z = (H-\bar{H})/\sigma_H$, тогда

$$R(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{z=0}^{\infty} \exp\left(-\frac{1}{2} Z^2\right) dZ,$$

где

$$z = \frac{H-\bar{H}}{\sigma_H} = \frac{h_{c0} - h_0}{(\sigma_{h_c}^2 + \sigma_h^2)^{\frac{1}{2}}}.$$

При конкретных величинах h_0 , h_{c0} , σ_h и σ_{h_c} значение последнего интеграла легко определяется по таблицам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей. — М., 1973. — 366 с.

УДК 621.95.02.001

В.А.ПЛОТНИКОВ, М.Л.ЕРЕМЕНКО, канд. техн. наук,
Н.И.ЖИГАЛКО, канд. техн. наук (БПИ)

ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАБОТКИ ПРИ РОТАЦИОННОМ РАСТАЧИВАНИИ

Одной из важных особенностей ротационного резания является возможность управления качеством обработанной поверхности. Однако этот вопрос изучен недостаточно. Особенно это касается процесса ротационного растачивания. Были проведены исследования на токарно-винторезном станке модели

163 без применения СОЖ при растачивании заготовок с внутренним диаметром 190...200 мм из стали 60 ГОСТ 1050—60 (материал режущей чашки — Т15К6, диаметр — 32 мм). Ротационный резец устанавливался своей вершиной на уровне центров станка по прямой схеме резания второй геометрической схемы установки под двумя углами β_y и φ_y соответственно в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В процессе экспериментов исследовалось влияние на степень упрочнения обработанной поверхности параметров режима резания и углов установки инструмента в следующих диапазонах: скорость $v = 0,83...6,1$ м/с, подача $s = 0,18...1,18$ мм/об, глубина резания $t = 0,2...0,8$ мм, угол $\varphi_y = 16...36^\circ$ и угол $\beta_y = 12,5...29,5^\circ$. При этом применен метод ортогонального центрального композиционного планирования с матрицей планирования типа 2^{5-1} .

В каждом опыте соблюдались следующие условия. 1. Резец затачивался по задней поверхности с обеспечением кинематического заднего угла в пределах $3...5^\circ$ (в точке входа резца в обрабатываемый материал), исключающего возникновение вибраций и возможность "затирания" обработанной поверхности. 2. Расстояние от зоны резания до торца патрона станка сохранялось постоянным. Каждый опыт в соответствии с матрицей планирования эксперимента повторялся трижды.

На основании опытных данных было выведено уравнение регрессии для степени упрочнения. Исключив слагаемые с незначимыми коэффициентами из полученного уравнения регрессии и переведя кодовые значения факторов в натуральные путем декодирования, получили следующее уравнение в натуральных переменных:

$$N = -63,49 - 0,36v + 42,43s + 2,71\varphi_y + 2,73\beta_y + 35,1t + 0,9vs - 0,048v\varphi_y - 0,24s\varphi_y - 0,342v^2 - 3,52s^2 - 0,028\varphi_y^2 - 0,053\beta_y^2 - 35,1t^2.$$

На рис. 1 представлены графики зависимости степени упрочнения от исследуемых параметров. Как видно из графиков, изменение глубины резания практически не влияет на степень упрочнения. С увеличением скорости резания продолжительность контакта задней поверхности резца с обрабатываемой поверхностью уменьшается и степень упрочнения последней снижается. Так, при углах установки $\varphi_y = 16^\circ$ и $\beta_y = 12,5^\circ$ с увеличением скорости резания v от 0,83 до 6,1 м/с степень упрочнения снижается на 10 %, а при углах установки $\varphi_y = 36^\circ$ и $\beta_y = 30^\circ$ — на 25 %. С изменением подачи s в диапазоне 0,2...1,0 мм/об наклеп увеличивается в первом случае на 26 %, а во втором на 19 %. Повышение наклепа связано с тем, что увеличение подачи вызывает рост радиальной составляющей силы P_y .

Особенно сильно влияет на степень упрочнения при ротационном растачивании изменение углов установки инструмента φ_y и β_y относительно обрабатываемой детали. При изменении угла φ_y от 16° до 36° радиальная сила P_y растет, в результате степень упрочнения возрастает в 1,3...1,6 раза. С ростом угла β_y передний кинематический угол уменьшается, сила резания увеличивается. В результате и степень упрочнения обрабатываемой поверхности увеличивается. Так, с изменением угла β_y от $12,5^\circ$ до 30° наклеп повышается в среднем в 1,4...1,6 раза. Глубина упрочнения при ротационном растачивании в зависимости от режимов резания и углов установки инструмента изменяется от 0,1 до 0,17 мм.

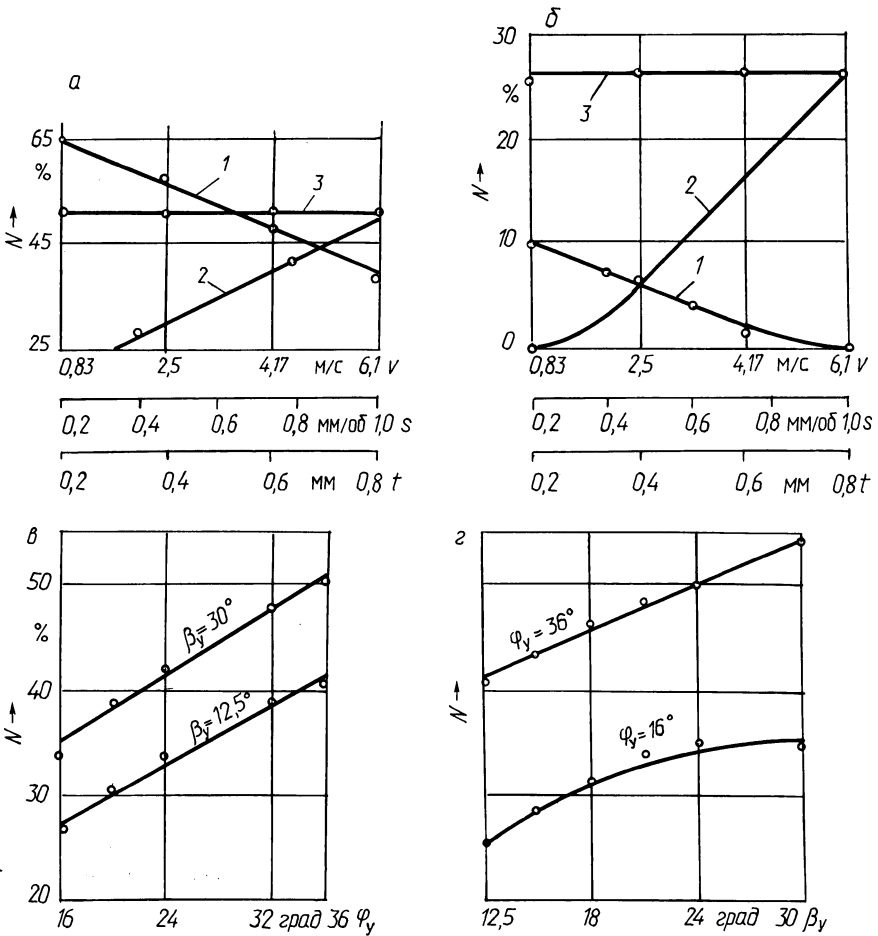


Рис. 1. Зависимости степени упрочнения поверхностного слоя от режимов резания (а, б) и углов установки (а, г): а — $\varphi_y = 16^\circ$; $\beta_y = 12,5^\circ$, $v = 5,83$ м/с, $s = 1,0$ мм/об, $t = 0,8$ мм; б — $\varphi_y = 36^\circ$; $\beta_y = 30^\circ$, $v = 5,83$ м/с, $s = 1,0$ мм/об, $t = 0,8$ мм; в, г — $v = 5,8$ м/с, $s = 1,0$ мм/об, $t = 0,8$ мм, 1 — $N = f(v)$; 2 — $N = f(s)$; 3 — $N = f(t)$

Из приведенного выше следует, что при ротационном растачивании имеется возможность регулирования в широких диапазонах степени и глубины деформации обрабатываемой поверхности, т.е. обеспечивается возможность управления качеством этой поверхности. Так, для деталей, работающих на истирание и при знакопеременных нагрузках, для которых необходимо упрочнение рабочей поверхности, например пневмо- и гидроцилиндров, целесообразно обработку вести при установочных углах $\varphi_y = 30 \dots 36^\circ$ и $\beta_y = 24 \dots 30^\circ$ с увеличенными подачами $s = 0,6 \dots 1,0$ мм/об. Для цилиндров их жаропрочных материалов, требующих получения рабочей поверхности с наименьшей степенью

упрочнения, следует вести обработку при углах $\varphi_y = 16...30^\circ$ и $\beta_y = 12,5...24^\circ$ с подачами $s = 0,2...0,6$ мм/об при скоростях резания $v = 5...6$ м/с.

Таким образом, с помощью полученной математической модели, варьируя режимами резания и углами установки ротационного инструмента, можно прогнозировать и обоснованно управлять процессом упрочнения поверхностного слоя растачиваемых деталей в желаемом направлении.

УДК 621.91

Ю.А.НОВОСЕЛОВ, канд. техн. наук (ГПИ),
Н.Н.ПОПОК (НПИ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ФРЕЗОТочЕНИЯ

Технологические возможности процесса фрезоточения в значительной мере определяются правильным выбором соотношения скоростей вращения инструмента и заготовки, конструктивных и других параметров инструмента, обеспечивающих получение цилиндрической поверхности детали без выступов.

Для решения этой задачи рассмотрим схему срезания с поверхности детали выступов, образующихся за счет прерывистости режущей кромки принудительно вращающегося инструмента (рис. 1). В случае обработки инструментом с шириной режущих зубьев B , больше расстояния между зубьями C (рис. 1, а), при повороте заготовки на один оборот инструмент должен повернуться на величину, равную целому числу Z_1 угловых шагов между зубьями инструмента, плюс половина шага, т.е. на величину $t_{окр} (Z_1 + 1/2)$. Тогда режущая кромка обязательно перекроет оставшийся на поверхности резания выступ с одинаковым вылетом в обе стороны от него. За n оборотов в минуту заготовки инструмент сделает n_T оборотов, т.е.

$$n_T = \frac{nt_{окр}}{\pi d} (Z_1 + \frac{1}{2}) = \frac{n}{Z} (Z_1 + \frac{1}{2}), \quad (1)$$

где n , n_T — соответственно частота вращения заготовки и инструмента; d , $t_{окр}$, Z — соответственно диаметр, окружной шаг и число зубьев инструмента; Z_1 — число выступов и канавок на продольной развертке поверхности резания за один оборот заготовки.

В более общем случае (рис. 1, б), когда расстояние между зубьями по дуге окружности режущей кромки C больше ширины кромки B , зуб инструмента за один оборот должен повернуться на некоторое целое число Z_1 угловых шагов плюс или минус дополнительный доворот, т.е. $t_{окр} (Z_1 \pm \frac{B - \Delta}{t_{окр}})$.

За n оборотов заготовки в минуту инструмент сделает n_T оборотов, т.е.

$$n_T = \frac{nt_{окр}}{\pi d} (Z_1 \pm \frac{B - \Delta}{t_{окр}}) = \frac{n}{Z} (Z_1 \pm \frac{B - \Delta}{t_{окр}}), \quad (2)$$